



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

-TRABAJO FIN DE GRADO-

Proyecto básico estructura nave industrial mecánica

# Parte I

# MEMORIA

**Alumno:** Jorge Artero Ballester

**Tutor:** Pedro Efrén Martín Concepción.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



*A mi mujer y a mis hijas por su apoyo incondicional,  
su paciencia y por su fe en mi cuando la perdí.*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## RESUMEN

El Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Mecánica “Calculo estructural para Nave de pintura y chapa de grandes vehículos en el Polígono Industrial Fuente del Jarro de Paterna (Valencia) del alumno Jorge Artero Ballester de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, tiene como alcance calcular y proyectar una nave industrial de estructura metálica y elaborar los documentos técnicos Memoria, Planos, Presupuesto y Anejos, necesarios para su construcción.

Para ello se aplicarán los conocimientos de grado de ingeniería mecánica de las menciones de “Diseño Estructural” y “Prevención de Riesgos Laborales en el sector mecánico” al diseño de estructuras y construcciones industriales, así como los años laborales dedicados a la construcción de dichos edificios, intentando haber tomado la mejor decisión y el razonamiento crítico siguiendo la normativa técnica vigente.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## ÍNDICE

1	Memoria descriptiva .....	9
1.1	Objeto del proyecto. ....	11
1.2	Información Previa .....	11
1.2.1	Motivación.....	11
1.2.2	Antecedentes .....	11
1.2.3	Emplazamiento y descripción del solar .....	11
1.2.4	Requerimiento especiales y constructivos.....	12
1.2.5	Soluciones alternativas.....	13
1.3	Descripción del proyecto.....	14
1.3.1	Descripción general del proyecto.....	14
1.3.2	Programa de necesidades.....	15
1.3.3	Uso característico .....	16
1.3.4	Otros usos previstos. ....	16
1.3.5	Relación con el entorno. ....	16
2	Memoria Constructiva.....	17
2.1	Actuaciones Previas.....	18
2.2	Sustentación del edificio .....	18
2.3	Sistema estructural. ....	18
2.3.1	Placas de Anclaje .....	20
2.3.2	Pórtico Tipo .....	20
2.3.3	Pórtico de Fachada Principal y Posterior.....	21
2.4	Sistema envolvente. ....	21
2.4.1	Solera.....	21
2.4.2	Cerramiento y Fachada .....	21
2.4.3	Cubierta .....	22
2.5	Sistema de acabados .....	23
2.6	Sistema de acondicionamiento e instalaciones .....	23
2.6.1	Instalaciones de saneamiento.....	23
2.6.2	Toma tierra e instalación eléctrica.....	23
2.7	Equipamiento .....	24



3	Cumplimiento de la CTE y Normativa Aplicable .....	25
3.1	Justificación de la Normativa Urbanística .....	26
3.2	Seguridad en caso de incendio CTE-DB-SI .....	28
3.2.1	Seguridad Estructural .....	28
3.2.2	Seguridad en caso de Incendio.....	28
3.3	Seguridad de utilización CTE-DB-SUA.....	28
3.3.1	Seguridad frente al riesgo de caídas. ....	28
3.3.2	Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento. ....	29
3.3.3	Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento.....	29
3.3.4	Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada. ....	29
3.3.5	Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación. ....	29
3.3.6	Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.....	30
3.3.7	Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento. ....	30
3.3.8	Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.....	30
3.4	Ahorro de energía CTE-DB-HE .....	31
3.5	Salubridad CTE-DB-HS .....	32
3.5.1	Protección frente a la humedad.....	32
3.5.2	Evacuación de aguas .....	32
3.6	Aislamiento acústico DB-HR.....	33
3.7	Instrucción del Hormigón Estructural (EHE-08) .....	34
4	Anejo a la Memoria.....	35





## **1 Memoria descriptiva**





### **1.1 Objeto del proyecto.**

El presente documento forma parte del Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Mecánica del alumno Jorge Artero Ballester. Dicho trabajo tiene como objeto la realización de establecer los parámetros estructurales para definir las obras y cálculos necesarios para realizar la construcción de una estructura metálica para la nave industrial destinada a la reparación de plancha y pintura de vehículos de gran volumen, situada en el *Polígono Industrial Fuente del Jarro, de la parcela ubicada en C/Vila de Madrid,2A, Paterna, Valencia.*

El cálculo y la determinación de las instalaciones (eléctricas, ventilación, pluviales...) quedan fuera del alcance del proyecto.

### **1.2 Información Previa**

#### **1.2.1 Motivación**

El motivo principal para la realización del presente Trabajo de Fin de Grado es culminar con los estudios de Grado en Ingeniería Mecánica y poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de dicho grado. El interés personal del autor por el ámbito de la construcción y edificación industrial, así como la ampliación de conocimientos en la materia, justifican la elección del presente Trabajo de Fin de Grado.

#### **1.2.2 Antecedentes**

Como se ha comentado en el punto 1.1, el trabajo consiste en la realización de un proyecto de nave industrial, ante la necesidad (ficticia) de la empresa contratante de aumentar su capacidad productiva. La empresa encarga la proyección y construcción de una nave industrial, la cual cumpla con las necesidades de esta.

#### **1.2.3 Emplazamiento y descripción del solar**

La zona donde se ubicará la nave es la 1ª Fase del Polígono Industrial Fuente del Jarro, término municipal de Paterna. La parcela está delimitada en sus partes oeste y norte por varias naves industriales de diferentes propietarios, en su parte sur por la C/ Villa de Madrid y en su parte este por una parcela sin construcción ni actividad.

El solar se puede asemejar a un triángulo, con una superficie de parcela de 3219 m<sup>2</sup>, donde se situara una nave de 1000 m<sup>2</sup> (25mx40m). La superficie del solar es plana y no existe ninguna construcción actualmente.

Los servicios urbanísticos de la parcela son todos los necesarios para el posterior desarrollo del edificio, es decir, alcantarillado, abastecimiento y evacuación de aguas, suministro de energía eléctrica y telefonía. La acera esta previamente pavimentada, con su correspondiente bordillo.

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

El polígono industrial está perfectamente comunicado, ya que tiene distintos accesos, tales como la V-30, CV-35, CV-31 y la CV-365. El acceso a la parcela es limitado, únicamente se puede acceder mediante la *C/Vila de Madrid*.

Con respecto a edificabilidad, ocupación y retranqueos en las parcelas, la normativa del polígono establece lo siguiente:

Elemento	Observaciones
Parcela mínima indivisible	250 m <sup>2</sup>
Ocupación mínima por parcela	30% de la superficie en planta de la parcela
Superficie mínima para aparcamientos	10% de la superficie en planta destinada a naves de fabricación y almacenaje
Retranqueo frontal mínimo	10m o 5m en función de la categoría de industria
Retranqueo lateral mínimo	3m
Retranqueos mínimos en fachadas no representativas	5m
Altura máxima	Sin limitación
Sótanos y semisótanos	Permitidos previa justificación

#### 1.2.4 Requerimiento especiales y constructivos

El promotor requiere de mayores instalaciones para el desarrollo de actividades industriales relacionadas con la reparación de plancha y pintura de vehículos, especialmente destinada a grandes vehículos como autobuses, camiones, remolques, etc.

El promotor dispone de una parcela casi triangular de lados 55 y 80 metros de longitud con una superficie total de 3219 m<sup>2</sup>, y tiene la intención de construir un edificio industrial de una sola planta, para el desarrollo de dichas actividades.

En función de las actividades a desarrollar, el promotor sugiere una serie de requerimientos, los cuales se exponen a continuación.

El cliente solicita que la edificación de la nave industrial ocupe una superficie de 1000 m<sup>2</sup>, siendo las dimensiones en planta de 25 m de ancho por 40 m de longitud y una altura total de 9 m, con una altura libre interior  $\geq 6$ m, pues considera dicha superficie necesaria para las actividades que se llevarán a cabo en su interior.

Para el desarrollo de las actividades industriales, el cliente pide que la estructura se realice diáfana a partir de perfiles metálicos simples de alma llena y tubo estructural.



### Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

El cliente requiere situar la construcción del edificio a un lado a fin de reservar la parte restante para la construcción de futuras oficinas, alineadas con la fachada de la nave industrial y dejar el espacio de circulación para los vehículos de gran tonelaje. No obstante, dichas oficinas no son objeto de construcción en este proyecto, puesto que las operaciones de gerencia y administración se situarán en las futuras oficinas.

Por otro lado, la superficie restante de la parcela se destinará para almacenamiento de materiales entre otros usos, así como para plazas de aparcamiento.

En cuanto a los acabados, el cliente exige que la fachada principal conste de una puerta personal de entrada en uno de los lados, un portón industrial para el acceso de vehículos de altura, y ventanas que proporcionen suficiente iluminación natural.

En cuanto a la parte superior de fachada desea que el cerramiento sea de chapa en forma rectangular en la parte superior, siendo este de una anchura de 2m perimetral en la nave y el resto de panel prefabricado a fin de ganar estética. Por otro lado, requiere que los muros laterales de cerramiento del edificio tengan mayor estética respecto a los tradicionales, para ello pide aumentar la altura de estos a fin de ocultar elementos de unión entre cubierta y fachadas laterales.

#### **1.2.5 Soluciones alternativas**

Teniendo en cuenta las especificaciones del terreno, los requerimientos del cliente junto con las necesidades de las actividades a desarrollar, y la normativa urbanística municipal, se pueden adoptar diferentes posibilidades constructivas estructurales y de ocupación sobre la parcela.

#### **Ocupación y posición de la nave industrial sobre la parcela**

Se dispone de una parcela de 3219 m<sup>2</sup> para la construcción de la nave industrial, siendo su referencia catastral del inmueble 8666807YJ1786N0001QF. Atendiendo a la normativa municipal, la cual se justifica en apartados posteriores (más concretamente en el apartado 3.1 de este documento), el área de edificación es limitada, no obstante, no afecta en el caso de estudio, puesto que el área a construir es muy inferior al área de la parcela.

Por otro lado, según dicha normativa es necesario retranquear el edificio industrial al frente de la calle, respecto de la alineación de fachada igual o mayor a 10 m, de igual forma se debe retranquear con respecto al lindero opuesto un mínimo de 5 m. La separación entre el plano de fachada considerado y el lindero correspondiente, será mayor o igual a 3 m.

En cuanto altura, se puede adoptar la altura que se requiera para las operaciones a desarrollar dentro del edificio.

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Según los requerimientos del cliente en cuanto ocupación de la nave industrial sobre la parcela, la nave industrial tendrá unas dimensiones de 25 m de ancho por 40 m de longitud, a fin de que el espacio restante sea suficiente para construir futuras oficinas alineadas a la nave industrial, objeto de este proyecto.

Dentro del edificio, no se construirán oficinas, es decir, todo el espacio construible será para zonas de producción y vestuario para los trabajadores.

Con todas estas restricciones y requerimientos por parte del cliente las soluciones a adoptar quedan reducidas. Las posibles soluciones de ocupación sobre la parcela es justificar la construcción al oeste dejando 3 metros debido a la normativa, quedando libre el espacio para futuras oficinas en el lado derecho o el caso opuesto, es decir, justificar la construcción al este.

### **Formas constructivas y estructurales**

La estructura del edificio industrial puede ser de diferentes tipologías, es decir, los tipos más utilizados son estructura metálica, estructuras de hormigón armado o mixtas.

En este aspecto, la solución queda restringida por el cliente en cuestión, el cual exige que la estructura del edificio sea metálica de perfiles simples de acero para los soportes y atado de los mismos y de perfil tubular estructural o perfil simple para la celosía que forma la cubierta.

En lo referente al sistema estructural, existen diferentes posibilidades. El sistema estructural puede ser conformado a partir sistema de vigas en celosía y pilares, pórticos con piezas de alma llena de sección constante o variable.

En cuanto a tipología de pórticos cabe destacar que estos pueden ser empotrados o articulados en los apoyos y nudos rígidos o articulados.

La cubierta del edificio puede presentar varias posibilidades. Puede ser plana o inclinada, a una o dos aguas, también puede ser una cubierta en arco, con dientes de sierra, entre otras.

### **1.3 Descripción del proyecto**

#### **1.3.1 Descripción general del proyecto**

Se trata de una proyección de una nave industrial destinada a la industria de la reparación de plancha y pintura de vehículos, las dimensiones generales de la planta son de 25m de ancho por 40 de largo y con una altura total de 9 m. Se trata de una estructura diáfana, la cual posee en su esquina sureste un altillo a 3 m de altura de 4 x 10 m para los vestuarios, servicios y pequeño despacho.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Los pórticos están formados por una estructura Warren con montantes, con un canto de 1,78m, dichos pórticos forman una cubierta a un agua y están articulados en los extremos de la celosía y empotrados en los apoyos, la distancia entre pórticos es de 5m.

La estructura portante del altillo está compuesta por perfiles IPE de 5m de longitud, unidos mediante uniones soldadas a los 3 pilares que la sustentan (dos laterales y uno intermedio). El forjado está compuesto por losas alveolares pretensadas de 20 cm de espesor, de características técnicas similares a la LN-20 de la empresa LUFORT.

El cerramiento de la cubierta está formado por los componentes para crear una Cubierta Deck de características técnicas similares a la de la empresa INCOPERFIL.

El desglose de superficie de la nave es el siguiente:

Superficie de parcela .....	3219 m <sup>2</sup>
Superficie de cubierta .....	1000 m <sup>2</sup>
Superficie destinada al desarrollo industrial .....	960 m <sup>2</sup>
Superficie destinada a vestuario y oficina .....	40 m <sup>2</sup>

La nave por construir se encuentra exenta y constituye un único sector de incendios diferenciado, diseñado con unos cerramientos que hagan efectiva la sectorización para un riesgo MEDIO, el cual posee la nave.

El cerramiento de la fachada principal y posterior como los laterales está formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, sujetos a los soportes, hasta una altura de 4m, de características técnicas similares a la AR-16 de la empresa LUFORT. Los restantes 4m están compuestos por doble acristalamiento estándar, 6/6/8, con calzos y sellado continuo de una altura de 0,8m y panel sándwich aislante de 50mm de espesor hasta alcanzar los 9m.

En ambas fachadas se dispondrán de dos puertas de apertura vertical, siendo sus características técnicas similares al tipo VL3110 de la empresa MEGADOOR de 7,5m de longitud, sustentados a los pilares de fachada.

### 1.3.2 Programa de necesidades

La gerencia de la empresa toma la decisión de ampliar su negocio con nuevos servicios de chapa y pintura a vehículos voluminosos (autobuses, camiones, remolques, etc...), para desarrollar los mismos es necesario la realización de nuevas instalaciones, trasladándose al polígono industrial. Dicho edificio está previsto para el desarrollo de su actividad en el interior, por que deberá cumplir en todo caso la normativa vigente.



### **1.3.3 Uso característico**

El uso del edificio industrial objeto de proyecto será el desarrollo de la actividad industrial de la empresa, ya que todo tipo de actividades comerciales y administrativas se llevan a cabo en oficinas situadas en otro lugar diferente hasta el momento.

### **1.3.4 Otros usos previstos.**

Solamente se hará uso de la nave industrial para desarrollar las actividades anteriormente descritas. No obstante, el promotor de esta construcción tiene intención de construir en la parcela, un edificio de oficinas a fin de concentrar todo su negocio en una única ubicación.

### **1.3.5 Relación con el entorno.**

No destaca en su entorno próximo, ya que sus dimensiones son similares a las de edificaciones contiguas y está situada en un polígono, donde la actividad del resto de edificaciones también está dedicada al ámbito industrial.





## 2 Memoria Constructiva

### **2.1 Actuaciones Previas**

La parcela donde se llevará a cabo la construcción de la nave industrial se encuentra sin ninguna edificación en su superficie, por lo tanto, las actuaciones a llevar a cabo sobre la parcela, previamente a iniciar la construcción, se basarán en una limpieza, desbroce del terreno y nivelación debido al cúmulo de basura y presencia de vegetación. A fin de acondicionar la parcela para el inicio de las obras. La excavación de pozos y zanjas se realizará por medios mecánicos. El traslado del desbroce y basura, así como la tierra extraída se transportará mediante camión a un vertedero autorizado.

### **2.2 Sustentación del edificio**

Para el cálculo y diseño de la cimentación del edificio se ha tenido en cuenta de cada uno de los puntos expuestos en el CTE DB-SE-C cimientos en su artículo 4 y 5 y el EHE-08.

Se ha tomado como tensión admisible del terreno  $\sigma_{Ter} = 0,2$  MPa. Dicho valor se ha obtenido de un estudio geotécnico previo realizado en el proyecto de la parcela adyacente.

La cimentación del edificio se constituye de zapatas aisladas de hormigón HA-25 y armado de acero corrugado B500S, unidas mediante una viga de atado con mismas características, tanto perimetralmente como para las cimentaciones que componen los pilares del altillo. Se distingue según su volumen tres tipos de zapatas calculadas, las correspondientes a los pilares de fachada, laterales y altillo. Todos los elementos de la cimentación serán asentados sobre una capa base de hormigón de limpieza HL-150/B/20 de 10 cm de espesor.

Para más información de distribución de las zapatas, así como las dimensiones y armado de estas y de las vigas de atado, véase el apartado de Planos y el Anejo 1, punto 7 “Cálculo de la cimentación”.

### **2.3 Sistema estructural.**

Para el cálculo de la estructura se han tenido en cuenta todas las acciones y sobrecargas descritas en el CTE-DB-AE, así mismo esta se ha realizado según dicta la instrucción de acero EAE- 2011.

La estructura de la nave está formada íntegramente por perfiles de acero S-275 JR normalizados, a excepción del forjado del altillo de vestuario que están compuestos por losas alveolares prefabricadas de hormigón armado ya descritas en el apartado 1.4.1 de la presente memoria; y excepción también de la sustentación del edificio, ya descrita en el apartado anterior. El resto de los elementos como tornillería, cartelas, placas de anclaje... están compuestos por el mismo tipo de acero que los perfiles (S-275 JR).

### Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Los pernos de las placas de anclaje, así como el armado de las zapatas están formados por barras corrugadas de acero B500S.

El dintel de la nave está compuesto por una celosía tipo Warren con montantes, debido a que uno de los requisitos impuestos por el promotor era que el interior de la nave formara un espacio diáfano, libre de pilares que pudieran entorpecer la futura implantación de máquinas o el correcto desarrollo de la actividad industrial.

Puesto que la luz entre pilares es de 25m, el empleo de un solo perfil normalizado (IPE, HEB...) hubiera sido inviable, debido a que por un lado se necesitaría un perfil con un canto muy elevado para soportar los esfuerzos producidos en los E.L.U. y cumplir a su vez la condición de deformación en los E.L.S., dicho perfil, (en caso de que hubiera uno que cumpliera los requisitos) debido a su tamaño sería muy pesado y por tanto encarecería notablemente la estructura, así como la cimentación de la misma.

Cabe destacar que todos los pórticos presentan la tipología descrita anteriormente, tanto los pórticos de fachada principal y posterior.

Todo el perímetro del edificio estará unido mediante viga de atado IPE-120 dispuestas en la misma cota que el par superior e inferior de la celosía del pórtico y a una altura de 3,60 m desde la base de los pilares una viga de atado HEB-120 enrasada a cara fuera del perfil del pilar para hacer un doble trabajo, arriostramiento de la nave y servir de punto de sustentación para el panel prefabricado vertical de 4m.

A fin de reforzar la estructura para combatir la acción del viento, el primer y último vano estarán arriostrados mediante tirantes, es decir, cruces de San Andrés formadas por tubo cuadrado de acero 60x60x3 para cubierta cada 2,5m, lateralmente en los mismos vanos de cubierta se dispondrán de cruces formadas por tubo cuadrado de acero de 60x60x3 y de perfiles UPN-120. El sistema de contraviento, además de los tirantes, estará constituido por tubo cuadrado de acero de 80x80x3 a fin de fortalecer el conjunto del sistema.

Las correas para la sustentación de la cubierta serán del tipo IPE-160, acero S-275 JR. La separación entre éstas será de 1,25 m.

Respecto a las uniones de la estructura cabe destacar que todas las uniones de la estructura son soldadas, a excepción de la unión de la celosía por motivos de transporte.

Para más información acerca del sistema estructural que posee la nave del proyecto, remitimos al Anejo 1- CÁLCULO ESTRUCTURAL.

### 2.3.1 Placas de Anclaje

Las placas de anclaje de la estructura se han agrupado según el tipo de perfil, independientemente de su longitud, puesto que el diseño y cálculo se ha realizado en base a los esfuerzos más desfavorables para cada tipo de perfil.

Se pueden distinguir dos tipos de placas de anclaje en función de los tipos de pilares utilizados, las correspondientes a los pilares HEB-220, y en otro caso las correspondientes a los pilares HEB-180.

Ambas placas de anclaje están compuestas por el mismo tipo de acero que los perfiles (S-275 JR). Los pernos de las placas de anclaje están formados por barras corrugadas de acero B500S.

#### Placas de anclaje para pilares HEB-220 (laterales)

Las dimensiones de estas placas son 500x700 mm con un espesor de 30mm, dichas placas de anclaje estarán rigidizadas tanto en el plano y-y como en el plano z-z por dos cartelas en ambos planos de 15 mm de espesor. A fin de absorber el esfuerzo a tracción, las placas dispondrán de 8 pernos soldados a la placa de 30 mm de diámetro con una distancia al borde de 50 mm. La longitud de los pernos será de 700 mm con prolongación en ángulo recto de 150 mm.

#### Placas de anclaje para pilares HEB-220 (fachada)

Las dimensiones de estas placas son 450x450 mm con un espesor de 25mm, dichas placas de anclaje estarán rigidizadas tanto en el plano y-y como en el plano z-z por dos cartelas en ambos planos de 15 mm de espesor. A fin de absorber el esfuerzo a tracción, las placas dispondrán de 6 pernos soldados a la placa de 25 mm de diámetro con una distancia al borde de 50 mm. La longitud de los pernos será de 700 mm con prolongación en ángulo recto de 150 mm.

#### Placas de anclaje para pilares HEB-180 (altillo)

Las dimensiones de estas placas son 400x400 mm con un espesor de 20mm, dichas placas de anclaje estarán rigidizadas tanto en el plano y-y como en el plano z-z por dos cartelas en ambos planos de 10 mm de espesor. A fin de absorber el esfuerzo a tracción, las placas dispondrán de 4 pernos soldados a la placa de 20 mm de diámetro con una distancia al borde de 50 mm. La longitud de los pernos será de 600 mm con prolongación en ángulo recto de 150 mm.

Se ha optado por homogenizar en ambas placas de anclaje el espesor de placa y el tipo de perno, a fin de evitar errores de fabricación y de montaje.

### 2.3.2 Pórtico Tipo

Como ya comentado, la estructura principal del edificio será mediante pórticos rígidos empotrados de cubierta plana, con una separación de 5 m entre ellos. Los pilares serán del tipo HEB-220 con una altura de 9 m, las celosías Warren estará formada por HEB-160 e irán atornilladas en los pares a la altura correspondiente en los pilares con una inclinación de 3°.

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Se ha optado por dejar el perímetro superior de la unión pilar - dintel a la altura de 9m, a fin de poder subir el cerramiento de chapa en el otro extremo del pórtico a la misma altura y poder utilizar el recrecimiento para alojar la canalización de recogida de aguas de la cubierta.

### 2.3.3 Pórtico de Fachada Principal y Posterior

El cuerpo principal del pórtico de fachada será idéntico al pórtico tipo a diferencia de que en la fachada determinada principal ira montada una de las vigas de sustentación del altillo de vestuarios y servicios. Por otro lado, se le añadirán otros tipos de elementos con diferentes fines.

Para soportar los esfuerzos frontales del viento, dicho pórtico dispondrá de 4 pilares hastiales intermedios, del tipo HEB-220 hasta la altura inferior de la posición de la celosía.

En este caso no se incluirá viga de soporte para el portón, ya que es autoportante.

Finalmente, la parte superior del pórtico contará con una estructura rectangular formada por tubos de 80x80x4 mm, con el fin de fijar la chapa del cerramiento superior de fachada.

El cuerpo principal del pórtico de fachada será idéntico al pórtico tipo. Por otro lado, se le añadirán otros tipos de elementos con diferentes fines.

## 2.4 Sistema envolvente.

### 2.4.1 Solera

La solera del edificio estará formada por una capa de echado de arena de río, con tamaño máximo de grano 0,5 cm fuertemente compactada de 15 cm de espesor y sobre ésta, lámina aislante y una capa de hormigón tipo HA-25/B/20/IIa de 20 cm de espesor con refuerzo de mallazo corrugado de 150x150x5 mm.

### 2.4.2 Cerramiento y Fachada

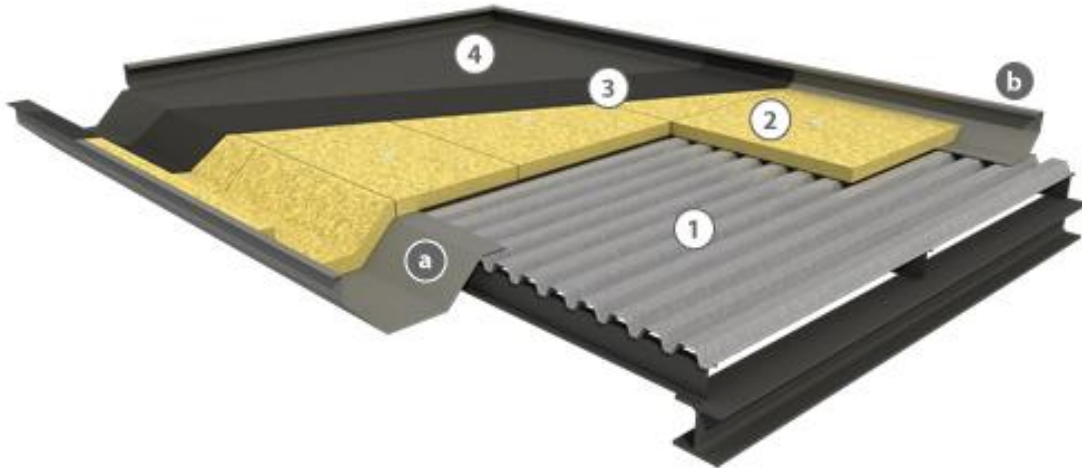
El cerramiento de fachada está formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, hasta una altura de 4m. Con una resistencia al fuego según la ficha de características técnica Nº4.2.3 de LUFORT de EI-180.

A partir de la altura de 4 m, rodea perimetralmente la nave un ventanal formado por doble acristalamiento estándar, 6/6/8, con calzos y sellado continuo. El cual tiene una altura de 0,8 m, seguido de un cerramiento de fachadas con panel sándwich de 50mm de espesor hasta alcanzar los 9m. Cabe destacar que se ha situado el acristalamiento a esta altura para evitar posibles hurtos en la nave una vez esta esté terminada y aumentar por tanto de esta manera la seguridad de esta.

### 2.4.3 Cubierta

El cerramiento de la cubierta está formado por una Cubierta Deck de características técnicas similares a la de la empresa INCOPERFIL, siendo estos los siguientes componentes:

- Soporte Resistente, la Cubierta Deck, consiste en un sistema formado por un soporte a base de un perfil metálico tipo INCO 44.4 / INCO 70.4 montado en posición fachada.
- Aislamiento Térmico y Acústico, formado por una o varias capas de material aislante, su objeto es controlar las diferencias de temperatura, impedir las pérdidas térmicas y evitar la formación de condensaciones. Es aconsejable la utilización de placas de lana de roca de densidad mayor a 175 kg/m<sup>3</sup>. En aquellos casos en los que se exija absorción acústica, el perfil resistente (INCO 44.4 / INCO 70.4) puede ser perforado para conseguir coeficientes de absorción acústica altos y por tanto un confort acústico adecuado.
- Elementos Auxiliares, como capas separadoras y antipunzonantes, evitan la adherencia entre las distintas capas del sistema de impermeabilización y sobre el aislamiento térmico en cubiertas invertidas y a la vez pueden ser antipunzonantes cuando la protección sea pesada y barrera de vapor, es la membrana protectora contra el paso del vapor de agua. Se aplica bajo el aislamiento térmico.
- Protección y Acabado, están destinados a proteger mecánicamente la membrana impermeabilizante de los efectos de la circulación, así como de la acción atmosférica. Con una Protección Ligera, realizada con una lámina con autoprotección de granos minerales y terminación metálica en aluminio.



#### COMPONENTES DEL SISTEMA

- 1.-Perfil Grecado
- 2.-Aislamiento | Panel de lana de roca
- 3.-Impermeabilización | Lámina Asfáltica
- 4.-Protección | Capa de Gravas 5 cm

#### REMATERIA DEL SISTEMA

- a.-Remateria Canal Extrema
- b.-Remateria Perimetral Deck

## 2.5 Sistema de acabados

La nave dispone en fachada principal y posterior con una puerta de acceso de dimensiones 900x2100mm, y otra puerta de apertura vertical de tipo hangar de 7500x6000 realizada con lona.

La fachada principal dispondrá de una puerta de entrada personal de aluminio termolacado de dimensiones 900 x 2100 mm con tres puntos de cierre y otra puerta industrial de apertura plegable vertical de dimensiones 7500 x 6000 mm, fabricada en lona de poliéster con ventanos de 800x800 mm. Con el objetivo de aumentar la visibilidad en el interior de la nave industrial y aprovechar la luz natural, dispondrán de ventanas corridas en el perímetro de las fachadas, de aluminio lacado con apertura hacia el interior de 800 mm. Por otro lado, junto a la puerta personal se insertará una ventada de las mismas características que las anteriores, pero de dimensiones 1000 x 2000 mm.

## 2.6 Sistema de acondicionamiento e instalaciones

### 2.6.1 Instalaciones de saneamiento

La red de saneamiento se formará mediante tuberías de PVC sanitario y arquetas, existiendo red separativa para aguas pluviales y fecales.

La cubierta estará prevista en uno de sus laterales de canalones cuadrados en sentido longitudinal del edificio, de desarrollo 1250 mm<sup>2</sup> para la recogida de aguas pluviales de la cubierta, dichos canalones estarán comunicados con la red general de saneamiento del edificio mediante las tuberías colgadas, colectores, arquetas y sumideros necesarios.

Las tuberías irán asentadas sobre una solera de hormigón de 20 cm de espesor perfectamente rejuntadas.

Las arquetas se construirán a base de fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor, enfoscado interiormente de mortero impermeabilizante, bruñido con amplias medias cañas, cercos metálicos y solera de hormigón en masa HA-25/B/20/Ila de 20 cm de espesor.

Para mayor información, acerca de la red de saneamiento del edificio véase el apartado Planos de este proyecto.

### 2.6.2 Toma tierra e instalación eléctrica

La línea principal de tierra estará formada por conductores de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección. Dicho circuito tendrá las siguientes características:

- Se realizará un circuito en anillo, formado por conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección a una profundidad mínima de 50 cm.
- Este circuito rodeará todo el perímetro de la nave, uniendo todas las placas de anclaje de la estructura y pilares metálicos, mediante soldadura aluminotérmica.
- A dicho anillo se conectarán mediante arqueta de conexión adecuada, todas las instalaciones que sea necesario.
- Toda la instalación de Puesta a Tierra se efectuará de acuerdo a la al REBT Reglamento Electrónico para Baja Tensión.
- Preinstalación para el montaje de placas de energía en la cubierta de la nave.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

La instalación eléctrica para el alumbrado interior de la nave industrial está constituida por un número suficiente de luminarias de tal modo que cumpla con las exigencias mínimas de iluminación para este tipo de edificios, dicha instalación eléctrica irá bajo tubo de PVC flexible.

La nave industrial dispondrá de un alumbrado de emergencia que indique las salidas y permita una iluminación mínima en las salidas para el correcto desalojo de las personas en caso del sistema eléctrico principal u otra causa.

### **2.7 Equipamiento**

La instalación necesaria para el equipamiento de maquinaria necesaria para la actividad no está incluida en este estudio, debido a que son necesarios estudios especializados y concretos para las necesidades últimas de la maquinaria y equipos elegidos.

Solamente se ha considerado el hueco de las chimeneas de salida de la cabina de pintura en cubierta.





### **3 Cumplimiento de la CTE y Normativa Aplicable**

### **3.1 Justificación de la Normativa Urbanística**

La ordenanza municipal de Paterna que regula la edificación en la zona en la que se localiza la parcela se corresponde al Plan General de Ordenación Urbana de Paterna, aprobado en fecha 15 de noviembre de 1990 y su texto refundido en su modificación nº28 de 30 de enero 2009, al Plan parcial de Fuente del Jarro, aprobado en fecha 20 de marzo de 1966 y su Ordenanza Reguladora al Plan Parcial de la Fuente del Jarro 1º y 2º Fase. Dicha ordenanza está dedicada exclusivamente a la actividad industrial.

A continuación, se exponen las características y consideraciones de obligado cumplimiento, así como la justificación del cumplimiento del edificio de la normativa que establece dicho municipio.

#### **Clasificación de Industria**

*“Industria media con superficie de parcela comprendida entre 3000 y 7000 m<sup>2</sup>. Un único acceso y aparcamiento en el interior de la parcela”.*

- Clasificada como “Industria media” ya que la parcela cuenta con 3219 m<sup>2</sup>, un único acceso y aparcamiento para trabajadores y clientes.

#### **Composición de las Parcelas**

*“Criterios de composición: A) Edificios para naves, B) Bloques representativos, C) Espacios libres para aparcamientos y D) Construcciones accesorias.”*

- Composición A: Destinado a la Nave de 1000 m<sup>2</sup>
- Composición B: Destinado a las oficinas de 300 m<sup>2</sup>, en dos plantas, cumpliendo con el máximo de profundidad de 15 m al ser una construcción exenta de la principal.
- Composición C: El resto de la superficie está destinado a los aparcamientos, no siendo inferior al 10% de la superficie de planta.

#### **Estética de los edificios industriales**

- a). Se prohíben los elementos estilísticos.*
- b). Se admiten los elementos prefabricados aceptados por las normas de la buena construcción.*
- c). Queda prohibido el falseamiento de los materiales empleados, los cuales se presentarán en su verdadero valor.*
- d). Se permiten los rebocos siempre que estén bien terminados. Las Empresas beneficiarias quedarán obligadas a su buen mantenimiento y conservación.*
- e). Tanto las paredes medianeras como los paramentos susceptibles de posterior ampliación, deberán tratarse como una fachada, debiendo ofrecer calidad de obra terminada.*
- f). Se prohíbe el empleo de rótulos pintados directamente sobre los paramentos exteriores. En todo caso, los rótulos empleados se realizarán a base de materiales inalterables a los agentes atmosféricos. Las empresas beneficiarias son las responsables – en todo momento- de su buen estado de mantenimiento y conservación.*

### **Alineaciones del sistema viario**

*“Serán las establecidas en el plano de ALINEACIONES Y RASANTES del Plan parcelario parcial, a escala 1: 2000”.*

### **Alturas**

*“La altura de las naves de fabricación o almacenaje se ajustará a las necesidades del proceso de producción”.*

*“Las edificaciones destinadas a oficinas, servicios y complementarias no superarán la altura de tres plantas (altura mínima libre entre plantas de 2,50 m”.*

- La altura de la nave industrial se ajusta a las necesidades de las actividades a desarrollar. En este caso, tendrá una altura de 9 m.

### **Ocupación en planta**

*“La ocupación en planta de las parcelas quedará limitada por las normas de retranqueo y por la necesidad de reservar para aparcamiento una superficie no inferior al diez (10) por ciento de la superficie construida de la parcela”.*

*“En ningún caso la superficie ocupada por la edificación superará el noventa (90) por ciento de la superficie bruta de la parcela”.*

- La superficie libre sin construir es de 1919 m<sup>2</sup>, pudiendo asignar la zona que se crea conveniente para plazas de aparcamiento. La superficie de la parcela bruta es de 3219 m<sup>2</sup> y la superficie ocupada por la edificación es de 1000 m<sup>2</sup> más los futuros 300 m<sup>2</sup> de las oficinas. Por lo tanto, la construcción cumple con estas condiciones.

### **Retranqueos y separación entre edificaciones y a linderos**

*“Las reservas de vías, así como los retranqueos posteriores a colindantes, no podrán ser inferiores a cinco (5) metros”.*

*“La separación entre el plano de fachada considerado y el lindero correspondiente, será mayor o igual a tres (3) metros”.*

*“La edificación podrá adosarse a los linderos laterales, respetando la separación al anterior y al posterior cuando: Se trate de edificaciones adosadas o pareadas de proyecto unitario, cuando la edificación colindante sea ya medianera, cuando exista acuerdo entre los propietarios de las fincas colindantes para construir adosándose a la medianería”.*

- Para la construcción de la nave industrial, como se ha comentado en apartados anteriores, se dejará un retranqueo respecto de la fachada principal de 5 metros. En cuanto al retranqueo posterior, quedará una distancia de 15 metros aproximadamente sin edificar.
- Por otra parte, en cuanto a la separación con los linderos laterales, existe previo acuerdo entre el cliente y los propietarios de las parcelas colindantes. No obstante, se dejará una distancia de 3 metros respecto el lindero de la parcela este para mantenimiento del edificio y almacenaje, quedando libre una distancia de 12 metros respecto al lindero de la parcela oeste.

### **Condiciones de seguridad**

*Como protección del área de parcela será obligatorio instalar un hidrante cada 1000m<sup>3</sup> edificados, teniendo cada parcela dos como mínimo.*

**Como se puede observar, la ocupación y posición del edificio a construir sobre la parcela, cumple con cada uno de los puntos obligatorios que determinan las ordenanzas municipales de Paterna. Todas ellas tomadas en cuenta en el punto 1.2 del presente documento.**

## **3.2 Seguridad en caso de incendio CTE-DB-SI**

### **3.2.1 Seguridad Estructural**

El cálculo de cada uno de los elementos que forman parte de la nave industrial se ha realizado atendiendo el CTE Documento Básico de Seguridad Estructural. Para mayor información de aplicación de este remítanse al Anexo I: Cálculo estructural.

### **3.2.2 Seguridad en caso de Incendio**

La nave industria, objeto de este proyecto, cumple con lo establecido en el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, correspondiente con el RD 2267/2004.

Para más información del cumplimiento de esta normativa de la nave industrial consúltese el Anejo II- Seguridad Contra Incendios adjunto al presente proyecto.

## **3.3 Seguridad de utilización CTE-DB-SUA**

### **3.3.1 Seguridad frente al riesgo de caídas.**

De la tabla 1.2 del citado documento obtenemos que el pavimento interior, al tener una pendiente inferior al 6% es de clase 1, lo que quiere decir que posee una resistencia al deslizamiento comprendida entre los siguientes valores:  $15 < R_d \leq 35$ . Las imperfecciones de este serán inferiores a 6mm.

Si en algún momento se quisiera utilizar el altillo una escalera que uniese la planta de la nave con el altillo tendría las siguientes características conforme cita la norma:

En los peldaños en la huella 300mm y la contrahuella 150mm. Dichas dimensiones son superiores con las dimensiones mínimas establecidas en el citado documento de (280 mm y 130mm la huella y contrahuella respectivamente) además de con la relación:

$$540 \text{ mm} \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm} \rightarrow 540 \text{ mm} \leq 600 \leq 700 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Siendo: C-> Contrahuella y H->Huella.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Cada tramo de la escalera salvaría una altura de 1.625m la cual es inferior a la máxima permitida por tramo, correspondiente a 3.2m. Respecto a la anchura de dichos tramos, utilizando escaleras cuya anchura sea de 1m; según la tabla 4.1 obtenemos que la anchura mínima permitida es de 80 mm, por lo que la escalera utilizada cumple con esta condición. La escalera tendría que poseer unos pasamanos de 1 m de altura.

### 3.3.2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento.

La altura libre de paso es superior a 2200 mm en todos los casos, y en las zonas de circulación de las personas las paredes carecen de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 150 mm.

### 3.3.3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento.

El presente proyecto no dispone de recintos con riesgo de aprisionamiento.

### 3.3.4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

La iluminación en el interior de la nave deberá cumplir con los valores mínimos de luminancia establecidos en el RD 486/1997, sobre lugares de trabajo, siendo los mínimos:

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

La nave posee equipos de alumbrado de emergencia de sus respectivas salidas así de cómo los elementos contra incendios.

### 3.3.5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación.

La nave en estudio no está proyectada para esta situación.

Las condiciones establecidas en DB SUA 5 son de aplicación a los graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión, otros edificios de uso cultural, etc. previstos para más de 3000 espectadores de pie.

Por lo tanto, para este proyecto, no es de aplicación.

### 3.3.6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.

La nave en estudio no está proyectada para esta situación. Por lo que no es de aplicación.

### 3.3.7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.

En la parcela de la nave queda identificada la zona de aparcamiento, así como el espacio requerido para el acceso y espera en su incorporación al exterior, con una profundidad adecuada a la longitud del tipo de vehículo.

Queda señalizado el recorrido para los peatones en todo el recinto de la parcela, así como en el interior de la nave de producción. Señalizando también:

- el sentido de la circulación y las salidas;
- la velocidad máxima de circulación de 20 km/h;
- las zonas de tránsito y paso de peatones, en las vías o rampas de circulación y acceso.

Existen puertas peatonales en la fachada principal y posterior.

### 3.3.8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

La norma establece que será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando se cumpla que la frecuencia esperada de impactos ( $N_e$ ) sea mayor que el riesgo admisible ( $N_a$ ).

Por un lado, sabemos que  $N_e$  está definido por la siguiente expresión:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

Donde:

- $N_g$ : Es la densidad de impactos sobre el terreno, la cual obtenemos de la figura 1.1 y su valor es de 2 nº impactos/año,  $\text{km}^2$ .
- $A_e$ : Corresponde a la superficie de captura equivalente del edificio aislado, en nuestro caso sabiendo que la altura total de la nave es de 9m, tenemos:

$$A_e = (25+3*9) * (40+3*9) = 3.484 \text{ m}^2$$

- $C_1$ : Corresponde a un coeficiente relacionado con el entorno, el cual tomaremos de la tabla 1.1 y su valor es de 0,5.

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Por lo que obtenemos:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} = 2 * 3.484 * 0,5 * 10^{-6} = 3,484 * 10^{-3}$$

Por otro lado, sabemos que  $N_a$  está definido por la siguiente expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 * C_3 * C_4 * C_5} * 10^{-3}$$

Siendo:

C2: coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2 del citado documento y cuyo valor es de 0,5.

C3: coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3 del citado documento y su valor es de 1.

C4: coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4 del citado documento y su valor es de 1.

C5: coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5, y su valor es de 1.

Así obtenemos:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 * C_3 * C_4 * C_5} * 10^{-3} = \frac{5,5}{0,5 * 1 * 1 * 1} * 10^{-3} = 0,011$$

En consecuencia, tenemos que:

$$N_a > N_e \rightarrow 0,011 > 3,484 * 10^{-3}$$

**Por lo que no será necesario implantar un sistema de protección contra el rayo.**

### 3.4 Ahorro de energía CTE-DB-HE

Puesto que nuestro proyecto en estudio se trata de una nave industrial, esta queda exenta de cumplir la CTE-DB-HE, si en su interior hubiese oficinas, estas no estarían exentas de dicho estudio.

No obstante, la nave industrial ha sido diseñada para albergar en la cubierta placas fotovoltaicas o placas ACS para el suministro tanto de la nave industrial como del futuro edificio de oficinas.

### 3.5 Salubridad CTE-DB-HS

#### 3.5.1 Protección frente a la humedad

- La solera que dispone la nave tiene un grado de impermeabilidad 1, con hormigón de retracción moderada, hidratación mediante producto líquido colmatador de poros sobre la superficie y capa drenante y filtrante sobre el terreno situado bajo la solera. Por lo que cumple con las condiciones determinadas en la tabla 2.4 del CTE-DB-HS para soleras con un grado de impermeabilidad 1.
- La fachada está prevista para la zona pluviométrica IV, zona eólica E1 (puesto que la nave está situada en una zona industrial, Terreno IV) y grado de exposición del viento V3 (ya que la altura considerada en tablas es de 9m). Por consiguiente, el grado de impermeabilidad mínimo exigido en la fachada de la nave es de 2. (Valor obtenido de la tabla 2.5 del citado documento).
  - La solución constructiva adoptada en nuestro proyecto es de un bloque de hormigón armado prefabricado de 16 cm de espesor hidrófugo con sellado de poliuretano en las juntas machihembradas entre placas.
- La cubierta de nuestra nave en estudio posee una capa de impermeabilización autoprotegida, requisito indispensable para cubiertas planas según el citado documento. Además puesto que se trata de una cubierta plana posee un sistema de formación de pendientes mediante láminas autoprotegidas.
  - Los tubos de drenaje de evacuación de agua de la cubierta tienen una inclinación de 5 % y su diámetro será de 150mm, las canaletas tienen una pendiente del 5% y posee en sus fachadas laterales un total de 16 sumideros separados a una distancia de 2,5m, y en sus fachadas frontal y trasera 10 sumideros de las mismas características que los anteriores.
  - El mantenimiento de los elementos constructivos anteriormente comentados se realizará de acuerdo con la tabla 6.1- “Operaciones de mantenimiento” del CTE-DB-HS.

#### 3.5.2 Evacuación de aguas

Atendiendo al punto 4.1 la red del edificio de aguas fecales estará compuesta por dos arquetas, con un tubo de 200 mm de diámetro con una pendiente mayor a 1.5 % y conexión al alcantarillado público del polígono industrial.

Atendiendo el punto 4.2 del documento objeto de este apartado, la red de evacuación de aguas pluviales estará formada por un canalón.





### Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Dado que la superficie de la cubierta tendrá una superficie en proyección horizontal de 1000 m<sup>2</sup> el número mínimo de sumideros será 1 cada 150 m<sup>2</sup> de acuerdo con la tabla 4.6, la red de evacuación dispondrá de 7 sumideros de diámetro nominal 160 mm, los cuales recogerán el agua de las bajantes.

En cuanto a la red de colectores estará formada por tubos de PVC enterrados de diferentes diámetros en función de la superficie a la que servirá, estos quedan completamente definidos en los Planos del presente proyecto.

Dentro de la nave al igual que en la superficie restante de aparcamiento se dispondrán de arquetas fabricadas “in situ” cubiertas con rejillas metálicas apoyadas sobre angulares. Dichas arquetas se unirán a la evacuación de las aguas pluviales. Quedando indicado en el documento PLANOS DE PROYECTO.

Previamente y como queda indicado en el Capítulo Segundo del “Reglamento del Servicio de Gestión Medioambiental del Ciclo Integral del Agua” para la obtención de la Licencia Medioambiental (de Actividad) de la empresa, será necesario la instalación de Separador de hidrocarburos y decantador antes de evacuar las aguas del conducto de pluviales.

### 3.6 *Aislamiento acústico DB-HR*

Debido al desarrollo de la actividad industrial en el interior de la nave se producirán ruidos y perturbaciones, los cuales han de ser inferiores a los mínimos establecidos por las ordenanzas municipales, que en nuestro caso en estudio serán las dictadas por el ayuntamiento de Paterna.

Así pues, según la tabla 2.1, del Anexo 2, de la ordenanza sobre protección contra ruidos y vibraciones de Paterna de julio de 2001, obtenemos que para edificios industriales los niveles máximos de emisión de ruidos serán de 70dB por el día, y 60dB por la noche.

Puesto que se desconoce las jornadas de trabajo de la empresa contratante del proyecto pudiera tener en el futuro, se procederá a verificar que el cerramiento de la nave cumple con la condición más desfavorable, es decir, que la emisión de ruido al exterior sea menor de 60 dB.

Por otro lado, un establecimiento industrial de estas características (dedicado a la industria de la reparación de chapa y pintura del vehículo) genera una emisión aproximada de ruidos de 87 dB.

De la tabla 3.1 de la norma DB-HR obtenemos que para paneles prefabricados de hormigón pesados con apoyo directo con una masa de 70Kg/m<sup>2</sup> el índice global ponderado de reducción acústica es de 35 dB, en nuestro caso el cerramiento exterior de fachada posee una masa de 250Kg/m<sup>2</sup>, por lo que el índice global ponderado de reducción acústica todavía será mayor en este caso, no obstante aún tomando una masa de 70Kg/m<sup>2</sup> la emisión de ruidos queda reducida a 52 dB (<60dB), por lo que nuestra instalación cumple con las medidas de aislamiento acústico.



No obstante, en la ficha de características técnicas Nº 4.2.3 de LUFORT en su apartado Características Térmicas y Acústicas, queda indicado que el aislamiento acústico mínimo es de 57 dB (<60dB), por lo que se comprueba que se sigue cumpliendo con las medidas indicadas en la ordenanza municipal de Paterna.

### **3.7 Instrucción del Hormigón Estructural (EHE-08)**

Instrucción de hormigón estructural. Real Decreto 2661/1998 del 11 de diciembre, modificado por el Real Decreto 996/1999 del 11 de junio y este modificado por el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

Norma aplicable a las estructuras y elementos de hormigón estructural, incluido el hormigón en masa, armado y pretensado, así como hormigones especiales.



## **4 Anejo a la Memoria**

**Anejo I: Cálculo estructural.**

**Anejo II: Estudio de seguridad y salud.**

**Anejo III: Seguridad contra incendios.**

**Anejo IV: Gestión de residuos.**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

-TRABAJO FIN DE GRADO-

Proyecto básico estructura nave industrial mecánica

# Parte I

# MEMORIA

ANEJO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL

**Alumno:** Jorge Artero Ballester

**Tutor:** Pedro Efrén Martín Concepción.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## ÍNDICE

1	Cálculo de Acciones sobre la estructura .....	5
1.1	Cálculo de la Carga Permanente. (CP).....	7
1.2	Cálculo de la Sobrecarga de Uso. (SU) .....	10
1.3	Cálculo de la Nieve. (N) .....	11
1.4	Cálculo de la acción del viento. (V) .....	12
1.4.1	Presión dinámica del viento. (qb).....	12
1.4.2	Coeficiente de exposición. (Ce).....	13
1.4.3	Coeficiente eólico o de presión. (Cp) .....	14
1.4.4	Cálculo de la acción del viento sobre la estructura.....	18
	CASO (V1).....	18
	CASO (V2).....	24
2	Combinación de Acciones.....	29
3	Modelización en el CYPE.....	33
4	Comprobaciones.....	39
4.1	Comprobación de los Pilares .....	41
4.1.1	Comprobación de los Pilares Laterales .....	41
4.1.2	Comprobación de los Pilares de Fachada.....	48
4.1.3	Comprobación de los Pilares de Altillo.....	52
4.2	Comprobación de las Vigas .....	58
4.3	Comprobación de las correas.....	66
4.4	Comprobación de arriostramientos horizontales y zunchos .....	72
4.5	Comprobación de las Cruces de San Andrés.....	82
4.6	Comprobación de la Celosía.....	90
4.6.1	Comprobación de las diagonales y montantes .....	90
4.6.2	Comprobación de los cordones.....	94
5	Cálculo de las Placas de Anclaje.....	99
5.1	Placa de Anclaje para Pilares Laterales .....	101
5.2	Placa de Anclaje para Pilares de Fachada .....	106
5.3	Placa de Anclaje para Pilares Altillo .....	110
6	Cálculo de las Uniones .....	115
6.1	Uniones Articulasdas atornilladas de la estructura .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.1.1	Unión entre Pilar Lateral y la Celosía .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

6.1.2	Unión entre Pilar de Fachada y Cordón Inferior Celosía	¡Error!	Marcador	no definido.
6.2	Uniones Articuladas soldadas de la estructura .....			117
6.2.1	Nudos en “KT” .....			118
6.2.2	Nudos en “T” .....	¡Error!	Marcador	no definido.
6.2.3	Nudos en “K” .....	¡Error!	Marcador	no definido.
6.2.4	Unión entre las cruces de San Andrés y estructura ....	¡Error!	Marcador	no definido.
6.2.5	Unión entre las correas y el cordón superior de la Celosía	¡Error!	Marcador	no definido.
7	Cálculo de la Cimentación.....			129
7.1	Cimentación para Pilares Laterales.....			132
7.2	Cimentación para Pilares Fachada .....			138
7.3	Cimentación para Pilares Altillo .....			141
7.4	Viga de atado cimentación.....			144
8	Tabla Resumen de Resultados.....	¡Error!	Marcador	no definido.



## **1 Cálculo de Acciones sobre la estructura**





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

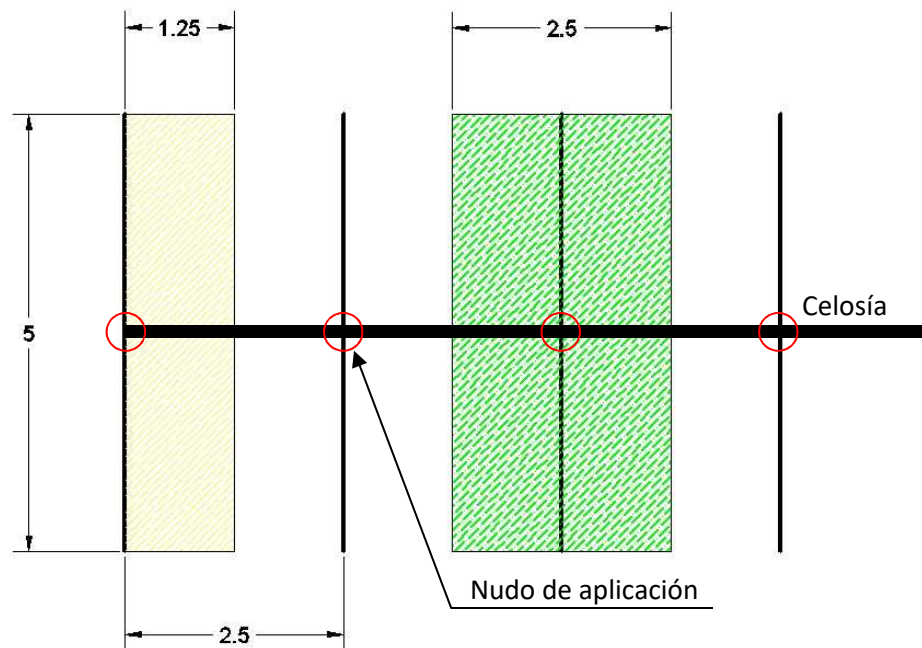
Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Para obtener las acciones actuantes sobre la estructura debemos remitirnos al Código Técnico de la Edificación, concretamente al CTE DB AE.

Las acciones gravitatorias aplicadas sobre la cubierta de la nave, es decir la Carga permanente, sobrecarga de uso y Nieve, se considerarán aplicadas sobre las correas (que estas además transmiten dichas acciones a los nudos de la Celosía), cuyo ámbito de aplicación, sabiendo la separación entre nudos de la celosía, según sean correas laterales o centrales, es el siguiente:

*Esquema 1*



*Cotas expresadas en metros*

Siendo:

- El ámbito amarillo, corresponde al de las correas laterales.
- El ámbito verde, corresponde al de las correas centrales.

### 1.1 Cálculo de la Carga Permanente. (CP)

La cubierta de nuestra nave en estudio está formada por un cerramiento de tipo “Cubierta Deck”. No obstante, además de ello, le añadiremos la carga permanente atribuida a una instalación fotovoltaica, por si en un futuro se decidiera realizar dicha instalación.

El forjado del altillo interior destinado a vestuario está formado por losas alveolares de hormigón.

Los valores obtenidos en KN por metro cuadrado de la “Cubierta Deck” lo obtenemos de la ficha técnica del fabricante, en este caso “DANOSA – Ficha IMS03”, y corresponde a una sobrecarga de 25 Kg/m<sup>2</sup>, es decir, 0,245 KN/m<sup>2</sup>. No obstante, debido a solapes en la cubierta y a la tornillería empleada, mayoraremos dicho valor hasta los 0,25 KN/m<sup>2</sup>.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

En cuanto a la instalación fotovoltaica estimamos un valor en función del peso de las placas solares, estructura de aluminio necesaria, y la superficie útil de la cubierta de 0,2 KN/m<sup>2</sup>.

Respecto a las losas alveolares, se ha obtenido el peso por metro cuadrado del catálogo del fabricante, en este caso se ha optado por el fabricante “LUFORT”. Mediante el cálculo de la ( $h_{min}$ ) obtendremos el panel prefabricado para utilizar en el altillo, conociendo la Sobrecarga de Uso (SU) que aplicaremos sobre el forjado (2 KN/m<sup>2</sup>), valor que ha sido obtenido de la tabla 3.1 de CTE AE- “Zonas administrativas”, puesto que la norma EHE 2008 establece que el canto mínimo del forjado debe ser de 25 cm, tomaremos como solución la losa alveolar de 20+5 cm de canto , en concreto el modelo LN20+5x120 cuyo peso se corresponde a 4,10 KN/m<sup>2</sup> y la luz existente entre vigas (5m, que se corresponde con la separación entre pórticos), obtenemos como resultado que la losa alveolar de 20 cm de espesor cumple con los parámetros establecidos.

Comprobación:

Condición	L	C	$\delta_1 = \sqrt{q/7}$	$\delta_2 = \sqrt[4]{L/6}$	$H_{min} = \delta_1 * \delta_2 * L/C$
Extremo	5	23	1,021	0,955	<b>0,212</b>

Para  $q = 1,2 + 2 + 4,10 = 7,30 \text{ KN/m}^2$

Cálculo de las solicitaciones:

$$q_d = 1,35(CP + PPF) + 1,5(SU) = 1,35(1,2 + 4,10) + 1,5(2) = 10,155 \text{ KN/m}^2$$

$$M_{AB}^+ = (1,5 - \sqrt{2}) * q_d * L^2 = (1,5 - \sqrt{2}) * 10,155 * 5^2 = \mathbf{21,78 \text{ KNm/m}}$$

No se sigue realizando comprobación ya que el momento negativo en extremo es la cuarta parte del positivo y si comparamos en tablas técnicas del producto, el mas bajo de los  $M^+ = 61,28 \text{ KNm/m}$ , sabiendo que **CUMPLE** por mucho las solicitaciones establecidas.

Los valores obtenidos quedan recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 1 (unidades en KN/m<sup>2</sup>)

	Cubierta	Forjado Interior
Cubierta Deck	0,25	
Instalación Fotovoltaica	0,20	
Losa Alveolar		5,30
<b>TOTAL</b>	<b>0,45</b>	<b>5,30</b>

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Carga repercutida a los nudos de apoyo de las correas

Correas Laterales:

$$CP_{CL1} = 1,25/2 * 0,45 * 2,5 = 0,70 \text{ KN}; \quad CP_{CL2} = 1,25/2 * 0,45 * 5 = 1,41 \text{ KN}$$

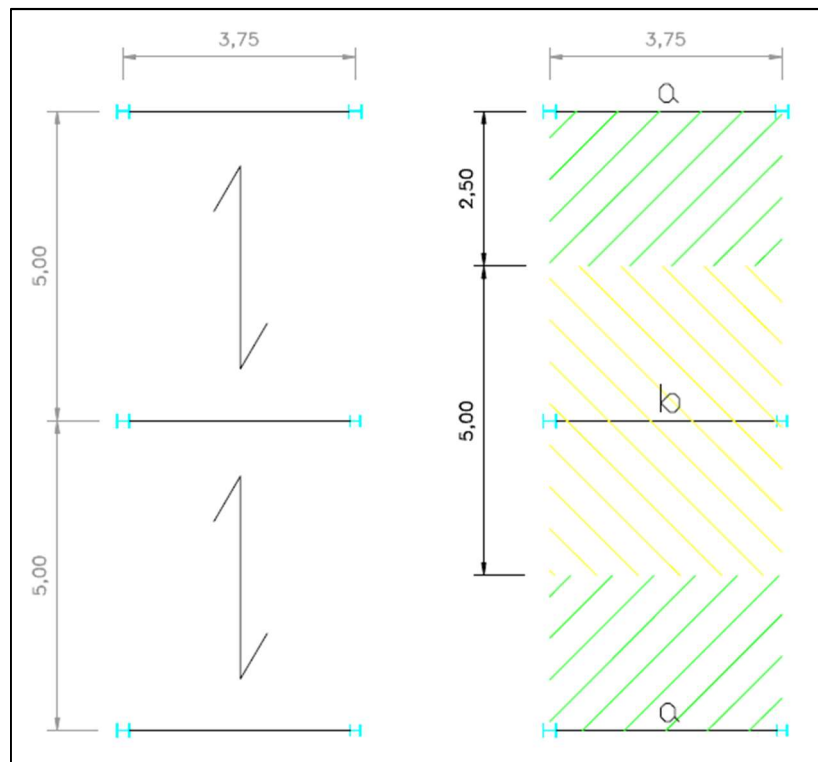
Correas Centrales:

$$CP_{CC1} = 1,25 * 0,45 * 2,5 = 1,41 \text{ KN}; \quad CP_{CC2} = 1,25 * 0,45 * 5 = 2,81 \text{ KN}$$

Respecto a la distribución de la carga permanente sobre las vigas del forjado interior, se reproduce a continuación un esquema de la planta de este para una mejor comprensión.

En la planta representada en el lado izquierdo se representa la planta del forjado acotada y en el derecho, se representa sombreado en distintos colores, el ámbito de cada viga.

Esquema 2



- Carga repercutida sobre las vigas

Vigas (a):

$$CP_{Va} = 2,5 * 5,30 = 13,25 \text{ KN/m}$$

Vigas (b):

$$CP_{Vb} = 5 * 5,30 = 26,50 \text{ KN/m}$$

## 1.2 Cálculo de la Sobrecarga de Uso. (SU)

Atendiendo a el punto tres, del CTE-AE, sabiendo que en nuestro caso la cubierta de la nave solo será accesible para tareas de mantenimiento, tanto como para posibles reparaciones de esta como para la de la posible instalación fotovoltaica, obtenemos de la tabla de dicho punto, el valor de la sobrecarga de uso por metro cuadrado en nuestra instalación: (Resaltado en azul en la siguiente tabla)

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

- Carga repercutida a los nudos de apoyo de las correas

Correas Laterales:

$$SU_{CL1} = 1,25/2 * 1,00 * 2,5 = 1,56 \text{ KN} ; \quad SU_{CL2} = 1,25/2 * 1,00 * 5 = 3,13 \text{ KN}$$

Correas Centrales:

$$SU_{CC1} = 1,25 * 1,00 * 2,5 = 3,13 \text{ KN} ; \quad SU_{CC2} = 1,25 * 1,00 * 5 = 6,25 \text{ KN}$$

- La sobrecarga de uso del forjado anterior corresponde a 2 KN/m<sup>2</sup> tal y como se ha comentado anteriormente. (Resaltado en verde en la tabla anterior), por lo que atendiendo al Esquema 2, la carga repercutida sobre las vigas debida a la sobrecarga de uso será la siguiente:

Vigas (a):

$$SU_{Va} = 2,5 * 2,0 = 5,00 \text{ KN/m}$$

Vigas (b):

$$SU_{Vb} = 5 * 2,0 = 10,00 \text{ KN/m}$$

### 1.3 Cálculo de la Nieve. (N)

Para el cálculo de esta, nos remitimos a la tabla E2, del anejo E del citado documento. En la que sabiendo la altitud de la zona donde se encuentra la nave (Paterna 70 m.s.n.m.), y la zona geográfica en la que se encuentra, Zona 5. (Ver figura E.2)



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Puesto que la altitud de nuestra población en estudio no se encuentra entre los municipios citados en la tabla 3.8 del CTE AE, ni en la tabla E.2, podríamos interpolar linealmente y ajustar así la sobrecarga por nieve, en este caso, utilizaremos en calculo la indicada a 200 m (0,30 KN/m<sup>2</sup>). Estando en la parte de la seguridad.

- Carga repercutida a los nudos de apoyo de las correas

Correas Laterales:

$$N_{CL1} = 1,25/2 * 0,30 * 2,5 = 0,47 \text{ KN}; \quad N_{CL2} = 1,25/2 * 0,30 * 5 = 0,94 \text{ KN}$$

Correas Centrales:

$$N_{CC1} = 1,25 * 0,30 * 2,5 = 0,94 \text{ KN}; \quad N_{CC2} = 1,25 * 0,30 * 5 = 1,88 \text{ KN}$$

#### 1.4 Cálculo de la acción del viento. (V)

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, y puede expresarse según el CTE AE como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Ec.01

Siendo:

- **q<sub>b</sub>** La presión dinámica del viento.
- **c<sub>e</sub>** El coeficiente de exposición.
- **c<sub>p</sub>** El coeficiente eólico o de presión.

##### 1.4.1 Presión dinámica del viento. (q<sub>b</sub>)

Obtenemos dicho coeficiente mediante la figura D.1 del anejo D, del CTE DB AE, en función del emplazamiento geográfico de la nave.

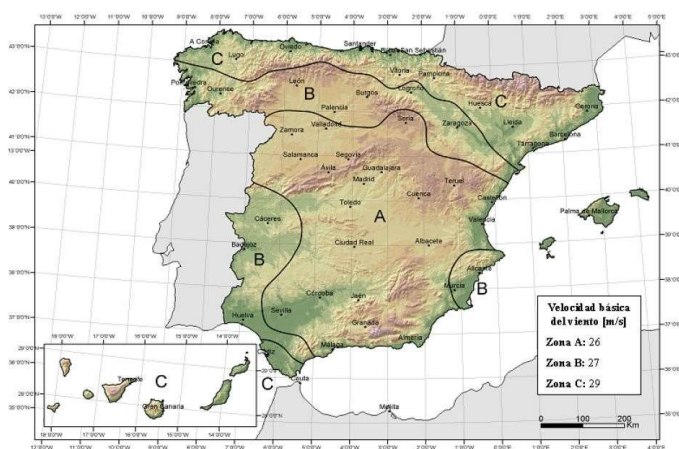


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v<sub>b</sub>

Siendo el coeficiente para las distintas zonas el siguiente:

- Zona A: 0,42 kN/m<sup>2</sup>
- Zona B: 0,45 kN/m<sup>2</sup>
- Zona C: 0,52 kN/m<sup>2</sup>

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

En nuestro caso, puesto que la nave está situada en el término municipal de Paterna, le corresponde la zona A, por lo que el coeficiente de presión dinámica del viento a utilizar será de  $0,42 \text{ kN/m}^2$ .

1.4.2 Coeficiente de exposición. ( $C_e$ )

El coeficiente de exposición es variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Dicho coeficiente lo determinaremos mediante la tabla 3.4, del punto 3.3.3, del citado documento.

Considerando que la disposición de nuestra estructura es la que se muestra en el Esquema 4, y que nuestra nave se encuentra en un polígono industrial obtenemos el coeficiente de exposición.

Esquema 4

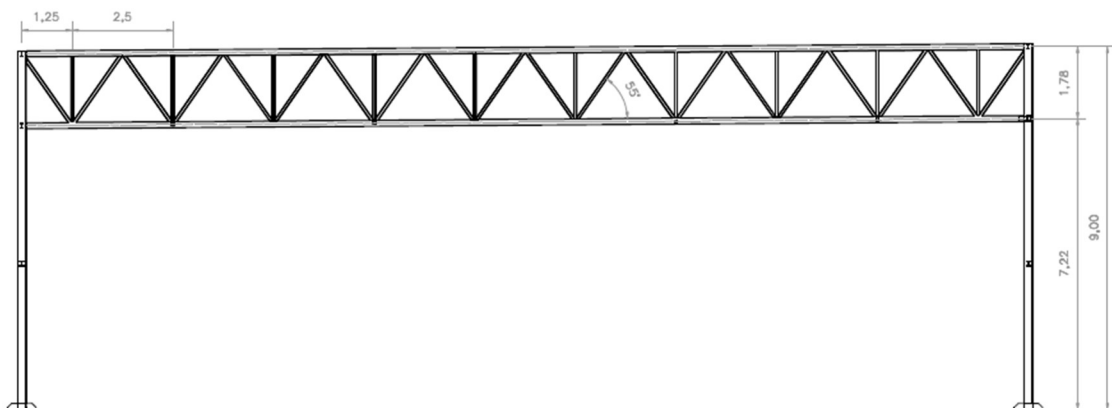


Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

**Nota:** Se podría haber calculado un coeficiente de exposición distinto para el pilar y para la celosía, pero por simplificación de cálculos, además de aumentar la seguridad, hemos calculado un coeficiente común a ambos.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.4.3 Coeficiente eólico o de presión. (Cp)

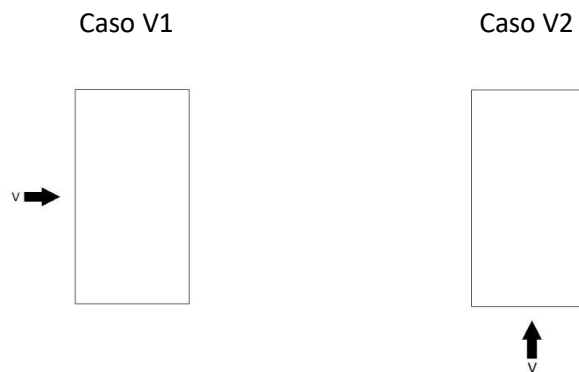
Dicho coeficiente depende de forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo del mismo indica succión.

Para el cálculo de dicho coeficiente nos remitiremos al anejo D del CTE DB AE, concretamente al apartado D.3.

Para ello dividiremos el estudio en dos partes, en primer lugar, estudiaremos el viento frontal (o vertical como cita la norma), que es la acción de viento correspondiente a los cerramientos laterales de la nave; y en segundo lugar estudiaremos la acción de viento actuante sobre la cubierta de esta.

Coeficientes eólicos debidos al Viento frontal:

Para calcular el viento frontal actuante sobre nuestra estructura, puesto que la nave no se encuentra con ninguna restricción que le haga de pantalla frente a la acción del viento y puesto que esta es simétrica, partiremos de dos hipótesis, una en el que la acción del viento viene por el lado longitudinal de la nave (Caso V1) y la otra por el trasversal (Caso V2), según se muestra en la siguiente figura (*correspondiente a la planta de la nave*):

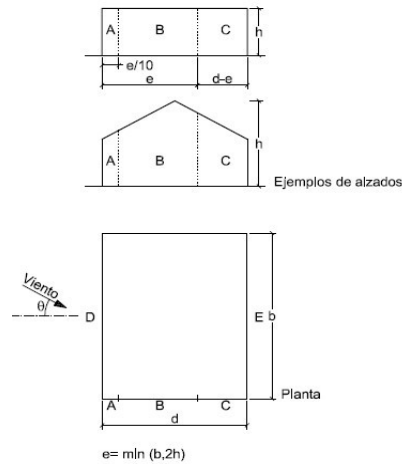


En primer lugar, calcularemos los diferentes coeficientes eólicos para ambos casos, estos dependen de la relación entre la altura y profundidad; así como del área de la superficie. Por lo que tenemos que determinar previamente las distintas zonas de la nave para ambos casos.

- Caso V1: Pilares (V1p) y Cubierta (V1c±)
- Caso V2: Pilares (V2p) y Cubierta (V2c±)

Caso V1 Pilares (V1p)

Sabiendo que las mismas vienen determinadas conforme muestra la siguiente figura:  
(Obtenida del punto D3 del anejo D del CTE DB AE).



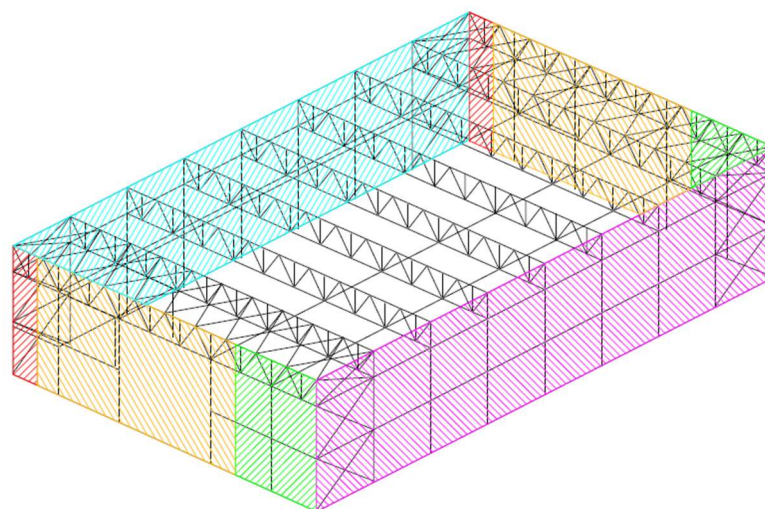
$$e = \min(b, 2h) = \min(40,2 * 9) = 18$$

$$\frac{h}{d} = \frac{9}{25} = 0,36 \rightarrow 1 \text{ (valor más aproximado)}$$

Por lo que las cotas de las distintas zonas de la nave serán las siguientes: (Las cotas están expresadas en metros)

Zona	A	B	C	D	E
Cota (m)	1,8	18	7	40	40

Esquema 5



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Como se puede comprobar el área A en este caso es de 16,2m<sup>2</sup> por lo tanto superior a 10 m<sup>2</sup>, así que según la tabla D.3 del citado documento, obtenemos los correspondientes valores de los coeficientes eólicos.

A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Caso V2 Pilares (V2p)

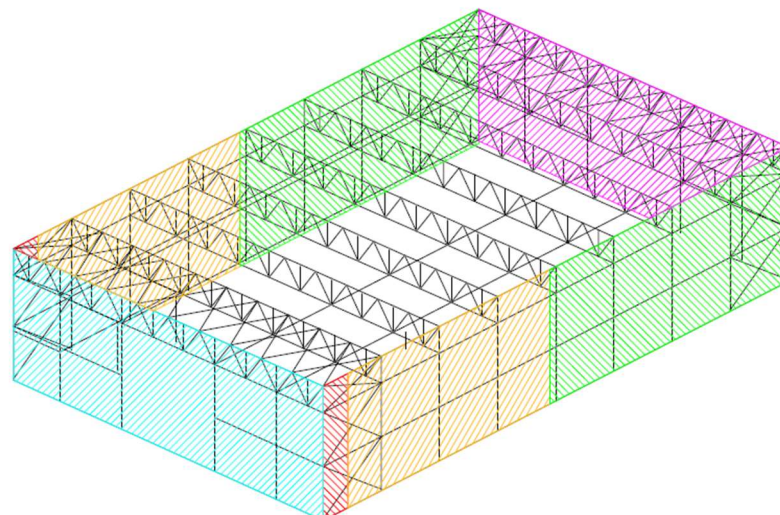
$$e = \min(b, 2h) = \min(25,2 * 9) = 18$$

$$\frac{h}{d} = \frac{9}{40} = 0,23 \rightarrow \leq 0,25 (\text{valor más aproximado})$$

Por lo que las cotas de las distintas zonas de la nave serán las siguientes: (Las cotas están expresadas en metros)

Zona	A	B	C	D	E
Cota (m)	1,8	18	22	25	25

Esquema 6



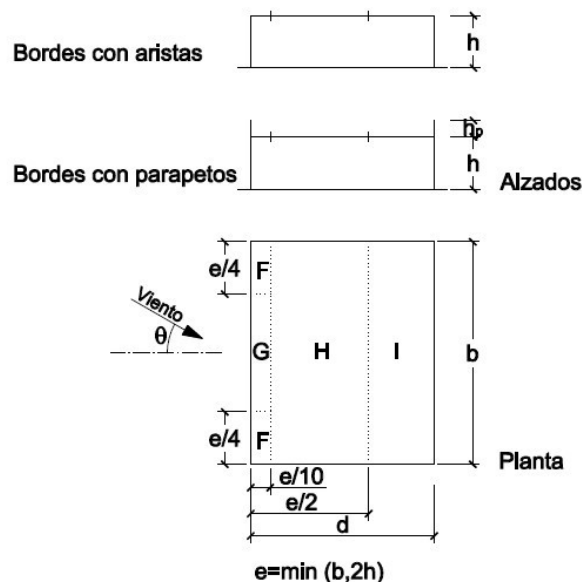
Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Como se puede comprobar el área A en este caso, coincide con el anterior, por lo que es superior a 10 m<sup>2</sup>, así que según la tabla D.3 del citado documento, obtenemos los correspondientes valores de los coeficientes eólicos.

A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Caso V1 y V2 Cubierta (V1c±) y (V2c±)

Para calcular los coeficientes eólicos, procederemos de igual manera que para el cálculo del viento frontal, es decir, bajo la hipótesis de dos direcciones de viento. Para ello nos valemos de la tabla D.4 “Cubiertas planas” del citado documento, la cual se muestra a continuación:



Para ambas hipótesis tenemos:

Caso V1c:  $e = \min(b, 2h) = \min(40,2 * 9) = 18$

Caso V2c:  $e = \min(b, 2h) = \min(25,2 * 9) = 18$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Por lo que la superficie A, en ambas hipótesis es superior a 10 m<sup>2</sup>, y sabiendo de que se trata de una cubierta de bordes con aristas, obtenemos los coeficientes de la tabla:

	h <sub>p</sub> /h	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), -45° < θ < 45°			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
	0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

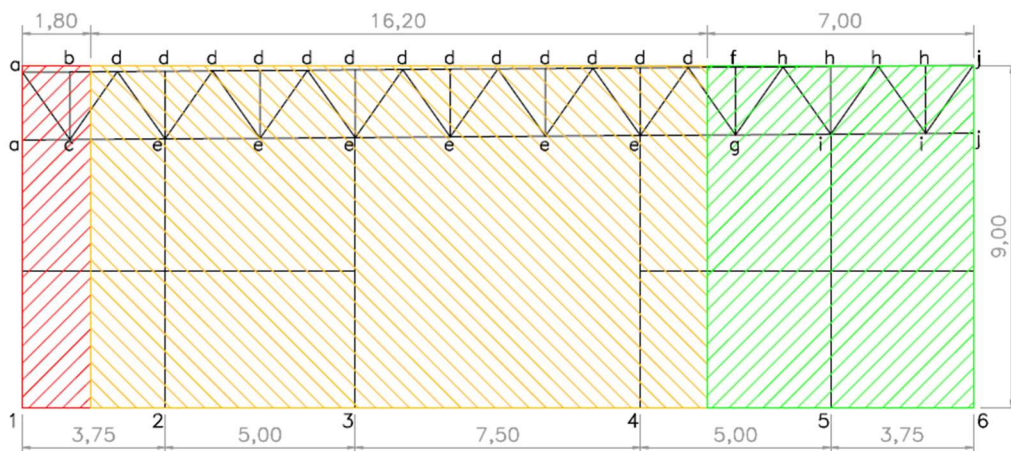
1.4.4 Cálculo de la acción del viento sobre la estructura

**CASO (V1)**

Cálculo viento Frontal (V1p):

En primer lugar, dividimos la nave en las distintas zonas de influencia del viento según se ha calculado en el apartado anterior 1.4.3, y a continuación calcularemos la acción del viento en cada una de estas zonas.

Esquema 7



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Aplicando la Ec.01 anteriormente descrita, obtenemos las acciones del viento en dichas zonas:

$$\text{Zona A: } q_{eA} = 0,42 * 1,70 * (-1,2) = -0,856 \text{ KN/m}^2$$

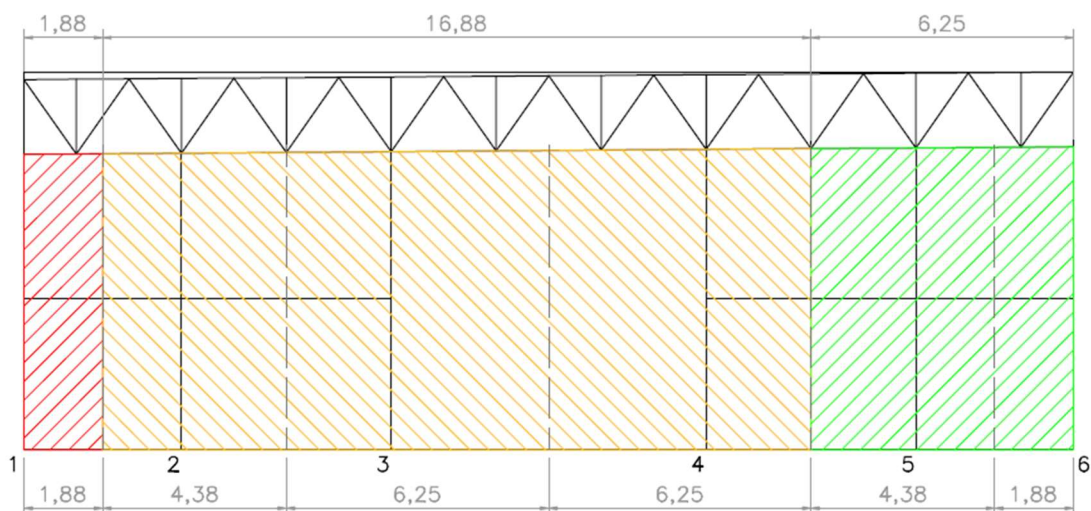
$$\text{Zona B: } q_{eB} = 0,42 * 1,70 * (-0,8) = -0,571 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Zona C: } q_{eC} = 0,42 * 1,70 * (-0,5) = -0,357 \text{ KN/m}^2$$

A continuación, calcularemos la carga repercutida sobre los pilares frontales y los nudos de la celosía debidos a dichas acciones, tanto para el pórtico frontal (Pórtico 1) como para el trasero (Pórtico 9). Para el cálculo de dicha carga tendremos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Puesto que la celosía está formada por un conjunto de barras articuladas y debido a que estas transmiten las acciones sobre los nudos, consideraremos la presión del viento ejercida sobre la celosía directamente sobre los nudos de esta.
- El ámbito de los pilares se corresponderá con el mostrado en el Esquema 8 (Véase a continuación).
- Por motivos de simplificación de cálculo, consideraremos que la acción del viento es soportada únicamente por los elementos verticales, es decir, únicamente por los pilares del pórtico y no por las vigas.

Esquema 8



**Acción del viento sobre nudos de la celosía: (según Esquema 7)**

- Nudo a:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * \frac{1,78}{2} * (-0,856) = -0,475 \text{ KN}$$

- Nudo b:

$$q_e = 1,25 * \frac{1,78}{2} * (-0,856) = -0,952 \text{ KN}$$

- Nudo c:

$$q_e = \left[ 1,25 * \frac{1,78}{2} * (-0,856) \right] + \left[ \frac{1,25}{2} * \frac{1,78}{2} * (-0,571) \right] = -1,270 \text{ KN}$$

- Nudo d:

$$q_e = 1,25 * \frac{1,78}{2} * (-0,571) = -0,635 \text{ KN}$$

- Nudo e:

$$q_e = 2,50 * \frac{1,78}{2} * (-0,571) = -1,270 \text{ KN}$$

- Nudo f:

$$q_e = \left[ \frac{1,25}{2} * \frac{1,78}{2} * (-0,571) \right] + \left[ \frac{1,25}{2} * \frac{1,78}{2} * (-0,357) \right] = -0,516 \text{ KN}$$

- Nudo g:

$$q_e = \left[ 1,25 * \frac{1,78}{2} * (-0,571) \right] + \left[ 1,25 * \frac{1,78}{2} * (-0,357) \right] = -1,032 \text{ KN}$$

- Nudo h:

$$q_e = 1,25 * \frac{1,78}{2} * (-0,357) = -0,397 \text{ KN}$$

- Nudo i:

$$q_e = 2,50 * \frac{1,78}{2} * (-0,357) = -0,794 \text{ KN}$$

- Nudo j:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * \frac{1,78}{2} * (-0,357) = -0,199 \text{ KN}$$

**Acción del viento sobre los pilares del pórtico fachada: (según Esquema 8)**

- Pilar 1:

$$q_e = 1,88 * (-0,856) = -1,610 \text{ KN/m}$$

- Pilar 2:

$$q_e = 4,38 * (-0,571) = -2,501 \text{ KN/m}$$

- Pilar 3 y 4:

$$q_e = 6,25 * (-0,571) = -3,569 \text{ KN/m}$$

- Pilar 5:

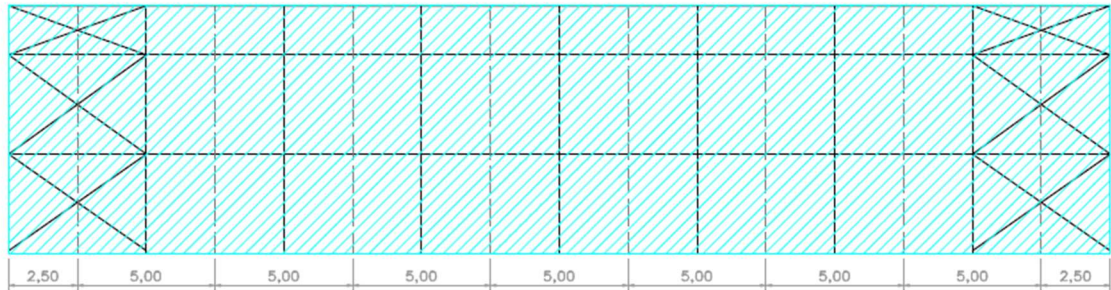
$$q_e = 4,38 * (-0,357) = -1,564 \text{ KN/m}$$

- Pilar 6:

$$q_e = 1,88 * (-0,357) = -0,671 \text{ KN/m}$$

**Acción del viento sobre los pilares laterales:** (según Esquema 9, zonas D y E)

Esquema 9



En ambas zonas, y por simplificación de cálculo, asumimos que la acción del viento repercute directamente sobre los pilares, siendo el ámbito de estos el descrito en el esquema 9 para las zonas asignadas como D y E.

Aplicando la Ec.01 anteriormente descrita, obtenemos las acciones del viento en dichas zonas:

$$\text{Zona D: } q_{eD} = 0,42 * 1,70 * (0,8) = 0,571 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Zona E: } q_{eE} = 0,42 * 1,70 * (-0,5) = -0,357 \text{ KN/m}^2$$

**Acción del viento sobre los pilares laterales Zona D:** (según Esquema 9)

- Pilar A:

$$q_e = 2,50 * (0,571) = 1,427 \text{ KN/m}$$

- Pilar B:

$$q_e = 5,00 * (0,571) = 2,855 \text{ KN/m}$$

**Acción del viento sobre los pilares laterales Zona E:** (según Esquema 9)

- Pilar A:

$$q_e = 2,50 * (-0,357) = -0,893 \text{ KN/m}$$

- Pilar B:

$$q_e = 5,00 * (-0,357) = -1,785 \text{ KN/m}$$



Cálculo Viento de Cubierta (V1c±):

Aplicando la ecuación de la acción del viento obtenida del CTE DB AE (Ec.01), obtenemos la acción del viento en cada una de las partes de la cubierta:

$$\text{Zona F: } q_{eD} = 0,42 * 1,70 * (-1,8) = -1,285 \text{ KN/m}^2$$

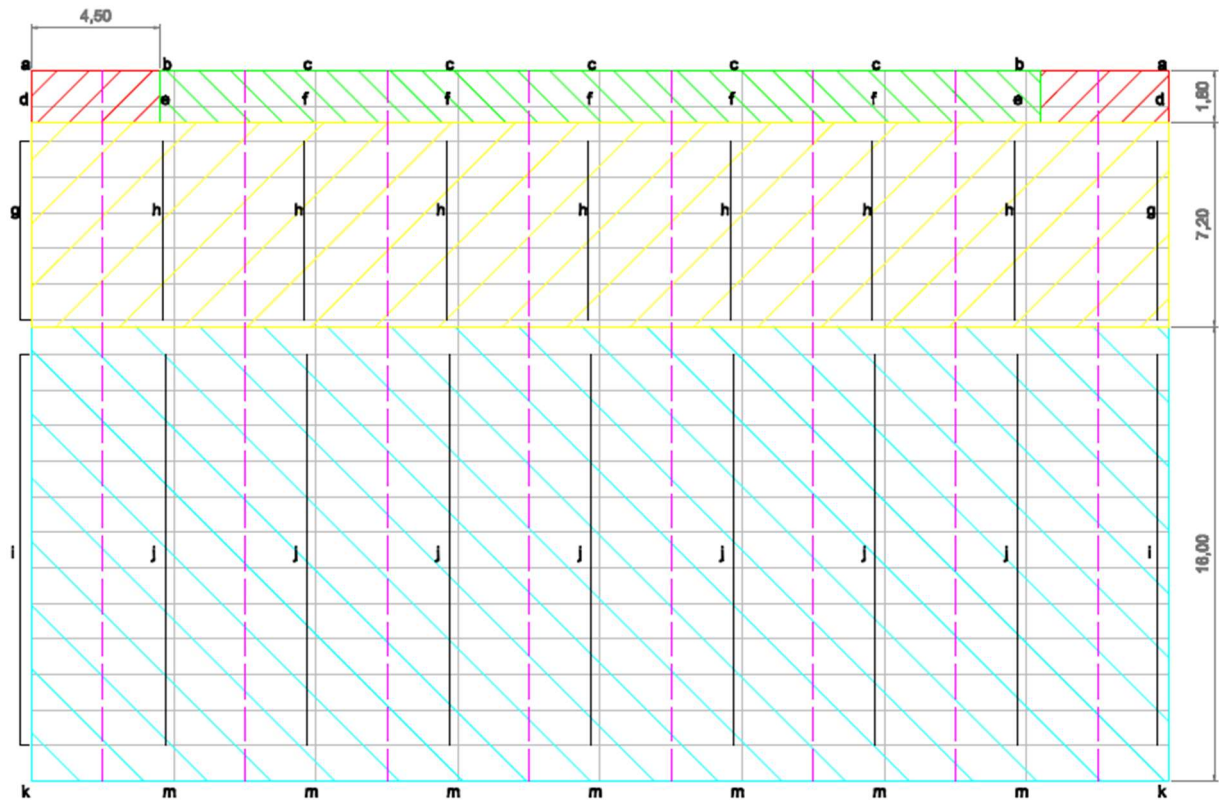
$$\text{Zona G: } q_{eB} = 0,42 * 1,70 * (-1,2) = -0,857 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Zona H: } q_{eD} = 0,42 * 1,70 * (-0,7) = -0,500 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Zona I -: } q_{eB} = 0,42 * 1,70 * (-0,2) = -0,143 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Zona I +: } q_{eD} = 0,42 * 1,70 * (0,2) = 0,143 \text{ KN/m}^2$$

Esquema 10



En el Esquema 10 se muestra la planta de la nave, y en ella las distintas zonas de la cubierta en función de la distancia “e”, según se muestra la tabla D.4 “Cubiertas planas” del CTE DB AE.

**Acción del viento sobre nudos de la celosía: (según Esquema 10)**

- Nudo a:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * \frac{5,00}{2} * (-1,285) = -2,008 \text{ KN}$$

- Nudo b:

$$q_e = \left[ \frac{1,25}{2} * \frac{5,00}{2} * (-1,285) \right] + \left[ \frac{1,25}{2} * \frac{5,00}{2} * (-0,857) \right] = -3,347 \text{ KN}$$

- Nudo c:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * 5,00 * (-0,857) = -2,678 \text{ KN}$$

- Nudo d:

$$q_e = 1,25 * \frac{5,00}{2} * (-1,285) = -4,016 \text{ KN}$$

- Nudo e:

$$q_e = \left[ 1,25 * \frac{5,00}{2} * (-1,285) \right] + \left[ 1,25 * \frac{5,00}{2} * (-0,857) \right] = -6,694 \text{ KN}$$

- Nudo f:

$$q_e = 1,25 * 5,00 * (-0,857) = -5,356 \text{ KN}$$

- Nudo g:

$$q_e = 1,25 * \frac{5,00}{2} * (-0,500) = -1,563 \text{ KN}$$

- Nudo h:

$$q_e = 1,25 * 5,00 * (-0,500) = -3,125 \text{ KN}$$

- Nudo i±:

$$q_e = 1,25 * \frac{5,00}{2} * (\pm 0,143) = \pm 0,447 \text{ KN}$$

- Nudo j±:

$$q_e = 1,25 * 5,00 * (\pm 0,143) = \pm 0,894 \text{ KN}$$

- Nudo k±:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * \frac{5,00}{2} * (\pm 0,143) = \pm 0,224 \text{ KN}$$

- Nudo m±:

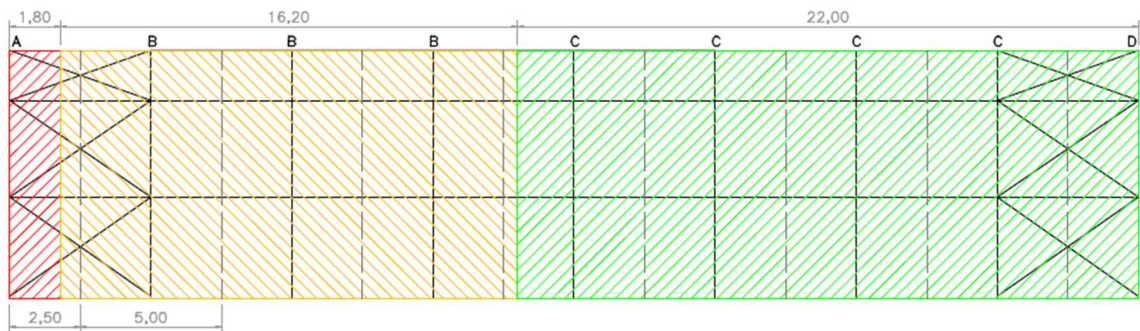
$$q_e = \frac{1,25}{2} * 5,00 * (\pm 0,143) = \pm 0,447 \text{ KN}$$

## CASO (V2)

### Cálculo viento Frontal (V2p):

En primer lugar, dividimos la nave en las distintas zonas de influencia del viento según se ha calculado en el apartado anterior 1.4.3, y a continuación calcularemos la acción del viento en cada una de estas zonas.

Esquema 11



Aplicando la Ec.01 anteriormente descrita, obtenemos las acciones del viento en dichas zonas:

$$\text{Zona A: } q_{eA} = 0,42 * 1,70 * (-1,2) = -0,856 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Zona B: } q_{eB} = 0,42 * 1,70 * (-0,8) = -0,571 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Zona C: } q_{eC} = 0,42 * 1,70 * (-0,5) = -0,357 \text{ KN/m}^2$$

A continuación, calcularemos la carga repercutida sobre los pilares laterales. Para el cálculo de dicha carga tendremos en cuenta las siguientes consideraciones:

- El ámbito de los pilares se corresponderá con el mostrado en el Esquema 11, siendo la carga de viento entera en cada ámbito, por ejemplo, el ámbito del pilar A es de 2,50 m, del mismo modo la carga de viento de la zona A pasa de 1,80 a 2,50 m.
- Por motivos de simplificación de cálculo, consideraremos que la acción del viento es soportada únicamente por los elementos verticales, es decir, únicamente por los pilares del pórtico y no por las vigas.

### **Acción del viento sobre los pilares laterales:** (según Esquema 11)

- Pilar A:

$$q_e = 2,50 * (-0,856) = -2,140 \text{ KN/m}$$

- Pilar B:

$$q_e = 5,00 * (-0,571) = -2,855 \text{ KN/m}$$

- Pilar C:

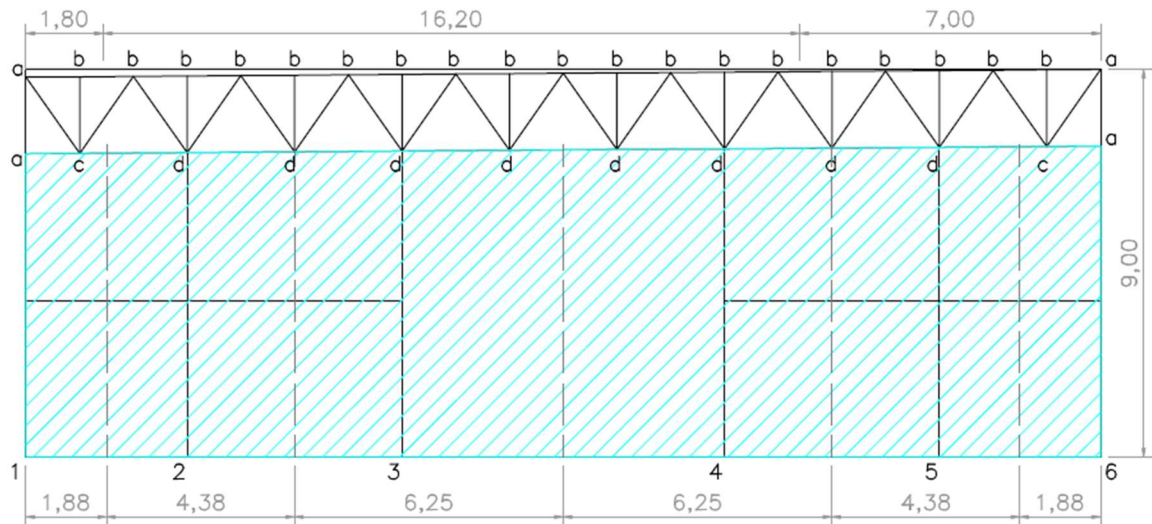
$$q_e = 5,00 * (-0,357) = -1,785 \text{ KN/m}$$

- Pilar D:

$$q_e = 2,50 * (-0,357) = -0,893 \text{ KN/m}$$

**Acción del viento sobre los pilares fachada:** (según Esquema 12, zonas D y E)

Esquema 12



Aplicando la Ec.01 anteriormente descrita, obtenemos las acciones del viento en dichas zonas:

$$\text{Zona D: } q_{eD} = 0,42 * 1,70 * (0,7) = 0,500 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Zona E: } q_{eE} = 0,42 * 1,70 * (-0,3) = -0,214 \text{ KN/m}^2$$

**Acción del viento sobre nudos de la celosía Zona D:** (según Esquema 12)

- Nudo a:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * \frac{1,78}{2} * (0,500) = 0,278 \text{ KN}$$

- Nudo b:

$$q_e = 1,25 * \frac{1,78}{2} * (0,500) = 0,556 \text{ KN}$$

- Nudo c:

$$q_e = \left[ 1,25 * \frac{1,78}{2} * (0,500) \right] + \left[ \frac{1,25}{2} * \frac{1,78}{2} * (0,500) \right] = 0,834 \text{ KN}$$

- Nudo d:

$$q_e = 2,50 * \frac{1,78}{2} * (0,500) = 1,113 \text{ KN}$$

**Acción del viento sobre los pilares del pórtico fachada Zona D: (según Esquema 12)**

- Pilar 1 y 6:

$$q_e = 1,88 * (0,500) = 0,940 \text{ KN/m}$$

- Pilar 2 y 5:

$$q_e = 4,38 * (0,500) = 2,190 \text{ KN/m}$$

- Pilar 3 y 4:

$$q_e = 6,25 * (0,500) = 3,125 \text{ KN/m}$$

**Acción del viento sobre nudos de la celosía Zona E: (según Esquema 12)**

- Nudo a:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * \frac{1,78}{2} * (-0,214) = -0,119 \text{ KN}$$

- Nudo b:

$$q_e = 1,25 * \frac{1,78}{2} * (-0,214) = -0,238 \text{ KN}$$

- Nudo c:

$$q_e = \left[ 1,25 * \frac{1,78}{2} * (-0,214) \right] + \left[ \frac{1,25}{2} * \frac{1,78}{2} * (-0,214) \right] = -0,357 \text{ KN}$$

- Nudo d:

$$q_e = 2,50 * \frac{1,78}{2} * (-0,214) = -0,476 \text{ KN}$$

**Acción del viento sobre los pilares del pórtico fachada Zona E: (según Esquema 12)**

- Pilar 1 y 6:

$$q_e = 1,88 * (-0,214) = -0,402 \text{ KN/m}$$

- Pilar 2 y 5:

$$q_e = 4,38 * (-0,214) = -0,937 \text{ KN/m}$$

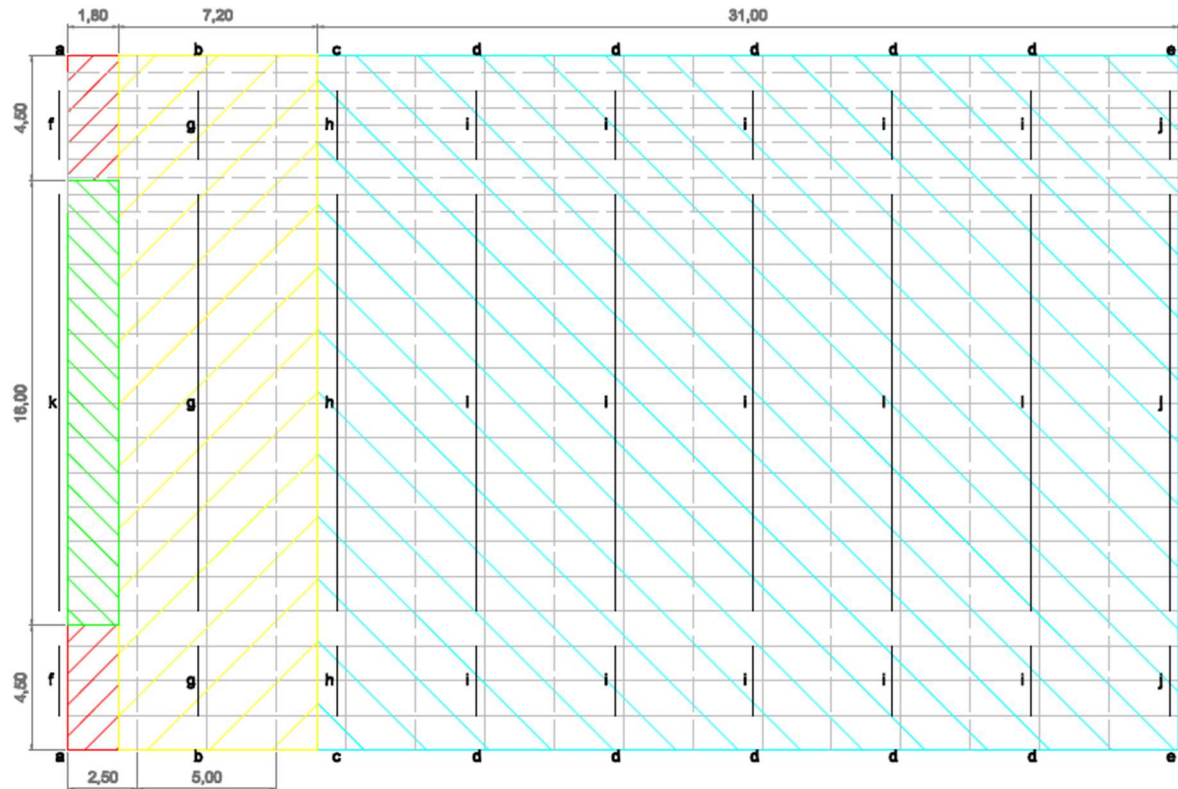
- Pilar 3 y 4:

$$q_e = 6,25 * (-0,214) = -1,338 \text{ KN/m}$$

Cálculo Viento de Cubierta (V2c±):

Aplicando la ecuación de la acción del viento obtenida del CTE DB AE (Ec.01), obtenemos la misma acción del viento en cada una de las partes de la cubierta que las calculadas en (V1c±).

Esquema 13



**Acción del viento sobre nudos de la celosía: (según Esquema 10)**

- Nudo a:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * \frac{5,00}{2} * (-1,285) = -2,008 \text{ KN}$$

- Nudo b:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * 5,00 * (-0,500) = -1,563 \text{ KN}$$

- Nudo c-:

$$q_e = \left[ \frac{1,25}{2} * 2,50 * (-0,500) \right] + \left[ \frac{1,25}{2} * 2,50 * (-0,143) \right] = -1,005 \text{ KN}$$

- Nudo c+:

$$q_e = \left[ \frac{1,25}{2} * 2,50 * (-0,500) \right] + \left[ \frac{1,25}{2} * 2,50 * (+0,143) \right] = -0,781 \text{ KN}$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Nudo d±:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * 5,00 * (\pm 0,143) = \pm 0,447 \text{ KN}$$

- Nudo e±:

$$q_e = \frac{1,25}{2} * 2,50 * (\pm 0,143) = \pm 0,224 \text{ KN}$$

- Nudo f:

$$q_e = 1,25 * 2,50 * (-1,285) = -4,016 \text{ KN}$$

- Nudo g:

$$q_e = 1,25 * 5,00 * (-0,500) = -3,125 \text{ KN}$$

- Nudo h-:

$$q_e = [1,25 * 2,50 * (-0,500)] + [1,25 * 2,50 * (-\mathbf{0,143})] = -2,010 \text{ KN}$$

- Nudo h+:

$$q_e = [1,25 * 2,50 * (-0,500)] + [1,25 * 2,50 * (\mathbf{+0,143})] = -1,562 \text{ KN}$$

- Nudo i±:

$$q_e = 1,25 * 5,00 * (\pm 0,143) = \pm 0,894 \text{ KN}$$

- Nudo j±:

$$q_e = 1,25 * 2,50 * (\pm 0,143) = \pm 0,448 \text{ KN}$$

- Nudo k:

$$q_e = 1,25 * 2,50 * (-1,285) = -4,016 \text{ KN}$$



## **2 Combinación de Acciones**





Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Las combinaciones de acciones propuestas para el presente proyecto las tenemos determinadas en la siguiente tabla para los estados límite de servicio (ELS) y estados límite últimos (ELU). Se han determinado 11 combinaciones y no todas las combinaciones posibles que son generadas en el programa de cálculo CYPE, por motivos simplificados además que consideramos estas suficientes.

	ELU	ELS
1º	$1.35 \cdot CP$	CP
2º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot N$	CP + N
3º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU$	CP + SU
4º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot V1.a$	CP + V1.a
5º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot V1.b$	CP + V1.b
6º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot V2.a$	CP + V2.a
7º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot V2.b$	CP + V2.b
8º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU + 1.5 \cdot 0.6 \cdot V1.a$	CP + SU + 0.6 * V1.a
9º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU + 1.5 \cdot 0.6 \cdot V1.b$	CP + SU + 0.6 * V1.b
10º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU + 1.5 \cdot 0.6 \cdot V2.a$	CP + SU + 0.6 * V2.a
11º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU + 1.5 \cdot 0.6 \cdot V2.b$	CP + SU + 0.6 * V2.b
12º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU + 1.5 \cdot 0.6 \cdot V1.a + 1.5 \cdot 0.5 \cdot N$	CP + SU + 0.6 * V1.a + 0.5 * N
13º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU + 1.5 \cdot 0.6 \cdot V1.b + 1.5 \cdot 0.5 \cdot N$	CP + SU + 0.6 * V1.b + 0.5 * N
14º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU + 1.5 \cdot 0.6 \cdot V2.a + 1.5 \cdot 0.5 \cdot N$	CP + SU + 0.6 * V2.a + 0.5 * N
15º	$1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU + 1.5 \cdot 0.6 \cdot V2.b + 1.5 \cdot 0.5 \cdot N$	CP + SU + 0.6 * V2.b + 0.5 * N

Siendo:

- CP: Carga Permanente
- SU: Sobrecarga de Uso
- N: Nieve
- V1.a: Viento caso 1 (Presión)
- V1.b: Viento caso 1 (Succión)
- V2.a: Viento caso 2 (Presión)
- V2.b: Viento caso 2 (Succión)



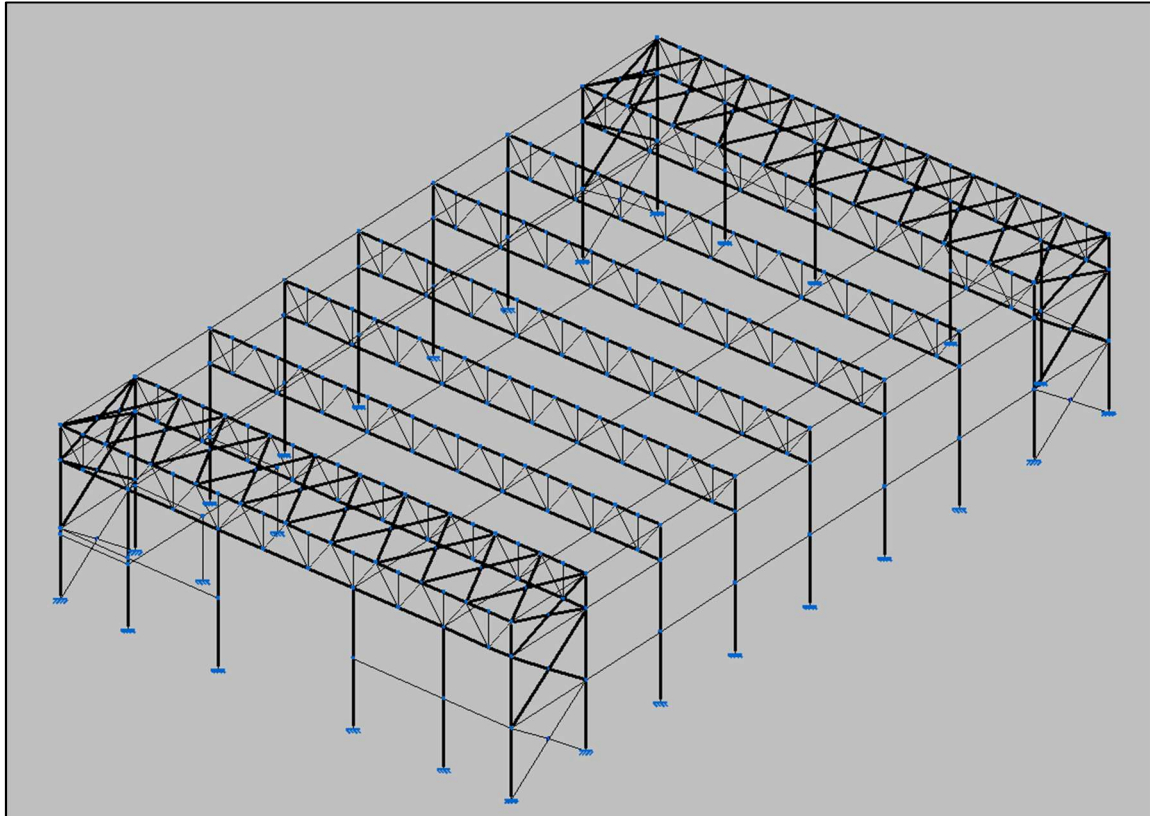


### **3 Modelización en el CYPE**

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Teniendo las acciones de la estructura calculadas, pasamos a realizar la modelización mediante el programa de cálculo CYPE 3D, asignándole las cargas correspondientes a los nudos y barras.

• Estructura Modelizada:



Cabe destacar que se han situado arriostramientos en los pórticos para rigidizar la estructura frente a la acción debida al viento, tanto en los laterales como en par superior e inferior de la celosía.

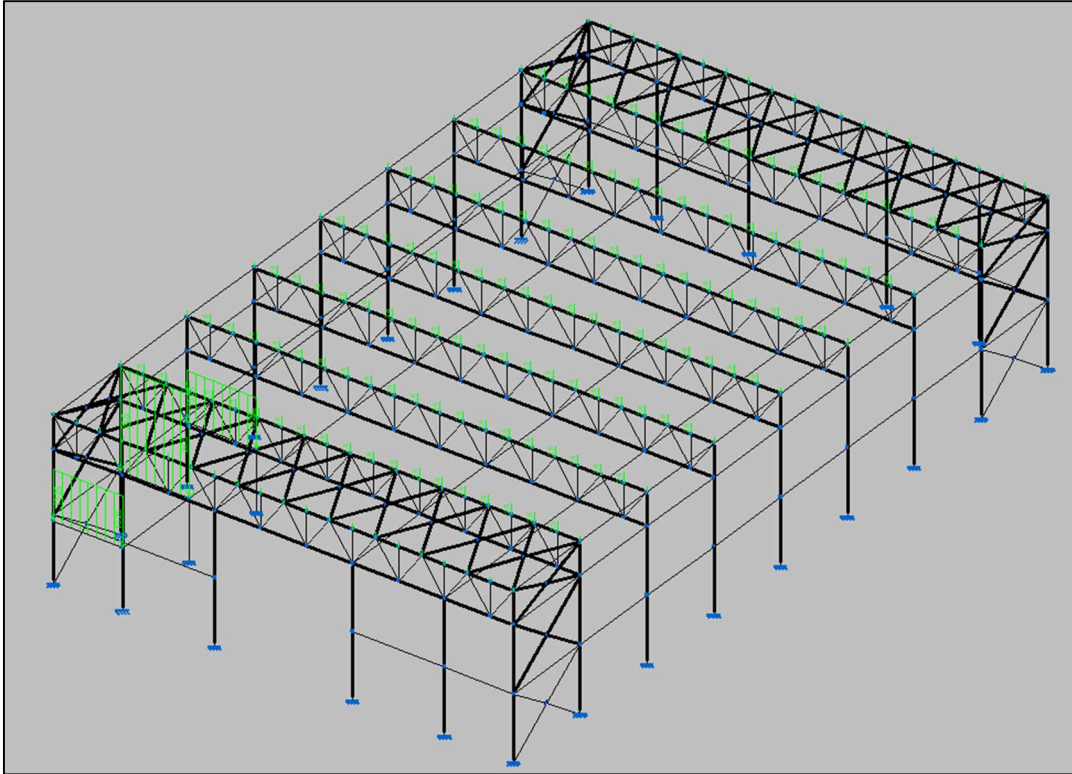
CYPE 3D utiliza el método matricial de rigidez para el cálculo de esfuerzos y deformaciones, estas rigideces son proporcionales a las inercias de cada barra dependiendo de la sección del perfil elegido. Por lo tanto, es importante redimensionar las barras con perfiles estimados al correcto, con el fin de ahorrar tiempo en el cálculo.

Para modelizar la estructura hemos partido de unos perfiles estimados, que hemos introducido en el citado programa, los cuales son:

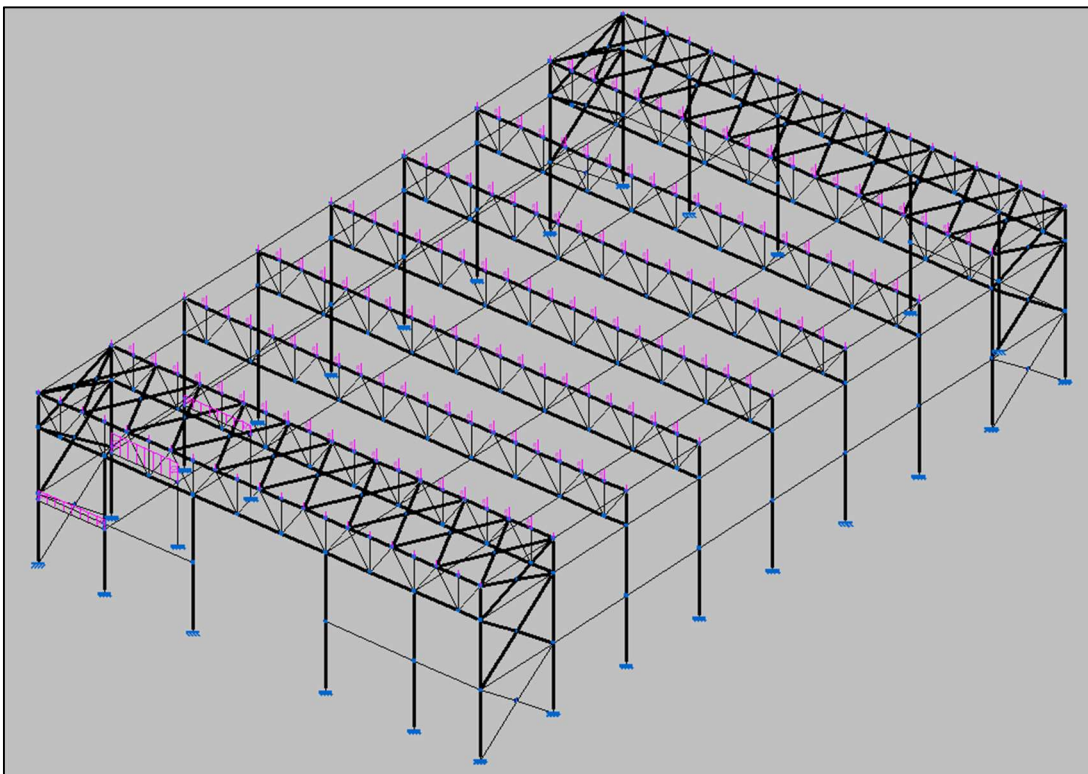
- Para pilares: HEB-200
- Para vigas del forjado Interior: IPE-330
- Para correas: IPE-160
- Para arriostramientos horizontales y zunchos: IPE-120 y HEB-120
- Para los Montantes y Diagonales de la celosía: 70x70x3
- Para los Cordones superior e inferior de la celosía: HEB-160
- Para las cruces de San Andrés: UPN-100

- Cargas Asignadas

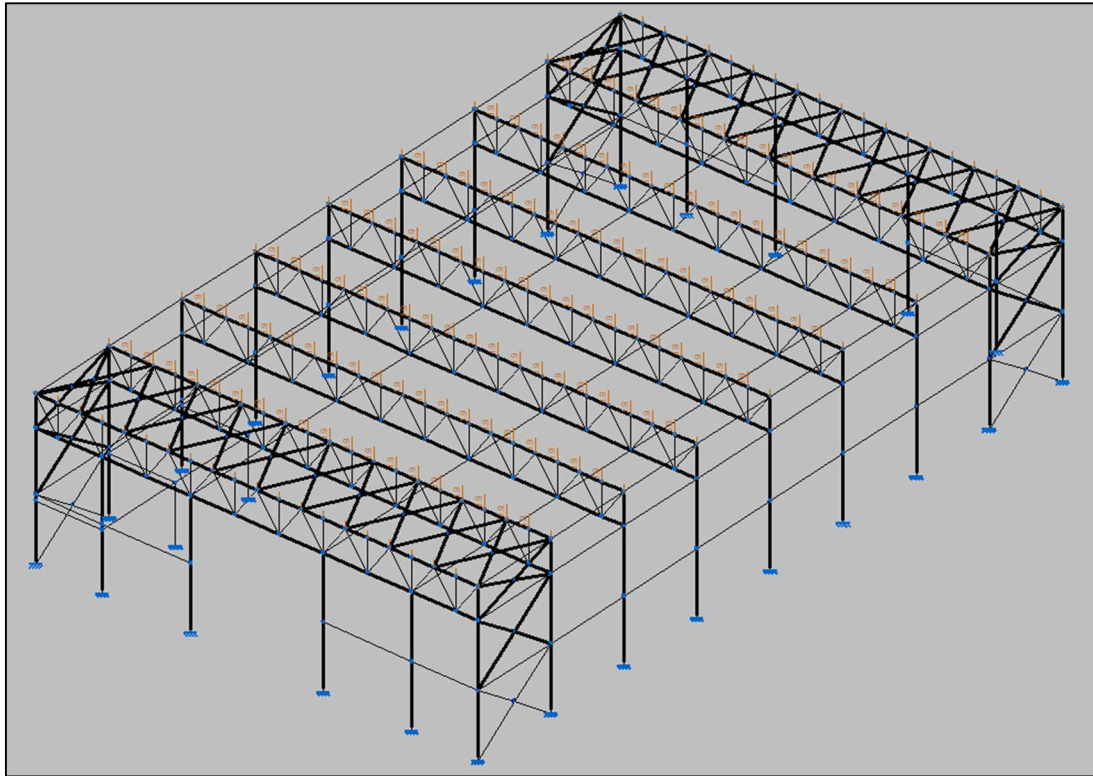
Carga Permanente (CP):



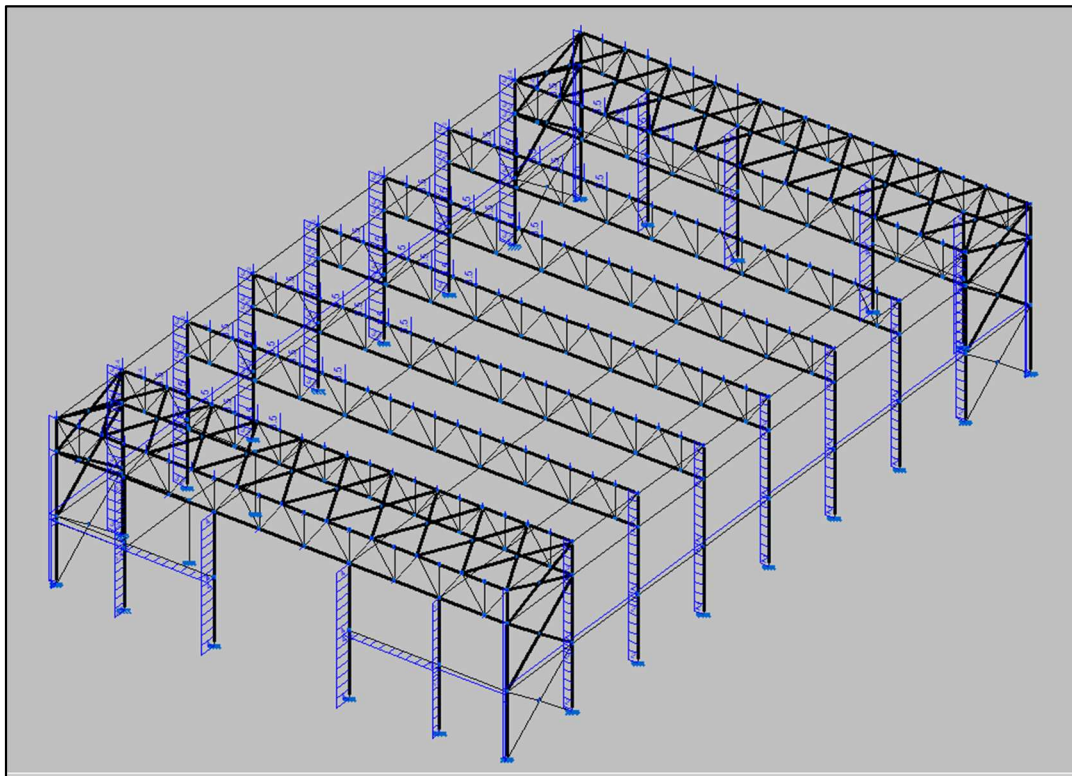
Sobrecarga de Uso (SU):



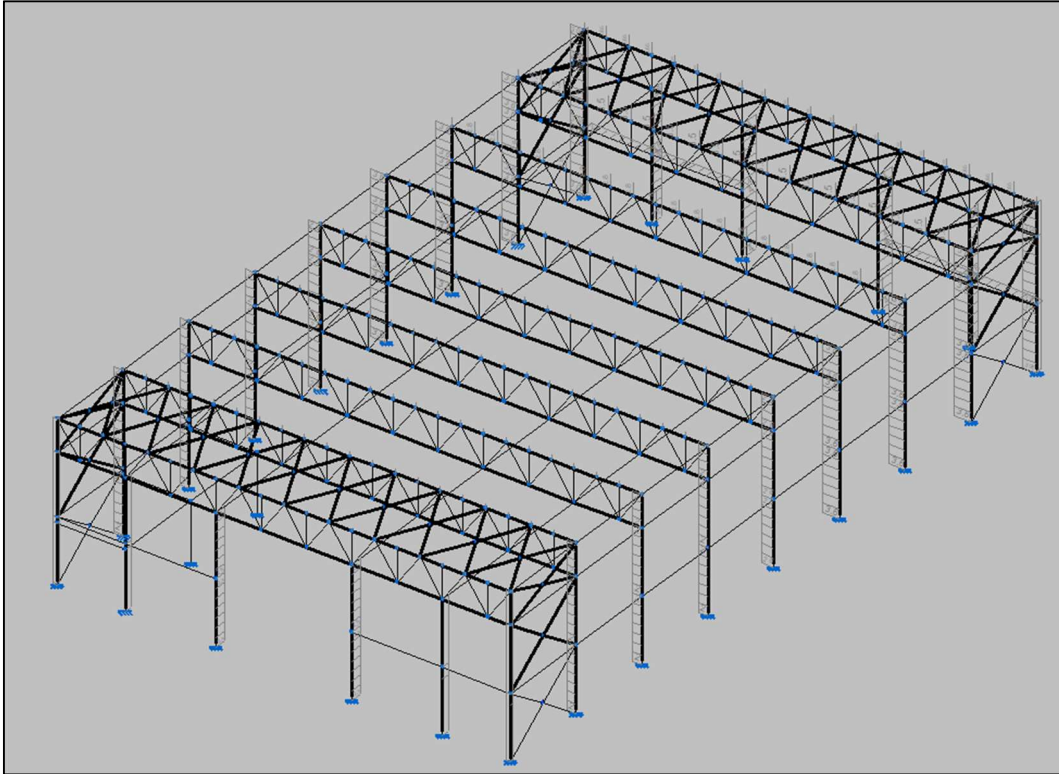
Nieve (N):



Viento CASO V1:



Viento CASO V2:









## 4 Comprobaciones



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Tras la implementación de la estructura en el CYPE 3D obtenemos los esfuerzos más desfavorables en los elementos constructivos de la misma, además de sus correspondientes deformaciones. Cabe destacar que el CYPE una vez calculada la estructura realiza una comprobación de todos los perfiles, aunque de todas maneras se realiza la comprobación de dichos perfiles en los siguientes puntos del anejo.

A continuación, realizaremos las comprobaciones de los diferentes elementos que componen la estructura de nuestra nave en estudio, comprobaremos que los perfiles estimados por el CYPE para cada uno de los elementos sean los correctos, en caso contrario, obtendremos el perfil óptimo, para ello agruparemos la estructura en los siguientes elementos:

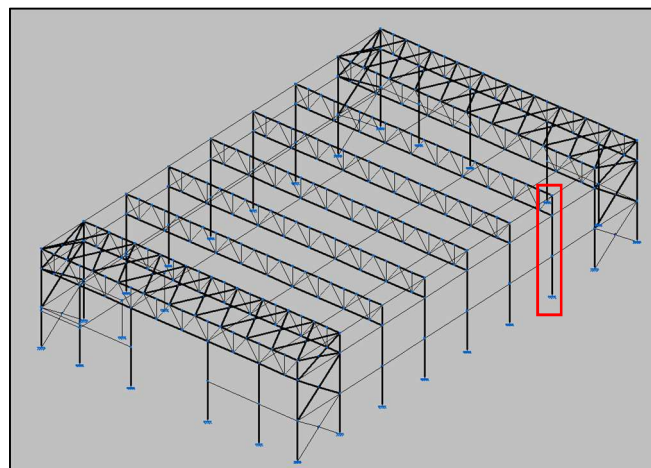
- Pilares.
  1. Pilares Laterales (9m).
  2. Pilares Fachada (7.2m).
  3. Pilares de altillo (3,2m).
- Vigas Forjado.
- Montantes y Diagonales de la celosía.
- Cordones de la celosía.
- Correas de Cubierta
- Arriostramiento horizontal
- Cruces de San Andrés.

#### 4.1 Comprobación de los Pilares

##### 4.1.1 Comprobación de los Pilares Laterales (9 m)

La comprobación realizada por el CYPE nos indica un perfil de HEB-220, perfil que será utilizado para hacer la comprobación. Además, nos indica la situación más desfavorable para cada una de las comprobaciones de las ELU.

Tras exportar los datos, observamos que el pilar con mayores esfuerzos es el correspondiente a la barra N84/N331 de la estructura, la cual se muestra a continuación:



## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 14 (1.35\*CP+1.5\*SU+0.9\*V2.a+0.75\*N):

- $M_y = 142,75 \text{ KNm}$
- $M_z = 0,94 \text{ KNm}$
- $V_y = -0,46 \text{ KN}$
- $V_z = -51,94 \text{ KN}$
- $T = 0.0015 \cong 0 \text{ KNm}$
- $N = -129,86 \text{ KN}$

**Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{142,75 * 10^6}{261,905} = 505,04 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{HEB} - 220$$

Siendo:

- $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero
- $f_y$ : límite elástico
- $\gamma_{M0}$ : coeficiente parcial de seguridad del material

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{275}{1,05} = 261,905 \text{ MPa}$$

Se podría haber escogido un perfil inferior que cumpliera la inecuación, pero debido a los futuros cálculos se partirá de este perfil HEB-220.

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil HEB-220:

$$\begin{array}{ll} W_{el,y} = 735,5 * 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} = 258,5 * 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_y = 8091 \text{ mm}^4 & I_z = 2843 \text{ mm}^4 \\ i_y = 94,3 \text{ mm} & i_z = 55,9 \text{ mm} \\ A_{vz} = 27,92 \text{ mm}^2 & A = 91,0 \text{ mm}^2 \end{array}$$

Aplicamos Von Mises por condición de resistencia, el perfil debe cumplir la siguiente expresión:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau_{xz}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma}$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Se realiza el cálculo de los términos de la expresión anterior:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z}} = \frac{129,86 * 10^3}{91 * 10^2} + \frac{142,75 * 10^6}{735,5 * 10^3} + \frac{0,94 * 10^6}{258,5 * 10^3} = 211,99 \sim 212 \text{ MPa}$$

Para el cálculo del cortante se considerará el de la dirección “z”, ya que el de la dirección “y” es mucho menor para deber considerarlo. Por lo tanto, no se tendrá en cuenta su acción sobre el cálculo del perfil del pilar.

Acción del cortante en “z” se tiene:

Cabe destacar que, si el cortante de cálculo es igual o inferior al 50% del cortante plástico, la acción del cortante se puede despreciar, es decir, se debe verificar la siguiente inecuación:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd}$$

Cortante en z:

$$V_{PL,Rd} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{A_{vz} * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{2792 * 275}{1,05} = 422,180 \text{ kN}$$

Siendo:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd} \rightarrow 51,94 \text{ kN} \leq 211,09 \text{ kN}$$

Por tanto:

$$t_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{51,94 * 10^3}{27,92 * 10^2} = 18,603 \text{ MPa}$$

Sustituyendo los valores obtenidos en la expresión de Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} = \sqrt{212^2 + 3 * 18,603^2} = 214,435 \text{ MPa} \leq 261,905 \text{ MPa}$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**

Comprobación por radio de giro:

Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

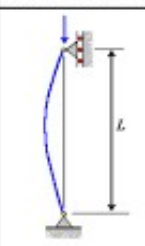
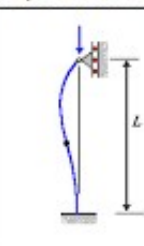
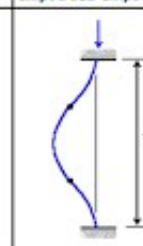
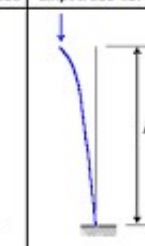
$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Siendo:

- $L_{ki}$ : Longitud de pandeo
- $E$ : Módulo elástico del acero

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

En primer lugar, para realizar esta comprobación, es necesario determinar el coeficiente de pandeo  $\beta$  en cada dirección. En la siguiente tabla aparecen valores relativos en función del tipo de unión:

Columna articulada-articulada	Columna empotrada-articulada	Columna empotrada-empotrada	Columna empotrada-libre
			
$L_e = L$	$L_e = 0.699L$	$L_e = 0.5L$	$L_e = 2L$
$K = 1$	$K = 0.699$	$K = 0.5$	$K = 2$

Para todos los pilares laterales de la nave industrial, se tomarán lo siguiente coeficientes de pandeo:

$$\beta_y = 1.5 \text{ (En el plano del pórtico)}$$

$$\beta_z = 0.7 \text{ (En el plano perpendicular al pórtico)}$$

Sustituyendo en las siguientes expresiones se obtiene la longitud de pandeo para cada dirección:

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,5 * 7,22 = 10,83 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,7 * 7,22 = 5,05 \text{ m}$$

Nota: Se toma como longitud de la barra 7,22 m, puesto que el empotramiento está en los extremos de dicha longitud.

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{10,83 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 62,374 \text{ mm} \leq 94,3 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{5,05 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 29,085 \text{ mm} \leq 55,9 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**CUMPLE POR RADIO DE GIRO**

Comprobación a pandeo:

Para verificar el cumplimiento a pandeo del pilar, según EAE 2011, concretamente en su apartado 35.2.2.1, se debe cumplir la siguiente inecuación:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y,ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z,ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

Siendo:

- $\chi$  : Coeficiente de reducción por pandeo.
- $\chi_{LT}$ : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

Según la norma, en los comentarios del citado apartado, para secciones no susceptibles a deformación por torsión, dicho coeficiente es igual a la unidad. En este caso, el pilar es del tipo HEB, de sección abierta, y por lo tanto susceptible a torsión.

No obstante, debido a que el momento torsor en los pilares de estudio se considera despreciable, se considerará que, a efectos de cálculo, el coeficiente de reducción por pandeo lateral es igual a la unidad. Por tanto:

$$\chi_{LT} = 1$$

- $C_{my}, C_{mz}$  : Coeficientes que tienen en cuenta la distribución de momentos flectores según los dos ejes principales de flexión. Los cuales quedan definidos por la siguiente ecuación:

$$C_m = 0,6 + 0,4 * \left( \frac{M_{ed,min}}{M_{ed,máx}} \right) \geq 0,4$$

No obstante, para elementos sometidos a cargas transversales, perpendiculares a su directriz, o para pilares de recuadros traslacionales, puede utilizarse la expresión anterior recogida en estos comentarios, adoptando  $C_m=1$

- $N_{cri,y}, N_{cri,z}$ : Esfuerzos axiales críticos elásticos para el pandeo por flexión en los respectivos planos de pandeo considerados.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y sustituyendo en la anterior inecuación, se tiene:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y,ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z,ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$



## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

A continuación, se calcularán los elementos que la componen:

**Carga crítica:**

Dicha carga se calculará en ambas direcciones, tanto en el plano del pórtico como en el perpendicular al mismo. Por lo que, sustituyendo se obtiene:

$$N_{cri,y} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L_{ky}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 8091 * 10^4}{(10,83 * 10^3)^2} = 1.429,8 \text{ kN}$$
$$N_{cri,z} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{kz}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 2843 * 10^4}{(5,05 * 10^3)^2} = 2.310,5 \text{ kN}$$

Esbeltez reducida:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,y}}} = \sqrt{\frac{91,0 * 10^2 * 275}{1.429,8 * 10^3}} = 1,32 \leq 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$
$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,z}}} = \sqrt{\frac{91,0 * 10^2 * 275}{2.310,5 * 10^3}} = 1,04 \leq 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Para el cálculo de pandeo tomaremos la esbeltez reducida en la dirección que genera el caso más desfavorable, en este caso “y”, así que asumimos que:

$$\lambda = \lambda_y$$
$$\lambda = 1,32$$

Factor por reducción por pandeo:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

Siendo:

- $\Phi$ : Factor de reducción por pandeo
- $\alpha$ : Coeficiente de imperfección

El coeficiente de imperfección  $\alpha$  se obtiene de las siguientes tablas, extraídas de la norma de acero EAE 2011, y las cuales se corresponden a las tablas 35.1.2.b y 35.1.2.a respectivamente de la citada norma.

La elección de la curva de pandeo para cada sección transversal se obtiene de la siguiente tabla. (Tabla 35.1.2.b. Norma de acero EAE 2011).

Sabiendo que la curva de pandeo es “b” por los siguientes datos:

- $t_f < 100 \text{ mm}$
- Pandeo se produce en el eje y-y
- $h/b = 1 \leq 1,2$
- Acero utilizado S275

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Sección transversal	Limites	Pandeo alrededor del eje	Curva de pandeo		
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460	
Secciones de perfiles laminados 	$h/b > 12$	Y-Y Z-Z	$t_f \leq 40$ mm	a b	a <sub>0</sub> a <sub>0</sub>
			$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$ mm	b c	a a
	$h/b \leq 12$	Y-Y Z-Z	$t_f \leq 100$ mm	b c	a a
			$t_f > 100$ mm	d d	c c
Secciones de vigas en I armadas soldadas 		Y-Y Z-Z	$t_f \leq 40$ mm	b c	b c
			$t_f > 40$ mm	c d	c d

El valor del coeficiente de imperfección  $\alpha$  para cada una de las curvas de pandeo se obtiene de la siguiente tabla. (Tabla 35.1.2.a. Norma de acero EAE 2011).

Curva de pandeo	a <sub>0</sub>	a	b	c	d
Coefficiente de imperfección $\alpha$	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Obteniendo:

$$\text{Curva de pandeo } b \rightarrow \alpha = 0,34$$

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$\Phi = 0,5 * [1 + 0,34 * (1,32 - 0,2) + 1,32^2] = 1,56$$

Siendo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{1,56 + \sqrt{1,56^2 - 1,32^2}} = 0,42$$

Obtenido el coeficiente de reducción, se comprueba:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y,ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z,ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

$$0,9138 \leq 1$$

**CUMPLE A PANDEO**

### COMPROBACIÓN DE LOS ELS:

En este caso se debe comprobar que el desplome del pilar cumple con la condición de ELS de deformación. Para ello el desplome máximo del pilar debe ser menor o igual a  $L/250$  de la altura de este para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{250} = \frac{9}{250} = 0,036 \text{ m}$$

Las deformaciones obtenidas en CYPE 3D de dicho pilar, para el ELS más desfavorable es la siguiente:

$$f_l = 0,01409 \text{ m} \leq 0,036 \text{ m}$$

### CUMPLE ELS

Tal y como se puede observar la deformación en el pilar lateral de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

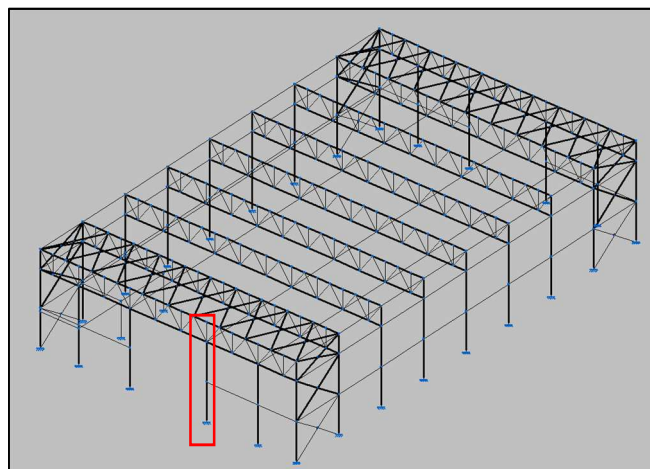
Por lo que tomaremos definitivamente para los pilares laterales de 9 m el perfil:

### HEB-220

#### 4.1.2 Comprobación de los Pilares de Fachada (7,2 m)

La comprobación realizada por el CYPE nos indica un perfil de HEB-220, perfil que será utilizado para hacer la comprobación. Además, nos indica la situación más desfavorable para cada una de las comprobaciones de las ELU.

Tras exportar los datos, observamos que el pilar con mayores esfuerzos es el correspondiente a la barra N300/N341 de la estructura, la cual se muestra a continuación:



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

• Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 12 ( $1.35*CP+1.5*SU+0.9*V1.a+0.75*N$ ):

- $M_y = -92,34 \text{ KNm}$
- $M_z = 17,47 \text{ KNm}$
- $V_y = 5,99 \text{ KN}$
- $V_z = -37,37 \text{ KN}$
- $T = 0,30 \text{ KNm}$
- $N = -72,78 \text{ KN}$

**Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{92,34 * 10^6}{261,905} = 352,57 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{HEB} - 220$$

Siendo:

- $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero
- $f_y$ : límite elástico
- $\gamma_{M0}$ : coeficiente parcial de seguridad del material

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{275}{1,05} = 261,905 \text{ MPa}$$

Se podría haber escogido un perfil inferior que cumpliera la inecuación, pero debido a los futuros cálculos se partirá de este perfil HEB-220.

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil HEB-220:

$$\begin{array}{ll} W_{el,y} = 735,5 * 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} = 258,5 * 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_y = 8091 \text{ mm}^4 & I_z = 2843 \text{ mm}^4 \\ i_y = 94,3 \text{ mm} & i_z = 55,9 \text{ mm} \\ A_{vz} = 27,92 \text{ mm}^2 & A = 91,0 \text{ mm}^2 \end{array}$$

Aplicamos Von Mises por condición de resistencia, el perfil debe cumplir la siguiente expresión:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma}$$

Se realiza el cálculo de los términos de la expresión anterior:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z}} = \frac{72,78 * 10^3}{91 * 10^2} + \frac{92,34 * 10^6}{735,5 * 10^3} + \frac{17,47 * 10^6}{258,5 * 10^3} = 201,13 \sim 202 \text{ MPa}$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Para el cálculo del cortante se considerará el de la dirección “z”, ya que el de la dirección “y” es mucho menor para deber considerarlo. Por lo tanto, no se tendrá en cuenta su acción sobre el cálculo del perfil del pilar.

Acción del cortante en “z” se tiene:

Cabe destacar que, si el cortante de cálculo es igual o inferior al 50% del cortante plástico, la acción del cortante se puede despreciar, es decir, se debe verificar la siguiente inecuación:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd}$$

Cortante en z:

$$V_{PL,Rd} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{A_{vz} * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{2792 * 275}{1,05} = 422,180 \text{ kN}$$

Siendo:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd} \rightarrow 37,37 \text{ kN} \leq 211,09 \text{ kN}$$

Por tanto:

$$t_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{37,37 * 10^3}{27,92 * 10^2} = 13,385 \text{ MPa}$$

Sustituyendo los valores obtenidos en la expresión de Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} = \sqrt{202^2 + 3 * 13,385^2} = 203,326 \text{ MPa} \leq 261,905 \text{ MPa}$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**

Comprobación por radio de giro:

Al ser el mismo perfil utilizado que en el cálculo de los pilares laterales, la comprobación por radio de giro será la misma, ya que el coeficiente de pandeo es el mismo y la altura es igual, por tanto:

longitud de pandeo para cada dirección:

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,5 * 7,22 = 10,83 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,7 * 7,22 = 5,05 \text{ m}$$

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{10,83 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 62,374 \text{ mm} \leq 94,3 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

$$i_y \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{5,05 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 29,085 \text{ mm} \leq 55,9 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### CUMPLE POR RADIO DE GIRO

Comprobación a pandeo:

Para verificar el cumplimiento a pandeo del pilar, según EAE 2011, concretamente en su apartado 35.2.2.1, se debe cumplir la siguiente inecuación:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y,ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z,ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

Al igual que en la comprobación anterior, los cálculos realizados para la realización de la comprobación a pandeo son los mismos, ya que se utiliza el mismo perfil, de tal forma:

Obtenido el coeficiente de reducción, se comprueba:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y,ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z,ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

$$0,805 \leq 1$$

### CUMPLE A PANDEO

#### COMPROBACIÓN DE LOS ELS:

En este caso se debe comprobar que el desplome del pilar cumple con la condición de ELS de deformación. Para ello el desplome máximo del pilar debe ser menor o igual a L/250 de la altura de este para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{250} = \frac{7,22}{250} = 0,029 \text{ m}$$

Las deformaciones obtenidas en CYPE 3D de dicho pilar, para el ELS más desfavorable es la siguiente:

$$f_l = 3,265 \text{ mm} \leq 0,029 \text{ m}$$

### CUMPLE ELS

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Tal y como se puede observar la deformación en el pilar lateral de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

Por lo que tomaremos definitivamente para los pilares de fachada de 7,22 m el perfil:

**HEB-220****4.1.3 Comprobación de los Pilares de Altillo (3,2 m)**

La comprobación realizada por el CYPE nos indica un perfil de HEB-180, perfil que será utilizado para hacer la comprobación. Además, nos indica la situación más desfavorable para cada una de las comprobaciones de las ELU.

Tras exportar los datos, observamos que el pilar con mayores esfuerzos es el correspondiente a la barra N383/N382 de la estructura.

• Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 8 (1.35\*CP+1.5\*SU+0.9\*V1.a):

- $M_y = -42,56 \text{ KNm}$
- $M_z = 15,34 \text{ KNm}$
- $V_y = -4,65 \text{ KN}$
- $V_z = 28,50 \text{ KN}$
- $T = 0,03 \cong 0 \text{ KNm}$
- $N = -108,33 \text{ KN}$

**Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{42,56 * 10^6}{261,905} = 162,50 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{HEB} - 220$$

Siendo:

- $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero
- $f_y$ : límite elástico
- $\gamma_{M0}$ : coeficiente parcial de seguridad del material

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{275}{1,05} = 261,905 \text{ MPa}$$

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Datos de perfil HEB-180:

$$\begin{aligned}W_{el,y} &= 425,7 * 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} &= 151,4 * 10^3 \text{ mm}^3 \\I_y &= 3831 \text{ mm}^4 & I_z &= 1363 \text{ mm}^4 \\i_y &= 76,6 \text{ mm} & i_z &= 45,7 \text{ mm} \\A_{vz} &= 20,24 \text{ mm}^2 & A &= 65,3 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Aplicamos Von Mises por condición de resistencia, el perfil debe cumplir la siguiente expresión:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma}$$

Se realiza el cálculo de los términos de la expresión anterior:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z}} = \frac{108,33 * 10^3}{65,3 * 10^2} + \frac{42,56 * 10^6}{425,7 * 10^3} + \frac{15,34 * 10^6}{151,4 * 10^3} = 217,88 \sim 218 \text{ MPa}$$

Para el cálculo del cortante se considerará el de la dirección “z”, ya que el de la dirección “y” es mucho menor para deber considerarlo. Por lo tanto, no se tendrá en cuenta su acción sobre el cálculo del perfil del pilar.

Acción del cortante en “z” se tiene:

Cabe destacar que, si el cortante de cálculo es igual o inferior al 50% del cortante plástico, la acción del cortante se puede despreciar, es decir, se debe verificar la siguiente inecuación:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd}$$

Cortante en z:

$$V_{PL,Rd} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{A_{vz} * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{2024 * 275}{1,05} = 530,095 \text{ kN}$$

Siendo:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd} \rightarrow 28,80 \text{ kN} \leq 265,05 \text{ kN}$$

Por tanto:

$$t_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{28,80 * 10^3}{20,24 * 10^2} = 14,229 \sim 14,23 \text{ MPa}$$

Sustituyendo los valores obtenidos en la expresión de Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} = \sqrt{218^2 + 3 * 14,23^2} = 219,389 \text{ MPa} \leq 261,905 \text{ MPa}$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Comprobación por radio de giro:

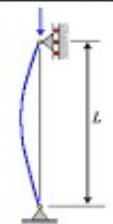
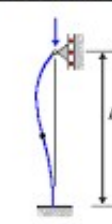

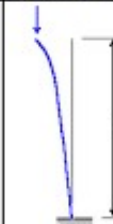
Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Siendo:

- $L_{ki}$ : Longitud de pandeo
- $E$ : Módulo elástico del acero

En primer lugar, para realizar esta comprobación, es necesario determinar el coeficiente de pandeo  $\beta$  en cada dirección. En la siguiente tabla aparecen valores relativos en función del tipo de unión:

Columna articulada-articulada	Columna empotrada-articulada	Columna empotrada-empotrada	Columna empotrada-libre
			
$L_e = L$ K = 1	$L_e = 0.699L$ K = 0.699	$L_e = 0.5L$ K = 0.5	$L_e = 2L$ K = 2

Para todos los pilares laterales de la nave industrial, se tomarán los siguientes coeficientes de pandeo:

$$\beta_y = 1.5 \text{ (En el plano del pórtico)}$$

$$\beta_z = 0.7 \text{ (En el plano perpendicular al pórtico)}$$

Sustituyendo en las siguientes expresiones se obtiene la longitud de pandeo para cada dirección:

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,5 * 3,30 = 4,95 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,7 * 3,30 = 2,31 \text{ m}$$

Nota: Se toma como longitud de la barra 3,30 m, puesto que el empotramiento está en los extremos de dicha longitud.

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{4,95 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 28,509 \text{ mm} \leq 76,6 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

$$i_y \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2,31 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 13,304 \text{ mm} \leq 45,7 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### CUMPLE POR RADIO DE GIRO

Comprobación a pandeo:

Para verificar el cumplimiento a pandeo del pilar, según EAE 2011, concretamente en su apartado 35.2.2.1, se debe cumplir la siguiente inecuación:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y,ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z,ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

Siendo:

- $\chi$  : Coeficiente de reducción por pandeo.
- $\chi_{LT}$ : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

Según la norma, en los comentarios del citado apartado, para secciones no susceptibles a deformación por torsión, dicho coeficiente es igual a la unidad. En este caso, el pilar es del tipo HEB, de sección abierta, y por lo tanto susceptible a torsión.

No obstante, debido a que el momento torsor en los pilares de estudio se considera despreciable, se considerará que, a efectos de cálculo, el coeficiente de reducción por pandeo lateral es igual a la unidad. Por tanto:

$$\chi_{LT} = 1$$

- $C_{my}, C_{mz}$  : Coeficientes que tienen en cuenta la distribución de momentos flectores según los dos ejes principales de flexión. Los cuales quedan definidos por la siguiente ecuación:

$$C_m = 0,6 + 0,4 * \left( \frac{M_{ed,min}}{M_{ed,máx}} \right) \geq 0,4$$

No obstante, para elementos sometidos a cargas transversales, perpendiculares a su directriz, o para pilares de recuadros traslacionales, puede utilizarse la expresión anterior recogida en estos comentarios, adoptando  $C_m=1$

- $N_{cri,y}, N_{cri,z}$  : Esfuerzos axiales críticos elásticos para el pandeo por flexión en los respectivos planos de pandeo considerados.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y sustituyendo en la anterior inecuación, se tiene:

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y.ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z.ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

A continuación, se calcularán los elementos que la componen:

**Carga crítica:**

Dicha carga se calculará en ambas direcciones, tanto en el plano del pórtico como en el perpendicular al mismo. Por lo que, sustituyendo se obtiene:

$$N_{cri,y} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L_{ky}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 3831 * 10^4}{(4,95 * 10^3)^2} = 3.240,6 \text{ kN}$$

$$N_{cri,z} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{kz}^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 1363 * 10^4}{(2,31 * 10^3)^2} = 5.294,1 \text{ kN}$$

Esbeltez reducida:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,y}}} = \sqrt{\frac{65,3 * 10^2 * 275}{3.240,6 * 10^3}} = 0,75 \leq 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,z}}} = \sqrt{\frac{65,3 * 10^2 * 275}{5.294,1 * 10^3}} = 0,58 \leq 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Para el cálculo de pandeo tomaremos la esbeltez reducida en la dirección que genera el caso más desfavorable, en este caso “y”, así que asumimos que:

$$\lambda = \lambda_y$$

$$\lambda = 0,75$$

Factor por reducción por pandeo:

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

Siendo:

- $\Phi$ : Factor de reducción por pandeo
- $\alpha$ : Coeficiente de imperfección

El coeficiente de imperfección  $\alpha$  se obtiene de las siguientes tablas, extraídas de la norma de acero EAE 2011, y las cuales se corresponden a las tablas 35.1.2.b y 35.1.2.a respectivamente de la citada norma.

La elección de la curva de pandeo para cada sección transversal se obtiene de la siguiente tabla. (Tabla 35.1.2.b. Norma de acero EAE 2011).

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Sabiendo que la curva de pandeo es “b” por los siguientes datos:

- $t_f < 100 \text{ mm}$
- Pandeo se produce en el eje y-y
- $h/b = 1 \leq 1,2$
- Acero utilizado S275

Sección transversal	Limites	Pandeo alrededor del eje	Curva de pandeo	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Secciones de perfiles laminados 	$h/b > 1,2$	y-y z-z	a	$a_0$
			b	$a_0$
	$h/b \leq 1,2$	y-y z-z	b	a
			c	a
Secciones de vigas en I armadas soldadas 	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	b	b
			c	c
	$t_f > 40 \text{ mm}$	y-y z-z	c	c
		y-y z-z	d	d

El valor del coeficiente de imperfección  $\alpha$  para cada una de las curvas de pandeo se obtiene de la siguiente tabla. (Tabla 35.1.2.a. Norma de acero EAE 2011).

Curva de pandeo	$a_0$	a	b	c	d
Coefficiente de imperfección $\alpha$	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Obteniendo:

$$\text{Curva de pandeo } b \rightarrow \alpha = 0,34$$

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$\Phi = 0,5 * [1 + 0,34 * (0,75 - 0,2) + 0,75^2] = 0,87$$

Siendo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,87 + \sqrt{0,87^2 - 0,75^2}} = 0,76$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Obtenido el coeficiente de reducción, se comprueba:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y,ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z,ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

$$0,831 \leq 1$$

**CUMPLE A PANDEO****COMPROBACIÓN DE LOS ELS:**

En este caso se debe comprobar que el desplome del pilar cumple con la condición de ELS de deformación. Para ello el desplome máximo del pilar debe ser menor o igual a L/250 de la altura de este para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{250} = \frac{2,31}{250} = 0,009 \text{ m}$$

Las deformaciones obtenidas en CYPE 3D de dicho pilar, para el ELS más desfavorable es la siguiente:

$$f_l = 2,364 \text{ mm} \leq 0,009 \text{ m}$$

**CUMPLE ELS**

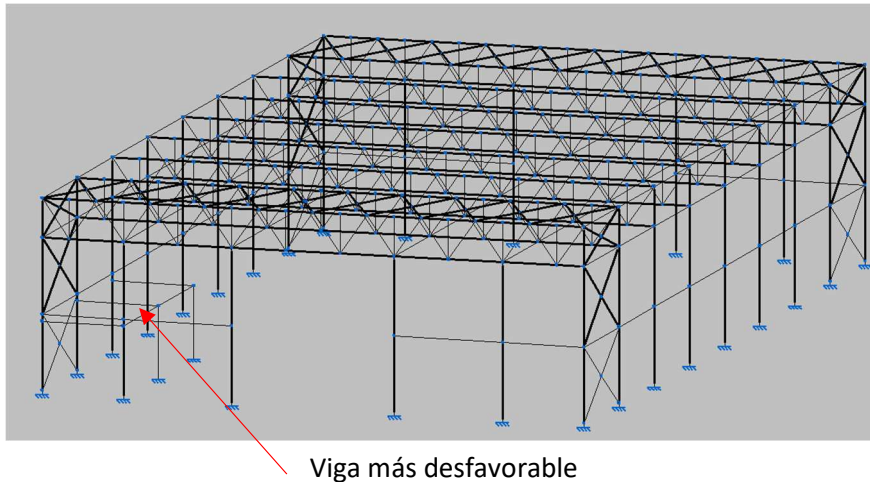
Tal y como se puede observar la deformación en el pilar lateral de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

Por lo que tomaremos definitivamente para los pilares laterales de 9 m el perfil:

**HEB-180****4.2 Comprobación de las Vigas**

La comprobación realizada por el CYPE nos indica un perfil de IPE-300, perfil que será utilizado para hacer la comprobación. Además, nos indica la situación más desfavorable para cada una de las comprobaciones de las ELU.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



Tras exportar los datos, observamos que la viga con mayores esfuerzos es el correspondiente a la barra N384/N383 de la estructura.

- Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 8 (1.35\*CP+1.5\*SU+0.9\*V1.a):
  - $M_y = 73,28 \text{ KNm}$
  - $M_z = 0,06 \text{ KNm} \cong 0 \text{ KNm}$
  - $V_y = -0,016 \text{ KN} \cong 0 \text{ KN}$
  - $V_z = 105,41 \text{ KN}$
  - $T = 0 \text{ KN}$
  - $N = -28,50 \text{ KN}$

### **Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{73,28 * 10^6}{261,905} = 279,80 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE} - 300$$

Siendo:

- $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero
- $f_y$ : límite elástico
- $\gamma_{M0}$ : coeficiente parcial de seguridad del material

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{275}{1,05} = 261,905 \text{ MPa}$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil IPE-300:

$$\begin{aligned}W_{el,y} &= 557,1 * 10^3 mm^3 & W_{el,z} &= 80,5 * 10^3 mm^3 \\I_y &= 8356 mm^4 & I_z &= 603,8 mm^4 \\i_y &= 124,6 mm & i_z &= 33,5 mm \\A_{vz} &= 25,68 mm^2 & A &= 53,8 mm^2\end{aligned}$$

Aplicamos Von Mises por condición de resistencia, el perfil debe cumplir la siguiente expresión:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma}$$

Se realiza el cálculo de los términos de la expresión anterior:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z}} = \frac{28,50 * 10^3}{53,8 * 10^2} + \frac{73,28 * 10^6}{557,1 * 10^3} + 0 = 136,84 \sim 137 MPa$$

Para el cálculo del cortante se considerará el de la dirección “z”, ya que el de la dirección “y” es mucho menor para deber considerarlo. Por lo tanto, no se tendrá en cuenta su acción sobre el cálculo del perfil del pilar.

Acción del cortante en “z” se tiene:

Cabe destacar que, si el cortante de cálculo es igual o inferior al 50% del cortante plástico, la acción del cortante se puede despreciar, es decir, se debe verificar la siguiente inecuación:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd}$$

Cortante en z:

$$V_{PL,Rd} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{A_{vz} * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{2568 * 275}{1,05} = 388,309 kN$$

Siendo:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd} \rightarrow 105,41 kN \leq 194,15 kN$$

Por tanto:

$$t_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{105,41 * 10^3}{25,68 * 10^2} = 41,047 \sim 41,05 MPa$$

Sustituyendo los valores obtenidos en la expresión de Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} = \sqrt{137^2 + 3 * 41,05^2} = 154,351 \text{ MPa} \leq 261,905 \text{ MPa}$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

Comprobación por radio de giro:

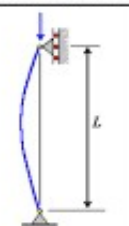
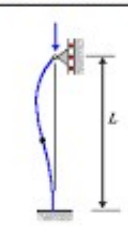
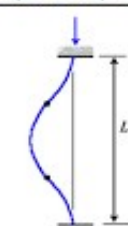
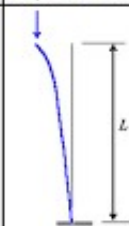
Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Siendo:

- $L_{ki}$ : Longitud de pandeo
- $E$ : Módulo elástico del acero

En primer lugar, para realizar esta comprobación, es necesario determinar el coeficiente de pandeo  $\beta$  en cada dirección. En la siguiente tabla aparecen valores relativos en función del tipo de unión:

Columna articulada-articulada	Columna empotrada-articulada	Columna empotrada-empotrada	Columna empotrada-libre
			
$L_e = L$ $K = 1$	$L_e = 0.699L$ $K = 0.699$	$L_e = 0.5L$ $K = 0.5$	$L_e = 2L$ $K = 2$

Para todas las vigas del altillo, se tomarán lo siguiente coeficientes de pandeo:

$$\beta_y = 1,0 \text{ (En el plano del pórtico)}$$

$$\beta_z = 1,0 \text{ (En el plano perpendicular al pórtico)}$$

Sustituyendo en las siguientes expresiones se obtiene la longitud de pandeo para cada dirección:

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,0 * 3,75 = 3,75 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 1,0 * 3,75 = 3,75 \text{ m}$$

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:



$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{3,75 \cdot 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 21,597 \text{ mm} \leq 124,6 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$i_y \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{3,75 \cdot 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 21,597 \text{ mm} \leq 33,5 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### CUMPLE POR RADIO DE GIRO

#### Comprobación a pandeo:

Para verificar el cumplimiento a pandeo de la viga, según EAE 2011, concretamente en su apartado 34.7.2, se debe cumplir la siguiente inecuación:

$$M_{y,ed} \leq M_{bd,Rb}$$

Siendo:

- $M_{y,ed}$ : valor de cálculo del momento flector
- $M_{bd,Rb}$ : valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral

Siendo a su vez el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{LT} * W_{el,y} * f_{yd}$$

Se calcula a continuación los parámetros que intervienen en la anterior ecuación:

- Cálculo de la esbeltez adimensional:

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{el,y} * f_y}{M_{cri}}}$$

- Cálculo del momento crítico con alabeo:

$$M_{cri} = C_1 * \frac{\pi}{L} * \sqrt{E * I_z * G * I_T} * \sqrt{\frac{\pi^2 * E * I_W}{L^2 * G * I_T} + 1} = 145,21 \text{ kNm}$$





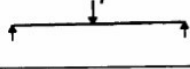

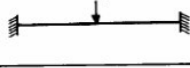
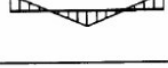
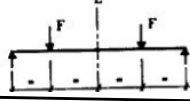
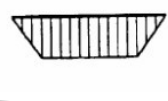
Siendo:

módulo de elasticidad :	$E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$
módulo de elasticidad transversal :	$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 81000 \text{ N/mm}^2$
coeficiente de Poisson :	$\nu = 0,3$
coeficiente de dilatación lineal :	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
densidad :	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

$C_1$ : Coeficiente de forma del Momento

El coeficiente depende de cómo esté la viga apoyada en sus extremos. La siguiente tabla recoge dicho coeficiente en distintas situaciones de apoyo y reparto de la carga.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Condiciones de carga y de apoyo	Diagrama de momentos flectores	Valor de k	Valores de coeficientes		
			C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
		1,0 0,5	1,132 0,972	0,459 0,304	0,525 0,980
		1,0 0,5	1,285 0,712	1,562 0,652	0,753 1,070
		1,0 0,5	1,365 1,070	0,553 0,432	1,730 3,050
		1,0 0,5	1,565 0,938	1,257 0,715	2,540 4,800
		1,0 0,5	1,046 1,010	0,430 0,410	1,120 1,890

En nuestro caso en estudio, puesto consideramos que la carga está uniformemente repartida por la viga y sabiendo a su vez que está biapoyada, obtenemos un coeficiente de forma de momento de de:

$$C_1 = 1,13$$

$I_T$  ;  $I_W$ : Corresponden al momento de inercia a torsión y módulo de alabeo respectivamente, los cuales obtenemos mediante el catálogo de perfiles:

$$I_T = 20,12 * 10^4 \text{ mm}^4 \quad I_W = 125900 * 10^6 \text{ mm}^6$$

Obtendremos:

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{el,y} * f_y}{M_{cri}}} \rightarrow \sqrt{\frac{557,1 * 10^3 * 275}{145,21 * 10^6}} = 1,03 \leq 2 \text{ CUMPLE}$$

- Cálculo del factor de reducción para el pandeo lateral:

$$\lambda_y = 1,03$$

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

Siendo:

- $\Phi$ : Factor de reducción por pandeo
- $\alpha$ : Coeficiente de imperfección

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

El coeficiente de imperfección  $\alpha$  se obtiene de las siguientes tablas, extraídas de la norma de acero EAE 2011, y las cuales se corresponden a las tablas 35.2.2.b y 35.2.2.a respectivamente de la citada norma.

Sección transversal	Límites	Curva de pandeo
Secciones de perfiles laminados en doble T	$h/b \leq 2$	a
	$h/b > 2$	b
Secciones soldadas en doble T	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Otras secciones	—	d

Curva de pandeo	a	b	c	d
Coefficiente de imperfección $\alpha_{LT}$	0,21	0,34	0,49	0,76

Sabiendo:

- Que se trata de una sección de perfiles laminados en doble T
- $h/b = 2$

Curva de pandeo a  $\rightarrow \alpha = 0,21$

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$\Phi = 0,5 * [1 + 0,21 * (1,03 - 0,2) + 1,03^2] = 1,12$$

Siendo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{1,12 + \sqrt{1,12^2 - 1,03^2}} = 0,64$$

Finalmente sustituyendo en la ecuación:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{LT} * W_{el,y} * f_{yd} = 0,64 * 557,1 * 10^3 * 261,905 = 93,38 \text{ kNm}$$

Se obtiene el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral, que se comprueba con la siguiente ecuación:

$$M_{y,ed} \leq M_{bd,Rb}$$

$$73,28 \text{ kNm} \leq 93,38 \text{ kNm}$$

**CUMPLE A PANDEO LATERAL**

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

**Comprobación a abolladura:**

Considerando inicialmente que no se incluirán rigidizadores en la viga, la condición para que no se produzca este efecto es:

$$\frac{d}{t_w} \leq 70 * \varepsilon$$

Siendo:

$d/t_w$  : La altura y anchura del alma respectivamente, cuyos valores son:

- $d$ : 248,6 mm
- $t_w$ : 7,1 mm

El coeficiente  $\varepsilon$  está definido por la siguiente ecuación, la cual se obtiene de la tabla 20.3 de la Instrucción de Acero EAE 2011:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

Sustituyendo en la ecuación anterior se comprueba que:

$$\frac{d}{t_w} \leq 70 * \varepsilon \rightarrow \frac{248,6}{7,1} \leq 70 * 0,924 \rightarrow 35,02 \leq 64,68$$

**CUMPLE POR ABOLLADURA****COMPROBACIÓN DE LOS ELS:**

En este caso se debe comprobar que el desplome de la viga cumple con la condición de ELS de deformación. Para ello el desplome máximo del pilar debe ser menor o igual a  $L/300$  de la longitud de este para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{3,75}{300} = 0,012 \text{ m}$$

Las deformaciones obtenidas en CYPE 3D de dicha viga, para el ELS más desfavorable es la siguiente:

$$f_l = 0,004 \text{ m} \leq 0,012 \text{ m}$$

**CUMPLE ELS**

Tal y como se puede observar la deformación en la viga de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

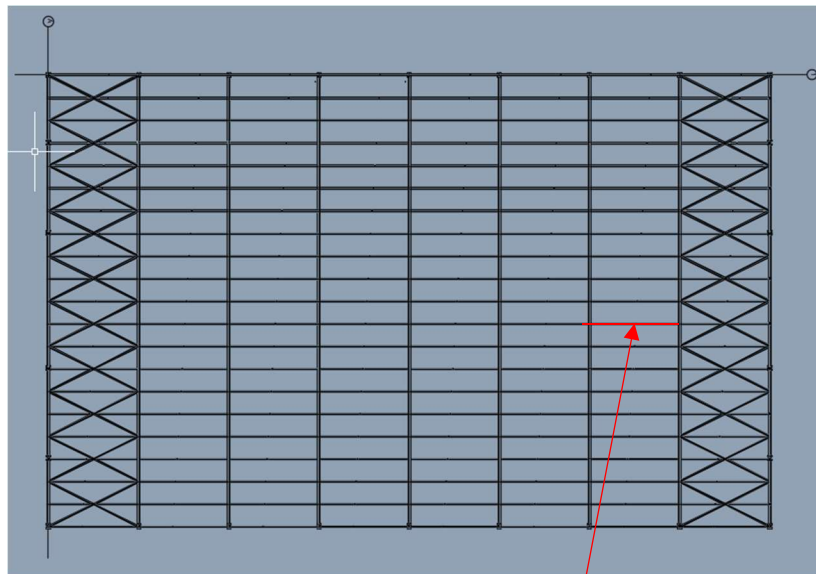
Por lo que tomaremos definitivamente para las vigas de altillo el perfil:

**IPE-300**

#### 4.3 Comprobación de las correas

La comprobación realizada por el CYPE nos indica un perfil de IPE-160, perfil que será utilizado para hacer la comprobación. Además, nos indica la situación más desfavorable para cada una de las comprobaciones de las ELU.

Tras exportar los datos, observamos que el pilar con mayores esfuerzos es el correspondiente a la barra N101/N67 de la estructura, la cual se muestra a continuación:



Correa más desfavorable

- Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 14 ( $1.35*CP+1.5*SU+0.9*V2.a+0.75*N$ ):
  - $M_y = -9,146 \text{ KNm}$
  - $M_z = -0,0082 \text{ KNm} \cong 0 \text{ KNm}$
  - $V_y = 0,0033 \text{ KN} \cong 0 \text{ KN}$
  - $V_z = 9,169 \text{ KN}$
  - $T = -0.000015 \cong 0 \text{ KNm}$
  - $N = 9,675 \text{ KN}$

#### Comprobación ELU

Comprobación a resistencia:

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{9,15 * 10^6}{261,905} = 34,94 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE} - 160$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Siendo:

- $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero
- $f_y$ : límite elástico
- $\gamma_{M0}$ : coeficiente parcial de seguridad del material

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{275}{1,05} = 261,905 \text{ MPa}$$

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil IPE-300:

$$\begin{aligned} W_{el,y} &= 108,7 * 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} &= 16,6 * 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_y &= 869,3 \text{ mm}^4 & I_z &= 68,31 \text{ mm}^4 \\ i_y &= 65,8 \text{ mm} & i_z &= 18,4 \text{ mm} \\ A_{vz} &= 9,66 \text{ mm}^2 & A &= 20,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Aplicamos Von Mises por condición de resistencia, el perfil debe cumplir la siguiente expresión:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma}$$

Se realiza el cálculo de los términos de la expresión anterior:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z}} = \frac{9,68 * 10^3}{20,1 * 10^2} + \frac{9,15 * 10^6}{108,7 * 10^3} + 0 = 88,99 \sim 89 \text{ MPa}$$

Para el cálculo del cortante se considerará el de la dirección “z”, ya que el de la dirección “y” es mucho menor para deber considerarlo. Por lo tanto, no se tendrá en cuenta su acción sobre el cálculo del perfil del pilar.

Acción del cortante en “z” se tiene:

Cabe destacar que, si el cortante de cálculo es igual o inferior al 50% del cortante plástico, la acción del cortante se puede despreciar, es decir, se debe verificar la siguiente inecuación:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd}$$

Cortante en z:

$$V_{PL,Rd} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{A_{vz} * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{966 * 275}{1,05} = 146,07 \text{ kN}$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Siendo:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd} \rightarrow 9,17 \text{ kN} \leq 73,04 \text{ kN}$$

Por tanto:

$$t_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{9,17 * 10^3}{9,66 * 10^2} = 9,493 \sim 9,50 \text{ MPa}$$

Sustituyendo los valores obtenidos en la expresión de Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} = \sqrt{89^2 + 3 * 9,50^2} = 90,508 \text{ MPa} \leq 261,905 \text{ MPa}$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

Comprobación por radio de giro:

Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Siendo:

- $L_{ki}$ : Longitud de pandeo
- $E$ : Módulo elástico del acero

Para todas las correas de la nave industrial, se tomarán los siguientes coeficientes de pandeo:

$$\beta_y = 1,0 \text{ (En el plano del pórtico)}$$

$$\beta_z = 0,5 \text{ (En el plano perpendicular al pórtico)}$$

Sustituyendo en las siguientes expresiones se obtiene la longitud de pandeo para cada dirección:

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,0 * 5,00 = 5,00 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,5 * 5,00 = 2,50 \text{ m}$$

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{5,00 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 28,797 \text{ mm} \leq 65,8 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

$$i_y \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2,50 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 14,398 \text{ mm} \leq 18,4 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**CUMPLE POR RADIO DE GIRO**Comprobación a pandeo:

Para verificar el cumplimiento a pandeo de la viga, según EAE 2011, concretamente en su apartado 34.7.2, se debe cumplir la siguiente inecuación:

$$M_{y,ed} \leq M_{bd,Rb}$$

Siendo a su vez el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{LT} * W_{el,y} * f_{yd}$$

Se calcula a continuación los parámetros que intervienen en la anterior ecuación:

- Cálculo de la esbeltez adimensional:

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{el,y} * f_y}{M_{cri}}}$$

- Cálculo del momento crítico con alabeo:

$$M_{cri} = C_1 * \frac{\pi}{L} * \sqrt{E * I_z * G * I_T} * \sqrt{\frac{\pi^2 * E * I_W}{L^2 * G * I_T} + 1} = 14,52 \text{ kNm}$$

En nuestro caso en estudio, puesto consideramos que la carga está uniformemente repartida por la correa y sabiendo a su vez que está biapoyada, obtenemos un coeficiente de forma de momento de:

$$C_1 = 1,13$$

$I_T$  ;  $I_W$ : Corresponden al momento de inercia a torsión y módulo de alabeo respectivamente, los cuales obtenemos mediante el catálogo de perfiles:

$$I_T = 3,60 * 10^4 \text{ mm}^4 \quad I_W = 3960 * 10^6 \text{ mm}^6$$

Obtendremos:

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{el,y} * f_y}{M_{cri}}} \rightarrow \sqrt{\frac{108,7 * 10^3 * 275}{14,52 * 10^6}} = 1,43 \leq 2 \text{ CUMPLE}$$



## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Cálculo del factor de reducción para el pandeo lateral:

$$\lambda_y = 1,43$$

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

Sabiendo:

- Que se trata de una sección de perfiles laminados en doble T
- $h/b = 1,95$

$$\text{Curva de pandeo } a \rightarrow \alpha = 0,21$$

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$\Phi = 0,5 * [1 + 0,21 * (1,43 - 0,2) + 1,43^2] = 1,65$$

Siendo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{1,65 + \sqrt{1,65^2 - 1,43^2}} = 0,41$$

Finalmente sustituyendo en la ecuación:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{LT} * W_{el,y} * f_{yd} = 0,41 * 108,7 * 10^3 * 261,905 = 11,67 \text{ kNm}$$

Se obtiene el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral, que se comprueba con la siguiente ecuación:

$$M_{y,ed} \leq M_{bd,Rb}$$

$$9,15 \text{ kNm} \leq 11,67 \text{ kNm}$$

**CUMPLE A PANDEO LATERAL**Comprobación a abolladura:

Considerando inicialmente que no se incluirán rigidizadores en la viga, la condición para que no se produzca este efecto es:

$$\frac{d}{t_w} \leq 70 * \varepsilon$$

Siendo:

$d/t_w$ : La altura y anchura del alma respectivamente, cuyos valores son:

- $d$ : 127,2 mm
- $t_w$ : 5 mm

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

El coeficiente  $\varepsilon$  está definido por la siguiente ecuación, la cual se obtiene de la tabla 20.3 de la Instrucción de Acero EAE 2011:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

Sustituyendo en la ecuación anterior se comprueba que:

$$\frac{d}{t_w} \leq 70 * \varepsilon \rightarrow \frac{127,2}{5} \leq 70 * 0,924 \rightarrow 25,44 \leq 64,68$$

**CUMPLE POR ABOLLADURA****COMPROBACIÓN DE LOS ELS:**

En este caso se debe comprobar que el desplome de la correa cumple con la condición de ELS de deformación. Para ello el desplome máximo del pilar debe ser menor o igual a  $L/300$  de la longitud de este para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{5}{300} = 0,0166 \text{ m}$$

Las deformaciones obtenidas en CYPE 3D de dicha correa, para el ELS más desfavorable es la siguiente:

$$f_l = 0,0094 \text{ m} \leq 0,0166 \text{ m}$$

**CUMPLE ELS**

Tal y como se puede observar la deformación en la correa de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

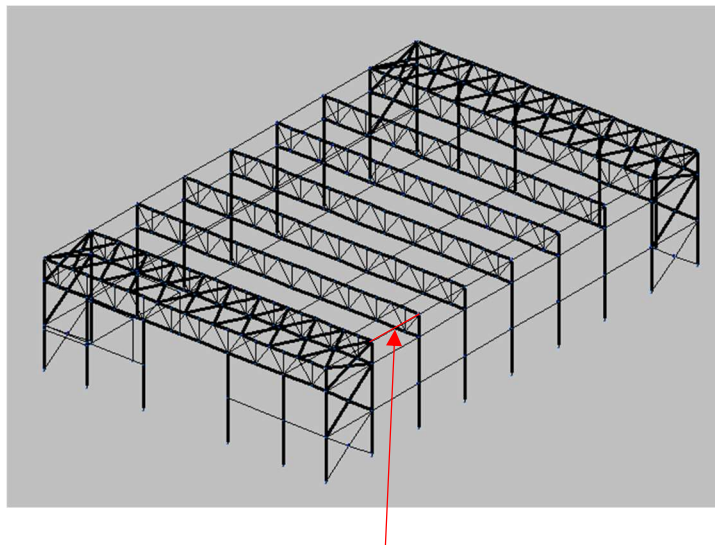
Por lo que tomaremos definitivamente para las vigas de altillo el perfil:

**IPE-160**

#### 4.4 Comprobación de arriostramientos horizontales y zunchos

La comprobación realizada por el CYPE nos indica un perfil de IPE-120 para el arriostramiento superior (altura celosía) y HEB-120 para el inferior (altura 3,2 m), perfiles que serán utilizados para hacer las comprobaciones. Además, nos indica la situación más desfavorable para cada una de las comprobaciones de las ELU.

##### Comprobación del perfil IPE-120 (N219/N253)



Arriostramiento más desfavorable

- Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 14 ( $1.35 \cdot CP + 1.5 \cdot SU + 0.9 \cdot V2.b + 0.75 \cdot N$ ):

- $M_y = -0,480 \text{ KNm}$
- $M_z = 0,25 \text{ KNm}$
- $V_y = 0,052 \text{ KN} \cong 0 \text{ KN}$
- $V_z = -0,440 \text{ KN}$
- $T = 0 \text{ KNm}$
- $N = 10,826 \text{ KN}$

##### **Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{0,48 \cdot 10^6}{261,905} = 1,83 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE} - 120$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil IPE-120:

$$\begin{aligned}W_{el,y} &= 52,96 * 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} &= 8,65 * 10^3 \text{ mm}^3 \\I_y &= 317,8 \text{ mm}^4 & I_z &= 27,67 \text{ mm}^4 \\i_y &= 49 \text{ mm} & i_z &= 14,5 \text{ mm} \\A_{vz} &= 6,31 \text{ mm}^2 & A &= 13,2 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Aplicamos Von Mises por condición de resistencia, el perfil debe cumplir la siguiente expresión:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma}$$

Se realiza el cálculo de los términos de la expresión anterior:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z}} = \frac{10,83 * 10^3}{13,2 * 10^2} + \frac{0,48 * 10^6}{52,96 * 10^3} + \frac{0,25 * 10^6}{8,65 * 10^3} = 46,169 \sim 46,20 \text{ MPa}$$

se debe verificar la siguiente inecuación:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd}$$

Cortante en z:

$$V_{PL,Rd} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{A_{vz} * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{631 * 275}{1,05} = 95,42 \text{ kN}$$

Siendo:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd} \rightarrow 0,44 \text{ kN} \leq 47,71 \text{ kN}$$

Por tanto:

$$t_{xz} = \frac{V_z}{A_{vz}} = \frac{0,44 * 10^3}{6,31 * 10^2} = 0,697 \sim 0,70 \text{ MPa}$$

Sustituyendo los valores obtenidos en la expresión de Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} = \sqrt{46,20^2 + 3 * 0,70^2} = 46,216 \text{ MPa} \leq 261,905 \text{ MPa}$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Comprobación por radio de giro:

Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Siendo:

- $L_{ki}$ : Longitud de pandeo
- $E$ : Módulo elástico del acero

Para todas las correas de la nave industrial, se tomarán los siguientes coeficientes de pandeo:

$$\beta_y = 1,0 \text{ (En el plano del pórtico)}$$

$$\beta_z = 0,5 \text{ (En el plano perpendicular al pórtico)}$$

Sustituyendo en las siguientes expresiones se obtiene la longitud de pandeo para cada dirección:

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,0 * 5,00 = 5,00 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,5 * 5,00 = 2,50 \text{ m}$$

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{5,00 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 28,797 \text{ mm} \leq 49,0 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2,50 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 14,398 \text{ mm} \leq 14,5 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**CUMPLE POR RADIO DE GIRO**Comprobación a pandeo:

Para verificar el cumplimiento a pandeo de la viga, según EAE 2011, concretamente en su apartado 34.7.2, se debe cumplir la siguiente inecuación:

$$M_{y,ed} \leq M_{bd,Rb}$$

Siendo a su vez el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{LT} * W_{el,y} * f_{yd}$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Se calcula a continuación los parámetros que intervienen en la anterior ecuación:

- Cálculo de la esbeltez adimensional:

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{el,y} * f_y}{M_{cri}}}$$

- Cálculo del momento crítico con alabeo:

$$M_{cri} = C_1 * \frac{\pi}{L} * \sqrt{E * I_z * G * I_T} * \sqrt{\frac{\pi^2 * E * I_W}{L^2 * G * I_T} + 1} = 6,59 \text{ kNm}$$

En nuestro caso en estudio, puesto consideramos que la carga está uniformemente repartida por la correa y sabiendo a su vez que está biapoyada, obtenemos un coeficiente de forma de momento de:

$$C_1 = 1,13$$

$I_T$  ;  $I_W$ : Corresponden al momento de inercia a torsión y módulo de alabeo respectivamente, los cuales obtenemos mediante el catálogo de perfiles:

$$I_T = 1,74 * 10^4 \text{ mm}^4 \quad I_W = 890 * 10^6 \text{ mm}^6$$

Obtendremos:

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{el,y} * f_y}{M_{cri}}} \rightarrow \sqrt{\frac{52,96 * 10^3 * 275}{6,59 * 10^6}} = 1,48 \leq 2 \text{ CUMPLE}$$

- Cálculo del factor de reducción para el pandeo lateral:

$$\lambda_y = 1,48$$

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

Sabiendo:

- Que se trata de una sección de perfiles laminados en doble T
- $h/b = 1,875$

$$\text{Curva de pandeo } a \rightarrow \alpha = 0,21$$

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$\Phi = 0,5 * [1 + 0,21 * (1,48 - 0,2) + 1,48^2] = 1,73$$

Siendo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{1,73 + \sqrt{1,73^2 - 1,48^2}} = 0,38$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Finalmente sustituyendo en la ecuación:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{LT} * W_{el,y} * f_{yd} = 0,38 * 52,96 * 10^3 * 261,905 = 5,27 \text{ kNm}$$

Se obtiene el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral, que se comprueba con la siguiente ecuación:

$$M_{y,ed} \leq M_{bd,Rb}$$

$$0,48 \text{ kNm} \leq 5,27 \text{ kNm}$$

**CUMPLE A PANDEO LATERAL**

Comprobación a abolladura:

Considerando inicialmente que no se incluirán rigidizadores en la viga, la condición para que no se produzca este efecto es:

$$\frac{d}{t_w} \leq 70 * \varepsilon$$

Siendo:

$d/t_w$  : La altura y anchura del alma respectivamente, cuyos valores son:

- $d$ : 93,4 mm
- $t_w$ : 4,4 mm

El coeficiente  $\varepsilon$  está definido por la siguiente ecuación, la cual se obtiene de la tabla 20.3 de la Instrucción de Acero EAE 2011:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

Sustituyendo en la ecuación anterior se comprueba que:

$$\frac{d}{t_w} \leq 70 * \varepsilon \rightarrow \frac{93,4}{4,4} \leq 70 * 0,924 \rightarrow 21,23 \leq 64,68$$

**CUMPLE POR ABOLLADURA**

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

### COMPROBACIÓN DE LOS ELS:

En este caso se debe comprobar que el desplome de la correa cumple con la condición de ELS de deformación. Para ello el desplome máximo del pilar debe ser menor o igual a  $L/300$  de la longitud de este para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{5}{300} = 0,0166 \text{ m}$$

$$f_l = 0,0045 \text{ m} \leq 0,0166 \text{ m}$$

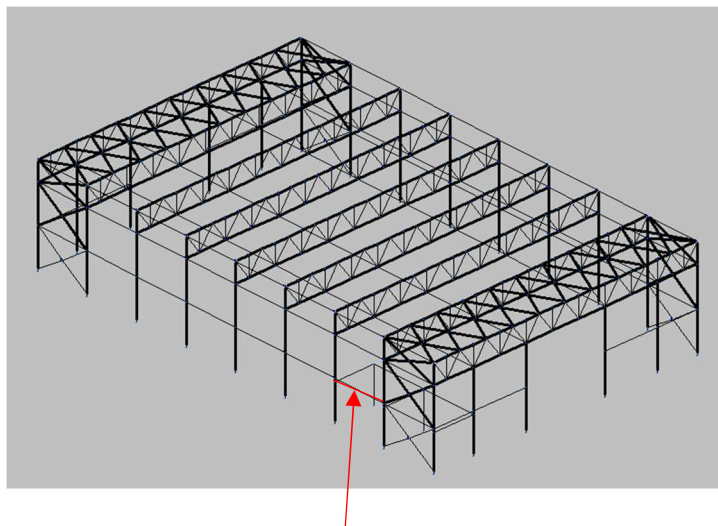
### CUMPLE ELS

Tal y como se puede observar la deformación en el arriostramiento de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

Por lo que tomaremos definitivamente para el arriostramiento de la estructura en su parte superior el perfil:

### IPE-120

#### Comprobación del perfil HEB-120 (N326/N327)



Arriostramiento más desfavorable



## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 12 (1.35\*CP+1.5\*SU+0.9\*V1.a+0.75\*N):

- $M_y = -1,20 \text{ KNm}$
- $M_z = 7,30 \text{ KNm}$
- $V_y = -6,08 \text{ KN}$
- $V_z = -1,15 \text{ KN}$
- $T = 0 \text{ KNm}$
- $N = 5,016 \text{ KN}$

**Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$W_{el,y} \geq \frac{M_{y,ed}}{f_{yd}} = \frac{1,20 * 10^6}{261,905} = 4,58 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{HEB} - 120$$

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil HEB-120:

$$\begin{array}{ll} W_{el,y} = 144,1 * 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} = 52,92 * 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_y = 864,4 \text{ mm}^4 & I_z = 317,5 \text{ mm}^4 \\ i_y = 50,4 \text{ mm} & i_z = 30,6 \text{ mm} \\ A_{vz} = 10,96 \text{ mm}^2 & A = 34,0 \text{ mm}^2 \end{array}$$

Aplicamos Von Mises por condición de resistencia, el perfil debe cumplir la siguiente expresión:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma}$$

Se realiza el cálculo de los términos de la expresión anterior:

$$\sigma = \frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z}} = \frac{5,02 * 10^3}{34,0 * 10^2} + \frac{1,20 * 10^6}{144,1 * 10^3} + \frac{7,30 * 10^6}{52,92 * 10^3} = 147,748 \sim 148 \text{ MPa}$$

se debe verificar la siguiente inecuación:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd}$$

Cortante en y:

$$V_{PL,Rd} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{A_{vz} * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{\sqrt{3}} * \frac{1096 * 275}{1,05} = 165,73 \text{ kN}$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Siendo:

$$V_{ed} \leq \frac{1}{2} * V_{PL,Rd} \rightarrow 6,08 \text{ kN} \leq 82,87 \text{ kN}$$

Por tanto:

$$t_{xz} = \frac{V_y}{A_{vz}} = \frac{6,08 * 10^3}{10,96 * 10^2} = 5,547 \sim 5,55 \text{ MPa}$$

Sustituyendo los valores obtenidos en la expresión de Von Mises:

$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3t_{xz}^2} = \sqrt{148^2 + 3 * 5,55^2} = 148,31 \text{ MPa} \leq 261,905 \text{ MPa}$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**Comprobación por radio de giro:

Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Siendo:

- $L_{ki}$ : Longitud de pandeo
- $E$ : Módulo elástico del acero

Para todas las correas de la nave industrial, se tomarán los siguientes coeficientes de pandeo:

$$\beta_y = 1,0 \text{ (En el plano del pórtico)}$$

$$\beta_z = 0,5 \text{ (En el plano perpendicular al pórtico)}$$

Sustituyendo en las siguientes expresiones se obtiene la longitud de pandeo para cada dirección:

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,0 * 5,00 = 5,00 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,5 * 5,00 = 2,50 \text{ m}$$

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{5,00 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 28,797 \text{ mm} \leq 50,4 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2,50 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 14,398 \text{ mm} \leq 30,6 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**CUMPLE POR RADIO DE GIRO**

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Comprobación a pandeo:

Para verificar el cumplimiento a pandeo de la viga, según EAE 2011, concretamente en su apartado 34.7.2, se debe cumplir la siguiente inecuación:

$$M_{y,ed} \leq M_{bd,Rb}$$

Siendo a su vez el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{LT} * W_{el,y} * f_{yd}$$

Se calcula a continuación los parámetros que intervienen en la anterior ecuación:

- Cálculo de la esbeltez adimensional:

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{el,y} * f_y}{M_{cri}}}$$

- Cálculo del momento crítico con alabeo:

$$M_{cri} = C_1 * \frac{\pi}{L} * \sqrt{E * I_z * G * I_T} * \sqrt{\frac{\pi^2 * E * I_W}{L^2 * G * I_T} + 1} = 63,48 \text{ kNm}$$

En nuestro caso en estudio, puesto consideramos que la carga está uniformemente repartida por la correa y sabiendo a su vez que está biapoyada, obtenemos un coeficiente de forma de momento de:

$$C_1 = 1,13$$

$I_T$  ;  $I_W$ : Corresponden al momento de inercia a torsión y módulo de alabeo respectivamente, los cuales obtenemos mediante el catálogo de perfiles:

$$I_T = 13,84 * 10^4 \text{ mm}^4 \quad I_W = 9410 * 10^6 \text{ mm}^6$$

Obtendremos:

$$\lambda_{lt} = \sqrt{\frac{W_{el,y} * f_y}{M_{cri}}} \rightarrow \sqrt{\frac{144,1 * 10^3 * 275}{63,48 * 10^6}} = 0,79 \leq 2 \text{ CUMPLE}$$

- Cálculo del factor de reducción para el pandeo lateral:

$$\lambda_y = 0,79$$

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\lambda - 0,2) + \lambda^2]$$

Sabiendo:

- Que se trata de una sección de perfiles laminados en doble T
- $h/b = 1$

$$\text{Curva de pandeo } a \rightarrow \alpha = 0,21$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$\Phi = 0,5 * [1 + 0,21 * (0,79 - 0,2) + 0,79] = 0,96$$

Siendo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,96 + \sqrt{0,96^2 - 0,79^2}} = 0,66$$

Finalmente sustituyendo en la ecuación:

$$M_{bd,Rb} = \chi_{LT} * W_{el,y} * f_{yd} = 0,66 * 144,1 * 10^3 * 261,905 = 2,44 \text{ kNm}$$

Se obtiene el valor de cálculo de la resistencia frente al pandeo lateral, que se comprueba con la siguiente ecuación:

$$M_{y,ed} \leq M_{bd,Rb}$$

$$1,20 \text{ kNm} \leq 2,44 \text{ kNm}$$

**CUMPLE A PANDEO LATERAL****Comprobación a abolladura:**

Considerando inicialmente que no se incluirán rigidizadores en la viga, la condición para que no se produzca este efecto es:

$$\frac{d}{t_w} \leq 70 * \varepsilon$$

Siendo:

 $d/t_w$ : La altura y anchura del alma respectivamente, cuyos valores son:

- d: 74 mm
- tw: 6,5 mm

El coeficiente  $\varepsilon$  está definido por la siguiente ecuación, la cual se obtiene de la tabla 20.3 de la Instrucción de Acero EAE 2011:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

Sustituyendo en la ecuación anterior se comprueba que:

$$\frac{d}{t_w} \leq 70 * \varepsilon \rightarrow \frac{74}{6,5} \leq 70 * 0,924 \rightarrow 11,38 \leq 64,68$$

**CUMPLE POR ABOLLADURA**

### COMPROBACIÓN DE LOS ELS:

En este caso se debe comprobar que el desplome de la correa cumple con la condición de ELS de deformación. Para ello el desplome máximo del pilar debe ser menor o igual a  $L/300$  de la longitud de este para la combinación de cargas correspondiente, es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{5}{300} = 0,0166 \text{ m}$$

$$f_l = 0,0006 \text{ m} \leq 0,0166 \text{ m}$$

### CUMPLE ELS

Tal y como se puede observar la deformación en el arriostramiento de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

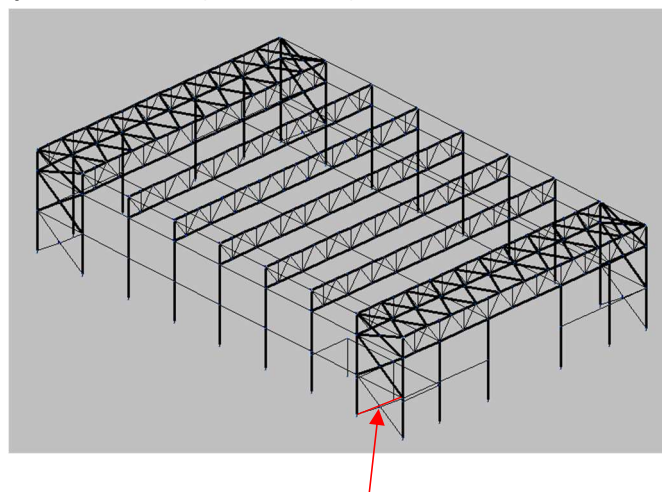
Por lo que tomaremos definitivamente para el arriostramiento de la estructura en su parte superior el perfil:

### HEB-120

#### 4.5 Comprobación de las Cruces de San Andrés

La comprobación realizada por el CYPE nos indica un perfil de UPN-160 (cruces inferiores), UPN-120 (cruces medias) y UPN-100 (cruces superiores), perfiles que serán utilizados para hacer las comprobaciones. Además, nos indica la situación más desfavorable para cada una de las comprobaciones de las ELU.

#### Comprobación del perfil UPN-160 (N396/N328)



Arriostramiento más desfavorable

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 8 (1.35\*CP+1.5\*V1.a):

- $M_y = 0,13 \text{ KNm}$
- $M_z = 0,39 \text{ KNm}$
- $V_y = 0,428 \text{ KN}$
- $V_z = -0,438 \text{ KN}$
- $T = 0 \text{ KNm}$
- $N = -34,052 \text{ KN}$

**Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$A \geq \frac{N_{ed}}{f_{yd}} = \frac{34,052 * 10^3}{261,905} = 130,02 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{UPN} - 160$$

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil UPN-160:

$$\begin{array}{ll} W_{el,y} = 116 * 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} = 18,30 * 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_y = 925 \text{ mm}^4 & I_z = 85,3 \text{ mm}^4 \\ i_y = 62,1 \text{ mm} & i_z = 18,9 \text{ mm} \\ A_{vz} = 12,60 \text{ mm}^2 & A = 24,0 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$\frac{N_{ed}}{f_{yd} * A} + \frac{M_{y,ed}}{f_{yd} * W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{f_{yd} * W_{el,z}} \leq 1$$

$$0,14 \leq 1$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**

Comprobación por radio de giro:

Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$\beta_y = 1,0 \text{ (En el plano del pórtico)}$$

$$\beta_z = 0,5 \text{ (En el plano perpendicular al pórtico)}$$

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,0 * 3,00 = 3,00 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,5 * 3,00 = 1,50 \text{ m}$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{3,00 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 17,28 \text{ mm} \leq 62,1 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1,50 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 8,64 \text{ mm} \leq 18,9 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**CUMPLE POR RADIO DE GIRO**Comprobación a pandeo:

Puesto que las Cruces de San Andrés son un elemento de la estructura que trabaja a tracción, no será necesaria la comprobación a pandeo en el mismo.

**Comprobación de los ELS:**

En este caso debemos comprobar que el desplome de la barra cumple con la condición del ELS de deformación. Para ello el desplome máximo de la barra debe ser menor o igual a 1/300 de la longitud de esta para la combinación de cargas correspondiente; es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{3,0}{300} = 0,010 \text{ m}$$

$$f_l = 0,008 \text{ m} \leq 0,010 \text{ m}$$

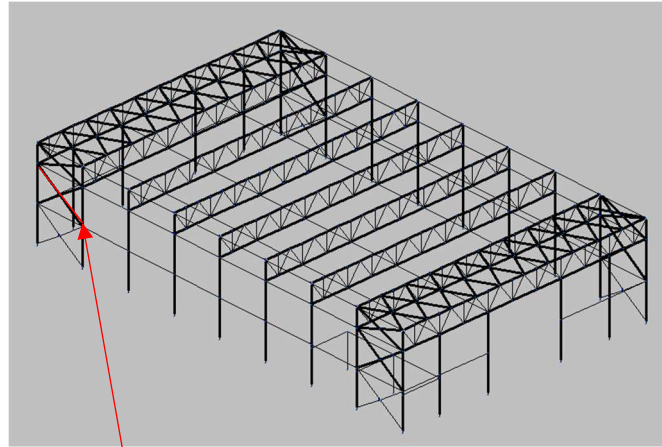
**CUMPLE ELS**

Tal y como se puede observar la deformación en el arriostamiento de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

Por lo que tomaremos definitivamente para la Cruz de San Andrés Inferior de la estructura es el perfil:

**UPN-160**

**Comprobación del perfil UPN-120 (N321/N14)**



Arriostramiento más desfavorable

- Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 8 (1.35\*CP+1.5\*V1.a):

- $M_y = 0,14 \text{ KNm}$
- $M_z = 0,12 \text{ KNm}$
- $V_y = 0,031 \text{ KN}$
- $V_z = -0,231 \text{ KN}$
- $T = 0 \text{ KNm}$
- $N = -25,411 \text{ KN}$

**Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$A \geq \frac{N_{ed}}{f_{yd}} = \frac{25,411 * 10^3}{261,905} = 97,024 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{UPN} - 120$$

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil UPN-120:

$$\begin{array}{ll} W_{el,y} = 60,7 * 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} = 11,1 * 10^3 \text{ mm}^3 \\ I_y = 364 \text{ mm}^4 & I_z = 43,2 \text{ mm}^4 \\ i_y = 46,2 \text{ mm} & i_z = 15,9 \text{ mm} \\ A_{vz} = 8,80 \text{ mm}^2 & A = 17,0 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$\frac{N_{ed}}{f_{yd} * A} + \frac{M_{y,ed}}{f_{yd} * W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{f_{yd} * W_{el,z}} \leq 1$$

$$0,05 \leq 1$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**



## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Comprobación por radio de giro:

Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$\beta_y = 1,0 \text{ (En el plano del pórtico)}$$

$$\beta_z = 0,5 \text{ (En el plano perpendicular al pórtico)}$$

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,0 * 3,00 = 3,00 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,5 * 3,00 = 1,50 \text{ m}$$

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{3,00 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 17,28 \text{ mm} \leq 46,2 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1,50 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 8,64 \text{ mm} \leq 15,9 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**CUMPLE POR RADIO DE GIRO**Comprobación a pandeo:

Puesto que las Cruces de San Andrés son un elemento de la estructura que trabaja a tracción, no será necesaria la comprobación a pandeo en el mismo.

**Comprobación de los ELS:**

En este caso debemos comprobar que el desplome de la barra cumple con la condición del ELS de deformación. Para ello el desplome máximo de la barra debe ser menor o igual a 1/300 de la longitud de esta para la combinación de cargas correspondiente; es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{3,0}{300} = 0,010 \text{ m}$$

$$f_l = 0,0018 \text{ m} \leq 0,010 \text{ m}$$

**CUMPLE ELS**

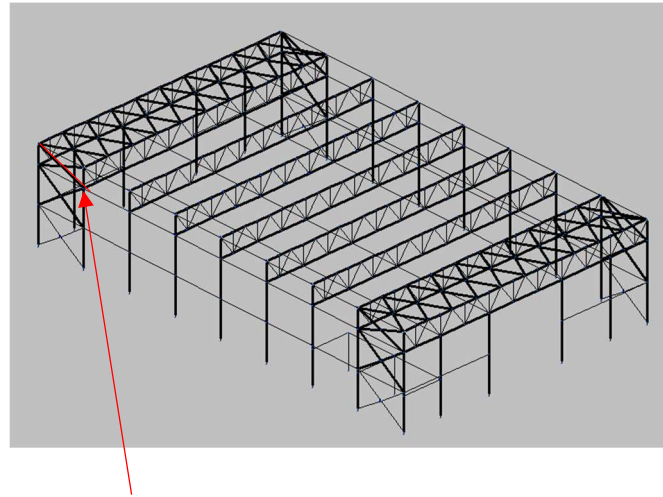
Tal y como se puede observar la deformación en el arriostamiento de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Por lo que tomaremos definitivamente para la Cruz de San Andrés Inferior de la estructura es el perfil:

### UPN-120

#### Comprobación del perfil UPN-100 (N321/N14)



Arriostramiento más desfavorable

• Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con ELU 8 (1.35\*CP+1.5\*V1.a):

- $M_y = 0,11 \text{ KNm}$
- $M_z = 0,04 \text{ KNm}$
- $V_y = 0,021 \text{ KN}$
- $V_z = - 0,200 \text{ KN}$
- $T = 0 \text{ KNm}$
- $N = -17,428 \text{ KN}$

#### **Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$A \geq \frac{N_{ed}}{f_{yd}} = \frac{17,428 * 10^3}{261,905} = 66,543 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{UPN} - 100$$

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil UPN-100:

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

$$\begin{aligned}W_{el,y} &= 41,2 * 10^3 \text{ mm}^3 & W_{el,z} &= 8,49 * 10^3 \text{ mm}^3 \\I_y &= 206 \text{ mm}^4 & I_z &= 29,3 \text{ mm}^4 \\i_y &= 39,1 \text{ mm} & i_z &= 14,7 \text{ mm} \\A_{vz} &= 6,46 \text{ mm}^2 & A &= 13,5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\frac{N_{ed}}{f_{yd} * A} + \frac{M_{y,ed}}{f_{yd} * W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{f_{yd} * W_{el,z}} \leq 1$$

$$0,05 \leq 1$$

**CUMPLE POR RESISTENCIA**

Comprobación por radio de giro:

Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$\beta_y=1,0$  (En el plano del pórtico)

$\beta_z=0,5$  (En el plano perpendicular al pórtico)

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,0 * 3,00 = 3,00 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,5 * 3,00 = 1,50 \text{ m}$$

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{3,00 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 17,28 \text{ mm} \leq 39,1 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1,50 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 8,64 \text{ mm} \leq 14,7 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**CUMPLE POR RADIO DE GIRO**

Comprobación a pandeo:

Puesto que las Cruces de San Andrés son un elemento de la estructura que trabaja a tracción, no será necesaria la comprobación a pandeo en el mismo.



**Comprobación de los ELS:**

En este caso debemos comprobar que el desplome de la barra cumple con la condición del ELS de deformación. Para ello el desplome máximo de la barra debe ser menor o igual a 1/300 de la longitud de esta para la combinación de cargas correspondiente; es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{3,0}{300} = 0,010 \text{ m}$$

$$f_l = 0,0023 \text{ m} \leq 0,010 \text{ m}$$

**CUMPLE ELS**

Tal y como se puede observar la deformación en el arriostramiento de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

Por lo que tomaremos definitivamente para la Cruz de San Andrés Inferior de la estructura es el perfil:

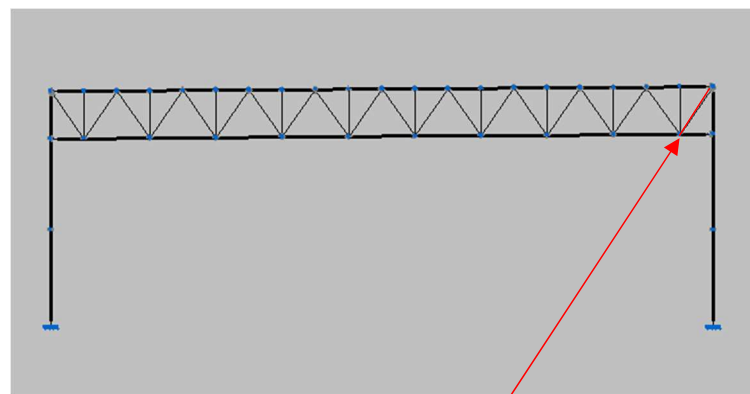
**UPN-100**

#### 4.6 Comprobación de la Celosía

Para la comprobación de la celosía analizaremos por separado los elementos que la componen, por un lado, comprobaremos los diagonales y montantes de esta, y por otro los cordones.

##### 4.6.1 Comprobación de las diagonales y montantes

Tras exportar los datos, observamos que la situación más desfavorable es el 14 ( $1.35*CP+1.5*SU+0.9*V2.a+0.75*N$ ), la barra con mayores esfuerzos en esta situación es el correspondiente a la N114/N83, la cual se muestra a continuación:



Barra N114/N83

- Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con 14 ( $1.35*CP+1.5*SU+0.9*V2.a+0.75*N$ ):

- $M_y = 0,09 \text{ KNm}$
- $M_z = 0,03 \text{ KNm}$
- $V_y = 0,03 \text{ KN}$
- $V_z = -0,06 \text{ KN}$
- $T = 0 \text{ KNm}$
- $N = 212,657 \text{ KN}$

#### Comprobación ELU

Comprobación a resistencia:

$$A \geq \frac{N_{ed}}{f_{yd}} = \frac{212,657 * 10^3}{261,905} = 811,96 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{tubo } 80 \times 80 \times 4$$

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil 80x80x4:

$$\begin{aligned} I_y &= 111 * 10^4 \text{ mm}^4 & I_z &= 111 * 10^4 \text{ mm}^4 \\ i_y &= 30,7 \text{ mm} & i_z &= 30,7 \text{ mm} \\ & & A &= 1170 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

$$\frac{N_{ed}}{f_{yd} * A} + \frac{M_{y,ed}}{f_{yd} * W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{f_{yd} * W_{el,z}} \leq 1$$

Puesto que en nuestro caso la barra solo está sometida a la acción del axil, la inecuación anterior queda simplificada de la siguiente manera:

$$\frac{N_{ed}}{f_{yd} * A} \leq 1$$

$$0,69 \leq 1$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

Comprobación por radio de giro:

Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$\beta_y=1,0$  (En el plano del pórtico)

$\beta_z=0,5$  (En el plano perpendicular al pórtico)

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,0 * 2,18 = 2,18 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,5 * 2,18 = 1,09 \text{ m}$$

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2,18 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 12,55 \text{ mm} \leq 30,7 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1,09 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 6,28 \text{ mm} \leq 30,7 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### CUMPLE POR RADIO DE GIRO

Comprobación a pandeo:

Puesto que no se consideran los momentos en ninguna de las dos direcciones principales, la ecuación para el cálculo de pandeo queda simplificada de la siguiente manera:

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} \leq 1$$

Se calcula el factor de reducción por pandeo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}}$$

Carga crítica:

Dicha carga la calculamos en ambas direcciones, tanto en el plano del pórtico como el perpendicular al mismo.

$$N_{cri,y} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L_{ky}^2} = 484093 \text{ N}$$
$$N_{cri,z} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{kz}^2} = 1936373 \text{ N}$$

Esbeltez reducida:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,y}}} = 0,81 \leq 1 \text{ CUMPLE}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,z}}} = 0,41 \leq 1 \text{ CUMPLE}$$

Para el cálculo del pandeo tomaremos la esbeltez reducida en la dirección y, puesto que genera un caso más desfavorable, así que asumimos que:

$$\lambda_y = \lambda = 0,81$$

El coeficiente de imperfección  $\alpha$  lo obtenemos de las siguientes obtenidas de la norma de acero EAE 2011 y las cuales se corresponden a las tablas 35.1.2.b y 35.1.2.b respectivamente de la citada norma.

Sabiendo que los perfiles están laminados en frío, obtenemos que la curva correspondiente para cualquier tipo de acero es la "a", por lo que el coeficiente de imperfección es el siguiente:

$$\alpha = 0,21$$

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$\Phi = 0,5 * [1 + 0,21 * (0,81 - 0,2) + 0,81^2] = 0,89$$

Siendo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{0,89 + \sqrt{0,89^2 - 0,81^2}} = 0,79$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Obtenido el coeficiente de reducción, se comprueba:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} \leq 1$$

$$0,878 \leq 1$$

**CUMPLE POR RADIO DE GIRO****Comprobación de los ELS:**

En este caso debemos comprobar que el desplome de la barra cumple con la condición del ELS de deformación. Para ello el desplome máximo de la barra debe ser menor o igual a 1/300 de la longitud de esta para la combinación de cargas correspondiente; es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{2,18}{300} = 0,0072 \text{ m}$$

$$f_l = 0,0003 \text{ m} \leq 0,0072 \text{ m}$$

**CUMPLE ELS**

Tal y como se puede observar la deformación en el perfil de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

Por lo que tomaremos definitivamente para las diagonales de la estructura es el perfil:

**Tubo 80x80x4**

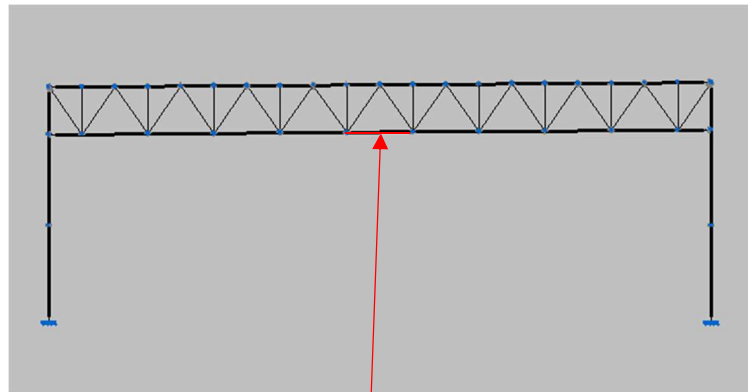
Dicho perfil cumple con todas las restricciones de los ELS y ELU, no obstante, sabiendo que las uniones de los diagonales y montantes al cordón estarán efectuadas mediante soldadura, la norma EHE 2011 en su apartado 59.1 cita que las soldaduras deberán realizarse sobre piezas de al menos 4mm de espesor, así que, como solución, y habiendo realizado los cálculos pertinentes, tomaremos como solución los siguientes perfiles:

- Diagonales: 80x80x4 y 70x70x4
- Montantes: 70x70x4



#### 4.6.2 Comprobación de los cordones

Tras exportar los datos, observamos que la situación más desfavorable es el 14 (1.35\*CP+1.5\*SU+0.9\*V2.a+0.75\*N), la barra con mayores esfuerzos en esta situación es el correspondiente a la N99/N102, la cual se muestra a continuación:



Barra N99/N102

- Esfuerzos de dicha barra obtenida por CYPE con 14 (1.35\*CP+1.5\*SU+0.9\*V2.a+0.75\*N):
- - $M_y = 4,12 \text{ KNm}$
  - $M_z = 1,03 \text{ KNm}$
  - $V_y = 0,146 \text{ KN}$
  - $V_z = -0,667 \text{ KN}$
  - $T = 0 \text{ KNm}$
  - $N = 630,20 \text{ KN}$

#### **Comprobación ELU**

Comprobación a resistencia:

$$A \geq \frac{N_{ed}}{f_{yd}} = \frac{630,20 * 10^3}{261,905} = 2406,22 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{HEB} - 160$$

Mediante el catálogo de perfiles se obtienen los datos de dicho perfil.

Datos de perfil 80x80x4:

$W_{el,y} = 311,5 * 10^3 \text{ mm}^3$	$W_{el,z} = 111,2 * 10^3 \text{ mm}^3$
$I_y = 2492 \text{ mm}^4$	$I_z = 889,2 \text{ mm}^4$
$i_y = 67,8 \text{ mm}$	$i_z = 40,5 \text{ mm}$
$A_{vz} = 17,59 \text{ mm}^2$	$A = 54,3 * 10^2 \text{ mm}^2$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

$$\frac{N_{ed}}{f_{yd} * A} + \frac{M_{y,ed}}{f_{yd} * W_{el,y}} + \frac{M_{z,ed}}{f_{yd} * W_{el,z}} \leq 1$$

Puesto que en nuestro caso la barra solo está sometida a la acción del axil, la inecuación anterior queda simplificada de la siguiente manera:

$$\frac{N_{ed}}{f_{yd} * A} \leq 1$$

$$0,53 \leq 1$$

### CUMPLE POR RESISTENCIA

Comprobación por radio de giro:

Para que el perfil seleccionado cumpla por radio de giro, se tiene que cumplir:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} ; i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$\beta_y=1,0$  (En el plano del pórtico)

$\beta_z=0,5$  (En el plano perpendicular al pórtico)

$$L_{ky} = \beta_y * L = 1,0 * 2,5 = 2,50 \text{ m}$$

$$L_{kz} = \beta_z * L = 0,5 * 2,5 = 1,25 \text{ m}$$

Una vez obtenidas dichas longitudes de pandeo, sustituyendo en las ecuaciones se verificará si el perfil cumple por radio de giro:

$$i_y \geq \frac{L_{ky}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2,50 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 14,40 \text{ mm} \leq 67,8 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$i_z \geq \frac{L_{kz}}{2\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1,25 * 10^3}{2\pi} * \sqrt{\frac{275}{210000}} = 7,20 \text{ mm} \leq 40,5 \text{ mm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### CUMPLE POR RADIO DE GIRO

Comprobación a pandeo:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y,ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z,ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Se calcula el factor de reducción por pandeo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}}$$

Carga crítica:

Dicha carga la calculamos en ambas direcciones, tanto en el plano del pórtico como el perpendicular al mismo.

$$N_{cri,y} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L_{ky}^2} = 8263938 \text{ N}$$
$$N_{cri,z} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{kz}^2} = 11795014 \text{ N}$$

Esbeltez reducida:

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,y}}} = 1,34 \leq 2,7 \text{ CUMPLE}$$
$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cri,z}}} = 1,12 \leq 2,7 \text{ CUMPLE}$$

Para el cálculo del pandeo tomaremos la esbeltez reducida en la dirección y, puesto que genera un caso más desfavorable, así que asumimos que:

$$\lambda_y = \lambda = 1,34$$

El coeficiente de imperfección  $\alpha$  lo obtenemos de las siguientes obtenidas de la norma de acero EAE 2011 y las cuales se corresponden a las tablas 35.1.2.b y 35.1.2.b respectivamente de la citada norma.

Sabiendo que los perfiles están laminados en frío, obtenemos que la curva correspondiente para cualquier tipo de acero es la "a", por lo que el coeficiente de imperfección es el siguiente:

$$\alpha = 0,21$$

Sustituyendo en la ecuación, se tiene:

$$\Phi = 0,5 * [1 + 0,21 * (1,34 - 0,2) + 1,34^2] = 1,52$$

Siendo:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = \frac{1}{1,52 + \sqrt{1,52^2 - 1,34^2}} = 0,45$$

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Los coeficientes de reducción por pandeo lateral y de distribución de momentos quedan definidos en el apartado 2.4.1.1 y sus valores son respectivamente los siguientes:

$$\chi_{LT} = 1$$

$$C_m = 1,0$$

se comprueba:

$$\frac{N_{ed}}{\chi * f_{yd} * A} + \frac{1}{1 - \frac{\chi_{LT} * N_{ed}}{N_{cri,y}}} * \frac{C_{my} * M_{y.ed}}{W_{el,y} * f_{yd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{ed}}{N_{cri,z}}} * \frac{C_{mz} * M_{z.ed}}{W_{el,z} * f_{yd}} \leq 1$$

$$0,98 \leq 1$$

**CUMPLE POR RADIO DE GIRO****Comprobación de los ELS:**

En este caso debemos comprobar que el desplome de la barra cumple con la condición del ELS de deformación. Para ello el desplome máximo de la barra debe ser menor o igual a 1/300 de la longitud de esta para la combinación de cargas correspondiente; es decir:

$$\text{Desplome máximo} = \frac{L}{300} = \frac{2,50}{300} = 0,0083 \text{ m}$$

$$f_l = 0,0006 \text{ m} \leq 0,0083 \text{ m}$$

**CUMPLE ELS**

Tal y como se puede observar la deformación en el perfil de estudio no supera la deformación máxima, por lo que el perfil cumple a deformaciones.

Por lo que tomaremos definitivamente para las diagonales de la estructura es el perfil:

**HEB-160**





## 5 Cálculo de las Placas de Anclaje



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

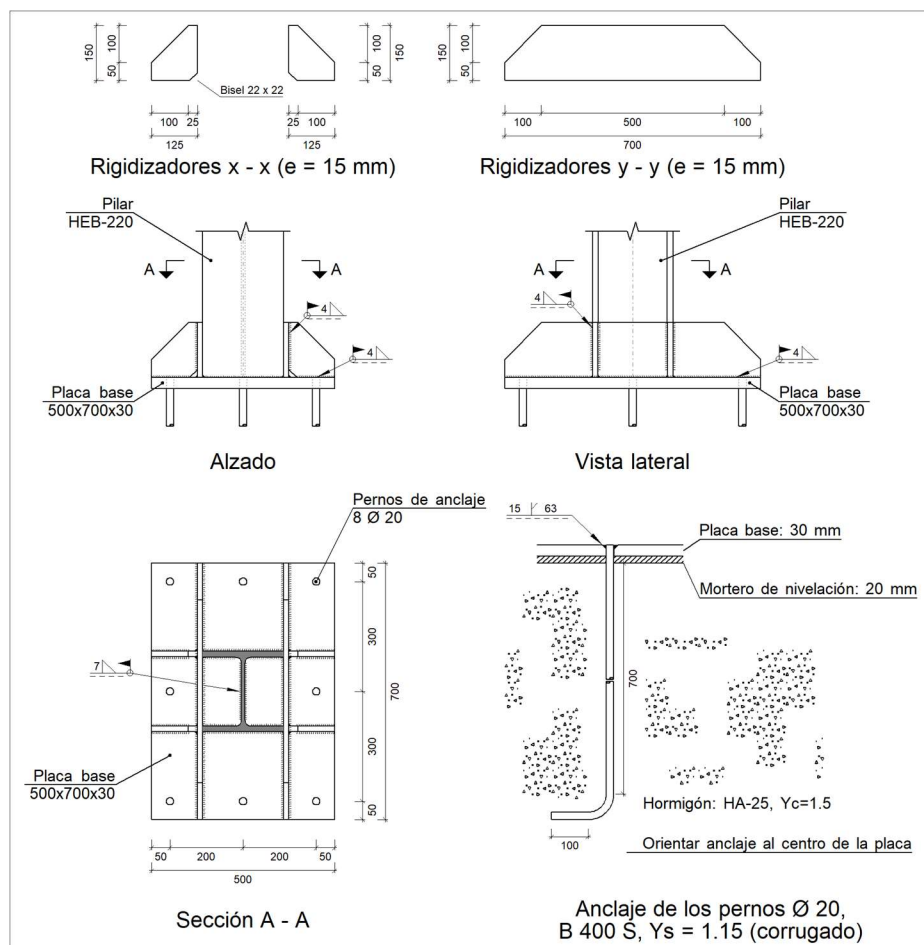
Puesto que nuestra nave en estudio consta de tres tipos de pilares según su longitud, debemos calcular la placa de anclaje para cada uno de estos tipos de pilares. Los esfuerzos actuantes en las bases de estos quedan recogidos en la siguiente tabla:

	Pilares de 9 m	Pilares de 7,2 m	Pilares de 3,3 m
	Nudo más desfavorable: N9	Nudo más desfavorable: N340	Nudo más desfavorable: N382
<b>ESFUERZOS</b>	$M_y = -50,23 \text{ KNm}$	$M_z = -42,43 \text{ KNm}$	$M_y = -42,56 \text{ KNm}$
	$M_z = -6,16 \text{ KNm}$	$M_y = -43,06 \text{ KNm}$	$M_z = 15,27 \text{ KNm}$
	$V_y = -28,617 \text{ KN}$	$V_z = -12,297 \text{ KN}$	$V_y = -4,648 \text{ KN}$
	$V_z = -18,657 \text{ KN}$	$V_y = -22,621 \text{ KN}$	$V_z = -28,497 \text{ KN}$
	$T = 0,001 \cong 0 \text{ KNm}$	$T = 0 \text{ KNm}$	$T = -0,02 \cong 0 \text{ KNm}$
	$N = -313,802 \text{ KN}$	$N = -97,433 \text{ KN}$	$N = -108,328 \text{ KN}$

### 5.1 Placa de Anclaje para Pilares Laterales

Calculo de Nudo más desfavorable: N9

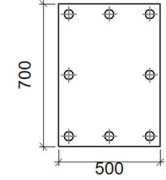
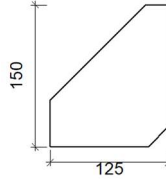
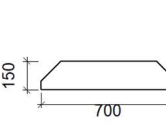
a) Detalle





Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Placa base		500	700	30	8	50	22	15	S275	275.0	410.0
Rigidizador		125	150	15	-	-	-	-	S275	275.0	410.0
Rigidizador		700	150	15	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HEB-220

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1109	9.5	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 200 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 23.7 Calculado: 32.7	Cumple Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 155.57 kN Calculado: 7.18 kN Máximo: 108.9 kN Calculado: 4.67 kN Máximo: 155.57 kN Calculado: 13.86 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 kN Calculado: 8.41 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 37.8677 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 314.29 kN Calculado: 4.4 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 21.0517 MPa Calculado: 26.8773 MPa Calculado: 91.2322 MPa Calculado: 76.0075 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 56063 Calculado: 45149 Calculado: 5705.2 Calculado: 7094.26	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 18.8517 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	125	15.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	128	15.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	125	15.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	128	15.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	125	15.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	128	15.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	125	15.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	128	15.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = -118): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	700	15.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 118): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	700	15.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	15	63	20.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -118): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 118): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	10.3	17.8	4.62	0.0	0.00	410.0	0.85

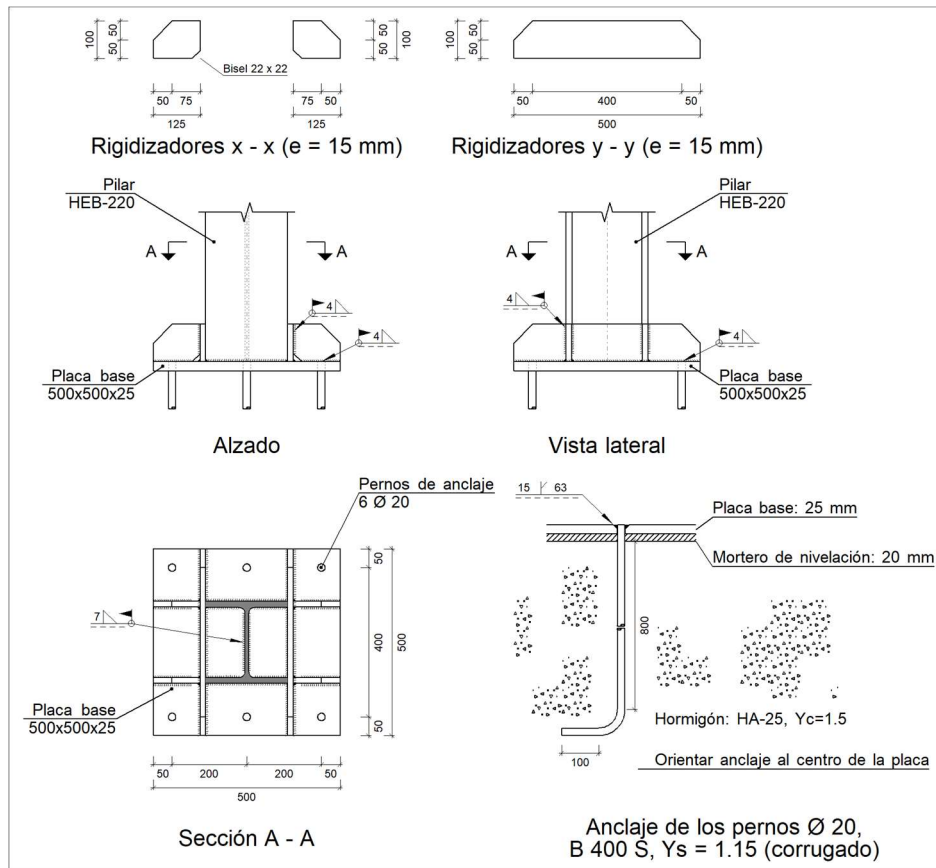
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	15	503
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	4072
			7	1109

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x700x30	82.42
	Rigidizadores pasantes	2	700/500x150/50x15	22.37
	Rigidizadores no pasantes	4	125/25x150/50x15	6.48
	Total			111.27
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 20 - L = 770 + 194	19.02
	Total			19.02

## 5.2 Placa de Anclaje para Pilares de Fachada

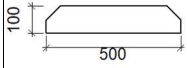
### a) Detalle



### b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Placa base		500	500	25	6	50	22	15	S275	275.0	410.0
Rigidizador		125	100	15	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		500	100	15	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HEB-220

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1109	9.5	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 200 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 19.9 Calculado: 19.9	Cumple Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante:	Máximo: 177.79 kN Calculado: 97.55 kN Máximo: 124.45 kN Calculado: 6.92 kN	Cumple Cumple

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción + Cortante:	Máximo: 177.79 kN Calculado: 107.44 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 kN Calculado: 91.77 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 294.512 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 261.9 kN Calculado: 6.49 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 119.912 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 98.8531 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 184.386 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 167.614 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 6382.61	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 6793.37	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3323.8	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3734.48	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 231.64 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	125	15.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	78	15.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	125	15.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	78	15.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	125	15.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	78	15.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	125	15.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	78	15.0	90.00

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -118): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	500	15.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 118): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	500	15.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	15	63	20.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -118): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 118): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	112.3	194.6	50.43	0.0	0.00	410.0	0.85



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

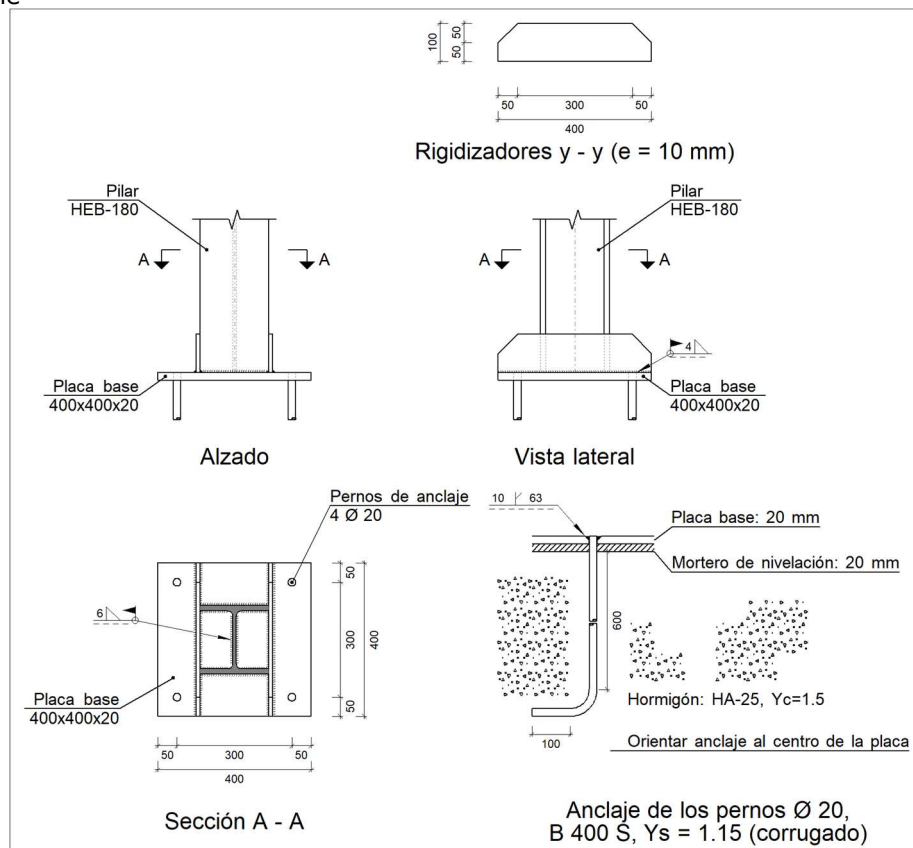
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	15	377
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	3072
			7	1109

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x500x25	49.06
	Rigidizadores pasantes	2	500/400x100/50x15	11.19
	Rigidizadores no pasantes	4	125/75x100/50x15	5.30
	Total			65.55
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	$\varnothing 20 - L = 865 + 194$	15.67
	Total			15.67

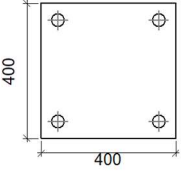
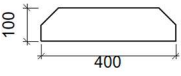
5.3 Placa de Anclaje para Pilares Attilo

a) Detalle



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Placa base		400	400	20	4	40	22	10	S275	275.0	410.0
Rigidizador		400	100	10	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HEB-180

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	895	8.5	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 301 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 25.7	Cumple

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 133.34 kN Calculado: 99.92 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 93.34 kN Calculado: 9.12 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 133.34 kN Calculado: 112.95 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 kN Calculado: 94.51 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 305.138 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 209.52 kN Calculado: 8.48 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 186.054 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 122.92 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 181.288 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 130.718 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1407.71	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1832.17	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4413.73	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6521.2	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -95): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	400	10.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 95): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	400	10.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	10	63	20.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -95): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 95): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	188.0	325.7	84.39	0.0	0.00	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	10	251
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	1544
			6	895

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x400x20	25.12
	Rigidizadores pasantes	2	400/300x100/50x10	5.89
	Total			31.01
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 20 - L = 660 + 194$	8.43
	Total			8.43





## 6 Cálculo de las Uniones



### **6.1 Uniones Articuladas soldadas de la estructura**

Las uniones entre los elementos metálicos de la nave industrial serán soldadas, puesto que, ofrecen un tipo de unión entre elementos poco deformables, son más económicas que las atornilladas, son uniones más sencillas de proyecto y ejecución y ofrecen mejor estanqueidad.

El diseño y cálculo de las diferentes uniones entre elementos se ha realizado siguiendo el CTE DB SE-A, en el cual se establecen los diferentes puntos para la obtención de estas.

El diseño y cálculo de las uniones entre los diferentes elementos se ha realizado mediante la utilización de una tabla Excel y el programa informático Cype-connect. Dichas uniones quedan claramente definidas en los planos adjuntos a este proyecto.

No obstante, el procedimiento que se ha seguido para el dimensionamiento de estas ha sido el siguiente:

En primer lugar, se determinan los esfuerzos producidos sobre el nudo en el cual se desea calcular la unión, descomponiendo estos en sus respectivas direcciones principales.

Obtenidas dichos esfuerzos se calculan los esfuerzos que la unión deberá soportar ya sea axil, cortante o momento, obteniendo los esfuerzos más desfavorables para posteriormente realizar la comprobación.

Tras la obtención de esfuerzos, se realizará el dimensionado del espesor de la garganta y la longitud del cordón de soldadura. Atendiendo al CTE DB SE-A 8.6.1.

- a: Espesor de la garganta

- L: longitud del cordón

Los esfuerzos transmitidos al cordón de soldadura por unidad de longitud se descomponen en cada una de las componentes de tensión normal y tangencial al plano de la garganta, es decir, en dirección paralela y perpendicular al eje del cordón, y a su vez la componente perpendicular en dos, según el CTE DB SE-A 8.6.2.

A continuación, se muestra algunas de las uniones realizadas por el programa.

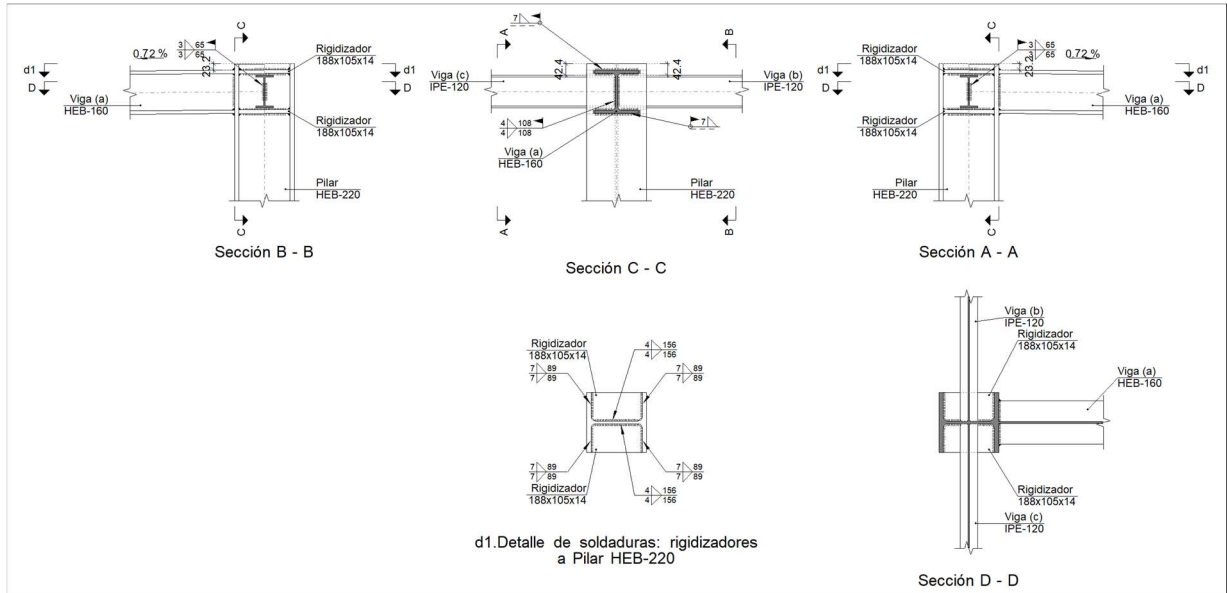


Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

6.1.1 Unión entre Pilar Lateral y la Celosía

Unión de cordón superior y pilar

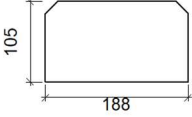
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HEB-220		220	220	16	9.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE-120		120	64	6.3	4.4	S275	275.0	410.0
Viga	HEB-160		160	160	13	8	S275	275.0	410.0

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		188	105	14	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HEB-220

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	20.07	284.43	7.06	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	7.62	261.90	2.91	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	39.82	261.90	15.21	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	8.03	261.90	3.07	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	39.70	261.90	15.16	
Ala	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	33.92	261.90	12.95	
Viga (c) IPE-120	Alma	Punzonamiento	kN	9.23	259.50	3.56
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.39	70.74	0.55
Viga (b) IPE-120	Alma	Punzonamiento	kN	9.01	259.50	3.47
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.33	70.74	0.47

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	89	14.0	89.59	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	156	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	89	14.0	89.59	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	156	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	89	14.0	89.59	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	156	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	89	14.0	89.59	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	156	9.5	90.00	

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	5.4	5.4	0.0	10.8	2.80	5.4	1.64	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	6.4	11.2	2.89	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	28.1	28.3	0.0	56.4	14.62	28.1	8.55	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	33.6	58.2	15.09	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	5.7	5.7	0.0	11.4	2.95	5.7	1.73	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	6.8	11.8	3.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	28.0	28.2	0.0	56.2	14.57	28.0	8.53	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	33.5	58.0	15.04	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HEB-160

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	160	13.0	89.59	
Soldadura del alma	En ángulo	4	108	8.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	160	13.0	89.59	

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	9.6	9.7	0.6	19.4	5.02	9.6	2.94	410.0	0.85
Soldadura del alma	27.3	27.3	11.1	57.8	14.98	27.3	8.31	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	35.4	35.1	0.5	70.4	18.23	35.4	10.78	410.0	0.85

3) Viga (c) IPE-120

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	32.35	261.90	12.35

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	65	4.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	16.7	16.7	0.9	33.5	8.69	16.7	5.10	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE-120

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	31.54	261.90	12.04

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	65	4.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	16.3	16.3	0.7	32.7	8.47	16.3	4.98	410.0	0.85

d) Medición

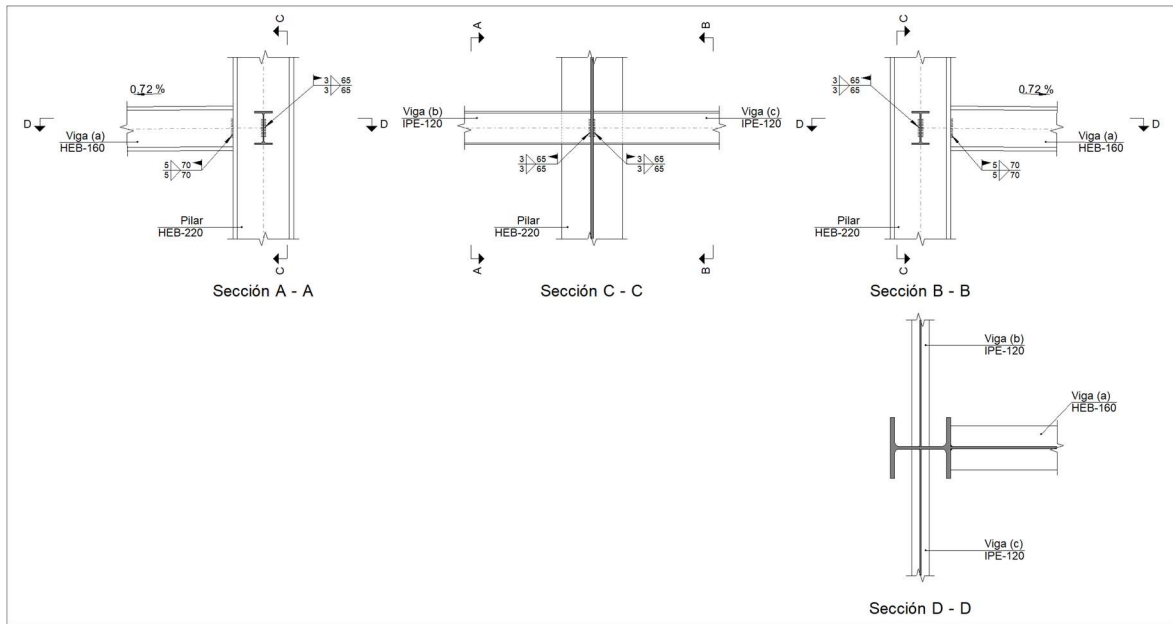
Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1248
			7	1424
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	260
			4	216
			7	624

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x14	8.68
	Total			8.68

Unión de cordón inferior y pilar

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HEB-220		220	220	16	9.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE-120		120	64	6.3	4.4	S275	275.0	410.0

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Viga	HEB-160		160	160	13	8	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HEB-220

Comprobaciones de resistencia						
	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Viga (c) IPE-120	Alma	Punzonamiento	kN	6.00	259.50	2.31
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.62	121.07	0.51
Viga (b) IPE-120	Alma	Punzonamiento	kN	5.75	259.50	2.21
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	0.81	121.07	0.67

2) Viga (a) HEB-160

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	104.95	261.90	40.07

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	5	70	8.0	90.00	

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	58.9	59.7	2.4	119.0	30.85	59.7	18.19	410.0	0.85

3) Viga (c) IPE-120

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	21.09	261.90	8.05

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	65	4.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	10.9	10.9	0.9	21.8	5.65	10.9	3.32	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE-120

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	20.19	261.90	7.71

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	65	4.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	10.4	10.4	0.9	20.9	5.41	10.4	3.18	410.0	0.85

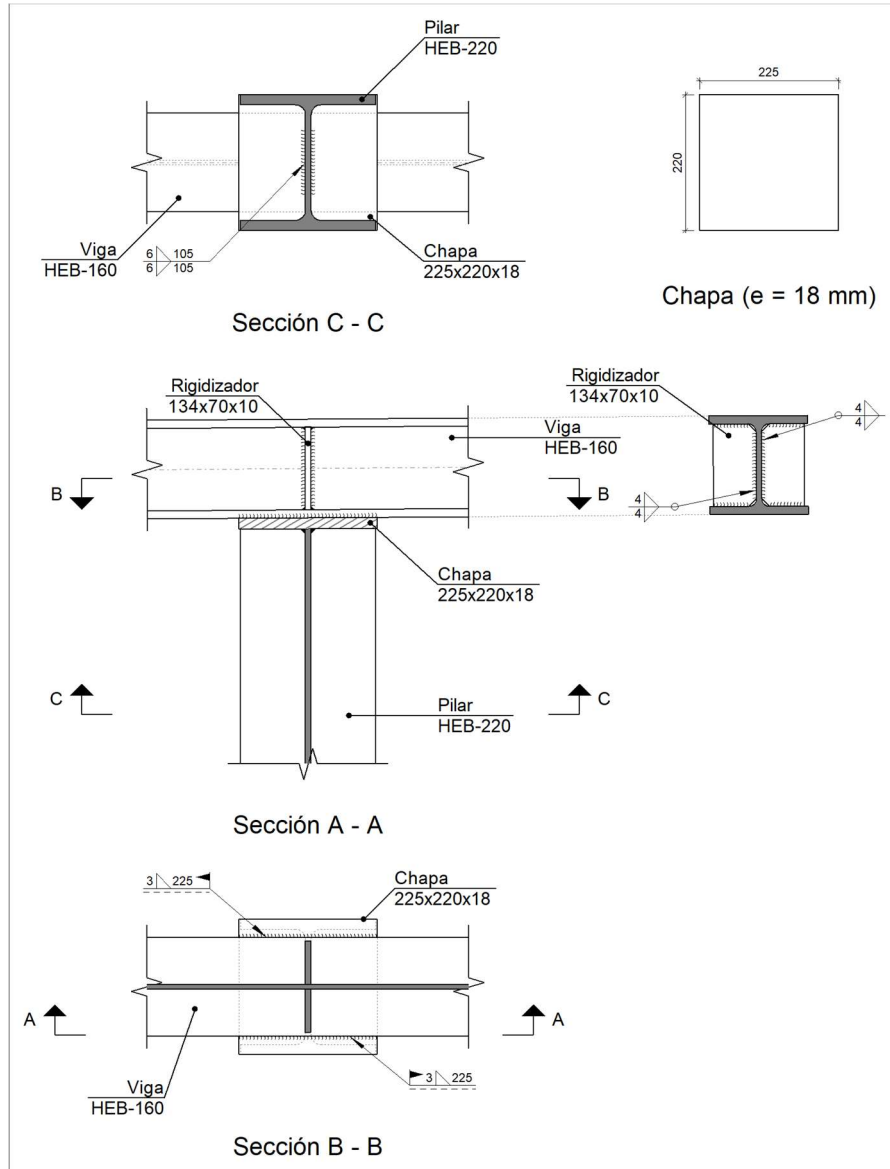
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	260
			5	140

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

6.1.2 Unión entre Pilar de Fachada y Cordón Inferior Celosía

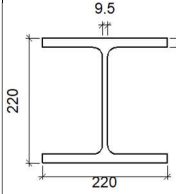
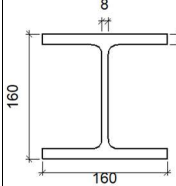
a) Detalle

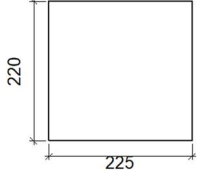
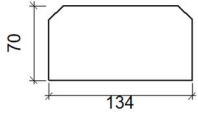




Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HEB-220		220	220	16	9.5	S275	275.0	410.0
Viga	HEB-160		160	160	13	8	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa frontal		225	220	18	S275	275.0	410.0
Rigidizador		134	70	10	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga HEB-160

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	1.61	187.51	0.86
	Tracción	kN	1.61	157.14	1.03

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	108	8.0	90.00				
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	53	8.0	89.59				
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	En ángulo	3	220	13.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	1.9	3.2	0.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	34.1	34.1	0.0	68.1	17.65	34.1	10.38	410.0	0.85

2) Pilar HEB-220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tensiones combinadas	--	--	--	14.53
Alma	Pandeo local	N/mm <sup>2</sup>	37.19	261.90	14.20

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	6	105	9.5	89.59				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	31.6	31.8	5.6	64.3	16.67	31.9	9.71	410.0	0.85

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

d) Medición

<b>Soldaduras</b>				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	888
			6	210
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	450

<b>Chapas</b>				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	134x70x10	1.47
	Chapas	1	225x220x18	6.99
				Total



## **7 Cálculo de la Cimentación**



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Para realizar el cálculo de la cimentación se seguirá el mismo procedimiento que para el cálculo de las placas de anclaje, es decir, se calcularán las zapatas para los pilares HEB-220 y sucesivamente para los pilares HEB-180, independientemente de su longitud, puesto que, el cálculo se realizará con los esfuerzos más desfavorables que actúan sobre estos dos tipos de perfiles.

Los esfuerzos en la base de cada uno de estos pilares coinciden con los utilizados para el cálculo de las placas de anclaje.

En primer lugar, cabe destacar que la tensión del terreno  $\sigma_t$  se ha obtenido de un estudio geotécnico realizado por un equipo especializado en la parcela colindante a la que se situará la nave objeto a proyectar. El valor de dicha tensión es la siguiente:

$$\sigma_t = 0.2 \text{ MPa}$$

El hormigón utilizar en la cimentación será HA-25 y el armado estará compuesto por barras de acero B 500 S. El armado de dicha cimentación se realizará en la parte inferior y superior de las zapatas, en ambas direcciones. El recubrimiento de las armaduras será de 50 mm.

Cabe destacar que todas las zapatas del edificio irán unidas mediante vigas de atado, también armadas con el mismo tipo de acero. Por otro lado, tanto las zapatas como las vigas de atado irán asentadas sobre una base de hormigón de limpieza HL-150/B/20 de 10 cm de espesor.

### 7.1 Cimentación para Pilares Laterales

Referencia: N9		
Dimensiones: 260 x 260 x 110		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0641574 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0527778 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0694548 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0807363 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.0660213 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 572.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 992.9 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>		
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 1.5 Calculado: 7.38	Cumple
- Situaciones accidentales:	Mínimo: 1.1 Calculado: 15.18	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 85.49 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 95.87 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 6.57 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 14.42 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 163 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 5769.2 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 45.5 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 110 cm	Cumple

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia: N9		
Dimensiones: 260 x 260 x 110		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N9:	Mínimo: 40 cm Calculado: 101 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia: N9		
Dimensiones: 260 x 260 x 110		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 37 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 37 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 37 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 37 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 40 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 158.20 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 21.43 kN, Axil concomitante: 339.26 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 166.47 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 10.97 kN, Axil concomitante: 356.99 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.09		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 1157.78 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1157.78 kN		

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia: N8		
Dimensiones: 260 x 260 x 80		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0459108 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0413001 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0515025 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0592524 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.0479709 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 252.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 21866.0 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>		
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 1.5 Calculado: 8.56	Cumple
- Situaciones accidentales:	Mínimo: 1.1 Calculado: 20.93	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 67.02 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 63.68 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 41.30 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 39.73 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 171.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 5769.2 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 49 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N8:	Mínimo: 70 cm Calculado: 71 cm	Cumple

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia: N8		
Dimensiones: 260 x 260 x 80		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0015	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 27 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 27 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 27 cm Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 27 cm Calculado: 62 cm	Cumple

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia: N8		
Dimensiones: 260 x 260 x 80		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 35 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 35 cm Calculado: 57 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 35 cm Calculado: 62 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 35 cm Calculado: 62 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 102.40 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 11.96 kN, Axil concomitante: 219.60 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 130.32 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 6.23 kN, Axil concomitante: 279.47 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.09		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 892.22 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 892.22 kN		

## 7.2 Cimentación para Pilares Fachada

Referencia: N340		
Dimensiones: 220 x 220 x 100		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0401229 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0373761 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0388476 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0855432 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.0379647 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 226.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 175.7 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>		
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.59	Cumple
- Situaciones accidentales:	Mínimo: 1.1 Calculado: 132.15	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 38.45 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 42.36 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 68.4 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 5769.2 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 25.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia: N340		
Dimensiones: 220 x 220 x 100		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N340:	Mínimo: 80 cm Calculado: 91 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0012	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0012	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia: N340		
Dimensiones: 220 x 220 x 100		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 40 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 78.75 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 17.17 kN, Axil concomitante: 168.89 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 84.48 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 0.64 kN, Axil concomitante: 181.16 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

**7.3 Cimentación para Pilares Attilo**

Referencia: N382		
Dimensiones: 180 x 180 x 100		
Armados: Xi:Ø20c/25 Yi:Ø20c/25 Xs:Ø20c/25 Ys:Ø20c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0509139 MPa	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0473823 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0548379 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.111638 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.0548379 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 507.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 81.1 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>		
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.33	Cumple
- Situaciones accidentales:	Mínimo: 1.1 Calculado: 11.85	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 24.55 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 47.04 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 96.1 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 5769.2 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 42.6 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N382:	Mínimo: 60 cm Calculado: 91 cm	Cumple



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia: N382		
Dimensiones: 180 x 180 x 100		
Armados: Xi:Ø20c/25 Yi:Ø20c/25 Xs:Ø20c/25 Ys:Ø20c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0013	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Referencia: N382		
Dimensiones: 180 x 180 x 100		
Armados: Xi:Ø20c/25 Yi:Ø20c/25 Xs:Ø20c/25 Ys:Ø20c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 35 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 40 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 40 cm	Cumple
Abertura de fisuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.01 mm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0 mm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 65.47 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 19.64 kN, Axil concomitante: 140.40 kN		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones accidentales: Resistencia frente al deslizamiento: 62.77 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 5.30 kN, Axil concomitante: 134.61 kN		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.07		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

#### 7.4 **Viga de atado cimentación**

A fin de unir linealmente cada una de las zapatas del edificio, se dispondrá de vigas de atado. El cálculo de las vigas de atado se ha realizado mediante uso de tablas Excel y cálculo automático con el programa Cype.

Estas vigas estarán constituidas de Hormigón Armado HA-25, acero corrugado B500S. La sección de las mismas tendrá dimensiones de 40 x 40 cm, armada con 2 barras de diámetro 12 mm tanto en la parte superior como en la inferior, así como 1 estribo de diámetro 8 mm cada 30 cm.

Para más información sobre dimensiones, disposición o armado consúltense los Planos adjuntos a este proyecto.

Referencia: C.1 [N9-N8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

-TRABAJO FIN DE GRADO-

Proyecto básico estructura nave industrial mecánica

# Parte I

# MEMORIA

ANEJO II ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

**Alumno:** Jorge Artero Ballester

**Tutor:** Pedro Efrén Martín Concepción.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN. ....	5
2	OBJETO.....	5
3	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	5
4	DATOS DE LA OBRA.....	6
5	MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	6
5.1	Introducción .....	6
5.1.1	Previos.....	7
5.1.2	Identificación de los riesgos. ....	8
5.2	Instalaciones provisionales. ....	9
5.2.1	Instalación eléctrica provisional.....	9
5.2.2	Instalación contra incendios.....	10
5.2.3	Instalación de bienestar e higiene.....	10
6	IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS SEGÚN LAS FASES DE OBRA Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN.....	11
6.1	Movimiento de Tierras.....	11
6.1.1	Maquinaria para el movimiento de tierras: .....	12
6.2	EJECUCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN:.....	22
6.2.1	Ejecución de la cimentación: .....	22
6.2.2	Realización de forjado. ....	23
6.2.3	Montaje de la estructura.....	24
6.2.4	Ejecución de la cubierta. ....	26
6.3	EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS Y ALBAÑILERÍA.....	27
6.4	INSTALACIONES (ELECTRICIDAD Y FONTANERÍA).....	29
6.5	TERMINACIONES .....	32
6.5.1	Chapados .....	33
6.5.2	Vidriera .....	34
6.5.3	Pinturas y revestimientos.....	35
7	PRIMEROS AUXILIOS. ....	38
8	NORMATIVA APLICABLE. ....	38
9	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR. ....	41
10	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	41
11	ELABORACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	42



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

12	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS. ....	42
13	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	43
14	LIBRO DE INCIDENCIAS. ....	44
15	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	45
16	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES. ....	45
17	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LA OBRA. ....	45





## 1 INTRODUCCIÓN.

Se elabora el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, dado que en el proyecto de obras redactado y el que este documento forma parte, no se dan ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

## 2 OBJETO.

El estudio básico tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables en la obra, conforme especifica el apartado 2 del artículo 6 del citado Real Decreto.

Igualmente se especifica que a tal efecto debe contemplar:

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## 3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El presupuesto de Ejecución Material de la obra asciende a la cantidad de:

417.592,67 €

(Cuatrocientos diecisiete mil quinientos noventa y dos euros con sesenta y siete centimos)

El plazo de ejecución material es de 6 MESES.

La influencia de la mano de obra en el costo total de la misma se estima en torno al 40%, y teniendo en cuenta que el costo medio de operario pueda ser del orden de 15.000 Euros/año, obtenemos un total de:

$$P.E.M. \times 0,40/15.000 = 11,14 \rightarrow 12 \text{ operarios}$$

$$N^{\circ} \text{ total de jornadas de los trabajadores} > 500$$



Como se puede observar el número total de jornadas de los trabajadores es superior a 500, por lo que según el apartado 1 del artículo 4 del R.D. 1627/1997, se redacta el presente ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

#### 4 DATOS DE LA OBRA.

Tipo de Obra: Nave Industrial

Emplazamiento: Polígono Industrial "Fuente del Jarro" (Paterna), C/ Villa de Madrid, 2A

Superficie Construida: 1000 m<sup>2</sup>.

Técnico del Estudio Básico de Seguridad y Salud: Promotor (técnico competente)

Descripción del Emplazamiento: La zona donde se ubicará la nave es la 1ª Fase del Polígono Industrial Fuente del Jarro, término municipal de Paterna. La parcela está delimitada en sus partes oeste y norte por varias naves industriales de diferentes propietarios, en su parte sur por la C/ Villa de Madrid y en su parte este por una parcela sin construcción ni actividad.

Topografía: El solar se puede asemejar a un triángulo, con una superficie de parcela de 3219 m<sup>2</sup>. La superficie del solar es plana y no existe ninguna construcción actualmente.

Características del Terreno: El terreno es un suelo fino de tipo arcilloso.

#### 5 MEMORIA CONSTRUCTIVA.

Cumplimiento del R.D. 1626/97 del 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

##### 5.1 Introducción

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes y enfermedades profesionales, así como la información útil para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, y los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a término sus obligaciones en el terreno de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, de acuerdo con el R.D. 1627/1997 del 24 de octubre por el cual se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Según el artículo 7º de dicho Real Decreto, y por aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud del que forma parte este documento, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de Obra.





En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de esta, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

5.1.1 Previos



Previo a la iniciación de los trabajos en la obra, debido al paso continuado de personal, se acondicionarán y protegerán los accesos, señalizando conveniente los mismos y protegiendo el contorno de la actuación con señalizaciones, siendo las mínimas las siguientes:

- Señales de advertencia:

Señal (Pictograma)	Significado	Señal (Pictograma)	Significado
	Carga Suspendida		Vehículo de Mantenición
	Riesgo de tropezar		Caída a Distinto nivel

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Señales de prohibido:

Señal (Pictograma)	Significado	Señal (Pictograma)	Significado
	Entrada prohibida a persona no autorizada		Prohibido pasar a los peatones

- Señales de obligado:

Señal (Pictograma)	Significado	Señal (Pictograma)	Significado
	Protección cabeza (en toda la obra)		Protección pies (en toda la obra)
	Uso de Chaleco* (en toda la obra)		Protección manos (zona trabajo)
	Protección del oído (Zona trabajo)		Protección vista (zona trabajo)

(\*) No es una señal admitida en el R.D. 485/1997

### 5.1.2 Identificación de los riesgos.

Sin perjuicio de las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud aplicadas en la obra establecida en el Anexo IV del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, se enumeran a continuación los riesgos particulares de diferentes trabajos de obra, todo y considerando que algunos de ellos se pueden dar durante el proceso de ejecución de la obra.

Se deberá cuidar muy especialmente en los riesgos más usuales en las obras tales como: caídas, cortes, quemaduras, y golpes, adoptando en todo momento la postura más correcta para el trabajo que se realice. Además, se ha de tener en cuenta las posibles repercusiones en las estructuras de edificios colindantes y se deberá prestar atención en minimizar los riesgos de incendio.

## 5.2 *Instalaciones provisionales.*

### 5.2.1 Instalación eléctrica provisional.

Puesto que en la parcela donde se proyecta la estructura no dispone de electricidad será necesario implantar una instalación eléctrica provisional.

Toda instalación cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

#### Riesgos más frecuentes

- Heridas punzantes en manos.
- Caída de personas en altura o al mismo nivel.
- Descarga eléctrica de origen directo o indirecto.
- Trabajos con tensión.
- Intentar bajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está interrumpida.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Usar equipos inadecuados o deteriorados.

#### Protecciones colectivas

Mantenimiento periódico de la instalación, con revisión del estado de las mangueras, toma de tierras, enchufes, etc.

Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica y guantes aislantes. Comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento. Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobra eléctrica. Taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

#### Normas de actuación durante los trabajos

- Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.
- Los tramos aéreos serán tensados con piezas especiales entre apoyos. Si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 Kg. Fijando a estos el conductor con abrazaderas.
- Los conductores si van por el suelo, no se pisarán ni se colocarán materiales sobre ellos, protegiéndose adecuadamente al atravesar zona de paso.
- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de zonas de trabajo, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles estarán convenientemente aislados y serán estancos al agua.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales a presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada. No estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Las lámparas de alumbrado estarán a una altura mínima de 2,50 metros del suelo, estando protegidas con cubierta resistente las que se puedan alcanzar con facilidad.
- Las mangueras deterioradas se sustituirán de inmediato.
- Se señalarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.
- Se darán instrucciones sobre medidas a tomar en caso de incendio o accidente eléctrico.
- Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso de personas a los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

### 5.2.2 Instalación contra incendios

#### Normas de Actuación Durante los Trabajos.

- Prohibición de fumar en las proximidades de líquidos inflamables y materiales combustibles. No acopiar grandes cantidades de material combustible.
- No colocar fuentes de ignición próximas al acopio de material.
- Revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional.
- Retirar el material combustible de las zonas próximas a los trabajos de soldadura.

#### Instalación de maquinaria

Se dotará a todas las máquinas de los oportunos elementos de seguridad.

### 5.2.3 Instalación de bienestar e higiene.

Debido a que instalaciones de esta índole admiten una flexibilidad a todas luces natural, pues es el Jefe de obra quien ubica y proyecta las mismas en función de su programación de obra se hace necesario, ya que no se diseña marcar las pautas y condiciones que deben reunir, indicando el programa de necesidades y su superficie mínimo en función de los operarios cálculos.

#### Abastecimiento de agua

Será necesario un abastecimiento provisional de agua potable durante la ejecución de la obra, puesto que en el solar en el que se realizará no posee suministro alguno.

## 6 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS SEGÚN LAS FASES DE OBRA Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN.

### 6.1 *Movimiento de Tierras.*

Los riesgos más frecuentes del movimiento de tierras se muestran a continuación:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de materiales transportados
- Choques o golpes contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria
- Lesiones y/o cortes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Ruido, contaminación acústica
- Vibraciones
- Ambiente pulvígeno
- Cuerpos extraños en los ojos
- Contactos eléctricos directos e indirecto
- Inhalación de sustancias tóxicas
- Ruinas, hundimientos, desplomes en edificios colindantes.
- Condiciones meteorológicas adversas
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas
- Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria.
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
- Contagios por lugares insalubres
- Explosiones e incendios
- Derivados acceso al lugar de trabajo

#### Normas y medidas preventivas:

- ✓ Todo el personal que maneje vehículos será especialista en el manejo de este, estando acreditado documentalmente.
- ✓ Los vehículos serán revisados periódicamente, al menos una vez por semana, en especial los mecanismos de accionamiento mecánico.
- ✓ Está terminantemente prohibido sobrecargar los vehículos y la disposición de la carga no ofrecerá riesgo alguno para el propio vehículo ni para las personas que circulen en las inmediaciones.
- ✓ Los vehículos tendrán claramente la tara y carga máxima.
- ✓ Se prohíbe el transporte de personas fuera de la cabina de conducción y en número superior al de asientos.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- ✓ Los equipos de carga para rellenos serán dirigidos por un jefe coordinador que puede ser el vigilante de seguridad.
- ✓ Los tajos, cargas y cajas se regarán periódicamente en evitación de deformación de polvaredas.
- ✓ Se señalarán los accesos, recorridos y direcciones para evitar interferencias entre los vehículos durante su circulación.
- ✓ Se instalarán topes de limitación de recorrido en los bordes de los terraplenes de vertido.
- ✓ Las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por personas especialmente destinadas a esta función.
- ✓ Se prohíbe la permanencia de personas en un radio inferior a 5 m. En torno a las palas, retroexcavadoras, compactadoras y apisonadoras en movimiento.
- ✓ Todos los vehículos empleados en excavaciones y compactaciones estarán dotados de bocina automática de aviso de marcha atrás.
- ✓ Se señalarán los accesos a la vía pública mediante señales normalizadas de manera visible con “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y STOP.
- ✓ Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad antivuelco.

TODOS LOS VEHÍCULOS ESTARÁN DOTADOS CON PÓLIZA DE SEGURO CON RESPONSABILIDAD CIVIL ILIMITADA

Protecciones individuales:

Todas las prendas de protección personal deberán estar homologadas por los organismos correspondientes:

- Casco de polietileno.
- Botas impermeables o no de seguridad.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico intercambiable.
- Guantes.
- Cinturón anti-vibratorio.
- Ropa de trabajo adecuada.

**6.1.1 Maquinaria para el movimiento de tierras:**

Dada la gran incidencia de utilización de esta maquinaria en la obra objeto del presente Estudio de Seguridad, a continuación, se expone los riesgos más comunes y las medidas de seguridad aplicables a cada una de las máquinas estudiadas por separado.

Consideramos como más representativas las que se reseñan a continuación:

1. Palas cargadoras
2. Retroexcavadoras
3. Bulldozers



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

4. Camiones de transportes en general.
5. Motovolquete autopropulsado
6. Compactadores
7. Pisones mecánicos

Riesgos comunes en todas las máquinas:

- Los derivados de su circulación. Vuelos, atropellos, atrapamientos, proyecciones vibraciones y ruidos formación de polvo.
- Los provocados por su uso específico características de cada tipo de máquina y su trabajo realizado y los particulares de mantenimiento de sus mecanismos.

Normativas preventivas generales:

- ✓ Las máquinas estarán dotadas de faros de marcha adelante y retroceso servofreno, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores a ambos lados del pórtico de seguridad antivuelco, cabinas anti-impactos y extintores.
- ✓ Las máquinas serán revisadas diariamente comprobando su buen estado.
- ✓ Periódicamente (determinar plazos) se redactará un parte de revisión que será controlado por el Vigilante de Seguridad y estará a disposición de la Dirección Facultativa.
- ✓ Se prohíbe permanecer, transitar o trabajar dentro del radio de acción de las máquinas en movimiento.
- ✓ Durante el periodo de paralización se señalará su entorno con indicaciones de peligros prohibiendo expresamente la permanencia del personal en sus proximidades o bajo ellas.
- ✓ La maquinaria no entrará en funcionamiento en tanto no se haya señalado convenientemente la existencia de líneas eléctricas en Servicio.
- ✓ De producirse un contacto de una máquina con una línea eléctrica teniendo la máquina rodadura de neumáticos el conductor permanecerá inmóvil en su asiento y solicitará auxilio por medio de la bocina. Acto seguido se inspeccionará el posible puenteo eléctrico con el terreno y de ser posible el salto, sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista SALTARÁ FUERA DEL VEHÍCULO, SIN TOCAR AL MISMO TIEMPO LA MÁQUINA Y EL TERRENO.
- ✓ Antes del abandono de la máquina el conductor dejará en reposos, en contacto con el suelo el órgano móvil de la máquina y accionando el freno de mano y parado el motor.
- ✓ Las pasarelas o peldaños de acceso a las máquinas permanecerán siempre limpios de barros gravas o aceites en evitación de lesiones.
- ✓ Se prohíbe en estas máquinas el transporte de personas.
- ✓ Se instalarán de manera adecuada donde sea necesario topes de recorrido y señalización de tráfico y circulación.

### **1-Pala cargadora sobre neumáticos:**

#### Riesgos más comunes:

- Atropellos del personal de otros trabajos.
- Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.
- Abandono de la máquina sin apagar el contacto.
- Vuelcos y caídas por terraplenes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Contactos con conducciones aéreas o enterradas.
- Desplomes de taludes o terraplenes.
- Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento)
- Proyección de materiales durante el trabajo.
- Caídas desde el vehículo.
- Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

#### Normas preventivas:

Entregar a los maquinistas las siguientes normas de funcionamiento (evidenciar entrega):

- ✓ Para subir y bajar de la máquina utilizar los peldaños de acceso,
- ✓ No abandonar el vehículo saltando del mismo si no hay peligro.
- ✓ No efectúe trabajos de mantenimiento con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.
- ✓ No permitir acceder a la máquina a personal no autorizado.
- ✓ Adopte las precauciones normales cuando mantenga la máquina y use las prendas de protección personal recomendadas.
- ✓ Comprobar antes de dar servicio al área central de la máquina que está instalado el eslabón de traba.
- ✓ Para manipular repostar etc. desconectar el motor.
- ✓ No liberar los frenos de la máquina en posición de parada sin instalar los tacos de inmovilización.
- ✓ Durante las operaciones de repostado y mantenimiento adopte las medidas de precaución recomendadas en la Norma.
- ✓ Todas las palas dispondrán de protección en cabina antivuelco pórtico de seguridad.
- ✓ Se prohíbe abandonar la máquina con el motor en marcha o con la pala, levantada.
- ✓ Los ascensos o descensos de la cuchara se efectuarán siempre utilizando marchas cortas estando ésta en carga.
- ✓ Se prohíbe usar la cuchara para cualquier cosa que no sea su función específica, como transportar personas, izarlas, utilizar la cuchara como grúa etc.
- ✓ Las palas estarán equipadas con un extintor timbrado y revisado.
- ✓ La conducción de la pala se hará equipado con ropa adecuada.
- ✓ Son de aplicación todas las Normas Generales expuestas con anterioridad.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Protecciones individuales:

Casco de polietileno, gafas anti-proyecciones, ropa adecuada, guantes de cuero 1 goma o PVC para labores de mantenimiento, cinturón elástico anti-vibratorio, calzado antideslizante y mascarillas antipolvo.

**2-Retroexcavadora sobre neumáticos:**

Riesgos más comunes:

- Los enumerados para las palas cargadoras.
- Los derivados de situaciones singulares por trabajo empleando bivalva.

Normas preventivas:

- ✓ Entregar a los maquinistas la hoja de recomendaciones e instrucciones enumerada anteriormente para palas cargadoras.
- ✓ En los trabajos con bivalva, extremar las precauciones en el manejo del brazo y controlar cuidadosamente las oscilaciones de la bivalva.
- ✓ Acotar la zona de seguridad igual a la longitud de alcance máximo del brazo de la "retro".
- ✓ Serán de aplicación las normas generales de protección en cabina (aros antivuelco) y los escapes de gases del motor sobre su incidencia en el área del conductor.
- ✓ Los conductores no abandonarán la máquina sin antes haber parado el motor y depositado la cuchara en el suelo. Si la cuchara es bivalva estará cerrada.
- ✓ Los desplazamientos se efectuarán con la cuchara apoyada en la máquina evitando balanceos.
- ✓ Se prohíben específicamente los siguientes puntos:
  - El transporte de personas.
  - Efectuar con la cuchara o brazo trabajos puntuales distintos de los propios de la máquina.
  - Acceder a la máquina para su manejo con equipo inadecuado.
  - Realizar trabajos sin usar los apoyos de inmovilización.
  - Utilizar la "retro" como una grúa. Estacionar la máquina a menos de 3 m. del borde de tajos inseguros.
  - Realizar trabajos dentro de un tajo por otros equipos estando la "retro" en funcionamiento.
  - Verter los productos de la excavación a menos de 2 m. del borde de esta. (como norma general). Esta distancia de seguridad para las zanjas estará en función del tipo de terreno y de la profundidad de la zanja.

Protecciones individuales:

- Las indicadas para los trabajos realizados con palas cargadoras.



### **3-Bulldozer**

#### Riesgos más comunes:

- Los enumerados para la pala cargadora.
- Los específicos de las máquinas traccionadas por orugas en terrenos enfangados.

#### Normas preventivas:

Entregar a los maquinistas las normas generales de seguridad para el manejo y conservación de las máquinas que efectuaran movimientos de tierras.

- ✓ Las enumeradas anteriormente para palas cargadoras y retroexcavadoras
- ✓ Para abandonar la máquina además de depositar en el suelo la pala, se procederá de forma con el escarificador.
- ✓ Como norma general la distancia de seguridad de aproximación a los bordes de los taludes para los bulldozers, será de 3 metros.
- ✓ En las proximidades de los bulldozers en funcionamiento se prohibirá la realización de otros trabajos.
- ✓ Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará la zona en prevención de desprendimientos.
- ✓ Como norma general se evitará en lo posible superar la velocidad de 3 Km/h. en el movimiento de tierras.
- ✓ Se prohíbe la utilización de estas máquinas en las zonas de los trabajos cuba pendiente sea en torno al 50 por ciento.
- ✓ Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará al pie de los taludes aquellos materiales que pudieran desprenderse con facilidad accidentalmente sobre el tajo.

#### Protecciones individuales:

- Las indicadas anteriormente para palas cargadoras y "retros"

### **4-Camiones de transportes en general.**

#### Riesgos más comunes:

Los inherentes a la circulación por el interior del recinto de las obras, como son:

Atropellos y/o Choques con otros vehículos

Específicos de su trabajo o del entorno: Vuelcos por accidentes del terreno, Vuelcos por desplazamientos de cargas, Caídas y atrapamientos del personal operario de las obras.



Normas preventivas:

- ✓ Respetar las normas de circulación interna de la obra.
- ✓ Efectuar cargas y descargas en los lugares designados al efecto.
- ✓ Buen estado de los vehículos.
- ✓ Uso de calzos en las ruedas además del freno de mano.
- ✓ Acceso y abandono de las cajas de transporte de mercancías mediante el uso de escalerillas de mano.
- ✓ Dirigir las maniobras de carga y descarga por una persona adecuada.
- ✓ El colmo máximo permitido para materiales sueltos debe ser menos del 5 por ciento en su pendiente.
- ✓ Instalación de las cargas en las cajas de manera uniforme.
- ✓ En caso de disponer de grúa auxiliar el camión, el gancho de ésta, estará provisto de pestillo de seguridad.
- ✓ Los operarios encargados de las operaciones de carga y descarga de materiales estarán provistos del siguiente equipo:
  - Guantes o manoplas de cuero adecuadas al trabajo.
  - Botas de seguridad.
- ✓ Se les instruirá para la adopción de las siguientes medidas:
  - No trepar ni saltar de las cajas de los camiones.
  - Para guiar cargas en suspensión usar los cabos guías.
  - No permanecer debajo de las cargas.

Protecciones individuales:

Casco, cinturón, botas de seguridad, ropa de trabajo adecuada, manoplas o guantes de cuero y salva hombros y cara.

**5-Motovolquetes Autopropulsados.**

Riesgos más comunes:

Los derivados por tratarse de un vehículo en circulación:

- Atropellos.
- Choques.

Los producidos por ser una herramienta de trabajo:

- Vuelcos durante el vertido o en tránsito.
- Vibraciones, ruidos y polvo ambiental.
- Golpes con la manivela de puesta en marcha.



Normas preventivas:

- ✓ Los conductores serán personal especializado comprobado.
- ✓ Usarlo como una máquina no como un automóvil.
- ✓ Comprobar el buen estado del vehículo antes de su utilización. Frenos neumáticos etc.
- ✓ Manejar con atención y cuidado la manivela de puesta en marcha y ni accionar ésta sin accionar el freno de mano.
- ✓ No cargar por encima del peso límite ni con colmos que dificulten la visibilidad frontal.
- ✓ No verter en vacíos o cortes del terreno sin los topes de recorrido.
- ✓ Respetar las señales de circulación interna.
- ✓ Remontar pendientes preferiblemente marcha atrás.
- ✓ No usar velocidades inadecuadas. Máxima velocidad 20 Km./h.
- ✓ No transportar piezas que sobresalgan excesivamente.
- ✓ Nunca transportar personas en la cuba.
- ✓ Los conductores tendrán carné de conducir clase B
- ✓ Para trabajos nocturnos tendrán los dumpers faros de marcha adelante y de marcha atrás.

Protecciones individuales:

Casco protector, ropa de trabajo adecuada, cinturón elástico anti-vibratorio y calzado adecuado.

**6-Compactadores.**

Riesgos más comunes:

- Atropello o atrapamiento del personal de servicio.
- Pérdida del control de la máquina por avería de alguno de sus mecanismos durante su funcionamiento.
- Vuelcos o caídas por pendientes.
- Choque contra otros vehículos.
- Caídas de personas al subir o bajar. Conductores
- Ruidos y vibraciones.
- Los derivados de la pérdida de atención por trabajo monótono.
- Los derivados de su mantenimiento.

Normas preventivas:

- ✓ Los conductores y operarios serán de probada destreza en la máquina.
- ✓ Se entregará al conductor del rodillo las normas generales de seguridad para conductores de máquinas.
- ✓ Se observarán en esta máquina las medidas preventivas indicadas anteriormente sobre utilización de maquinaria pesada.



Normas de seguridad para las compactadoras:

- ✓ Se trata de una máquina peligrosa, por lo que debe extremarse la precaución para evitar accidentes.
- ✓ Para subir o bajar a la cabina deben utilizarse los peldaños y asideros dispuestos para tal menester para evitar caídas y lesiones.
- ✓ No debe accederse a la máquina encaramándose por los rodillos.
- ✓ No debe saltarse directamente al suelo si no es por peligro inminente para el conductor.
- ✓ No hay que tratar de realizar «ajustes» con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.
- ✓ No debe permitirse el acceso a la compactadora de personas ajenas y menos a su manejo.
- ✓ No debe trabajarse con la compactadora en situación de avería o de semi avería.
- ✓ Para evitar las lesiones durante las operaciones de mantenimiento, hay que poner en servicio el freno de mano, bloquear la máquina y parar el motor extrayendo la llave de contacto.
- ✓ No deben guardarse combustible ni trapos grasientos sobre la máquina, pueden producirse incendios.
- ✓ La tapa del radiador no debe levantarse en caliente. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras graves.
- ✓ Hay que protegerse con guantes si por alguna causa debe tocar el líquido anticorrosión y además con gafas anti-proyecciones.
- ✓ El aceite del motor y del sistema hidráulico debe cambiarse en frío para evitar quemaduras.
- ✓ Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables, por lo que si deben ser manipulados no se debe fumar ni acercar fuego.
- ✓ Si debe tocarse el electrólito, (líquidos de la batería), se hará protegido con guantes impermeables ya que el líquido es corrosivo.

Protecciones individuales:

Casco de polietileno y protectores auditivos.  
Cinturón elástico anti-vibratorio.  
Gafas anti-proyecciones y antipolvo.  
Calzado adecuado para conducción de vehículos.  
Guantes de protección para mantenimiento.

### **7-Grúas autopropulsadas.**

#### **Riesgos más comunes:**

- Vuelco.
- Atropellos, atrapamientos y caídas.
- Golpes de la carga suspendida.
- Desprendimientos de las cargas manipuladas.
- Contactos con conducciones eléctricas.
- Caídas al acceder o abandonar la cabina.
- Lesiones propias del mantenimiento de la máquina.

#### **Normas y medidas preventivas:**

- ✓ Controlar el libro de mantenimiento de la grúa y revisiones.
- ✓ El gancho o doble gancho estará dotado de pestillo de seguridad.
- ✓ Comprobar el perfecto apoyo de los gatos.
- ✓ Controlar las maniobras de la grúa por un especialista.
- ✓ Comprobar el no sobrepasar la carga máxima admitida en función de la longitud y pendiente o inclinación del brazo de la grúa.
- ✓ Mantener siempre a la vista la carga. De no ser posible efectuar las maniobras con un señalista experto.
- ✓ Se prohíbe expresamente arrastrar las cargas con estas máquinas.
- ✓ Se respetará la distancia de seguridad de 5 metros.
- ✓ Hacer cumplir al maquinista las normas de seguridad y mantenimiento de la máquina que enumeramos a continuación:
  - Mantener la grúa alejada de los terrenos inseguros.
  - No pasar el brazo de la grúa por encima del personal.
  - No dar marcha atrás sin el auxilio de un ayudante.
  - No realizar trabajos sin una buena visibilidad.
  - No realizar arrastres de cargas o esfuerzos sesgados.
  - Izar una sola carga cada vez.
  - Asegurar la estabilidad de la máquina antes de trabajar.
  - No abandonar la grúa con una carga suspendida.
  - Respetar las cargas e inclinaciones de pluma máximas.
  - Asegure los aparatos de izado y ganchos con pestillos.
  - Atender fielmente las medidas de seguridad de la obra.
  - Usar las prendas de seguridad y protección personal adecuadas





Protecciones individuales:

Casco de polietileno.

Guantes adecuados de conducción, impermeables, para manipular, etc.

Calzado adecuado de seguridad, aislante etc.

Finalmente mostramos a continuación las normas para entregar a los maquinistas que tengan que conducir las máquinas para movimiento de tierras.

---

**NORMAS DE SEGURIDAD GENERALES PARA ENTREGAR A LOS MAQUINISTAS QUE HAYAN DE CONducIR LAS MÁQUINAS PARA MOVIMIENTOS DE TIERRAS**

- Para subir y bajar de la máquina utilice los peldaños y asideros de que dispone los vehículos se evitan lesiones por caídas.
- No acceder a la máquina encaramándose a través de la llanta al ordenar las cubiertas.
- Suba y baje del vehículo frontalmente por el acceso a la cabina agarrándose con ambas manos de forma segura.
- No abandone el vehículo saltando desde el mismo si no existe situación de peligro.
- No realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en marcha. Pare y efectúe las operaciones necesarias.
- No permita el acceso a la máquina a ninguna persona no autorizada.
- No trabaje en situación de semi-avería. Corrija las deficiencias y continúe su trabajo.
- En las operaciones de mantenimiento apoye los órganos móviles del vehículo en el suelo, pare el motor, accione el freno de mano y bloquee la máquina. Realice a continuación lo necesario.
- No guardar trapos sucios o grasientos ni combustible en el vehículo, producen incendios.
- No levante en caliente la tapa del radiador.
- Protéjase con guantes para manejar líquidos. Use las gafas de protección y mascarillas antipolvo cuando sea necesario.
- Para cambiar aceites del motor o de los sistemas hidráulico el hágalo en frío.
- Los líquidos de las baterías son inflamables, recuérdelo.
- Para manipular el sistema eléctrico, parar siempre el motor y quite la llave de contacto.
- No libere los frenos en posición de parada sin antes haber colocado los calzos de las ruedas.
- Si ha de arrancar el motor usando baterías de otro vehículo, evite saltos de corriente. Los electrolitos producen gases inflamables.
- Vigile la presión de los neumáticos.
- Para llenar los neumáticos sitúese tras la banda de rodadura y previniendo una rotura de la manguera.
- Compruebe el buen funcionamiento de la máquina antes de empezar el trabajo después de cada parada.
- Ajuste bien el asiento para alcanzar los controles con facilidad.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Si contacta con cables eléctricos proceda como sigue:
    - Separe la máquina del lugar del contacto.
    - Toque la bocina indicando situación peligrosa.
    - Pare el motor y ponga el freno de mano.
    - Salte del vehículo EVITANDO ESTAR EN CONTACTO AL MISMO TIEMPO CON LA MÁQUINA Y EL SUELO.
  - No abandone el vehículo con el motor en marcha.
  - No abandone el vehículo sin haber dejado los órganos móviles apoyados en el suelo.
  - No transporte personas en la máquina ni en el interior de la cabina de conducción.
  - Compruebe el buen estado del arco de protección antivuelco de su vehículo.
  - Cumpla por su seguridad las instrucciones sobre el manejo de las máquinas durante la realización de los trabajos y adopte las medidas preventivas del PLAN DE SEGURIDAD.
- 

## 6.2 EJECUCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN:

### 6.2.1 Ejecución de la cimentación:

#### Riesgos más comunes:

Los riesgos más comunes del vertido del hormigón se detallan a continuación:

- Caídas de personas u objetos al mismo nivel.
- Caídas de personas u objetos a distinto nivel.
- Contactos con el hormigón, dermatitis del cemento.
- Fallos en entibaciones.
- Corrimientos de tierras.
- Vibraciones por manejos de aparatos vibradores del hormigón.
- Ruido ambiental.
- Electrocutación por contactos eléctricos.

#### Normas y medidas preventivas:

Teniendo en cuenta que el vertido del hormigón se realizará mediante canaleta las normas y medidas preventivas serán las siguientes:

- ✓ Se instalarán topes al final del recorrido de los camiones hormigonera evitando vuelcos o caídas.
- ✓ No acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- ✓ No situar operarios tras los camiones hormigoneras durante el retroceso en las maniobras de acercamiento.
- ✓ Se instalarán barandillas sólidas en el borde de la excavación.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- ✓ La maniobra de vertido será dirigida por el capataz o encargado
- ✓ Antes del inicio del Hormigonado se revisará el buen estado de las entibaciones.
- ✓ Se instalar pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar, formadas por al menos tres tablonos tablados. (60 cm).
- ✓ Iguales pasarelas se instalarán para facilitar el paso y movimientos de las personas que hormigona.
- ✓ Se respetará la distancia de seguridad (2 m) con fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse a las zanjas para verter el hormigón.
- ✓ Siempre que sea posible el vibrado se efectuara desde el exterior de la zanja utilizando el cinturón de seguridad.

Protecciones individuales:

Todas las prendas de protección personal deberán estar homologadas por los organismos correspondientes y a continuación se relacionan:

- Casco de polietileno con barbuquejo.
- Guantes de cuero, goma o PVC.
- Botas de cuero, goma o lona de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Cinturones de seguridad A, B o C.
- Gafas de seguridad anti-proyecciones.

6.2.2 Realización de forjado.

Riesgos más comunes:

En nuestra nave en estudio, el forjado está compuesto por losas alveolares prefabricadas, por lo que los riesgos más comunes serán los que se detallan a continuación:

- Golpes a las personas por el transporte en suspensión y acoplamiento de grandes piezas.
- Atrapamientos durante las maniobras de ubicación.
- Caídas de personas al mismo o distinto nivel.
- Vuelco o desplome de losas alveolares.
- Cortes por manejo de herramientas o maquinas herramientas.
- Aplastamientos al recibir y acoplar las piezas.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Normas y medidas preventivas:

- ✓ Las losas alveolares se izarán del gancho de la grúa mediante el auxilio de balancines.
- ✓ La pieza en suspensión se guiará mediante cabos sujetos a los laterales por un equipo de tres hombres. Dos de ellos gobernarán los movimientos de la pieza mediante los cabos, mientras un tercero guiará la maniobra.
- ✓ Una vez la pieza este presentada en su destino, se procederá sin descolgarla del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos al montaje definitivo, concluido el cual se desprenderá del balancín.
- ✓ Diariamente el vigilante de seguridad revisará el buen estado de los elementos de elevación, eslingas, balancines, pestillos de seguridad, etc. anotándolo en su libro de control.
- ✓ Se prohíbe permanecer o transitar bajo piezas suspendidas.
- ✓ Las losas alveolares se descargarán de los camiones y se acopiarán en los lugares destinados al efecto.
- ✓ Se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de ser posible, de forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.
- ✓ Queda prohibido guiar las losas en suspensión con las manos y a tal efecto, los cabos guías se amarrarán antes de su izado.
- ✓ Cuando una pieza llegue a su punto de colocación girando, se inmovilizará empleando únicamente el cabo guía, nunca empleando las manos o el cuerpo.

Protecciones individuales:

Todas las prendas de protección personal deberán estar homologadas por los organismos correspondientes y a continuación se relacionan:

- Cascos de polietileno con barbuquejo.
- Guantes de cuero, goma o PVC.
- Botas de seguridad con punteras reforzadas.
- Cinturones de seguridad A o C.
- Ropa adecuada al trabajo.

6.2.3 Montaje de la estructura.

Proceso.

La estructura de la nave está proyectada con piezas prefabricadas de acero. El proceso del montaje se puede desglosar en las siguientes fases:

1. Llegada del camión con las piezas, descarga y acopio.
2. Fijación de la pieza con los elementos necesarios a la grúa especial para este uso.
3. Elevación de la pieza, acercamiento, presentación y acoplamiento.
4. Fijación o anclaje de la pieza una vez acoplada.

Riesgos más frecuentes.

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caída de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Atropellos, colisiones, alcances y vuelcos de camiones.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Ruidos, contaminación acústica
- Vibraciones
- Ambiente pulvígeno
- Cuerpos extraños en los ojos
- Caída de piezas una vez en su sitio por deficiencia o mal anclaje
- Golpes a las personas durante las maniobras de transporte, acercamiento y acoplamiento de las piezas con la grúa.
- Dermatitis por contacto de hormigón.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Inhalación de vapores.
- Rotura, hundimiento, caídas de encofrados y de entibaciones.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
- Contagios por lugares insalubres.
- Explosiones e incendios.
- Derivados de medios auxiliares usados.
- Radiaciones y derivados de la soldadura
- Quemaduras en soldadura oxicorte.
- Derivados acceso al lugar de trabajo

Normas y medidas preventivas:

- ✓ Estos trabajos serán realizados, como mínimo, por un montador y su ayudante, el que lleva la grúa y dos personas que acercan la pieza a su acoplamiento.
- ✓ La zona por donde circula en vuelo la pieza se señalizará y ninguna persona estará debajo de ella.
- ✓ Ninguna pieza, una vez acoplada, se dejará suelta sin fijación.

Protecciones personales y colectivas.

- Uso del casco.
- Uso del cinturón de seguridad.
- Uso de calzado especial para golpes.
- Guantes de cuero.

6.2.4 Ejecución de la cubierta.

Proceso

- Transporte de los paneles sándwich a la cubierta.
- Colocación de los paneles.
- Fijación de los paneles a las correas.

Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caída de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Ruidos, contaminación acústica
- Vibraciones
- Ambiente pulvígeno
- Cuerpos extraños en los ojos
- Dermatitis por contacto de cemento y cal.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas
- Derivados de medios auxiliares usados
- Quemaduras en impermeabilizaciones.
- Derivados del acceso al lugar de trabajo.
- Derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustibles



Normas y medidas preventivas:

- ✓ Cuando se trabaje en la cubierta se prohibirá el paso por debajo de la zona de trabajo.
- ✓ Se trabajará sobre plataformas autoportantes o grúa con cesto para poner el panel nervado.
- ✓ Para transitar sobre la cubierta se emplearán tablonas que se apoyarán sobre las correas.
- ✓ Uso obligatorio del casco dentro de la planta baja.

Protecciones personales y colectivas.

- Este trabajo será realizado, como mínimo, por un oficial y su ayudante.
- Uso del cinturón de seguridad.
- Guantes de cuero contra cortes.
- Las herramientas se llevarán sujetas en un mosquetón para evitar la caída.

### **6.3 EJECUCIÓN DE CERRAMIENTOS Y ALBAÑILERÍA.**

Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caída de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos, aplastamientos en medios de elevación y transporte.
- Lesiones y/o cortes en manos.
- Lesiones y/o cortes en pies.
- Cuerpos extraños en los ojos
- Dermatitis por contacto de cemento y cal.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Derivados medios auxiliares usados
- Derivados del acceso al lugar de trabajo.



### Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. Por encima de los 2 m, todo andamio debe estar provisto de barandilla de 0,90m de altura y rodapié de 0,20m.

El acceso a los andamios de más de 1,50m de altura se hará por medio de escaleras de mano provistas de apoyos antideslizantes en el suelo y su longitud deberá sobrepasar por lo menos 0,70m. de nivel del andamio. Siempre que sea indispensable montar el andamio inmediato a un hueco de fachada o forjado, será obligatorio para los operarios utilizar el cinturón de seguridad, o alternativamente dotar el andamio de sólidas barandillas.

Mientras los elementos de madera o metálicos no están debidamente recibidos en su emplazamiento definitivo, se asegurará su estabilidad mediante cuerdas, cables, puntales o dispositivos equivalentes. A nivel del suelo, se acotarán las áreas de trabajo y se colocará la señal “Riesgo de caída de objetos”, y en su caso “Peligro, cargas suspendidas”.

### Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco, guantes y botas con puntera reforzada. En todos los trabajos de altura en que no se disponga de protección de barandillas o dispositivos equivalentes, se usará cinturón de seguridad para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de estos.

### Andamios

Debe disponerse de los andamios necesarios para que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros. Hasta 3m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos. Por encima de 3m. y hasta 6m. máxima altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados. Todos los tablones que forman la andamiada deberán estar sujetos a las borriquetas por lés, y no deben volar más de 0,20m. La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60m. Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriqueta o caballete sólidamente construido.

### Revisiones

Diariamente, antes de iniciar el trabajo en los andamios se revisará su estabilidad la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso, así como los cinturones de seguridad y sus puntos de enganche.



#### 6.4 **INSTALACIONES (ELECTRICIDAD Y FONTANERÍA).**

##### Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caídas de objetos sobre operarios
- Choques o golpes contra objetos
- Atrapamientos y aplastamientos
- Lesiones y/o cortes en manos
- Lesiones y/o cortes en pies
- Sobreesfuerzos
- Ruido, contaminación acústica
- Cuerpos extraños en los ojos
- Afecciones en la piel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Ambientes pobres en oxígeno
- Inhalación de vapores y gases
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas
- Explosiones e incendios
- Derivados de medios auxiliares usados
- Radiaciones y derivados de soldadura
- Quemaduras
- Derivados del acceso al lugar de trabajo
- Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles

##### Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas. Previamente a la iniciación de los trabajos, se establecerán puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.

Siempre que sea posible se instalará una plataforma de trabajo protegida con barandilla y rodapié.

##### Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad y calzado antideslizante. En pruebas con tensión, calzado y guantes aislantes.

Cuando se manejen cables se usarán guantes de cuero.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de estos.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Escaleras

Las escaleras por usar, si son de tijera, estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura; si son de mano tendrán dispositivos antideslizantes y se fijarán a puntos sólidos de la edificación y sobrepasarán en 0,70 m., como mínimo el desnivel a salvar. En ambos casos su anchura mínima será de 0,50 m.

Medios auxiliares

Los taladros y demás equipos portátiles alimentados por corriente eléctrica tendrán doble aislamiento. Las pistolas fija-clavos, se utilizarán siempre con su protección.

Pruebas

Las pruebas con tensión se harán después de que el encargado haya revisado la instalación, comprobando no queden a terceros, uniones o empalmes sin el debido aislamiento.

Normas de actuación durante los trabajos

- ✓ Si existieran líneas cercanas al tajo, si es posible, se dejarán sin servicio mientras se trabaja; y si esto no fuera posible, se apantallarán correctamente o se recubrirán con macarrones aislantes.
- ✓ En régimen de lluvia, nieve o hielo, se suspenderá el trabajo.
- ✓ Se habrán de mantener en buen estado de conservación los medios auxiliares, las herramientas de trabajo y la maquinaria.
- ✓ Todos los medios deben estar homologados según la normativa vigente.
  - Talud natural del terreno
  - Limpieza de bolos y viseras.
  - Apuntalamientos, apeos.
  - Achique de aguas.
  - Redes en huecos horizontales.
  - Separación y organización del tránsito de vehículos y operarios.
  - No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
  - Avisadores ópticos y acústicos en la maquinaria.
  - Protección de las partes móviles de la maquinaria
  - Inmovilización de camiones mediante accesorios adecuados durante los trabajos de carga y descargo.
  - Cabinas o pórticos de seguridad.
  - No acopiar materiales junto borde excavación.
  - Conservación adecuada de las vías de circulación
  - Vigilancia de los edificios colindantes.
  - No permanecer bajo el frente de la excavación
  - Distancia de seguridad preventiva respecto a las líneas eléctricas



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Uso de barandillas en frentes de forjado y en aquellos puntos con desnivel superior a 2 m.
- Protección de fachadas adecuadas para evitar la caída de objetos mediante redes o lonas.
- Señalización de las zonas de peligro.
- Montaje de grúas por empresa especializada con revisiones periódicas, control de la carga máxima, delimitación del radio de acción, frenada, etc....
- Adecuación de soluciones de ejecución en el estado real de los elementos (subsuelo, edificaciones vecinas).
- Uso de canalizaciones de evacuación de escombros, correctamente instaladas.
- Plataformas adecuadas para descargo de material.
- Pasos o pasarelas.
- Andamios de seguridad.
- Mallazos.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso peldañeada y protegida.
- Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Cabinas o pórticos de seguridad.
- Iluminación natural o artificial adecuada.
- Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Distancia de seguridad a las líneas eléctricas.
- Utilización de casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel homologados.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad contra el polvo y protección de partículas.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.
- Ropa de Trabajo.
- Traje de agua (impermeable).
- En zonas elevadas sin protección, se habrán de establecer puntos seguros de anclaje de elementos de seguridad homologados

## 6.5 TERMINACIONES

### Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamiento y aplastamientos.
- Atropellos, colisiones, alcances, vuelcos de camiones.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Ambientes pobres en oxígeno.
- Inhalación de vapores y gases.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Explosiones e incendios.
- Derivados de medios auxiliares usados.
- Radiaciones y derivados de soldadura.
- Quemaduras.
- Derivados del acceso al lugar de trabajo.
- Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles.
- Afecciones de las vías respiratorias.
- Afecciones oculares.
- Electrocuciiones.

### Protecciones colectivas

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.
- Los locales cerrados donde se utilicen colas, disolventes o barnices se mantendrán cerrados alejándolos de cualquier foco de calor o chispa.
- El izado de piezas de solado se hará en jaulas, bandejas o dispositivos similares dotados de laterales fijos de forma que impidan la caída durante la elevación.
- Al almacenar sobre los forjados las piezas de solado se deberá tener en cuenta la resistencia.
- Cuando el local no disponga de luz natural suficiente, se le dotará de iluminación eléctrica, cuya instalación irá a más de 2 m sobre el suelo y proporcionará una intensidad mínima de 100 lux.

### Protecciones personales

Es obligado el uso del casco y es aconsejable utilizar guantes de goma homologados para todo el personal de esta unidad de obra. El corte de las piezas de solado debe realizarse por vía húmeda, cuando esto no sea posible, se dotará al operario de mascarilla y gafas antipolvo homologadas. En el caso de que las máquinas produzcan ruidos que sobrepasen los umbrales admisibles, se dotarán al operario de tapones amortiguadores.

### Protecciones contra los riesgos de las máquinas

El disco y demás órganos móviles de la sierra circular están protegidos para evitar atracones y cortes.

Las máquinas eléctricas que se utilicen, si no poseen doble aislamiento, lo cual viene indicado en la placa de características por el símbolo, se dotarán de interruptores diferenciales con su puesta a tierra correspondiente, que se revisarán periódicamente conservándolos en buen estado. Diariamente, antes de poner en uso una cortadora eléctrica se comprobará el cable de alimentación con especial atención a los enlaces con la máquina y con la toma de corriente.

### Normas de actuación durante los trabajos

Se evitará fumar o utilizar cualquier aparato que produzca chispas durante la aplicación y el secado de las colas y barnices.

A continuación, describiremos los riesgos más frecuentes, normas y protecciones de las distintas terminaciones que posee nuestro proyecto, así tenemos:

#### 6.5.1 Chapados

##### Riesgos más frecuentes

- Caída de personas y de materiales.
- Afecciones de la piel.

##### Protecciones colectivas

Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas.

Cuando no se disponga de iluminación artificial cuya intensidad mínima será de 100 lux. hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos.

Por encima de 3m. y hasta 6m. máxima altura permitida para este tipo de andamios se emplearán borriquetas arriostradas.

La plataforma de trabajo debe tener una anchura mínima de 0,60m., los tablonces que la forman deben estar sujetos a las borriquetas mediante lías y no deben volar más de 0,20m. En los trabajos de altura la plataforma estará provista de barandillas de 0,90m. y de rodapiés de 0,20m.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Protecciones personales

- Será obligatorio el uso de casco y guantes.
- Es aconsejable que el corte de azulejos y mosaicos se haga por vía húmeda cuando esto no sea posible, se dotará al operario de gafas antipolvo.
- Protecciones contra los riesgos de las máquinas.
- El disco y demás órganos móviles de la sierra circular estarán protegidos para evitar atracones y cortes.
- Las máquinas eléctricas que se utilicen para corte de piezas, si no poseen doble aislamiento, lo cual viene indicado en la placa de características por el símbolo, se dotarán de interruptores diferenciales con su puesta a tierra correspondientes.

Normas de actuación durante los trabajos

Se prohíbe apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito que no sea la borriqueta o caballete sólidamente construido.

Antes de iniciar el trabajo en los andamios, el operario revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de la andamiada y escaleras de mano.

El andamio se mantendrá en todo momento libre de todo material que no sea estrictamente necesario. El acopio que sea obligado encima del andamio estará debidamente ordenado.

No se amasará el mortero encima del andamio manteniéndose éste en todo momento libre de mortero. El andamio se dispondrá de tal forma que el operario no trabaje por encima de los hombros.

Se prohíbe lanzar herramientas o materiales desde el suelo al andamio o viceversa.

6.5.2 Vidriera

Riesgos más frecuentes

- Caída de personas.
- Caída de materiales.
- Cortaduras.

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo, se acotarán las áreas de trabajo y se colocarán las señales “Riesgo de caída de objetos”, y en su caso “Peligro, cargas suspendidas”. Siempre que se trabaje sobre cubiertas planas o inclinadas cuya consistencia pueda ser insuficiente para soportar el equipo de trabajo, se dispondrán careras de tablones o dispositivos equivalentes debidamente apoyados y sujetos.

En las zonas de trabajo se dispondrá de cuerdas o cables de retención, argollas, y otros puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.

## Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

### Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad, calzado consistente y guantes o manoplas que protejan incluso las muñecas. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de estos.

### Manipulación

Se señalarán los vidrios con amplios trazos de cal o de forma similar, siempre que su color u otra circunstancia no haga necesario acentuar su visibilidad tanto en el transporte dentro de la obra como una vez colocados.

La manipulación de grandes cristales se hará con la ayuda de ventosas.

El almacenamiento en obra de vidrios debe estar señalado, ordenado convenientemente y libre de cualquier material ajeno a él.

En el almacenamiento, transporte y colocación de vidrios se procurará mantenerlos en posición.

### Normas de actuación durante los trabajos

La colocación de cristales se hará siempre que sea posible desde el interior de los edificios.

Para la colocación de grandes vidrierías desde el exterior, se dispondrá de una plataforma de trabajo protegida con barandilla de 0,90 m. de altura y rodapié de 0,20 m. a ocupar por el equipo encargado de guiar y recibir la vidriería en su emplazamiento. Mientras las vidrierías, lucernarios o estructuras equivalentes no estén debidamente recibidas en un emplazamiento definitivo, se asegurará su estabilidad mediante cuerdas, cables, puntales o dispositivos similares.

Los fragmentos de vidrio procedentes de recortes o roturas se recogerán lo antes posible en recipientes destinados a ello y se transportarán a vertedero, procurando reducir al mínimo su manipulación.

Por debajo de 0°, o si la velocidad del viento es superior a los 50 Km/h., se suspenderá el trabajo de colocación de cristales.

### 6.5.3 Pinturas y revestimientos.

#### Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caída de personas.
- Caída de materiales.
- Intoxicación por emanaciones.
- Salpicaduras a los ojos. Lesiones de la piel.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. Los puestos de trabajo que no dispongan de la iluminación natural suficiente se dotarán de iluminación artificial, cuya intensidad mínima será de 100 lux.

La pintura de exteriores, o nivel del suelo y durante la ejecución de revestimientos exteriores, se acotarán las áreas de trabajo a nivel del suelo y se colocará la señal “Peligro, riesgo de caída de objetos”, protegiendo los accesos al edificio con viseras, pantallas o medios equivalentes.

Siempre que durante la ejecución de esta unidad deban desarrollarse trabajos en distintos niveles superpuestos, se protegerá adecuadamente a los trabajadores de los niveles inferiores.

Se recomienda la instalación de elementos interdependientes de los andamios que sirvan para enganche del cinturón de seguridad. Los accesos a los andamios se dispondrán teniendo en cuenta las máximas medidas de seguridad.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco, guantes, mono de trabajo y gafas.

Cuando la aplicación se haga por pulverización, será obligatorio además uso de mascarilla buco nasal.

En los trabajos en altura, siempre que no se disponga de barandilla de protección, se usará cinturón de seguridad para el que obligadamente se habrán previsto puntos fijos de enganche. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de estos.

Escaleras

Las escaleras por usar, si son de tijera estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura; si son de mano tendrán dispositivo antideslizante. En ambos casos su anchura mínima será de 0,50 m.

Andamios de borriquetas

Hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostamientos. Por encima de 3 m. de altura y hasta 6 m. máximo de altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Todos los tablones que forman la andamiada deberán estar sujetos por lías, y no deben volar más de 0,20 m. La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60 m. Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea el borriquete o caballete sólidamente construido.





### Andamios sobre ruedas

Su altura no podrá ser superior a 4 veces su lado menor. Para alturas superiores a 2 m. se dotará al andamio de barandillas de 0,90 m. y rodapié de 0,20 m. El acceso a la plataforma de trabajo se hará por escaleras de 0,50 m. de ancho mínimo, fijas a un lateral de andamio, para alturas superiores a los 5 m. la escalera estará dotada de jaulas de protección. Las ruedas estarán previstas de dispositivos de bloqueo. En caso contrario se acuñarán por ambos lados. Se cuidará apoyen en superficies resistentes, recurriendo si fuera necesario a la utilización de tabloneros u otro dispositivo de reparto del peso. Antes de su utilización se comprobará su verticalidad. Antes de su desplazamiento desembarcará el personal de la plataforma de trabajo y no volverá a subir al mismo hasta que el andamio esté situado en su nuevo emplazamiento.

### Paredes

Debe disponerse de los andamios necesarios para que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros. Hasta 3m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos.

Por encima de 3m. y hasta 6m. máxima altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados. Todos los tabloneros que forman la andamiada deberán estar sujetos a las borriquetas por lías, y no deben volar más de 0,20m. La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60m.

Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea el borriquete o caballete sólidamente construido.

### Techos

Se dispondrán de una plataforma de trabajo a la altura conveniente, de 10 m<sup>2</sup> de superficie mínima o igual a la de la habitación en que se trabaje, protegiendo los huecos de fachada con barandilla de 0,90 m. de altura y rodapié de 0,20 m.

### Normas de actuación durante los trabajos

El andamio se mantendrá en todo momento libre que no sea estrictamente necesario para la ejecución de este trabajo. Se prohibirá la preparación de masas sobre los andamios colgados.

En las operaciones de izado y descenso de estos andamios se descargará de todo material acopiado en él y sólo permanecerá sobre el mismo las personas que hayan de accionar los aparejos.

Se pondrá especial cuidado para que en todo momento se conserve su horizontalidad. Una vez que el andamio alcance su correspondiente altura se sujetará debidamente a la fachada del edificio.



### Revisiones

Diariamente, antes de empezar los trabajos de andamios colgados, se revisarán todas sus partes: pescantes, cables, aparejos de elevación, liras o palomillas, tabloneros de andamiada, barandillas, rodapiés y ataduras. También se revisarán los cinturones de seguridad y sus puntos de enganche.

## **7 PRIMEROS AUXILIOS.**

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente según la normativa vigente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

Al principio de la obra, se indicarán la situación de los centros médicos a los cuales se habrá de trasladar a los accidentados. Se dispondrá en la obra en sitio visible, de una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias.

## **8 NORMATIVA APLICABLE.**

- ✓ Ley 31/1.995, de 8 de noviembre (BOE 10/11/95), de Prevención de Riesgos Laborales.
- ✓ Real decreto 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- ✓ Real Decreto Legislativo 5/2.000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracción y Sanciones de Orden Social.
- ✓ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- ✓ 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.
  - Modificado por:
    - Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE nº 274, de 13 de noviembre)
    - Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y 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. (BOE nº 127, de 29 de mayo)
    - Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. (BOE nº 204, de 25 de agosto)



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (BOE nº 71, de 23 de marzo)
- ✓ Directiva 92/57/CEE de 24 de junio (DO: 26/08/92)
- ✓ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo.
- ✓ Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- ✓ Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- ✓ Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- ✓ Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- ✓ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ✓ Real Decreto 34/2008, de 18 de enero, por el que se regulan los certificados de profesionalidad.
- ✓ Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- ✓ Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ✓ Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- ✓ Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intercomunitaria de los equipos de protección individual (modificación Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero).
- ✓ Real Decreto 1495/1.986 de 26 de mayo, sobre Reglamento de Seguridad en las Máquinas, derogado por el Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- ✓ Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido del Estatuto de los Trabajadores.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- ✓ 93/44/CEE del Consejo, de 14 de junio, por la que se modifica la Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
  - Legislación Nacional:
    - Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas (BOE 08.02.95).
    - 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 (BOE 07.08.97)
    - Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE 13.11.04)
- ✓ ORDENANZA DE TRABAJO PARA LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCIÓN, VIDRIO Y CERÁMICA DE 28 DE AGOSTO DE 1.970, con especial atención a: Art. 165 a 176 - Disposiciones generales. Art. 183 a 291 — Construcción en general. Art. 334 a 341 - Higiene en el Trabajo.
- ✓ CONVENIO COLECTIVO DEL GRUPO DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS DE VALENCIA.
- ✓ PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA.



## 9 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

*(En la introducción del Real Decreto 1627/1.997 y en el apartado 2 del Artículo 2 se establece que el contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.*

*Como en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, será previsible la existencia del Coordinador en /a fase de ejecución.*

*Así como también queda reflejado en el Real decreto 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.)*

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1.627/1 .997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## 10 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención
- de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

## **11 ELABORACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de esta, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

## **12 OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.**

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
  - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### **13 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.**

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.



3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 2177/2004.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

*Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.*

#### **14 LIBRO DE INCIDENCIAS.**

En el centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo. (Sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan).

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.





## **15 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencia quedando facultado para en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos y en su caso de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

## **16 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## **17 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LA OBRA.**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

En el Presupuesto de Ejecución Material, (PEM) del proyecto, se ha reservado un capítulo con una partida alzada de 12.831,74 para Seguridad y Salud.

Por lo firma abajo expresa, el Promotor afirma conocer y estar de acuerdo con todos los documentos que componen este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

*NOTA: "AL FINAL DE ESTE DOCUMENTO SE DEBE DE INCLUIR LA FIRMA DEL INGENIERO QUE REALIZA EL ESTUDIO DE SEGURIDAD INDICANDO LA FECHA DE ESTA".*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

-TRABAJO FIN DE GRADO-

Proyecto básico estructura nave industrial mecánica

# Parte I

# MEMORIA

ANEJO III SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

**Alumno:** Jorge Artero Ballester

**Tutor:** Pedro Efrén Martín Concepción.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN. ....	5
2	DATOS PREVIOS: .....	5
3	TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA. ....	5
4	CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO. ....	6
5	SECTORES DE INCENDIO. ....	7
6	COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. ....	7
7	MATERIALES. ....	7
8	ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS PORTANTES. ....	8
8.1	Comprobación de requisitos de Resistencia .....	8
9	RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS DE CERRAMIENTO. ....	9
10	EVACUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL. ....	9
11	VENTILACIÓN. ....	10
12	ALMACENAMIENTO. ....	10
13	INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. ....	10
14	ALUMBRADO DE EMERGENCIA. ....	11
15	ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN. ....	12
16	INSTALACIÓN ELECTRICA .....	12



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## 1 INTRODUCCIÓN.

El objetivo del presente anejo es la comprobación del cumplimiento del reglamento de seguridad contra incendios de establecimientos industriales correspondiente al RD 2267/2004.

## 2 DATOS PREVIOS:

2.1. El uso de la nave industrial y objeto de esta memoria está destinado a la industria del REMODELADO DE CHAPA Y PINTURA DE GRANDES VEHÍCULOS.

2.2. Se encuentra situada en el Polígono Industrial Fuente del Jarro, C/Vila de Madrid,2A, Paterna, Valencia, en un solar que se puede asemejar a un triángulo, las distancias de la nave a los extremos del solar son: 5 m por su lado noroeste, 19,50 m por su lado sureste, 5 metros por su lado noreste y 17,5 por su lado suroeste (en su lado más corto). Las paredes de la misma están compuestas de losas prefabricadas de hormigón armado con un espesor de 16 cm.

2.3. El número de Operarios que se prevé que trabajen en el taller es de 10.

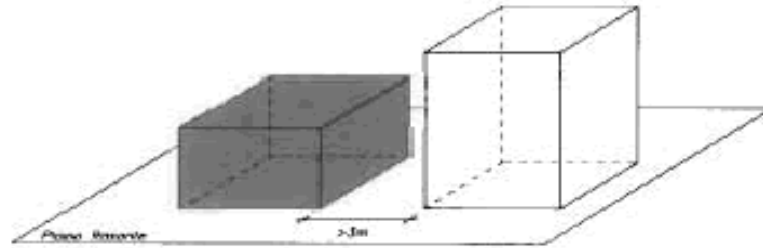
2.4. La nave en estudio dispone de un altillo para vestuarios, cuyas dimensiones son 4 m de ancho por 10m de largo. Según establece el citado reglamento en su artículo 3 “Compatibilidad reglamentaria”, los establecimientos industriales:

*“Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen unos determinados límites indicados establecidos en el reglamento”.*

2.5. En la parte inferior del altillo se disponen 20 m<sup>2</sup>, para el almacenaje de los materiales necesarios para el desarrollo de la actividad, se calculara dicho espacio como si solo tuviera “stock” de pintura almacenado en 1 m de altura (h).

## 3 TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA.

Según el punto 2 del ANEXO I del citado reglamento se establecen varios tipos de tipologías constructivas de los establecimientos industriales, según la distancia o situación del emplazamiento industrial en relación a los edificios de su entorno, en nuestro caso en particular, puesto que las distancias a edificios contiguos son mayores a tres metros, y la actividad industrial se desarrolla en un solo edificio, la tipología de nuestra nave en estudio corresponde a un establecimiento industrial **TIPO C**.



#### 4 CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO.

Para deducirlo miramos los valores de la densidad de carga de fuego media de la actividad en la Tabla 1.2 del Anejo I del citado reglamento, puesto que la nave en estudio se realizarán distintos procesos de fabricación, tomamos de todos ellos el más desfavorable, es decir que mayor densidad de carga de fuego posea, en este caso se corresponde al pintado de las carrocerías y elementos del vehículo:

(Según ANEXO I, Tabla 1.1 del RSCI)

Se tomará el valor del Coeficiente de Peligrosidad por Combustibilidad,  $C_i = 1,30$  (MEDIA), correspondiente a la utilización de pintura y su almacenamiento.

(Según ANEXO I, Tabla 1.2 del RSCI) Los criterios seleccionados son los siguientes:

Zona Actividad	$q_v / q_s$ (MJ/m <sup>3</sup> )	$R_a$	A (m <sup>2</sup> )
Almacén: Pinturas	$q_s = 1200$	2,0	20
Producción: Talleres de pintura	$q_s = 500$	1,5	960
Oficinas / wc / vestuario	$q_s = 600$	1,0	60

- Calculo Zona Almacén:

$$Q_s = \frac{1200 * 1,3 * 1 * \cancel{20}}{\cancel{20}} * 2 = 3.120 \text{ MJ/m}^2$$

- Calculo Zona Producción:

$$Q_s = \frac{500 * 1,3 * \cancel{960}}{\cancel{960}} * 1,5 = 975 \text{ MJ/m}^2$$

- Calculo Zona Oficinas: (20+40 m<sup>2</sup> 1 plantas)

$$Q_s = \frac{600 * 1,3 * \cancel{60}}{\cancel{60}} * 1,0 = 780 \text{ MJ/m}^2$$

- Calculo Total de las Zonas

$$Q_{st} = \frac{(3.120 * 20) + (975 * 960) + (780 * 60)}{1000} = 1.045,20 \text{ MJ/m}^2$$

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

(Según ANEXO I, Tabla 1.3 del RSCI) El nivel de riesgo intrínseco es de NIVEL MEDIO (3)

$$850 < Q_{st} \leq 1275 \text{ MJ/m}^2$$

Comprobamos mediante la tabla 2.1 la máxima superficie construida admisible, siendo en nuestro caso, con los datos obtenidos de 5000 m<sup>2</sup> por cada sector de incendio.

## 5 SECTORES DE INCENDIO.

Según establece el reglamento en su Anexo II, apartado 2 todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo A, tipo B o tipo C.

Por lo que sabiendo que nuestra nave en estudio se trata de un establecimiento industrial **Tipo C** y que posee un riesgo intrínseco **MEDIO grado 3** de incendio, de la tabla 2.1 del citado reglamento obtenemos que el edificio puede constituir un solo sector de incendio.

## 6 COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

A continuación, se comprueba que esa tipología constructiva y ese Riesgo Intrínseco se permiten en el local. (Anexo 2).

La única condición que exige en el citado documento sobre riesgo intrínseco MEDIO, y tipología C es la siguiente:

- De cualquier riesgo, en segunda planta bajo rasante en configuraciones de tipo A, de tipo B y de tipo C, según el anexo I. **CUMPLE**

Ya que no es el caso de nuestra nave en estudio puesto que solo disponemos de una planta.

## 7 MATERIALES.

Según el citado Real Decreto 2267/04 en su anexo II punto 3, los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- En Suelos: C<sub>FL</sub>-s1 (M2) o más favorable.
- En paredes y techos: C-s3,d0 (M2)
- Lucernarios no continuos: D-s2,d0 (M3) o más favorable
- Lucernarios continuos: B-s1,d0 (M1) o más favorable. No procede.
- Revestimiento exterior de fachadas: C-s3,d0 (M2) o más favorable



## 8 ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS PORTANTES.

Comprobamos mediante la tabla 2.2 la estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes siendo en nuestro caso un nivel de riesgo intrínseco MEDIO y una ubicación TIPO-C, dándonos un R-60 (EF-60) para Planta sobre rasante.

Comprobamos mediante la tabla 2.3 la estabilidad al fuego para la estructura principal de cubiertas ligeras, siendo en nuestro caso un nivel de riesgo intrínseco MEDIO y una ubicación TIPO-C, dándonos un R-15 (EF-15).

Para las oficinas se utilizará un R-90 (EF-90), ya que lo hemos considerado como zona comercial y pública concurrencia en los casos de las exposiciones realizadas por la empresa.

### 8.1 Comprobación de requisitos de Resistencia

Teniendo en cuenta el R.D. 312/2005 “Clasificación de los productos de la construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia al fuego y la norma UNE-EN 13501-2:2002, se han seleccionado los materiales con los que proteger la estructura portante.

#### Para la protección de la estructura portante con un R-60 (EF-60) y Cubiertas Ligeras R-15 (EF-15):

Para obtener una RF 60 se requiere la aplicación de unas 1600 micras de espesor de película, lo cual se obtiene con un rendimiento de 2 kg/m<sup>2</sup>. Para conseguir este espesor son necesarias cuatro manos, estimando en cada mano un consumo de 0,5/kg/m<sup>2</sup>, según fabricante.

Una vez que se obtiene el espesor deseado se protege y decora con pintura ignífuga con el Certificado categoría M1, del color seleccionado por el cliente.

La temperatura de intumescencia se alcanza por encima de los 200°C. (Temperatura a la cual la pintura comienza a formar una espuma aislante).

Del mismo modo se utilizará la misma protección (pintura ignífuga (M1)) para los componentes de la Cubierta Portante, siendo en este caso R-15 (EF-15) y una aplicación inferior de espesor de película.

#### Para la protección de la estructura de oficina/vestuario con un R-90 (EF-90):

Se realizará la tabiquería interna mediante un conjunto constructivo de placas rígidas formadas por elementos modulares que se complementan para formar un sistema seguro y eficaz para contener la propagación de un incendio, formado por:

- Perfil maestro Omega: se fija directamente al soporte estructural cada 500 mm.
- Placa de Yeso laminado de 15mm
- Panel de lana de roca de 60 mm de espesor, de características similares a las de ALPHAROCK-E-225 de ROCKWOOL.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Las Losas alveolares (según indicaciones de la ficha Técnica LP 20,5) tienen un comportamiento al fuego de REI-90.

Los pilares, vigas de carga del forjado y la parte inferior de los forjados será tratada con proyección de mortero hasta alcanzar el RF-90.

### 9 RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS DE CERRAMIENTO.

El Muro delimitador con el exterior tendrá una resistencia al fuego EI 120 (Tabla 2.2).

En este caso, la solución adoptada para el cerramiento perimetral de la nave ha sido el siguiente:

- Hasta los primeros 4 m, se instala panel prefabricado armado liso de 16 cm de características similares al AR16 de LUFORT, con un comportamiento al fuego de EI-180.
- El resto hasta alcanzar la cubierta se complementa con panel sándwich de espesor 100 mm con una resistencia al fuego EI 120 de características similares al ISOFIRE WALL de ISOPAN.

### 10 EVACUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL.

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación (P) según lo indicado en el punto 6 del Anexo II del RSCI, deducida de la siguiente expresión sabiendo que el número de operarios es inferior a 100.

Se aplica la fórmula:  $P = 1,10 p$  (cuando  $p < 100$ )

Donde: P = Ocupación; y p = Nº de personas que ocupa el sector de incendios según documentación laboral.

Por tanto:

$$P = 1,1 \times 10 = 11 \text{ personas.}$$

Recorrido de evacuación:

Como la nave industrial destinada al objeto de esta memoria, tiene dos salidas en su fachada norte y dos en la sur, el recorrido máximo de evacuación permitido será de 50 m.

Por ello y ya que el local tiene un único sector de incendio, se calcula la máxima longitud de evacuación valorándola de 30 m, por lo tanto, **CUMPLE**.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Según el documento, las escaleras que se prevean para evacuación descendente serán protegidas, conforme al apartado 10.1 de la NBE/CPI/96, cuando se utilicen para la evacuación de establecimientos industriales que, en función de su nivel de riesgo intrínseco, superen la altura de evacuación siguiente:

Riesgo alto: 10 m.

Riesgo medio: 15 m.

Riesgo bajo: 20 m.

Puesto que en el caso de los vestuarios la altura de evacuación descendente es de 3,25m y la nave posee un riesgo intrínseco MEDIO, no será necesario proteger las escaleras.

### 11 VENTILACIÓN.

Al tener una tipología **tipo C** y un riesgo intrínseco MEDIO la nave industrial no se exige ningún sistema de evacuación de humos. Sirviendo la ventilación perimetral a la altura de 4m.

### 12 ALMACENAMIENTO.

Puesto que el almacenaje se realizará en estanterías metálicas, los requisitos que estas deben tener son los siguientes:

- Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).
- Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100  $\mu$  deben ser de la clase Bs3d0 (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable, debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según norma.
- Los pasos longitudinales y recorridos de evacuación tendrán un ancho libre de 1m.
- Los pasos longitudinales entre estanterías estarán distanciados máx. 10 m, si bien debido a la poca ocupación se pueden duplicar.

### 13 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

El Anexo III del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales se corresponde con la Protección Activa Contra Incendios.

La Protección Activa Contra Incendios tiene como función específica la detección, control y extinción del incendio, a través de una lucha directa contra el mismo, y por tanto facilitar la evacuación.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Los sistemas de protección a instalar dependerán de la relación entre la tipología del edificio donde se encuentra el sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco del sector y la superficie del sector de incendio. Quedando detallados en los siguientes puntos:

- Detección automática.

En zona de producción No necesario (TIPO C; Riesgo medio)

En zona de almacenamiento No necesario (TIPO C; Riesgo medio)

- Detección manual.

En zona de producción Sí es necesario. (actividad de producción con superficie  $\geq 1000 \text{ m}^2$ )

En zona de almacenamiento No necesario (no supera superficie)

- Comunicación de Alarma

En zona de producción No necesario (no supera superficie)

En zona de almacenamiento No necesario (no supera superficie)

- Hidrantes exteriores.

No es necesario ya que el riesgo es Medio

- Extintores de incendios.

De eficacia 21A, cubriendo cada uno un área de  $400 \text{ m}^2$ , colocando uno más por cada  $200 \text{ m}^2$  o fracción de exceso.

El recorrido máximo horizontal entre extintores  $\leq 15 \text{ m}$

Por tanto y en consideración a lo expuesto en este punto, se colocarán 3 extintores en cada una de las paredes laterales de la nave, cuya separación entre estos será de 12,5m.

- Bocas de Incendio Equipadas.

Se instalarán el Sistema de boca de incendio equipado por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y los equipos necesarios de bocas de incendio equipadas (BIE) del tipo DN 45mm.

- Sistema de Rociadores Automáticos de Agua.

En zona de producción, No es necesario ya que el riesgo es MEDIO, y la nave es de tipo C y la superficie es menor a  $3500 \text{ m}^2$ .

En zona de almacenamiento, No es necesario ya que el riesgo es MEDIO, y la nave es de tipo C y la superficie es menor a  $2000 \text{ m}^2$

#### 14 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

En este caso no es obligatorio la implantación del alumbrado de emergencia puesto que la ocupación no es mayor a 25 personas, pero de todos modos se recomienda la implantación de esta.



Se instalará en los lugares donde estén los cuadros, salidas de emergencia, centros de control de la actividad o del material contra incendios

#### **15 ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN.**

Se señalizarán las salidas de uso habitual o de emergencia, así como los medios manuales de lucha contra incendios teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

#### **16 INSTALACIÓN ELECTRICA**

Toda la instalación contra incendios irá por una línea independiente de 24 v. en continua, para alimentar los dispositivos necesarios.

La rectificación y transformación de la corriente de entrada (trifásica), se hará mediante un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI o UPS en inglés), que alimenta una central contra incendios, que es la que comandará todo el sistema.

Las “Luces de Penumbra”, por su propia configuración, a pesar de ser autónomas, deberán ir conectadas a la línea principal de luz, ya que entran en funcionamiento al detectar una caída de tensión de la línea principal, o al recibir la orden de la centralita.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

-TRABAJO FIN DE GRADO-

Proyecto básico estructura nave industrial mecánica

# Parte I

# MEMORIA

ANEJO IV GESTIÓN DE RESIDUOS

**Alumno:** Jorge Artero Ballester

**Tutor:** Pedro Efrén Martín Concepción.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## ÍNDICE

1	CONTENIDO DEL DOCUMENTO. ....	5
2	AGENTES INTERVINIENTES.....	5
2.1	Identificación.....	5
2.1.1	Productor de residuos (Promotor).....	6
2.1.2	Poseedor de residuos (Constructor) .....	6
2.1.3	Gestor de residuos .....	6
2.2	Obligaciones.....	6
2.2.1	Productor de residuos (Promotor).....	7
2.2.2	Poseedor de residuos (Constructor) .....	8
2.2.3	Gestor de residuos .....	9
3	NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....	10
3.1	GESTIÓN DE RESIDUOS (Requisitos Legales).....	11
3.1.1	UNIÓN EUROPEA.....	11
3.1.2	ESTATAL.....	12
3.1.3	AUTONÓMICA .....	13
4	IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA ORDEN MAM/304/2002.....	14
5	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA. ....	17
6	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO. ....	20
7	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA.....	21
8	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA.....	22
9	PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. ....	23
10	VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	24
11	DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA. ....	25





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

## 1 Contenido del Documento.

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se determinarán los residuos que se generarán en la obra
- Medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formarán parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.
- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra.

## 2 Agentes Intervinientes.

### 2.1 Identificación

El presente estudio corresponde al proyecto, situado en el *Polígono Industrial Fuente del Jarro, de la parcela ubicada en C/Vila de Madrid,2A, Paterna, Valencia.*

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

<b>Promotor</b>	El propietario de la empresa
<b>Proyectista</b>	Jorge Artero Ballester
<b>Director de Obra</b>	A designar por el promotor
<b>Director de Ejecución</b>	A designar por el promotor

Se ha estimado en el presupuesto del proyecto, un coste de ejecución material (Presupuesto de ejecución material) de 417.172,72 €.



#### 2.1.1 Productor de residuos (Promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Según el artículo 2 "Definiciones" apartado e) del Real Decreto 105/2008, se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos al Promotor.

#### 2.1.2 Poseedor de residuos (Constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (Promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

#### 2.1.3 Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de estos. Éste será designado por el Productor de los residuos (Promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

## 2.2 **Obligaciones**

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición" y el Artículo 5 "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición", es desarrollado en los siguientes puntos:

### 2.2.1 Productor de residuos (Promotor)

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
2. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto 105/2008 y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

2.2.2 Poseedor de residuos (Constructor)

- La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar a la propiedad de esta, un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio.

El plan presentado y aceptado por la propiedad, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

- Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.
- El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

### 2.2.3 Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.



2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de estas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

### 3 Normativa y Legislación aplicable.

El presente estudio se redacta al amparo del artículo 4.1 a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

A la obra objeto del presente estudio le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, en virtud del artículo 3, por generarse residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 3, como:

*"cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en el artículo 3. de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición" o bien, "aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas".*



No es aplicable al presente estudio la excepción contemplada en el artículo 3.1 del Real Decreto 105/2008, al no generarse los siguientes residuos:

- a) Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.
- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

Aquellos residuos que se generen en la presente obra y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

### **3.1 Gestión de residuos (Requisitos Legales)**

#### **3.1.1 Unión Europea**

- **Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.**
- **Decisión de la Comisión 2000/532/CE, que establece una lista de residuos de conformidad con la Directiva 75/442/CEE.**
- **Decisión 738/2000 “Aplicación de la Directiva 1999/31”.**
- **Directiva 1999/31 “Vertido de Residuos”.**
- **Directiva 2008/1, de 15 de enero, de prevención y control integrado de la contaminación (DOUE 29 enero 2008).**
- **Decisión de la Comisión, de 22 de enero de 2001, que modifica la Decisión 2000/532/CE de 3 de mayo de 2000.**





### 3.1.2 Estatal

- **Ley de envases y residuos de envases.**  
Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 25 de abril de 1997.
  
- **Ley de residuos y suelos contaminados.**  
Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 29 de julio de 2011.
  
- **Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.**  
Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, del Ministerio de Medio Ambiente. B.O.E.: 29 de enero de 2002.
  
- **Ley de calidad del aire y protección de la atmósfera.**  
Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 16 de noviembre de 2007.
  
- **Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.**  
Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 23 de diciembre de 2009.
  
- **Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el período 2008-2015.**  
Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático. B.O.E.: 26 de febrero de 2009
  
- **Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición**  
Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 13 de febrero de 2008
  
- **Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos**  
Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente. B.O.E.: 19 de febrero de 2002.  
**Corrección de errores de la Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, B.O.E.: 12 de marzo de 2002**
  
- **Real Decreto por el que establece la relación de actividades potencialmente contaminantes**  
RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. B.O.E.: 18 de enero de 2005.



### 3.1.3 Autonómica

- **Plan de Inspección en materia de Calidad Ambiental en la Comunitat Valenciana**  
RESOLUCIÓN de 21 de octubre de 2013, de la Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente por la que se aprueba el Plan de Inspección en materia de Calidad Ambiental en la Comunitat Valenciana (2013-2015). D.O.C.V.: 4 de noviembre de 2013.
  
- **Decreto por el que se regula la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción.**  
Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat. D.O.G.V.: 11 de octubre de 2004.
  
- **Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana (PIRCV).**  
(Decreto 317/1997, de 24 de diciembre, del Gobierno Valenciano (DOGV. 3160, de 13/01/98), modificado por el Decreto 32/1999, de 2 de marzo, del Gobierno Valenciano (DOGV nº 3449, de 08.03.99).
  
- **Decreto por el cual de aprueba definitivamente el PIRCV**  
Decreto 81/2013, de 21 de junio del Consell, de aprobación definitiva del Plan Integral de Residuos de la Comunitat Valenciana (PIRCV)
  
- **Orden por la que se publica la relación de Residuos Susceptibles de Valorización**  
Orden 3/2013, de 25 de febrero, de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, por la que se publica la relación de residuos susceptibles de valorización a los efectos del impuesto sobre eliminación de residuos en vertederos.
  
- **Ley de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades**  
Ley 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunitat Valenciana.
  
- **Decreto por el que se establece las funciones de las entidades colaboradoras**  
Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen las funciones de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental (ECMCA) y se crea y regula su Registro.
  
- **Decreto por el que se regula la utilización de residuos inertes**  
Decreto 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat por el que se regula la utilización de residuos Inertes Adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción.
  
- **Ley de Residuos de la Comunidad Valenciana**  
Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunidad Valenciana.  
(Parcialmente derogada por la ley 6/2014)

#### **4 Identificación de los Residuos de Construcción y Demolición generados en la obra, codificados según la orden MAM/304/2002.**

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006 y la Directiva 2008/98/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas, dando lugar a los siguientes grupos:

Atendiendo a su origen:

RCD domiciliarios: que proceden de obras menores de construcción y reparación domiciliaria y tienen la consideración de residuos urbanos, según la definición del artículo 4.e) de la Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.

RCD industriales: que proceden de obras de Construcción y Demolición.

Atendiendo a su categoría:

RCD de Nivel I: Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

- El Real Decreto 105/2008 (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos:

*“Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización”.*

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Los residuos a generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m<sup>3</sup> de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

**A.1.: RCD's Nivel I**

**1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN**

x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

**A.2.: RCD's Nivel II**

**RCD: Naturaleza no pétreo**

	<b>1. Asfalto</b>	
x	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
	<b>2. Madera</b>	
x	17 02 01	Madera
	<b>3. Metales</b>	
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
x	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
x	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
x	17 04 06	Metales mezclados
x	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	<b>4. Papel</b>	
x	20 01 01	Papel
	<b>5. Plástico</b>	
x	17 02 03	Plástico
	<b>6. Vidrio</b>	
x	17 02 02	Vidrio
	<b>7. Yeso</b>	
x	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>		
<b>1. Basuras</b>		
x	20 02 01	Residuos biodegradables
x	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
<b>2. Potencialmente peligrosos y otros</b>		
	17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	07 07 01	Sobrantes de desencofraste
	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDC's mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

RCD: Naturaleza pétreo	
<b>1. Arena Grava y otros áridos</b>	
	01 04 08 Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
x	01 04 09 Residuos de arena y arcilla
<b>2. Hormigón</b>	
x	17 01 01 Hormigón
<b>3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos</b>	
	17 01 02 Ladrillos
x	17 01 03 Tejas y materiales cerámicos
x	17 01 07 Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.
<b>4. Piedra</b>	
	17 09 04 RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

## 5 Estimación de la cantidad de los Residuos de Construcción y Demolición que se generarán en la Obra.

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

La estimación se realizará en función de las categorías del punto 4.

Obra Nueva: En ausencia de datos más contrastados se manejan parámetros estimativos estadísticos de  $0,146 \text{ m}^3/\text{m}^2$ , mezcla de residuos  $\text{m}^3$  por  $\text{m}^2$  construido, con una densidad tipo del orden de  $1,5$  a  $0,5 \text{ Tn}/\text{m}^3$  (el dato de densidad para el material sin desagregar es de  $1,135 \text{ Tn}/\text{m}^3$ ).

La caracterización de los RCD generados y sus fracciones correspondientes aparecen reflejadas en el siguiente cuadro:

Fracción RCD	Peso (%)	Densidad ( $\text{Tn}/\text{m}^3$ )
Escombros	80	1,25
Otros residuos valorizables (papel, cartón, chatarra, etc.)	15	0,8
Voluminosos de Obra	5	0,3

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

En base a estos datos, la estimación completa de residuos en la obra es:

Estimación de residuos en OBRA NUEVA	
Superficie Construida Total	1000,00 m <sup>2</sup>
Volumen de residuos	146,00 m <sup>3</sup>
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 Tn/m <sup>3</sup> )	1,366Tn/m <sup>3</sup>
Toneladas de Residuo	199,44 Tn
Estimación de volumen de tierras procedentes de la excavación	467,20 m <sup>3</sup>
Presupuesto estimado de la obra	417.592,67 €
Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	6.105,40 € (entre 1,00-2,50 del PEM)

Con el dato estimado de RCD's por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados de la composición en peso de los RCD's que van a sus vertederos, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS	Tn toneladas de residuo	d densidad tipo (entre 1,50 y 0,50 Tn/m <sup>3</sup> )	V m <sup>3</sup> volumen residuos (Tn/d)	Operaciones de Reutilización 35%
<b>Datos de Obra:</b>	<b>900,24</b>		<b>613,20</b>	
<b>A.1: RCDs Nivel I</b>				
<b>1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN</b>	<b>700,80</b>		<b>467,20</b>	<b>163,52</b>
Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	700,80	1,50	467,20	163,52
<b>A.2: RCDs Nivel II</b>				
<b>RCD: Naturaleza no pétreo (15%)</b>	<b>23,43</b>		<b>21,90</b>	<b>7,67</b>
<b>1. Asfalto</b>	<b>7,30</b>	1,00	7,30	2,56
Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01				
<b>2. Madera</b>	<b>5,84</b>	1,50	5,84	2,04
Madera				
<b>3. Metales</b>	<b>6,57</b>		<b>4,38</b>	<b>1,53</b>
Cobre, bronce, latón	0,00	1,50	0,00	0,00
Aluminio	1,86	1,50	1,24	0,43
Plomo	0,00	1,50	0,00	0,00
Zinc	0,00	1,50	0,00	0,00
Hierro y Acero	2,19	1,50	1,45	0,51
Estaño	0,00	1,50	0,00	0,00
Metales mezclados	1,31	1,50	0,88	0,31
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	1,20	1,50	0,80	0,28
<b>4. Papel</b>	<b>0,33</b>	<b>0,75</b>	<b>0,44</b>	<b>0,15</b>
Papel				

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

<b>5. Plástico</b>	<b>1,64</b>	<b>0,75</b>	<b>2,19</b>	<b>0,77</b>
Plástico				
<b>6. Vidrio</b>	<b>0,73</b>	<b>1,00</b>	<b>0,73</b>	<b>0,26</b>
Vidrio				
<b>7. Yeso</b>	<b>1,02</b>	<b>1,00</b>	<b>1,02</b>	<b>0,36</b>
Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01				

<b>RCD: Naturaleza pétreo (80%)</b>	<b>167,73</b>		<b>116,80</b>	<b>40,88</b>
<b>1. Arena, grava y otros áridos</b>	<b>21,90</b>		<b>14,60</b>	<b>5,11</b>
Residuos de grava y rocas trituradas	0,00	1,50	0,00	0,00
Residuos de arena y arcilla	21,90	1,50	14,60	5,11
<b>2. Hormigón</b>	<b>109,50</b>		<b>73,00</b>	<b>25,55</b>
Hormigón	109,50	1,50	73,00	25,55
<b>3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos</b>	<b>27,38</b>		<b>21,90</b>	<b>7,67</b>
Tejas y Materiales Cerámicos	16,43	1,25	13,14	4,60
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	10,95	1,25	8,76	3,07
<b>4. Piedra</b>	<b>10,95</b>	1,50	<b>7,30</b>	<b>2,56</b>
RCDs mezclados distintos del código 17.09.01, 02 y 03				

<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros (5%)</b>	<b>5,62</b>		<b>7,30</b>	<b>2,56</b>
<b>1. Basura</b>	<b>5,62</b>		<b>7,30</b>	<b>2,56</b>
Residuos Biodegradables	3,29	0,75	4,38	1,53
Mezclas de residuos municipales	2,34	0,80	2,92	1,02



## **6 Medidas para la prevención de residuos de construcción y demolición en la obra objeto del proyecto.**

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas para la prevención de los residuos generados en la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de estos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.
- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.



En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la prevención de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra para su conocimiento y aprobación.

Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de esta.

## **7 Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos de construcción y demolición que se generen en la obra.**

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la Ley 10/1998, de 21 de abril.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

La reutilización de las tierras procedentes de la excavación, los residuos minerales o pétreos, los materiales cerámicos, los materiales no pétreos y metálicos, se realizará preferentemente en el depósito municipal.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla de la siguiente página.

## 8 Medidas para la separación de los residuos de construcción y demolición en obra.

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0.5 t.
- Papel y cartón: 0.5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio, y la obligatoriedad o no de su separación "in situ".

TIPO DE RESIDUO	Total Residuo Obra (Tn)	Umbral según Norma (Tn)	Separación "In Situ"
Hormigón	109,50	80,00	OBLIGATORIA
Ladrillos, tejas y materiales	27,38	40,00	NO OBLIGATORIA
Metales	6,57	2,00	OBLIGATORIA
Madera	5,84	1,00	OBLIGATORIA
Vidrio	0,73	1,00	NO OBLIGATORIA
Plástico	1,64	0,50	OBLIGATORIA
Papel	0,33	0,50	NO OBLIGATORIA

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

## **9 Prescripciones en relación con el Almacenamiento, Manejo, Separación y otras operaciones de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición.**

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados, protegidos y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.)
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los justificantes DCS de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo II. Lista de Residuos. Punto 6.

## 10 Valoración del coste previsto de la Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición.

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 5, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA", aplicando los precios correspondientes para cada unidad de obra, según se detalla en el capítulo de Gestión de Residuos del presupuesto del proyecto.

Total Gestión de RCD	6.105,40 €
----------------------	------------

## 11 Determinación del Importe de la Fianza.

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importe mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 5,45 €/m<sup>3</sup>
- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 14,57 €/m<sup>3</sup>
- Importe mínimo de la fianza: 40,00 € - como mínimo un 0.1 % del PEM.
- Importe máximo de la fianza: 60.000,00 €

En el cuadro de la siguiente página, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.

### ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD

Tipología	Volumen (m <sup>3</sup> )	Coste (€/m <sup>3</sup> )	Importe	% s/PEM
<b>A.1: RCDs Nivel I</b>				
Tierras y pétreos de la excavación	467,20	5,45	2546,24	0,61%
		<b>Total Nivel I:</b>	<b>2546,24</b>	<b>0,61%</b>
<b>A.2: RCDs Nivel II</b>				
RCD de naturaleza pétreo	116,80	14,57	1701,78	0,41%
RCD de naturaleza no pétreo	21,90	14,57	319,08	0,08%
RCD potencialmente peligroso	7,30	14,57	106,36	0,03%
		<b>Total Nivel II:</b>	<b>2127,22</b>	<b>0,51%</b>
		<b>TOTAL:</b>	<b>4673,46</b>	<b>1,12%</b>
<b>B: Resto de Coste de Gestión</b>				
Coste de administración, alquiler, portes, etc...			1431,94	0,34%
		<b>TOTAL ESTIMACIÓN COSTE:</b>	<b>6105,40</b>	<b>1,46%</b>



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

-TRABAJO FIN DE GRADO-

Proyecto básico estructura nave industrial mecánica

# Parte II

# PRESUPUESTO

**Alumno:** Jorge Artero Ballester

**Tutor:** Pedro Efrén Martín Concepción.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado





## ÍNDICE

1	Presupuesto .....	5
1.1	Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.....	7
1.2	Cuadro de Maquinaria.....	8
1.3	Presupuesto con Medición Detallada. Por Capítulos.....	9
1.3.1	ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN .....	9
1.3.2	ESTRUCTURA .....	9
1.3.3	CERRAMIENTO Y PARTICIONES .....	10
1.3.4	CUBIERTA.....	10
1.3.5	INSTALACIÓN DE FONTANERIA .....	11
1.3.6	INSTALACIÓN ELECTRICA.....	12
1.3.7	ACABADOS Y PINTURA .....	13
1.3.8	CARPINTERIA INTERIOR.....	13
1.3.9	CARPINTERIA EXTERIOR .....	14
1.3.10	GETIÓN DE RESIDUOS.....	14
1.3.11	CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS.....	15
1.3.12	SEGURIDAD Y SALUD .....	15
1.4	Resumen de Presupuesto.....	16



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## 1 Presupuesto



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.1 Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.

Cuadro de mano de obra				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad (Horas)	Total (euros)
1	Oficial 1ª electricista.	15,43	246,616h	3.805,28
2	Oficial 1ª fontanero.	15,43	64,544h	995,91
3	Oficial 1ª montador.	15,43	158,508h	2.445,78
4	Oficial 1ª carpintero.	15,19	5,756h	87,43
5	Oficial 1ª cerrajero.	15,16	64,548h	978,55
6	Oficial 1ª construcción.	14,94	539,986h	8.067,39
7	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	14,94	842,461h	12.586,37
8	Oficial 1ª soldador.	14,94	85,728h	1.280,78
9	Oficial 1ª alicatador.	14,94	79,079h	1.181,44
10	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	14,94	318,000h	4.750,92
11	Oficial 1ª yesero.	14,94	76,766h	1.146,88
12	Oficial 1ª pintor.	14,94	14,943h	223,25
13	Oficial 1ª cristalero.	14,51	198,080h	2.874,14
14	Ayudante carpintero.	14,14	4,746h	67,11
15	Ayudante cerrajero.	14,08	59,428h	836,75
16	Ayudante montador de estructura metálica.	14,03	1.272,32	17.850,75
17	Ayudante soldador.	14,03	42,864h	601,38
18	Ayudante alicatador.	14,03	79,079h	1.109,48
19	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	14,03	318,000h	4.461,54
20	Ayudante yesero.	14,03	47,466h	665,95
21	Ayudante pintor.	14,03	14,943h	209,65
22	Ayudante construcción.	14,03	400,544h	5.619,63
23	Ayudante montador.	14,03	158,508h	2.223,87
24	Ayudante electricista.	14,01	236,364h	3.311,46
25	Ayudante fontanero.	14,01	61,171h	857,01
26	Ayudante cristalero.	13,91	198,080h	2.755,29
27	Peón ordinario construcción.	13,72	507,194h	6.958,70
			<b>Importe total:</b>	<b>87.952,69</b>

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.2 Cuadro de Maquinaria

Cuadro de maquinaria				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad	Total (euros)
1	Excavadora hidráulica s/neumáticos 100 CV. Pala	43,55	7,252h	315,82
2	cargadora s/neumáticos 85 CV/1,2 m <sup>3</sup> .	46,36	42,375h	1.964,51
3	Camión con cuba de agua.	36,05	0,015h	0,54
4	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	8,48	1,140h	9,67
5	Camión basculante de 10 t. de carga.	32,96	56,500h	1.862,24
6	Camión basculante de 20 t. de carga.	42,23	86,869h	3.668,48
7	Dumper autocargable de 2 t de carga útil, con mecanismo hidráulico.	9,27	0,150h	1,39
8	Carga y cambio de contenedor de 5 m <sup>3</sup> , para recogida de residuos de construcción inertes-pétreos, colocado en obra a pie de carga, incluso servicio de entrega y alquiler.	50,01	5,035Ud	251,80
9	Martillo neumático.	4,08	0,604h	2,46
10	Compresor portátil eléctrico 5 m <sup>3</sup> /min.	6,92	0,604h	4,18
11	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	67,01	136,096h	9.119,79
12	Fratasadora mecánica de hormigón.	5,07	832,500h	4.220,78
13	Regla vibrante de 3 m.	4,67	133,500h	623,45
14	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	9,09	151,500h	1.377,14
15	Motosierra a gasolina.	3,00	11,300h	33,90
			<b>Importe total:</b>	<b>23.456,15</b>

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

**1.3 Presupuesto con Medición Detallada. Por Capítulos.**

**1.3.1 ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN**

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1.1 ADL010b	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno, profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados, carga a camión y transporte a vertedero autorizado.	3219	1,51	4860,69
1.2 CSZ010	m <sup>3</sup>	Formación de zapata de cimentación de hormigón armado HA 25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, con una cuantía aproximada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 50 kg/m <sup>3</sup> , incluso p/p de pasatubos para el posterior montaje de las redes de instalaciones proyectadas.	95	138,00	13100,00
1.3 CAV010	m <sup>3</sup>	Formación de viga para el atado de la cimentación, realizada con hormigón armado HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, con una cuantía aproximada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 60 kg/m <sup>3</sup> .	24	136,76	3282,24
1.4 ANS010	m <sup>2</sup>	Formación de solera de 20 cm de espesor, de hormigón armado HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, armada con malla electrosoldada ME 15x15 de Ø 5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN10080, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica; realizada sobre capa base existente (no incluida en este precio).	1000	29,09	29090,00
<b>Total Partida 1 ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN</b>					<b>50332,93</b>

**1.3.2 ESTRUCTURA**

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
2.1 EAS005	Ud	Suministro y montaje de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de varias dimensiones, con garrotas soldadas de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 75 cm de longitud total.	28	50,08	1407,84
2.2 EAS010	kg	Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para soportes, mediante uniones soldadas	49318,78	1,45	71512,23
2.3 EAM020	m <sup>2</sup>	Suministro y montaje de cerchas, barras y correas de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR mediante uniones soldadas, para distancia entre apoyos de 20 < L < 30 m y separación de 5 m entre cerchas	1000,00	54,90	54900,00
2.4 EPF010	m <sup>2</sup>	Suministro y colocación de placas alveolares de 20 cm de altura y 100 cm de anchura, con momento flector último de 75 kN·m/m, para formación de forjado de canto 20 + 5 cm, hasta 3 m de altura libre de planta, apoyado directamente sobre vigas de canto	40	66,58	2663,20
<b>Total Partida 2 ESTRUCTURA</b>					<b>130482,91</b>

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.3 CERRAMIENTO Y PARTICIONES

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
3.1 FPP020	m <sup>2</sup>	Suministro y montaje vertical de cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 2 m de anchura y 4 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, con inclusión o delimitación de huecos.	520	97,79	50850,80
3.2 FLM010	m <sup>2</sup>	Suministro y montaje de cerramiento de fachada con panel sandwich aislante para fachada, de 50 mm de espesor y 1100 mm de ancho	520	64,66	33623,20
3.3 PTF010	m <sup>2</sup>	Formación de partición de una hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x7 cm, recibida con mortero de cemento M-5	40	17,24	689,60
3.4 FVS010	m <sup>2</sup>	Acrilamiento con vidrio de seguridad 3+3 mm compuesto por dos lunas de 3 mm de espesor unidas mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales	130	36,01	4681,30
<b>Total Partida 3 CERRAMIENTO Y PARTICIONES</b>					<b>89844,90</b>

1.3.4 CUBIERTA

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
4.1 QAD040	m <sup>2</sup>	Cubierta plana no transitable, no ventilada, Deck tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, compuesta de: soporte base: perfil nervado autoportante de chapa de acero galvanizado S 280 de 0,7 mm de espesor, acabado liso, con 3 nervios de 50 mm de altura separados 260 mm; aislamiento térmico: panel rígido de lana de roca soldable, de 50 mm de espesor; impermeabilización: monocapa con lámina de betún modificado con elastómero SBS LBM(SBS)-50/G-FP (150R) totalmente adherida con soplete.	1000,00	35,58	35580,00
<b>Total Partida 4 CUBIERTA</b>					<b>35580,00</b>



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.5 INSTALACIÓN DE FONTANERIA

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
5.1 IFA010	Ud	Suministro e instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 2 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 de alta densidad (PE-100), de 20 mm de diámetro exterior, PN=16 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre cama o lecho de arena de 15 cm de espesor	1	60,63	60,63
5.2 IFC010	Ud	Preinstalación de contador general de agua 1/2" DN 15 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	1	57,77	57,77
5.3 IFB010	Ud	Suministro e instalación de tubería de alimentación de agua potable de 8 m de longitud, formada por tubo de polietileno reticulado (PEX), de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,9 mm de espesor, colocado superficialmente y fijado al paramento	38	91,23	3466,74
5.4 IFI008	Ud	Suministro e instalación de llave de paso de asiento de latón, de 1/2" de diámetro, con maneta y embellecedor de acero inoxidable, para colocar sobre tubería de polietileno reticulado (PEX),	8	13,83	110,64
5.5 IFI010	Ud	Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, bañera, bidé, realizada con tubo de polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular	2	537,76	1075,52
5.6 SMS010	Ud	Suministro e instalación de inodoro de porcelana sanitaria, con tanque bajo, serie básica, color blanco, con asiento y tapa lacados, mecanismo de descarga de 3/6 litros, con juego de fijación y codo de evacuación	2	538,72	1077,44
<b>Total Partida 5 INSTALACIÓN DE FONTANERIA</b>					<b>5848,74</b>

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
6.1 IEP010	Ud	Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructura metálica del edificio compuesta por 270 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm <sup>2</sup> de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio	1	1718,09	1718,09
6.2 IEC010	Ud	Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado de caja de protección y medida, intensidad 30 A para 1 contador trifásico en vivienda unifamiliar o local	1	509,23	509,23
6.3 IEL010	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)3x50+2G25 mm <sup>2</sup>	15	43,25	648,75
6.4 IED010	m	Suministro e instalación de derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, 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) 5G10 mm <sup>2</sup> .	5	17,06	85,30
6.5 IEI040	Ud	Suministro e instalación de red eléctrica de distribución interior para oficina de 80 m <sup>2</sup> , compuesta de los siguientes elementos: CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP)	1	1225,86	1225,86
6.6 IEI020	Ud	Red eléctrica de distribución interior nave industrial de 1000 m <sup>2</sup> de superficie construida, circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible, con mecanismos gama alta (tecla o tapa: blanco; marco: blanco).	1	7458,72	7458,72
6.7 III010	Ud	Suministro e instalación de luminaria, de 1276x170x100 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL de 36 W	288	52,03	14984,64
6.8 III030	Ud	Suministro e instalación de luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W	8	139,02	1112,16
<b>Total Partida 6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>					<b>27742,75</b>

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.7 ACABADOS Y PINTURA

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
7.1 RAG010	m <sup>2</sup>	Suministro y colocación de alicatado con azulejo liso, 1/0/H/- (paramento, tipo 1; sin requisitos adicionales, tipo 0; higiénico, tipo H/-), 20x31 cm, 7 €/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	82	29,06	2382,92
7.2 RPG005	m <sup>2</sup>	Formación de revestimiento continuo interior de yeso, a buena vista, sobre paramento vertical, hasta 3 m de altura, de 15 mm de espesor, formado por una capa de tendido con pasta de yeso de construcción B1	168	7,90	1327,20
7.3 RIT010	m <sup>2</sup>	Preparación y pintado de paramentos verticales interiores mediante pintura lisa al temple blanca. Incluso p/p de limpieza, lijado, plastecido de grietas u oquedades, mano de fondo y mano de acabado.	168	1,71	287,28
7.4 RSG010	m <sup>2</sup>	Suministro y ejecución de pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/2/H/- (pavimentos para tránsito peatonal leve, tipo 2; suelos interiores húmedos, tipo 2; higiénico, tipo H/-), de 33x33 cm, 8 €/m <sup>2</sup> .	80	23,35	1868,00
<b>Total Partida 7 ACABADOS Y PINTURA</b>					<b>5915,40</b>

1.3.8 CARPINTERIA INTERIOR

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
8.1 PPC010	Ud.	Suministro y colocación de puerta de paso de una hoja de 38 mm de espesor, 800x1945 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor	2	134,92	269,84
8.2 PPM010	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 pino melis, modelo con moldura recta; precerco de pino país de 90x35 mm	3	167,35	502,05
8.3 PEA010	Ud.	Suministro y colocación de block de puerta de entrada a piso, acorazada normalizada. Compuesto de: hoja formada por una plancha de acero electrogalvanizado, plegada y reforzada por perfiles omega de acero verticales, acabado con tablero liso en ambas caras en madera de pino país	1	721,67	721,67
<b>Total Partida 8 CARPINTERIA INTERIOR</b>					<b>1493,56</b>

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.9 CARPINTERIA EXTERIOR

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
9.1 FCL055	m <sup>2</sup>	Carpintería de aluminio lacado color blanco, en cerramiento de zaguanes, gama básica, con premarco.	130	150,42	19554,60
9.2 FVC010	m <sup>2</sup>	Doble acristalamiento estándar, 6/6/8, con calzos y sellado continuo.	130	40,28	5236,40
9.3 FDG010	m <sup>2</sup>	Suministro y colocación de puerta corredera hangar plegable para garaje, formada por panel con cuarterones de aluminio relleno de poliuretano, 400x250 cm, acabado en blanco. Apertura automática con equipo de motorización	75	150,00	11250,00
<b>Total Partida 9 CARPINTERIA EXTERIOR</b>					<b>36041,00</b>

1.3.10 GETIÓN DE RESIDUOS

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
10.1 GTA010	m <sup>3</sup>	Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia	467.20	5,45	2546,24
10.2 GCA010	m <sup>3</sup>	Clasificación a pie de obra de los residuos de la construcción generados durante la ejecución de la obra, en inertes-pétreos, no peligrosos o peligrosos, con medios manuales, para su carga en el contenedor o camión correspondiente	146,00	14,57	2127,22
10.3 GRA010	Ud.	Transporte con contenedor de 5 m <sup>3</sup> , de los residuos inertes-pétreos de la construcción producidos en obra a centro de reciclaje, monodepósito, vertedero específico o centro de recogida y transferencia, considerando ida, descarga y vuelta. Incluso servicio de entrega, alquiler y carga en obra del contenedor.	26	52,91	1375,66
10.4 GEA010	Ud.	Suministro y colocación de bidón de 100 litros de capacidad, apto para almacenar residuos peligrosos. Gestión de residuos: Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.	4	14,07	56,28
<b>Total Partida 10 GESTIÓN DE RESIUDOS</b>					<b>6105,40</b>

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.11 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
11.1 XEB010	Ud.	Ensayo que realizar en laboratorio homologado sobre una muestra de barras de acero corrugado, tomada en obra.	5	111,57	557,85
11.2 XEH010	Ud.	Ensayo que realizar en laboratorio homologado sobre una muestra de hormigón fresco, tomada en obra según UNE-EN 12350-1, con medida del asiento con el cono de Abrams según UNE-EN 12350-2 fabricación y curado de familia de 3 probetas cilíndricas	10	44,20	442,00
11.3 XMP010	Ud.	Ensayos que realizar en laboratorio homologado sobre una muestra de perfil laminado para uso en estructura metálica, tomada en obra	4	273,75	1095,00
11.4 XMP020	Ud.	Ensayos que realizar en laboratorio homologado sobre una muestra soldada de perfil laminado para uso en estructura metálica, tomada en obra	10	194,36	1943,60
11.5 XSE010	Ud.	Estudio geotécnico del terreno en suelo medio (arcillas, margas) compuesto por los siguientes trabajos de campo y ensayos de laboratorio.	1	2334,80	2334,80
<b>Total Partida 11 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS</b>					<b>6373,34</b>

1.3.12 SEGURIDAD Y SALUD

Nº y Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
12.1 SS	Ud.	Partida al alza en Seguridad y Salud	1	12458,00	12458,00
<b>Total Partida 12 SEGURIDAD Y SALUD</b>					<b>12458,00</b>

#### 1.4 Resumen de Presupuesto.

##### RESUMEN POR CAPÍTULO

CAPITULO ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN	59.332,93
CAPITULO ESTRUCTURA	130.482,91
CAPITULO CERRAMIENTO Y PARTICIONES	89.844,90
CAPITULO CUBIERTA	35.580,00
CAPITULO INSTALACIÓN DE FONTANERIA	5.848,74
CAPITULO INSTALACIÓN ELECTRICA	27.742,75
CAPITULO ACABADOS Y PINTURA	5.915,40
CAPITULO CARPINTERIA INTERIOR	1.493,56
CAPITULO CARPINTERIA EXTERIOR	36.041,00
CAPITULO GESTIÓN DE RESIDUOS	6.105,40
CAPITULO CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	6.373,34
CAPITULO SEGURIDAD Y SALUD	12.831,74
REDONDEO.....	
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	<u>417.592,67</u>

El presupuesto de ejecución material asciende a las expresadas  
CUATROCIENTOS DIECISIETE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y SIETE  
CENTIMOS

Capítulo	Importe
Capítulo 1 ACONDICIONAMIENTO Y CIMENTACIÓN	59.332,93
Capítulo 2 ESTRUCTURA	130.482,91
Capítulo 3 CERRAMIENTO Y PARTICIONES	89.844,90
Capítulo 4 CUBIERTA	35.580,00
Capítulo 5 INSTALACION DE FONTANERIA	5.848,74
Capítulo 6 INSTALACION ELECTRICA	27.742,75
Capítulo 7 ACABADOS Y PINTURA	5.915,40
Capítulo 8 CARPINTERIA INTERIOR	1.493,56
Capítulo 9 CARPINTERIA EXTERIOR	36.041,00
Capítulo 10 GESTION DE RESIDUOS	6.105,40
Capítulo 11 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	6.373,34
Capítulo 12 SEGURIDAD Y SALUD	12.831,74
Presupuesto de ejecución material	417.592,67
13% de gastos generales	54.287,05
3% de beneficio industrial	12.527,78
Suma	484.407,50
21% IVA	101.725,58
Presupuesto de ejecución por contrata	586.133,08

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de  
QUINIENTOS OCHENTA SEIS MIL CIENTO TREINTA Y TRES EUROS CON OCHO CENTIMOS.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

-TRABAJO FIN DE GRADO-

Proyecto básico estructura nave industrial mecánica

Parte III

PLIEGO DE CONDICIONES

**Alumno:** Jorge Artero Ballester

**Tutor:** Pedro Efrén Martín Concepción.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado





Según figura en el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## ÍNDICE

1	Pliego de Cláusulas Administrativas .....	10
1.1	Disposiciones Generales.....	12
1.1.1	Disposiciones de Carácter General.....	12
1.1.1.1	Objeto del Pliego de Condiciones .....	12
1.1.1.2	Contrato de Obra .....	12
1.1.1.3	Documentación del Contrato de Obra .....	12
1.1.1.4	Proyecto Arquitectónico .....	12
1.1.1.5	Reglamentación urbanística.....	13
1.1.1.6	Formalización del Contrato de Obra .....	13
1.1.1.7	Jurisdicción competente .....	13
1.1.1.8	Responsabilidad del Contratista.....	13
1.1.1.9	Accidentes de Trabajo .....	14
1.1.1.10	Daños y Perjuicios a terceros .....	14
1.1.1.11	Anuncios y Carteles .....	14
1.1.1.12	Copia de Documentos .....	14
1.1.1.13	Suministro de Materiales .....	14
1.1.1.14	Hallazgos.....	15
1.1.1.15	Causas de rescisión del contrato de obra .....	15
1.1.1.16	Omisiones: Buena fe.....	15
1.1.2	Disposiciones relativas a Trabajos, Materiales y Medios Auxiliares .....	16
1.1.2.1	Accesos y Vallados.....	16
1.1.2.2	Replanteo .....	16
1.1.2.3	Inicio de Obra y ritmo de ejecución de los trabajos.....	16
1.1.2.4	Orden de los Trabajos .....	17
1.1.2.5	Facilidades para otros contratistas .....	17
1.1.2.6	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor .....	17
1.1.2.7	Interpretación, aclaraciones y modificaciones del proyecto .....	17
1.1.2.8	Prorroga por causa de fuerza mayor.....	18
1.1.2.9	Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra.....	18
1.1.2.10	Trabajos Defectuosos .....	18
1.1.2.11	Vicios Ocultos .....	18
1.1.2.12	Procedencia de materiales, aparatos y equipos .....	19



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.1.2.13	Presentación de Muestras.....	19
1.1.2.14	Materiales, aparatos y equipos defectuosos .....	19
1.1.2.15	Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos .....	20
1.1.2.16	Limpieza de las Obras.....	20
1.1.2.17	Obras Sin Prescripción Explícita .....	20
1.1.3	Disposiciones de las Recepciones de Edificios y Obras Ajenas .....	20
1.1.3.1	Consideraciones de Carácter General .....	20
1.1.3.2	Recepción Provisional .....	21
1.1.3.3	Documentación Final de Obra.....	22
1.1.3.4	Medición Definitiva y Liquidación provisional de la Obra.....	22
1.1.3.5	Plazo de Garantía .....	22
1.1.3.6	Conservación de las Obras recibidas provisionalmente.....	22
1.1.3.7	Recepción Definitiva.....	22
1.1.3.8	Prórroga del Plazo de Garantía .....	22
1.1.3.9	Recepción de Trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	23
1.2	Disposiciones Facultativas.....	23
1.2.1	Definición y Atribuciones de los Agentes de la Edificación.....	23
1.2.1.1	El Promotor .....	23
1.2.1.2	El Proyectista .....	24
1.2.1.3	El Constructor o Contratista .....	24
1.2.1.4	El Director de Obra .....	24
1.2.1.5	El Director de la Ejecución de la Obra .....	24
1.2.1.6	Las entidades y los laboratorios de Control de Calidad de la Edificación .....	24
1.2.1.7	Los Suministros de Productos .....	25
1.2.2	Agentes que intervienen en la obra según Ley 89/99 (L.O.E.) .....	25
1.2.3	Agentes en materia de Seguridad y Salud, según R.D. 1627/97 .....	25
1.2.4	Agentes en materia de Gestión de Residuos, según R.D. 105/08 .....	25
1.2.5	La Dirección Facultativa.....	25
1.2.6	Visitas Facultativas .....	25
1.2.7	Obligaciones de los agentes intervinientes.....	26
1.2.7.1	El Promotor .....	26
1.2.7.2	El Proyectista .....	27
1.2.7.3	El Constructor o Contratista .....	28
1.2.7.4	El Director de Obra.....	30



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.2.7.5	El Director de la Ejecución de la Obra .....	32
1.2.7.6	Las entidades y los laboratorios de Control de Calidad de la Edificación .....	34
1.2.7.7	Los Suministradores de productos .....	34
1.2.7.8	Los Propietarios y los Usuarios.....	34
1.2.8	Documentación Final de Obra.....	35
1.2.8.1	Los Propietarios y los Usuarios.....	35
1.3	Disposiciones Económicas.....	35
1.3.1	Definición .....	35
1.3.2	Contrato de Obra .....	35
1.3.3	Criterio General .....	36
1.3.4	Fianzas .....	36
1.3.4.1	Ejecución de Trabajo con cargo a la fianza .....	36
1.3.4.2	Devolución de las fianzas .....	37
1.3.4.3	Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	37
1.3.5	De los Precios .....	37
1.3.5.1	Precio Básico .....	37
1.3.5.2	Precio Unitario.....	37
1.3.5.3	Presupuesto de Ejecución Material (PEM).....	39
1.3.5.4	Precios Contradictorios .....	39
1.3.5.5	Reclamación de Aumento de Precios.....	39
1.3.5.6	Formas Tradicionales de Medir o de aplicar los precios .....	39
1.3.5.7	De la Revisión de los Precios Contratados .....	40
1.3.5.8	Acopio de Materiales .....	40
1.3.6	Obras por Administración .....	40
1.3.7	Valoración y Abono de los Trabajos .....	40
1.3.7.1	Forma y Plazos de Abono de las Obras .....	40
1.3.7.2	Relaciones Valoradas y Certificaciones .....	41
1.3.7.3	Mejora de obras Libremente Ejecutadas .....	41
1.3.7.4	Abono de Trabajos Presupuestados con Partida Alzada.....	42
1.3.7.5	Abono de Trabajos Especiales No Contratados .....	42
1.3.7.6	Abono de Trabajos Ejecutados durante el Plazo de Garantía.....	42
1.3.8	Indemnizaciones Mutuas .....	42
1.3.8.1	Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras .....	42
1.3.8.2	Demora de los Pagos por parte del Promotor .....	42



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.9	Varios.....	43
1.3.9.1	Mejoras, Aumentos y/o Reducciones de Obra .....	43
1.3.9.2	Unidades de obra Defectuosas .....	43
1.3.9.3	Seguro de las Obras.....	43
1.3.9.4	Conservación de la Obra .....	43
1.3.9.5	Uso por el Contratista de Edificio o Bienes del Promotor.....	43
1.3.9.6	Pago de Arbitrios .....	43
1.3.10	Retenciones en Concepto de Garantía.....	44
1.3.11	Plazos de Ejecución: Planning de Obra.....	44
1.3.12	Liquidación económica de las Obras .....	44
1.3.13	Liquidación Final de la Obra .....	45
2	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	47
2.1	Prescripciones sobre los Materiales.....	48
2.1.1	Garantías de Calidad (Marcado CE).....	49
2.1.2	Hormigones .....	50
2.1.2.1	Hormigón Estructural .....	50
2.1.3	Aceros para Hormigón Armado.....	52
2.1.3.1	Aceros Corrugados .....	52
2.1.4	Aceros para Estructuras Metálicas.....	55
2.1.4.1	Aceros en Perfiles Laminados.....	55
2.1.5	Morteros.....	56
2.1.5.1	Morteros hechos en Obra .....	56
2.1.6	Conglomerantes .....	57
2.1.6.1	Cemento .....	57
2.1.6.2	Yesos y Escayolas para revestimientos continuos.....	59
2.1.7	Materiales Cerámicos.....	59
2.1.7.1	Ladrillos Cerámicos para revestir .....	59
2.1.7.2	Baldosas cerámicas .....	61
2.1.7.3	Adhesivos para baldosas cerámicas .....	61
2.1.7.4	Material de rejuntado para baldosas cerámicas.....	62
2.1.8	Aislantes e impermeabilizantes.....	63
2.1.8.1	Aislantes conformados en planchas rígidas .....	63
2.1.8.2	Aislantes de lana mineral .....	64
2.1.8.3	Imprimadores bituminosos .....	65



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

2.1.8.4	Láminas bituminosas .....	66
2.1.9	Carpintería y cerrajería.....	67
2.1.9.1	Puertas de madera .....	67
2.1.10	Vidrios.....	67
2.1.10.1	Vidrios para la construcción .....	67
2.1.11	Instalaciones.....	68
2.1.11.1	Tubos de PVC-U para saneamiento.....	68
2.1.11.2	Tubos de polietileno para abastecimiento.....	70
2.1.11.3	Tubos de plástico para fontanería y calefacción.....	71
2.1.11.4	Grifería sanitaria.....	73
2.1.11.5	Aparatos sanitarios cerámicos .....	74
2.2	Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra. ....	75
2.2.1	Acondicionamiento del Terreno.....	79
2.2.2	Cimentaciones .....	86
2.2.3	Estructuras .....	89
2.2.4	Fachadas.....	95
2.2.5	Particiones.....	97
2.2.6	Instalaciones.....	101
2.2.7	Cubiertas .....	117
2.2.8	Revestimientos.....	119
2.2.9	Señalización y Equipamiento.....	124
2.3	Prescripciones sobre verificaciones en el Edificio Terminado .....	126
2.4	Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición .....	126



## **1 Pliego de Cláusulas Administrativas**





## 1.1 Disposiciones Generales

### 1.1.1 Disposiciones de Carácter General

#### 1.1.1.1 Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

#### 1.1.1.2 Contrato de Obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

#### 1.1.1.3 Documentación del Contrato de Obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra
- El presente Pliego de Condiciones
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

#### 1.1.1.4 Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.



#### 1.1.1.5 Reglamentación urbanística.

La obra por construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

#### 1.1.1.6 Formalización del Contrato de Obra

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.

#### 1.1.1.7 Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

#### 1.1.1.8 Responsabilidad del Contratista

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

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra 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.



#### 1.1.1.9 Accidentes de Trabajo

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.

#### 1.1.1.10 Daños y Perjuicios a terceros

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las 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.

#### 1.1.1.11 Anuncios y Carteles

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

#### 1.1.1.12 Copia de Documentos

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

#### 1.1.1.13 Suministro de Materiales

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



#### 1.1.1.14 Hallazgos

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

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

#### 1.1.1.15 Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- 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.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

#### 1.1.1.16 Omisiones: Buena fe

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

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.1.2 Disposiciones relativas a Trabajos, Materiales y Medios Auxiliares

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

1.1.2.1 Accesos y Vallados

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

1.1.2.2 Replanteo

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se 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.

1.1.2.3 Inicio de Obra y ritmo de 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.
- Aviso previo a la Autoridad laboral competente efectuado por el Promotor.
- 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.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

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

1.1.2.4 Orden de los Trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

1.1.2.5 Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

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

1.1.2.6 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por 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 apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.1.2.7 Interpretación, aclaraciones y modificaciones del proyecto

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

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

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

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.1.2.8 Prorroga por causa de fuerza mayor

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

1.1.2.9 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra

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

1.1.2.10 Trabajos Defectuosos

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

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

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

1.1.2.11 Vicios Ocultos

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





Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

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

1.1.2.12 Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los que se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.1.2.13 Presentación de Muestras

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

1.1.2.14 Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones 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.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.1.2.15 Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos

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

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

1.1.2.16 Limpieza de las Obras

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

1.1.2.17 Obras Sin Prescripción Explícita

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

1.1.3 Disposiciones de las Recepciones de Edificios y Obras Ajenas

1.1.3.1 Consideraciones de Carácter General

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de esta al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

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

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



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

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

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

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

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

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

#### *1.1.3.2 Recepción Provisional*

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

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

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

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

#### 1.1.3.3 Documentación Final de Obra

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

#### 1.1.3.4 Medición Definitiva y Liquidación provisional de la Obra

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

#### 1.1.3.5 Plazo de Garantía

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

#### 1.1.3.6 Conservación de las Obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

#### 1.1.3.7 Recepción Definitiva

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

#### 1.1.3.8 Prórroga del Plazo de Garantía

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



#### 1.1.3.9 Recepción de Trabajos cuya contrata haya sido rescindida

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

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

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

## **1.2 Disposiciones Facultativas**

### 1.2.1 Definición y Atribuciones de los Agentes de la Edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

#### 1.2.1.1 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 edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios. Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparán también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

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



#### 1.2.1.2 El Projectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

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

#### 1.2.1.3 El Constructor o 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 estas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

#### 1.2.1.4 El Director de Obra

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

#### 1.2.1.5 El Director de la Ejecución de la Obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de estas.

#### 1.2.1.6 Las entidades y los laboratorios de Control de Calidad de la Edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

1.2.1.7 Los Suministros de Productos

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

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

1.2.2 Agentes que intervienen en la obra según Ley 89/99 (L.O.E.)

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

1.2.3 Agentes en materia de Seguridad y Salud, según R.D. 1627/97

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

1.2.4 Agentes en materia de Gestión de Residuos, según R.D. 105/08

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

1.2.5 La Dirección Facultativa

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

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

1.2.6 Visitas Facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerirle al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.



### 1.2.7 Obligaciones de los agentes intervinientes

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

#### 1.2.7.1 El Promotor

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.

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





Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

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

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

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

#### 1.2.7.2 *El Projectista*

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 Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

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

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso 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 Arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

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

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

**1.2.7.3 El Constructor o Contratista**

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

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

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del 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.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

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 Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

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

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto 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.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa. Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

#### 1.2.7.4 El 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 Ordenes 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.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

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 anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento 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 Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.



#### 1.2.7.5 El Director de la Ejecución de la Obra

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

##### La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pié de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos. Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras. Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de esta en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Arquitectos Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de estos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos. Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de punto de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.6 Las entidades y los laboratorios de Control de Calidad de la Edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.2.7.7 Los Suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.7.8 Los Propietarios y los Usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de estos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.2.8 Documentación Final de Obra

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el **Libro del Edificio**, será entregada a los usuarios finales del edificio.

1.2.8.1 Los Propietarios y los Usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de estos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.3 **Disposiciones Económicas**

1.3.1 Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

1.3.2 Contrato de Obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar 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:

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Documentos que 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.

#### 1.3.3 Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

#### 1.3.4 Fianzas

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

##### 1.3.4.1 Ejecución de Trabajo con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.4.2 Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

1.3.4.3 Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

1.3.5 De los Precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

1.3.5.1 Precio Básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

1.3.5.2 Precio Unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.



#### 1.3.5.3 Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

#### 1.3.5.4 Precios Contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

#### 1.3.5.5 Reclamación de Aumento de Precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### 1.3.5.6 Formas Tradicionales de Medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.5.7 De la Revisión de los Precios Contratados

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.3.5.8 Acopio de Materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

1.3.6 Obras por Administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación

1.3.7 Valoración y Abono de los Trabajos

1.3.7.1 Forma y Plazos de Abono de las Obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda este obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

*1.3.7.2 Relaciones Valoradas y Certificaciones*

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, 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.

*1.3.7.3 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.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.7.4 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.

1.3.7.5 Abono de Trabajos Especiales No Contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

1.3.7.6 Abono de Trabajos Ejecutados durante el Plazo de Garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso 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.

1.3.8 Indemnizaciones Mutuas

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.1 Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.2 Demora de los Pagos por parte del Promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.





### 1.3.9 Varios

#### 1.3.9.1 Mejoras, Aumentos y/o Reducciones de Obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas. Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### 1.3.9.2 Unidades de obra Defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán

#### 1.3.9.3 Seguro de las Obras

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### 1.3.9.4 Conservación de la Obra

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### 1.3.9.5 Uso por el Contratista de Edificio o Bienes del Promotor

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento de este.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

#### 1.3.9.6 Pago de Arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

1.3.10 Retenciones en Concepto de Garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

1.3.11 Plazos de Ejecución: Planning de Obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

1.3.12 Liquidación económica de las Obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.



### 1.3.13 Liquidación Final de la Obra

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.





## **2 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

## 2.1 Prescripciones sobre los Materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de estos 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 estos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.



El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

#### 2.1.1 Garantías de Calidad (Marcado CE)

Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que se incorporen con carácter permanente a los edificios estén de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

En determinados casos, y con el fin de asegurar su suficiencia, los DB establecen las características técnicas de productos, equipos y sistemas que se incorporen a los edificios, sin perjuicio del Marcado CE que les sea aplicable de acuerdo con las correspondientes Directivas Europeas.

Las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios que faciliten el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE, podrán ser reconocidos por las Administraciones Públicas competentes.

También podrán reconocerse, de acuerdo con lo establecido en el apartado anterior, las certificaciones de las prestaciones finales de los productos, equipos o sistemas, o de los edificios acabados, las certificaciones de gestión de la calidad de los agentes que intervienen en la edificación, las certificaciones medioambientales que consideren el análisis del ciclo de vida de los productos, otras evaluaciones medioambientales de edificios y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE.

Se considerarán conformes con el CTE los productos, equipos y sistemas innovadores que demuestren el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE referentes a los elementos constructivos en los que intervienen, mediante una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto, concedida, a la entrada en vigor del CTE, por las entidades autorizadas para ello por las Administraciones Públicas competentes en aplicación de los criterios siguientes:

## 2.1.2 Hormigones

### 2.1.2.1 Hormigón Estructural

#### 2.1.2.1.1 *Condiciones de Suministro*

- El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.
- Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.
- Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.
- El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

#### 2.1.2.1.2 *Recepción y Control*

- Previamente a efectuar el pedido del hormigón se deben planificar una serie de tareas, con objeto de facilitar las operaciones de puesta en obra del hormigón:
- Preparar los accesos y viales por los que transitarán los equipos de transporte dentro de la obra.
- Preparar la recepción del hormigón antes de que llegue el primer camión.
- Programar el vertido de forma que los descansos o los horarios de comida no afecten a la puesta en obra del hormigón, sobre todo en aquellos elementos que no deban presentar juntas frías. Esta programación debe comunicarse a la central de fabricación para adaptar el ritmo de suministro.
- Inspecciones:
- Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:
  - Nombre de la central de fabricación de hormigón.
  - Número de serie de la hoja de suministro.
  - Fecha de entrega.
  - Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
  - Especificación del hormigón.
  - En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
  - Designación.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Contenido de cemento en kilos por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) de hormigón, con una tolerancia de  $\pm 15$  kg.
- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .
- En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:
  - Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
  - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ . □ Tipo de ambiente.
  - Tipo, clase y marca del cemento.
  - Consistencia.
  - Tamaño máximo del árido.
  - Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
  - Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
  - Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
  - Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
  - Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.
  - Hora límite de uso para el hormigón.
- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

*2.1.2.1.3 Conservación, Almacenamiento y Manipulación*

- En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

*2.1.2.1.4 Recomendaciones para su uso en obra*

- El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.
- Hormigonado en tiempo frío:
  - La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a  $5^{\circ}\text{C}$ .
  - Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.
- En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.
- Hormigonado en tiempo caluroso:
- Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

2.1.3 Aceros para Hormigón Armado

2.1.3.1 Aceros Corrugados

2.1.3.1.1 Condiciones de Suministro

- Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

2.1.3.1.2 Recepción y Control

- Inspecciones:
- Control de la documentación:
  - Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:
  - Antes del suministro:
  - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.
  - En su caso, declaración del suministrador firmada por persona física con poder de representación suficiente en la que conste que, en la fecha de esta, el producto está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:
    - Identificación de la entidad certificadora.
    - Logotipo del distintivo de calidad.
    - Identificación del fabricante.
    - Alcance del certificado.
    - Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).
    - Número de certificado.
    - Fecha de expedición del certificado.
  - Durante el suministro:
  - Las hojas de suministro de cada partida o remesa.
  - Hasta la entrada en vigor del marcado CE, se adjuntará un certificado de ensayo que garantice el cumplimiento de las siguientes características:
    - Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
    - Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Aptitud al doblado simple.
- Los aceros soldables con características especiales de ductilidad deberán cumplir los requisitos de los ensayos de fatiga y deformación alternativa.
- Características de adherencia. Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, presentará un certificado de homologación de adherencia, en el que constará, al menos:
  - Marca comercial del acero.
  - Forma de suministro: barra o rollo.
  - Límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.
  - Composición química.
  - En la documentación, además, constará:
    - El nombre del laboratorio. En el caso de que no se trate de un laboratorio público, declaración de estar acreditado para el ensayo referido.
    - Fecha de emisión del certificado.
    - La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.
  - En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.
  - En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.
- Después del suministro:
  - El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.
- Control mediante distintivos de calidad:
  - Los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
  - Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.
- Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

*2.1.3.1.3 Conservación, Almacenamiento y Manipulación*

- Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.
- Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.
- En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.
- La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:
  - Almacenamiento de los productos de acero empleados.
  - Proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo.
  - Procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

*2.1.3.1.4 Recomendaciones para su uso en Obra*

- Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.
- Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico
- Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones des-pasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

#### 2.1.4 Aceros para Estructuras Metálicas

##### 2.1.4.1 Aceros en Perfiles Laminados

###### 2.1.4.1.1 *Condiciones de Suministro*

- Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).
- Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.

###### 2.1.4.1.2 *Recepción y Control*

- Inspecciones:
- Para los productos planos:
  - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.
  - Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:
  - Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).
  - El tipo de documento de la inspección.
- Para los productos largos:
  - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.
- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

###### 2.1.4.1.3 *Conservación, Almacenamiento y Manipulación*

- Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.
- El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

###### 2.1.4.1.4 *Recomendaciones para su uso en Obra*

- El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

## 2.1.5 Morteros

### 2.1.5.1 Morteros hechos en Obra

#### 2.1.5.1.1 *Condiciones de Suministro*

- El conglomerante (cal o cemento) se debe suministrar:
  - En sacos de papel o plástico, adecuados para que su contenido no sufra alteración.
  - O a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.
- La arena se debe suministrar a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.
- El agua se debe suministrar desde la red de agua potable.

#### 2.1.5.1.2 *Recepción y Control*

- Inspecciones:
  - Si ciertos tipos de mortero necesitan equipamientos, procedimientos o tiempos de amasado especificados para el amasado en obra, se deben especificar por el fabricante. El tiempo de amasado se mide a partir del momento en el que todos los componentes se han adicionado.
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### 2.1.5.1.3 *Conservación, Almacenamiento y Manipulación*

- Los morteros deben estar perfectamente protegidos del agua y del viento, ya que, si se encuentran expuestos a la acción de este último, la mezcla verá reducido el número de finos que la componen, deteriorando sus características iniciales y por consiguiente no podrá ser utilizado. Es aconsejable almacenar los morteros secos en silos.

#### 2.1.5.1.4 *Recomendaciones para su uso en Obra*

- Para elegir el tipo de mortero apropiado se tendrá en cuenta determinadas propiedades, como la resistencia al hielo y el contenido de sales solubles en las condiciones de servicio en función del grado de exposición y del riesgo de saturación de agua.
- En condiciones climatológicas adversas, como lluvia, helada o excesivo calor, se tomarán las medidas oportunas de protección.
- El amasado de los morteros se realizará preferentemente con medios mecánicos. La mezcla debe ser batida hasta conseguir su uniformidad, con un tiempo mínimo de 1 minuto. Cuando el amasado se realice a mano, se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizando como mínimo tres batidas.
- El mortero se utilizará en las dos horas posteriores a su amasado. Si es necesario, durante este tiempo se le podrá agregar agua para compensar su pérdida. Pasadas las dos horas, el mortero que no se haya empleado se desechará.



## 2.1.6 Conglomerantes

### 2.1.6.1 Cemento

#### 2.1.6.1.1 *Condiciones de Suministro*

- El cemento se suministra a granel o envasado.
- El cemento a granel se debe transportar en vehículos, cubas o sistemas similares adecuados, con el hermetismo, seguridad y almacenamiento tales que garanticen la perfecta conservación del cemento, de forma que su contenido no sufra alteración, y que no alteren el medio ambiente.
- El cemento envasado se debe transportar mediante palets o plataformas similares, para facilitar tanto su carga y descarga como su manipulación, y así permitir mejor trato de los envases.
- El cemento no llegará a la obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Se recomienda que, si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no exceda de 70°C, y si se va a realizar a mano, no exceda de 40°C.
- Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno de falso fraguado, deberá comprobarse, con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presenta tendencia a experimentar dicho fenómeno.

#### 2.1.6.1.2 *Recepción y Control*

- Inspecciones:
- Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
- A la entrega del cemento, ya sea el cemento expedido a granel o envasado, el suministrador aportará un albarán que incluirá, al menos, los siguientes datos:
  - 1. Número de referencia del pedido.
  - 2. Nombre y dirección del comprador y punto de destino del cemento.
  - 3. Identificación del fabricante y de la empresa suministradora.
  - 4. Designación normalizada del cemento suministrado.
  - 5. Cantidad que se suministra.
  - 6. En su caso, referencia a los datos del etiquetado correspondiente al marcado CE.
  - 7. Fecha de suministro.
  - 8. Identificación del vehículo que lo transporta (matrícula).

#### 2.1.6.1.3 *Conservación, Almacenamiento y Manipulación*

- Los cementos a granel se almacenarán en silos estancos y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo o clase de resistencia distintos. Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.
- En cementos envasados, el almacenamiento deberá realizarse sobre palets o plataforma similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de las lluvias y de la exposición directa del sol. Se evitarán especialmente las ubicaciones en las que los envases puedan estar expuestos a la humedad, así como las manipulaciones durante su almacenamiento que puedan dañar el envase o la calidad del cemento.
- Las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga del cemento dispondrán de los dispositivos adecuados para minimizar las emisiones de polvo a la atmósfera.
- Aún en el caso de que las condiciones de conservación sean buenas, el almacenamiento del cemento no debe ser muy prolongado, ya que puede meteorizarse. El almacenamiento máximo aconsejable es de tres meses, dos meses y un mes, respectivamente, para las clases resistentes 32,5, 42,5 y 52,5. Si el periodo de almacenamiento es superior, se comprobará que las características del cemento continúan siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte días anteriores a su empleo, se realizarán los ensayos de determinación de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) ó 2 días (para todas las demás clases) sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse.

#### 2.1.6.1.4 *Recomendaciones para su uso en Obra*

- La elección de los distintos tipos de cemento se realizará en función de la aplicación o uso al que se destinen, las condiciones de puesta en obra y la clase de exposición ambiental del hormigón o mortero fabricado con ellos.
- Las aplicaciones consideradas son la fabricación de hormigones y los morteros convencionales, quedando excluidos los morteros especiales y los monocapa.
- El comportamiento de los cementos puede ser afectado por las condiciones de puesta en obra de los productos que los contienen, entre las que cabe destacar:
  - Los factores climáticos: temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del viento.
  - Los procedimientos de ejecución del hormigón o mortero: colocado en obra, prefabricado, proyectado, etc.
  - Las clases de exposición ambiental.
- Los cementos que vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos.
- Los cementos deberán tener la característica adicional de resistencia al agua de mar cuando vayan a emplearse en los ambientes marino sumergido o de zona de carrera de mareas.
- En los casos en los que se haya de emplear áridos susceptibles de producir reacciones álcali-árido, se utilizarán los cementos con un contenido de alcalinos inferior a 0,60% en masa de cemento.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Cuando se requiera la exigencia de blancura, se utilizarán los cementos blancos.
- Para fabricar un hormigón se recomienda utilizar el cemento de la menor clase de resistencia que sea posible y compatible con la resistencia mecánica del hormigón deseada.

2.1.6.2 Yesos y Escayolas para revestimientos continuos

*2.1.6.2.1 Condiciones de Suministro*

- Los yesos y escayolas se deben suministrar a granel o ensacados, con medios adecuados para que no sufran alteración. En caso de utilizar sacos, éstos serán con cierre de tipo válvula.

*2.1.6.2.2 Recepción y Control*

- Inspecciones:
  - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
  - Para el control de recepción se establecerán partidas homogéneas procedentes de una misma unidad de transporte (camión, cisterna, vagón o similar) y que provengan de una misma fábrica. También se podrá considerar como partida el material homogéneo suministrado directamente desde una fábrica en un mismo día, aunque sea en distintas entregas.
  - A su llegada a destino o durante la toma de muestras la Dirección Facultativa comprobará que:
    - El producto llega perfectamente envasado y los envases en buen estado.
    - El producto es identificable con lo especificado anteriormente.
    - El producto estará seco y exento de grumos.
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

*2.1.6.2.3 Conservación, Almacenamiento y Manipulación*

- Las muestras que deben conservarse en obra se almacenarán en la misma, en un local seco, cubierto y cerrado durante un mínimo de sesenta días desde su recepción.

2.1.7 Materiales Cerámicos

2.1.7.1 Ladrillos Cerámicos para revestir

*2.1.7.1.1 Condiciones de Suministro*

- Los ladrillos se deben suministrar empaquetados y sobre palets.
- Los paquetes no deben ser totalmente herméticos, para permitir la absorción de la humedad ambiente.
- La descarga se debe realizar directamente en las plantas del edificio, situando los palets cerca de los pilares de la estructura.



#### 2.1.7.1.2 *Recepción y Control*

- Inspecciones:
- Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### 2.1.7.1.3 *Conservación, Almacenamiento y Manipulación*

- Se deben apilar sobre superficies limpias, planas, horizontales y donde no se produzcan aportes de agua, ni se recepción en otros materiales o se realicen otros trabajos de la obra que los puedan manchar o deteriorar.
- Los ladrillos no deben estar en contacto con el terreno, ya que pueden absorber humedad, sales solubles, etc., provocando en la posterior puesta en obra la aparición de manchas y eflorescencias.
- Los ladrillos se deben conservar empaquetados hasta el momento de su uso, preservándolos de acciones externas que alteren su aspecto.
- Se agruparán por partidas, teniendo en cuenta el tipo y la clase.
- El traslado se debe realizar, siempre que se pueda, con medios mecánicos y su manipulación debe ser cuidadosa, evitando roces entre las piezas.
- Los ladrillos se deben cortar sobre la mesa de corte, que estará limpia en todo momento y dispondrá de chorro de agua sobre el disco.
- Una vez cortada correctamente la pieza, se debe limpiar la superficie vista, dejando secar el ladrillo antes de su puesta en obra.
- Para evitar que se ensucien los ladrillos, se debe limpiar la máquina, especialmente cada vez que se cambie de color de ladrillo.

#### 2.1.7.1.4 *Recomendaciones para su uso en Obra*

- Los ladrillos se deben humedecer antes de su puesta en obra.



#### 2.1.7.2 Baldosas cerámicas

##### 2.1.7.2.1 Condiciones de suministro

- Las baldosas se deben suministrar empaquetadas en cajas, de manera que no se alteren sus características.

##### 2.1.7.2.2 *Recepción y control*

- Inspecciones:
  - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

##### 2.1.7.2.3 *Conservación, almacenamiento y manipulación*

- El almacenamiento se realizará en su embalaje, en lugares protegidos de impactos y de la intemperie.

##### 2.1.7.2.4 *Recomendaciones para su uso en obra*

- Colocación en capa gruesa: Es el sistema tradicional, por el que se coloca la cerámica directamente sobre el soporte. No se recomienda la colocación de baldosas cerámicas de formato superior a 35x35 cm, o superficie equivalente, mediante este sistema.
- Colocación en capa fina: Es un sistema más reciente que la capa gruesa, por el que se coloca la cerámica sobre una capa previa de regularización del soporte, ya sean enfoscados en las paredes o bases de mortero en los suelos.

#### 2.1.7.3 Adhesivos para baldosas cerámicas

##### 2.1.7.3.1 Condiciones de suministro

- Los adhesivos se deben suministrar en sacos de papel paletizados.

##### 2.1.7.3.2 *Recepción y control*

- Inspecciones:
  - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

*2.1.7.3.3 Conservación, almacenamiento y manipulación*

- El tiempo de conservación es de 12 meses a partir de la fecha de fabricación.
- El almacenamiento se realizará en lugar fresco y en su envase original cerrado.

*2.1.7.3.4 Recomendaciones para su uso en obra*

- Los distintos tipos de adhesivos tienen características en función de las propiedades de aplicación (condiciones climatológicas, condiciones de fraguado, etc.) y de las prestaciones finales; el fabricante es responsable de informar sobre las condiciones y el uso adecuado y el prescriptor debe evaluar las condiciones y estado del lugar de trabajo y seleccionar el adhesivo adecuado considerando los posibles riesgos.
- Colocar siempre las baldosas sobre el adhesivo todavía fresco, antes de que forme una película superficial antiadherente.
- Los adhesivos deben aplicarse con espesor de capa uniforme con la ayuda de llanas dentadas.

*2.1.7.4 Material de rejuntado para baldosas cerámicas*

*2.1.7.4.1 Condiciones de suministro*

- El material de rejuntado se debe suministrar en sacos de papel paletizados.

*2.1.7.4.2 Recepción y control*

- Inspecciones:
  - Este material debe estar marcado claramente en los embalajes y/o en la documentación técnica del producto, como mínimo con la siguiente información:
    - Nombre del producto.
    - Marca del fabricante y lugar de origen.
    - Fecha y código de producción, caducidad y condiciones de almacenaje.
    - Número de la norma y fecha de publicación.
    - Identificación normalizada del producto.
    - Instrucciones de uso (proporciones de mezcla, tiempo de maduración, vida útil, modo de aplicación, tiempo hasta la limpieza, tiempo hasta permitir su uso, ámbito de aplicación, etc.).
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

*2.1.7.4.3 Conservación, almacenamiento y manipulación*

- El tiempo de conservación es de 12 meses a partir de la fecha de fabricación.
- El almacenamiento se realizará en lugar fresco y en su envase original cerrado.

#### 2.1.7.4.4 *Recomendaciones para su uso en obra*

- Los distintos tipos de materiales para rejuntado tienen características en función de las propiedades de aplicación (condiciones climatológicas, condiciones de fraguado, etc.) y de las prestaciones finales; el fabricante es responsable de informar sobre las condiciones y el uso adecuado y el prescriptor debe evaluar las condiciones y estado del lugar de trabajo y seleccionar el material de rejuntado adecuado considerando los posibles riesgos.
- En colocación en exteriores se debe proteger de la lluvia y de las heladas durante las primeras 24 horas.

### 2.1.8 Aislantes e impermeabilizantes

#### 2.1.8.1 Aislantes conformados en planchas rígidas

##### 2.1.8.1.1 *Condiciones de suministro*

- Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles, envueltos en films plásticos en sus seis caras.
- Los paneles se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.
- En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

##### 2.1.8.1.2 *Recepción y control*

- Inspecciones:
  - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
  - Si el material ha de ser componente de la parte ciega del cerramiento exterior de un espacio habitable, el fabricante declarará el valor del factor de resistencia a la difusión del agua.
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

##### 2.1.8.1.3 *Conservación, almacenamiento y manipulación*

- Los palets completos pueden almacenarse a la intemperie por un periodo limitado de tiempo.
- Se apilarán horizontalmente sobre superficies planas y limpias.
- Se protegerán de la insolación directa y de la acción del viento.

##### 2.1.8.1.4 *Recomendaciones para su uso en obra*

- Se seguirán las recomendaciones de aplicación y de uso proporcionadas por el fabricante en su documentación técnica.

### 2.1.8.2 Aislantes de lana mineral

#### *2.1.8.2.1 Condiciones de suministro*

- Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles enrollados o mantas, envueltos en films plásticos.
- Los paneles o mantas se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.
- En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.
- Se procurará no aplicar pesos elevados sobre los mismos, para evitar su deterioro.

#### *2.1.8.2.2 Recepción y control*

- Inspecciones:
  - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### *2.1.8.2.3 Conservación, almacenamiento y manipulación*

- Conservar y almacenar preferentemente en el palet original, protegidos del sol y de la intemperie, salvo cuando esté prevista su aplicación.
- Los palets completos pueden almacenarse a la intemperie por un periodo limitado de tiempo.
- Los paneles deben almacenarse bajo cubierto, sobre superficies planas y limpias.
- Siempre que se manipule el panel de lana de roca se hará con guantes.
- Bajo ningún concepto debe emplearse para cortar el producto maquinaria que pueda diseminar polvo, ya que éste produce irritación de garganta y de ojos.

#### *2.1.8.2.4 Recomendaciones para su uso en obra*

- En aislantes utilizados en cubiertas, se recomienda evitar su aplicación cuando las condiciones climatológicas sean adversas, en particular cuando esté nevando o haya nieve o hielo sobre la cubierta, cuando llueva o la cubierta esté mojada, o cuando sople viento fuerte.
- Los productos deben colocarse siempre secos.

### 2.1.8.3 *Imprimadores bituminosos*

#### 2.1.8.3.1 *Condiciones de suministro*

- Los imprimadores se deben suministrar en envase hermético.

#### 2.1.8.3.2 *Recepción y control*

- Inspecciones:
  - Los imprimadores bituminosos, en su envase, deberán llevar marcado:
    - La identificación del fabricante o marca comercial.
    - La designación con arreglo a la norma correspondiente.
    - Las incompatibilidades de uso e instrucciones de aplicación.
    - El sello de calidad, en su caso.
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### 2.1.8.3.3 *Conservación, almacenamiento y manipulación*

- El almacenamiento se realizará en envases cerrados herméticamente, protegidos de la humedad, de las heladas y de la radiación solar directa.
- El tiempo máximo de almacenamiento es de 6 meses.
- No deberán sedimentarse durante el almacenamiento de forma que no pueda devolverse su condición primitiva por agitación moderada.

#### 2.1.8.3.4 *Recomendaciones para su uso en obra*

- Se suelen aplicar a temperatura ambiente. No podrán aplicarse con temperatura ambiente inferior a 5°C.
- La superficie por imprimir debe estar libre de partículas extrañas, restos no adheridos, polvo y grasa.
- Las emulsiones tipo A y C se aplican directamente sobre las superficies, las de los tipos B y D, para su aplicación como imprimación de superficies, deben disolverse en agua hasta alcanzar la viscosidad exigida a los tipos A y C.
- Las pinturas de imprimación de tipo I solo pueden aplicarse cuando la impermeabilización se realiza con productos asfálticos; las de tipo II solamente deben utilizarse cuando la impermeabilización se realiza con productos de alquitrán de hulla.

#### 2.1.8.4 Láminas bituminosas

##### 2.1.8.4.1 *Condiciones de suministro*

- Las láminas se deben transportar preferentemente en palets retractilados y, en caso de pequeños acopios, en rollos sueltos.
- Cada rollo contendrá una sola pieza o como máximo dos. Sólo se aceptarán dos piezas en el 3% de los rollos de cada partida y no se aceptará ninguno que contenga más de dos piezas. Los rollos irán protegidos. Se procurará no aplicar pesos elevados sobre los mismos para evitar su deterioro.

##### 2.1.8.4.2 *Recepción y control*

- Inspecciones:
- Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
- Cada rollo tendrá una etiqueta en la que constará:
  - Nombre y dirección del fabricante, marca comercial o suministrador.
  - Designación del producto según normativa.
  - Nombre comercial de la lámina.
  - Longitud y anchura nominal de la lámina en m.
  - Número y tipo de armaduras, en su caso.
  - Fecha de fabricación.
  - Condiciones de almacenamiento.
  - En láminas LBA, LBM, LBME, LO y LOM: Masa nominal de la lámina por 10 m<sup>2</sup>.
  - En láminas LAM: Masa media de la lámina por 10 m<sup>2</sup>.
  - En láminas bituminosas armadas: Masa nominal de la lámina por 10 m<sup>2</sup>.
  - En láminas LBME: Espesor nominal de la lámina en mm.
- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

##### 2.1.8.4.3 *Conservación, almacenamiento y manipulación*

- Conservar y almacenar preferentemente en el palet original, apilados en posición horizontal con un máximo de cuatro hiladas puestas en el mismo sentido, a temperatura baja y uniforme, protegidos del sol, la lluvia y la humedad en lugares cubiertos y ventilados, salvo cuando esté prevista su aplicación.

##### 2.1.8.4.4 *Recomendaciones para su uso en obra*

- Se recomienda evitar su aplicación cuando el clima sea lluvioso o la temperatura inferior a 5°C, o cuando así se prevea.
- La fuerza del viento debe ser considerada, en cualquier caso.





### 2.1.9 Carpintería y cerrajería

#### 2.1.9.1 Puertas de madera

##### 2.1.9.1.1 *Condiciones de suministro*

- Las puertas se deben suministrar protegidas, de manera que no se alteren sus características.

##### 2.1.9.1.2 *Recepción y control*

- Inspecciones:
  - En cada suministro de este material que llegue a la obra se debe controlar como mínimo:
    - La escuadría y planeidad de las puertas.
    - Verificación de las dimensiones.
  - Ensayos:
    - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

##### 2.1.9.1.3 *Conservación, almacenamiento y manipulación*

- El almacenamiento se realizará conservando la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación, en su caso, del acristalamiento.

##### 2.1.9.1.4 *Recomendaciones para su uso en obra*

- La fábrica que reciba la carpintería de la puerta estará terminada, a falta de revestimientos. El cerco estará colocado y aplomado.
- Antes de su colocación se comprobará que la carpintería conserva su protección. Se reparará el ajuste de herrajes y la nivelación de hojas.

### 2.1.10 Vidrios

#### 2.1.10.1 Vidrios para la construcción

##### 2.1.10.1.1 *Condiciones de suministro*

- Los vidrios se deben transportar en grupos de 40 cm de espesor máximo y sobre material no duro.
- Los vidrios se deben entregar con corchos intercalados, de forma que haya aireación entre ellos durante el transporte.



#### 2.1.10.1.2 *Recepción y control*

- Inspecciones:
- Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### 2.1.10.1.3 *Conservación, almacenamiento y manipulación*

- El almacenamiento se realizará protegido de acciones mecánicas tales como golpes, rayaduras y sol directo y de acciones químicas como impresiones producidas por la humedad.
- Se almacenarán en grupos de 25 cm de espesor máximo y con una pendiente del 6% respecto a la vertical.
- Se almacenarán las pilas de vidrio empezando por los vidrios de mayor dimensión y procurando poner siempre entre cada vidrio materiales tales como corchos, listones de madera o papel ondulado. El contacto de una arista con una cara del vidrio puede provocar rayas en la superficie. También es preciso procurar que todos los vidrios tengan la misma inclinación, para que apoyen de forma regular y no haya cargas puntuales.
- Es conveniente tapar las pilas de vidrio para evitar la suciedad. La protección debe ser ventilada.
- La manipulación de vidrios llenos de polvo puede provocar rayas en la superficie de estos.

#### 2.1.10.1.4 *Recomendaciones para su uso en obra*

- Antes del acristalamiento, se recomienda eliminar los corchos de almacenaje y transporte, así como las etiquetas identificativas del pedido, ya que de no hacerlo el calentamiento podría ocasionar roturas térmicas.

### 2.1.11 Instalaciones

#### 2.1.11.1 Tubos de PVC-U para saneamiento

##### 2.1.11.1.1 *Condiciones de suministro*

- Los tubos se deben suministrar a pie de obra en camiones, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.
- Los tubos se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.
- Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.
- Debe evitarse la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.

#### 2.1.11.1.2 *Recepción y control*

- Inspecciones:
- Los tubos y accesorios deben estar marcados a intervalos de 1 m para sistemas de evacuación y de 2 m para saneamiento enterrado y al menos una vez por elemento con:
  - Los caracteres correspondientes a la designación normalizada.
  - La trazabilidad del tubo (información facilitada por el fabricante que indique la fecha de fabricación, en cifras o en código, y un número o código indicativo de la factoría de fabricación en caso de existir más de una).
- Los caracteres de marcado deben estar etiquetados, impresos o grabados directamente sobre el elemento de forma que sean legibles después de su almacenamiento, exposición a la intemperie, instalación y puesta en obra.
- El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defecto que influya desfavorablemente sobre la aptitud al uso del elemento.
- Se considerará aceptable un marcado por grabado que reduzca el espesor de la pared menos de 0,25 mm, siempre que no se infrinjan las limitaciones de tolerancias en espesor.
- Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información debe ser diferente al color base del elemento.
- El tamaño del marcado debe ser fácilmente legible sin aumento.
- Los elementos certificados por una tercera parte pueden estar marcados en consecuencia.
- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### 2.1.11.1.3 *Conservación, almacenamiento y manipulación*

- Los tubos y accesorios deben descargarse cuidadosamente.
- Debe evitarse el daño en las superficies y en los extremos de los tubos y accesorios.
- Debe evitarse el almacenamiento a la luz directa del sol durante largos periodos de tiempo.
- Debe disponerse de una zona de almacenamiento que tenga el suelo liso y nivelado o un lecho plano de estructura de madera, con el fin de evitar cualquier curvatura o deterioro de los tubos.
- Los tubos con embocadura y con accesorios montados previamente se deben disponer de forma que estén protegidos contra el deterioro y los extremos queden libres de cargas, por ejemplo, alternando los extremos con embocadura y los extremos sin embocadura o en capas adyacentes.
- Debe evitarse todo riesgo de deterioro llevando los tubos y accesorios sin arrastrar hasta el lugar de trabajo.
- Debe evitarse cualquier indicio de suciedad en los accesorios y en las bocas de los tubos, pues puede dar lugar, si no se limpia, a instalaciones defectuosas. La limpieza del tubo y de los accesorios se debe realizar mediante líquido limpiador y siguiendo las instrucciones del fabricante.
- El tubo se debe cortar limpio de rebabas.

### 2.1.11.2 Tubos de polietileno para abastecimiento

#### 2.1.11.2.1 Condiciones de suministro

- Los tubos se deben suministrar a pie de obra en camiones, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.
- Los tubos se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.
- Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.
- Se debe evitar la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.
- Cuando los tubos se suministren en rollos, se deben colocar de forma horizontal en la base del camión, o encima de los tubos suministrados en barras si los hubiera, cuidando de evitar su aplastamiento.
- Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición.
- Los tubos y accesorios deben descargarse cuidadosamente.

#### 2.1.11.2.2 Recepción y control

- Inspecciones:
  - Los tubos y accesorios deben estar marcados, a intervalos máximos de 1 m para tubos y al menos una vez por tubo o accesorio, con:
    - Los caracteres correspondientes a la designación normalizada.
    - La trazabilidad del tubo (información facilitada por el fabricante que indique la fecha de fabricación, en cifras o en código, y un número o código indicativo de la factoría de fabricación en caso de existir más de una).
  - Los caracteres de marcado deben estar etiquetados, impresos o grabados directamente sobre el tubo o accesorio de forma que sean legibles después de su almacenamiento, exposición a la intemperie, instalación y puesta en obra.
  - El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defecto que influya desfavorablemente sobre la aptitud al uso del elemento.
  - Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información debe ser diferente al color base del elemento.
  - El tamaño del marcado debe ser fácilmente legible sin aumento.
- Los tubos y accesorios certificados por una tercera parte pueden estar marcados en consecuencia.
- Los accesorios de fusión o electrofusión deben estar marcados con un sistema numérico, electromecánico o autorregulado, para reconocimiento de los parámetros de fusión, para facilitar el proceso. Cuando se utilicen códigos de barras para el reconocimiento numérico, la etiqueta que le incluya debe poder adherirse al accesorio y protegerse de deterioros.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Los accesorios deben estar embalados a granel o protegerse individualmente, cuando sea necesario, con el fin de evitar deterioros y contaminación; el embalaje debe llevar al menos una etiqueta con el nombre del fabricante, el tipo y dimensiones del artículo, el número de unidades y cualquier condición especial de almacenamiento.
- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

*2.1.11.2.3 Conservación, almacenamiento y manipulación*

- Debe evitarse el daño en las superficies y en los extremos de los tubos y accesorios.
- Debe evitarse el almacenamiento a la luz directa del sol durante largos periodos de tiempo.
- Debe disponerse de una zona de almacenamiento que tenga el suelo liso y nivelado o un lecho plano de estructura de madera, con el fin de evitar cualquier curvatura o deterioro de los tubos.
- Los tubos con embocadura y con accesorios montados previamente se deben disponer de forma que estén protegidos contra el deterioro y los extremos queden libres de cargas, por ejemplo, alternando los extremos con embocadura y los extremos sin embocadura o en capas adyacentes.
- Los tubos en rollos se deben almacenar en pisos apilados uno sobre otro o verticalmente en soportes o estanterías especialmente diseñadas para este fin.
- El desenrollado de los tubos debe hacerse tangencialmente al rollo, rodándolo sobre sí mismo. No debe hacerse jamás en espiral.
- Debe evitarse todo riesgo de deterioro llevando los tubos y accesorios sin arrastrar hasta el lugar de trabajo.
- Debe evitarse cualquier indicio de suciedad en los accesorios y en las bocas de los tubos, pues puede dar lugar, si no se limpia, a instalaciones defectuosas. La limpieza del tubo y de los accesorios se debe realizar siguiendo las instrucciones del fabricante.
- El tubo se debe cortar con sus correspondientes cortatubos.

*2.1.11.3 Tubos de plástico para fontanería y calefacción*

*2.1.11.3.1 Condiciones de suministro*

- Los tubos se deben suministrar a pie de obra en camiones con suelo plano, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.
- Los tubos se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc., y de forma que no queden tramos salientes innecesarios.
- Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.
- Se debe evitar la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Cuando los tubos se suministren en rollos, se deben colocar de forma horizontal en la base del camión, o encima de los tubos suministrados en barras si los hubiera, cuidando de evitar su aplastamiento.
- Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición.
- Los tubos y accesorios se deben cargar y descargar cuidadosamente.

*2.1.11.3.2 Recepción y control*

- Inspecciones:
  - Los tubos deben estar marcados a intervalos máximos de 1 m y al menos una vez por accesorio, con:
    - Los caracteres correspondientes a la designación normalizada.
    - La trazabilidad del tubo (información facilitada por el fabricante que indique la fecha de fabricación, en cifras o en código, y un número o código indicativo de la factoría de fabricación en caso de existir más de una).
  - Los caracteres de marcado deben estar impresos o grabados directamente sobre el tubo o accesorio de forma que sean legibles después de su almacenamiento, exposición a la intemperie, instalación y puesta en obra
  - El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defecto que influya desfavorablemente en el comportamiento funcional del tubo o accesorio.
  - Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información debe ser diferente al color base del tubo o accesorio.
  - El tamaño del marcado debe ser fácilmente legible sin aumento.
  - Los tubos y accesorios certificados por una tercera parte pueden estar marcados en consecuencia.
- Ensayos:
  - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

*2.1.11.3.3 Conservación, almacenamiento y manipulación*

- Debe evitarse el daño en las superficies y en los extremos de los tubos y accesorios. Deben utilizarse, si fuese posible, los embalajes de origen.
- Debe evitarse el almacenamiento a la luz directa del sol durante largos periodos de tiempo.
- Debe disponerse de una zona de almacenamiento que tenga el suelo liso y nivelado o un lecho plano de estructura de madera, con el fin de evitar cualquier curvatura o deterioro de los tubos.
- Los tubos con embocadura y con accesorios montados previamente se deben disponer de forma que estén protegidos contra el deterioro y los extremos queden libres de cargas, por ejemplo, alternando los extremos con embocadura y los extremos sin embocadura o en capas adyacentes.
- Los tubos en rollos se deben almacenar en pisos apilados uno sobre otro o verticalmente en soportes o estanterías especialmente diseñadas para este fin.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- El desenrollado de los tubos debe hacerse tangencialmente al rollo, rodándolo sobre sí mismo. No debe hacerse jamás en espiral.
- Debe evitarse todo riesgo de deterioro llevando los tubos y accesorios sin arrastrar hasta el lugar de trabajo, y evitando dejarlos caer sobre una superficie dura.
- Cuando se utilicen medios mecánicos de manipulación, las técnicas empleadas deben asegurar que no producen daños en los tubos. Las eslingas de metal, ganchos y cadenas empleadas en la manipulación no deben entrar en contacto con el tubo.
- Debe evitarse cualquier indicio de suciedad en los accesorios y en las bocas de los tubos, pues puede dar lugar, si no se limpia, a instalaciones defectuosas. Los extremos de los tubos se deben cubrir o proteger con el fin de evitar la entrada de suciedad en los mismos. La limpieza del tubo y de los accesorios se debe realizar siguiendo las instrucciones del fabricante.
- El tubo se debe cortar con su correspondiente cortatubo.

*2.1.11.4 Grifería sanitaria*

*2.1.11.4.1 Condiciones de suministro*

- Se suministrarán en bolsa de plástico dentro de caja protectora.

*2.1.11.4.2 Recepción y control*

- Inspecciones:
- Este material debe estar marcado de manera permanente y legible con:
  - Para grifos convencionales de sistema de Tipo 1
  - El nombre o identificación del fabricante sobre el cuerpo o el órgano de maniobra.
  - El nombre o identificación del fabricante en la montura.
  - Los códigos de las clases de nivel acústico y del caudal (el marcado de caudal sólo es exigible si el grifo está dotado de un regulador de chorro intercambiable).
  - Para los mezcladores termostáticos
  - El nombre o identificación del fabricante sobre el cuerpo o el órgano de maniobra.
  - Las letras LP (baja presión).
- Los dispositivos de control de los grifos deben identificar:
  - Para el agua fría, el color azul, o la palabra, o la primera letra de fría.
  - Para el agua caliente, el color rojo, o la palabra, o la primera letra de caliente.
- Los dispositivos de control de los mezcladores termostáticos deben llevar marcada una escala graduada o símbolos para control de la temperatura.
- El dispositivo de control para agua fría debe estar a la derecha y el de agua caliente a la izquierda cuando se mira al grifo de frente. En caso de dispositivos de control situados uno encima del otro, el agua caliente debe estar en la parte superior.
- En cada suministro de este material que llegue a la obra se debe controlar como mínimo:
  - La no existencia de manchas y bordes desportillados.
  - La falta de esmalte u otros defectos en las superficies lisas.
  - El color y textura uniforme en toda su superficie.



- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### *2.1.11.4.3 Conservación, almacenamiento y manipulación*

- El almacenamiento se realizará en su embalaje, en lugares protegidos de impactos y de la intemperie.

#### *2.1.11.5 Aparatos sanitarios cerámicos*

##### *2.1.11.5.1 Condiciones de suministro*

- Durante el transporte las superficies se protegerán adecuadamente.

##### *2.1.11.5.2 Recepción y control*

- Inspecciones:
- Este material dispondrá de los siguientes datos:
  - Una etiqueta con el nombre o identificación del fabricante.
  - Las instrucciones para su instalación.
- Ensayos:
- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

##### *2.1.11.5.3 Conservación, almacenamiento y manipulación*

- El almacenamiento se realizará en lugares protegidos de impactos y de la intemperie. Se colocarán en posición vertical.





## 2.2 Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

**MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.**

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

#### **DEL SOPORTE.**

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

#### **AMBIENTALES.**

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

**DEL CONTRATISTA.**

En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del Contratista, que acrediten su cualificación para realizar cierto tipo de trabajos.

**PROCESO DE EJECUCIÓN.**

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

**FASES DE EJECUCIÓN.**

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

Se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse cada unidad de obra, una vez aceptada, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades y quede garantizado su buen funcionamiento.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.**

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra. La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

**ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.**

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

**CIMENTACIONES.**

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.



#### ESTRUCTURAS.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

#### ESTRUCTURAS METÁLICAS.

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

#### ESTRUCTURAS (FORJADOS).

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ .

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

#### ESTRUCTURAS (MUROS).

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

#### FACHADAS Y PARTICIONES.

Deduciendo los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ . Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de  $X \text{ m}^2$ , lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de  $X \text{ m}^2$  se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de  $X \text{ m}^2$ , se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

**INSTALACIONES.**

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

**REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOSCADOS DE CEMENTO).**

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de  $X \text{ m}^2$ , el exceso sobre los  $X \text{ m}^2$ . Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a  $X \text{ m}^2$ . Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

**2.2.1 Acondicionamiento del Terreno**

**Unidad de obra ADL010b: Desbroce y limpieza del terreno, profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados, carga a camión y transporte a vertedero autorizado.**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: árboles, plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados, carga a camión y transporte a vertedero autorizado.



NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución **NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Inspección ocular del terreno.

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

**DEL CONTRATISTA.**

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- Replanteo previo.
- Remoción de los materiales de desbroce.
- Retirada y disposición de los materiales objeto de desbroce.
- Carga a camión.
- Transporte de residuos a vertedero autorizado.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerán los residuos durante el transporte mediante su cubrición con lonas o toldos.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.



**Unidad de obra ASB010: Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 200 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Instalación 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.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN 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.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que el trazado de las zanjas corresponde con el de Proyecto.

El terreno del interior de la zanja, además de libre de agua, deberá estar limpio de residuos, tierras sueltas o disgregadas y vegetación.

Se comprobarán las separaciones mínimas de la acometida con otras instalaciones.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- 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.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Montaje de la instalación empezando por el extremo de cabecera.
- Limpieza de la zona a unir con el líquido limpiador, aplicación del adhesivo y encaje de piezas.
- Realización de pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La red permanecerá cerrada hasta su puesta en servicio, no presentará problemas en la circulación y tendrá una evacuación rápida.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

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.

**Unidad de obra IFA010: Conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Instalación y montaje de la conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio a través de pozo de registro (sin incluir). Incluso comprobación del buen estado de la acometida existente, trabajos de conexión, rotura del pozo de registro desde el exterior con martillo compresor hasta su completa perforación, acoplamiento y recibido del tubo de acometida, empalme con junta flexible, repaso y bruñido con mortero de cemento en el interior del pozo, sellado, pruebas de estanqueidad, reposición de elementos en caso de roturas o de aquellos que se encuentren deteriorados en el tramo de acometida existente. Totalmente montada, conexionada y probada. Sin incluir excavación.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que la ubicación de la conexión se corresponde con la de Proyecto.





#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo y trazado de la conexión en el pozo de registro.
- Rotura del pozo con compresor.
- Colocación de la acometida.
- Resolución de la conexión.
- Realización de pruebas de servicio.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La conexión permanecerá cerrada hasta su puesta en servicio.

##### COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra ASC010: Colector enterrado de saneamiento de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 160 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.**

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de colector enterrado de red horizontal de saneamiento, 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, 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. Incluso líquido limpiador y adhesivo, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente colocado, conexionado y probado.

##### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación **CTE. DB HS Salubridad.**

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, entre caras interiores de arquetas.



CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que el trazado de las zanjas corresponde con el de Proyecto.

El terreno del interior de la zanja, además de libre de agua, deberá estar limpio de residuos, tierras sueltas o disgregadas y vegetación.

**DEL CONTRATISTA.**

Deberá someter a la aprobación del Director de Ejecución de la obra el procedimiento de descarga en obra y manipulación de colectores.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- Replanteo y trazado del conducto en planta y pendientes.
- Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.
- Presentación en seco de tubos y piezas especiales.
- Vertido de la arena en el fondo de la zanja.
- Descenso y colocación de los colectores en el fondo de la zanja.
- Montaje de la instalación empezando por el extremo de cabecera.
- Limpieza de la zona a unir con el líquido limpiador, aplicación del adhesivo y encaje de piezas.
- Ejecución del relleno envolvente.
- Realización de pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La red permanecerá cerrada hasta su puesta en servicio, no presentará problemas en la circulación y tendrá una evacuación rápida.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, entre caras interiores de arquetas, incluyendo los tramos ocupados por piezas especiales.



**Unidad de obra ANS010: Solera de HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido desde camión, de 20 cm de espesor, extendido y vibrado manual, para base de un solado.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de solera de 20 cm de espesor, de hormigón armado HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, armada con malla electrosoldada ME 15x15 de  $\varnothing$  5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica; realizada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, vibrado del hormigón con regla vibrante, plancha de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, colocada alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera y posterior sellado con masilla elástica.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.

Ejecución **NTE-RSS. Revestimientos de suelos: Soleras.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie base presenta una planeidad adecuada, cumple los valores resistentes tenidos en cuenta en la hipótesis de cálculo, y no tiene blandones, bultos ni materiales sensibles a las heladas.

El nivel freático no originará sobreempujes.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA.

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.



### PROCESO DE EJECUCIÓN.

#### FASES DE EJECUCIÓN.

- Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes.
- Replanteo de las juntas de hormigonado.
- Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas.
- Riego de la superficie base.
- Preparación de juntas.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Curado del hormigón.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La superficie de la solera cumplirá las exigencias de planeidad y resistencia, y se dejará a la espera del solado.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá el hormigón fresco frente a lluvias, heladas y temperaturas elevadas. No se superarán las cargas previstas.

#### COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los soportes situados dentro de su perímetro.

#### 2.2.2 Cimentaciones

**Unidad de obra CSZ010: Zapata de cimentación de hormigón armado HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m<sup>3</sup>.**

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de zapata de cimentación de hormigón armado HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con una cuantía aproximada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso p/p de armaduras de espera del soporte.



NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón

**Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Ejecución

- **CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.**
- **NTE-CSZ. Cimentaciones superficiales: Zapatas.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

**AMBIENTALES.**

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

**DEL CONTRATISTA.**

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas.
- Colocación de separadores y fijación de las armaduras.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Coronación y enrase de cimientos.
- Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno. La superficie quedará sin imperfecciones.



CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

**Unidad de obra CAV010: Viga de atado, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 60 kg/m<sup>3</sup>.**

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de viga para el atado de la cimentación, realizada con hormigón armado HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con una cuantía aproximada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 60 kg/m<sup>3</sup>.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.

Ejecución **CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos**.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.



**DEL CONTRATISTA.**

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

**PROCESO DE EJECUCIÓN.**

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- Colocación de la armadura con separadores homologados.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Coronamiento y enrase.
- Curado del hormigón.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.**

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.3 Estructuras

**Unidad de obra EAM020: Estructura metálica realizada con cerchas de acero laminado S275JR,  $20 < L < 30$  m, separación de 5 m entre cerchas.**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Suministro y montaje de cerchas, barras y correas de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR mediante uniones soldadas, para distancia entre apoyos de  $20 < L < 30$  m y separación de 5 m entre cerchas, trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico con un espesor de 40 micras por mano. Incluso p/p de conexiones a soportes, preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.



#### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

##### Ejecución

- **CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.**
- **UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.**
- **NTE-EAF. Estructuras de acero: Forjados.**
- **NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.**
- **NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.**

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

##### AMBIENTALES.

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

##### DEL CONTRATISTA.

Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo y marcado de los ejes.
- Izado y presentación de los extremos de la cercha mediante grúa.
- Aplomado.
- Resolución de las uniones.
- Reglaje de la pieza y ajuste definitivo de las uniones.
- Reparación de defectos superficiales.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección. La estructura será estable y transmitirá correctamente las cargas.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

**Unidad de obra EAS005: Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de varias dimensiones, con garrotas soldadas de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 75 cm de longitud total.**

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.  
No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro de placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, de varias dimensiones, con garrotas soldadas de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 75 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso p/p de limpieza y preparación de la superficie soporte, taladro central, nivelación, relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa con mortero autonivelante expansivo, aplicación de una protección anticorrosiva a las tuercas y extremos de los pernos, cortes, pletinas, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución

- **CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.**
- **UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.**
- **NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.**

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL CONTRATISTA.

Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Limpieza y preparación de la superficie de apoyo.
- Colocación y fijación provisional de la placa.
- Aplomado y nivelación.
- Relleno con mortero.
- Aplicación de la protección anticorrosiva.



CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La posición de la placa será correcta y estará ligada con la cimentación.

El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra EAS010: Acero S275JR en soportes, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.**

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para soportes, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico con un espesor de 40 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, placas de arranque y transición de pilar inferior a superior, mortero sin retracción para retacado de placas, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución

- **CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero.**
- **UNE-ENV 1090-1. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación.**
- **NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

AMBIENTALES.

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.



**DEL CONTRATISTA.**

Presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

**PROCESO DE EJECUCIÓN.**

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- Limpieza y preparación del plano de apoyo.
- Replanteo y marcado de los ejes.
- Colocación y fijación provisional del soporte.
- Aplomado y nivelación.
- Ejecución de las uniones.
- Reparación de defectos superficiales.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura.

El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.**

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.

**Unidad de obra EPF010: Placas alveolares de 20 cm de altura y 100 cm de anchura, con momento flector último de 75 kN·m/m, para formación de forjado de canto 20 + 5 cm, hasta 3 m de altura libre de planta, apoyado directamente sobre vigas de canto**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Suministro y colocación de placas alveolares de 20 cm de altura y 100 cm de anchura, con momento flector último de 75 kN·m/m, para formación de forjado de canto 20 + 5 cm, hasta 3 m de altura libre de planta, apoyado directamente sobre vigas de canto o muros de carga (no incluidos en este precio); malla electrosoldada ME 10x10 de  $\varnothing$  5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; acero B500 S en zona de negativos, cuantía 4 kg/m<sup>2</sup> y hormigón armado HA-25/B/12/IIa fabricado en central y vertido con cubilote en relleno de juntas entre placas, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión. Incluso p/p de cortes longitudinales paralelos a los laterales de las placas; cortes transversales oblicuos, cajeados, taladros y formación de huecos, montaje mediante grúa y apeos necesarios. Sin incluir repercusión de apoyos ni soportes.

**NORMATIVA DE APLICACIÓN.**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.



CRITERIO DE MEDICIÓN EN 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>.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Se comprobarán las condiciones de los elementos de apoyo de las placas en función de su naturaleza y se tendrá especial cuidado en su replanteo.

**AMBIENTALES.**

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

**DEL CONTRATISTA.**

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- Replanteo de la geometría de la planta.
- Montaje de las losas.
- Enlace del forjado con sus apoyos.
- Cortes, taladros y huecos.
- Colocación de las armaduras con separadores homologados.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Curado del hormigón.
- Reparación de defectos superficiales.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas. La superficie quedará uniforme y sin irregularidades.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

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>.

2.2.4 Fachadas

**Unidad de obra FPP020: Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 2 m de anchura y 4 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, montaje horizontal.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje horizontal de cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 2 m de anchura y 4 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, con inclusión o delimitación de huecos, incluso p/p de piezas especiales y elementos metálicos para conexión entre paneles y entre paneles y elementos estructurales, sellado de juntas con silicona neutra sobre cordón de caucho adhesivo y retacado con mortero sin retracción en las horizontales, colocación en obra de los paneles con ayuda de grúa autopropulsada y apuntalamientos. Totalmente montados.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución

- **CTE. DB HE Ahorro de energía.**
- **NTE-FPP. Fachadas prefabricadas: Paneles.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN 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>.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie de apoyo de las placas está correctamente nivelada con la cimentación.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.



#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo de paneles.
- Colocación del cordón de caucho adhesivo.
- Posicionado del panel en su lugar de colocación.
- Aplomo y apuntalamiento del panel.
- Soldadura de los elementos metálicos de conexión.
- Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto quedará aplomado, bien anclado a la estructura soporte y será estanco.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá durante las operaciones que pudieran ocasionarle manchas o daños mecánicos. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

#### COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

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>.

#### **Unidad de obra FVS010: Vidrio laminar de seguridad 3+3 mm, butiral de polivinilo incoloro.**

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Acristalamiento con vidrio de seguridad 3+3 mm compuesto por dos lunas de 3 mm de espesor unidas mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora (no acrílica), compatible con el material soporte. Incluso cortes del vidrio y colocación de junquillos.

##### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución **NTE-FVE. Fachadas: Vidrios especiales.**

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que la carpintería está completamente montada y fijada al elemento soporte. Se comprobará la ausencia de cualquier tipo de materia en los galces de la carpintería.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería.
- Sellado final de estanqueidad.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto será monolítico.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

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.

2.2.5 Particiones

**Unidad de obra PPC010: Puerta de paso de una hoja de 38 mm de espesor, 800x1945 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y colocación de puerta de paso de una hoja de 38 mm de espesor, 800x1945 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor con rejillas de ventilación troqueladas en la parte superior e inferior, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, sin incluir recibido de albañilería.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Montaje **NTE-PPA. Particiones: Puertas de acero.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.



CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que las dimensiones del hueco y del cerco, así como el sentido de apertura, se corresponden con los de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo y formación de cajeados en el perímetro del hueco.
- Presentación, acuñado, aplomado y nivelación del cerco.
- Fijación del cerco a obra.
- Sellado de juntas.
- Colocación de los herrajes de colgar.
- Colocación de la hoja.
- Colocación de herrajes de cierre y accesorios.
- Realización de pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto será sólido.

Las hojas quedarán aplomadas y ajustadas.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra PPM010: Puerta de paso ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado directo, barnizada en taller, de pino país, modelo con moldura recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF rechapado de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF rechapado de pino país de 70x10 mm.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y colocación de puerta de paso vidriera, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado directo, barnizada en taller, de pino país, modelo con moldura recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF rechapado de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF rechapado de pino país de 70x10 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.





NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Montaje **NTE-PPM. Particiones: Puertas de madera.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que están colocados los precercos de madera en la tabiquería interior.

Se comprobará que las dimensiones del hueco y del precerco, así como el sentido de apertura, se corresponden con los de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Colocación de los herrajes de colgar.
- Colocación de la hoja.
- Colocación de los herrajes de cierre.
- Colocación de accesorios.
- Realización de pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto será sólido.

Las hojas quedarán aplomadas y ajustadas.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra PTF010: Hoja de partición interior de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x7 cm, recibida con mortero de cemento M-5.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de hoja de partición interior de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x7 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.



NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución

- **CTE. DB HE Ahorro de energía.**
- **CTE. DB HR Protección frente al ruido.**
- **NTE-PTL. Particiones: Tabiques de ladrillo.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN 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>.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que se ha terminado la ejecución completa de la estructura, y que se dispone en obra de los cercos y precercos de puertas y armarios.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C o superior a 40°C, llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- 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.
- Recibido a la obra de los elementos de fijación de cercos y precercos.
- 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, soportes y tabiques.
- Encuentro de la fábrica con el forjado superior.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La fábrica quedará monolítica, estable frente a esfuerzos horizontales, plana y aplomada. Tendrá una composición uniforme en toda su altura y buen aspecto.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá la obra recién ejecutada frente al agua de lluvia.

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

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>.

2.2.6 Instalaciones

**Unidad de obra IEP010: Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 90 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> y 2 picas.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio compuesta por 80 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares de hormigón a conectar y 2 picas para red de toma de tierra formada por pieza de acero cobreado con baño electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 80 cm. Incluso placas acodadas de 3 mm de espesor, soldadas en taller a las armaduras de los pilares, punto de separación picacable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexiónada y probada, sin incluir ayudas de albañilería.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación

- **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **ITC-BT-18 y GUIA-BT-18. Instalaciones de puesta a tierra.**
- **ITC-BT-26 y GUIA-BT-26. Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

**DEL CONTRATISTA.**

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.



#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo.
- Conexión del electrodo y la línea de enlace.
- Montaje del punto de puesta a tierra.
- Trazado de la línea principal de tierra.
- Sujeción.
- Trazado de derivaciones de tierra.
- Conexión de las derivaciones.
- Conexión a masa de la red.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Los contactos estarán debidamente protegidos para garantizar una continua y correcta conexión.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerán todos los elementos frente a golpes, materiales agresivos, humedades y suciedad.

#### COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra IEC010: Caja de protección y medida CPM1-D2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, instalada en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local, de caja de protección y medida CPM1-D2, de hasta 63 A de intensidad, para 1 contador monofásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexiónada y probada.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación

- **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **ITC-BT-13 y GUIA-BT-13. Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección.**
- **Normas de la compañía suministradora.**



CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja.
- Fijación.
- Colocación de tubos y piezas especiales.
- Conexionado.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Se garantizará el acceso permanente desde la vía pública y las condiciones de seguridad.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.



**Unidad de obra IEL010: Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x50+2G25 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 125 mm de diámetro.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

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) 3x50+2G25 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 125 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 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.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación

- **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **ITC-BT-14 y GUIA-BT-14. Instalaciones de enlace. Línea general de alimentación.**

Instalación y colocación de los tubos

- **UNE 20460-5-523. Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Selección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 523: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.**
- **ITC-BT-19 y GUIA-BT-19. Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.**
- **ITC-BT-20 y GUIA-BT-20. Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.**
- **ITC-BT-21 y GUIA-BT-21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.



#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo y trazado de la línea.
- Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.
- Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo.
- Colocación del tubo.
- Tendido de cables.
- Conexiónado.
- Ejecución del relleno envolvente.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Los registros serán accesibles desde zonas comunitarias.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

#### COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra IED010: Derivación individual trifásica fija en superficie para local comercial u oficina, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 5G10 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, en canal protectora de PVC rígido.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación de derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, 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) 5G10 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, enchufable, de color negro, con IP 547, de 32 mm de diámetro. Incluso p/p de accesorios, elementos de sujeción e hilo de mando para cambio de tarifa. Totalmente montada, conexas y probada.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación

- **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **ITC-BT-15 y GUIA-BT-15. Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales.**

Instalación y colocación de las canales

- **UNE 20460-5-52. Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Selección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones.**



- **ITC-BT-19 y GUIA-BT-19. Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.**
- **ITC-BT-20 y GUIA-BT-20. Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.**
- **ITC-BT-21 y GUIA-BT-21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

**DEL CONTRATISTA.**

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- Replanteo y trazado de la línea.
- Colocación y fijación de la canal.
- Tendido de cables.
- Conexionado.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Los registros serán accesibles desde zonas comunitarias.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.





**Unidad de obra IEI040: Cuadro general de mando y protección para oficina de 80 m<sup>2</sup>.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación de red eléctrica de distribución interior para oficina de 80 m<sup>2</sup>, compuesta de los siguientes elementos: CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN 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, 4 interruptores diferenciales de 40 A, 3 interruptores automáticos de 10 A, 2 interruptores automáticos de 16 A, 1 interruptor automático 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: 1 circuito para alumbrado, 1 circuito para tomas de corriente, 1 circuito para aire acondicionado, 1 circuito 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, sin incluir ayudas de albañilería.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación

- **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **ITC-BT-10 y GUIA-BT-10. Previsión de cargas para suministros en baja tensión.**
- **ITC-BT-17 y GUIA-BT-17. Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia.**
- **Normas de la compañía suministradora.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto, que hay espacio suficiente para su instalación y que la zona de ubicación está completamente terminada.

**DEL CONTRATISTA.**

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.



PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo.
- Colocación de la caja para el cuadro.
- Montaje de los componentes.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra IEI020: Red eléctrica de distribución interior en local de uso común para comunidad de propietarios de 1000 m<sup>2</sup> de superficie construida, circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible, con mecanismos gama alta (tecla o tapa: blanco; marco: b**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación de red eléctrica de distribución interior en local de uso común para comunidad de propietarios de 1000 m<sup>2</sup> de superficie construida y mecanismos gama alta (tecla o tapa: blanco; marco: blanco). Incluso tubo protector de PVC flexible, corrugado, para canalización empotrada, tendido de cables en su interior, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión, cajas de empotrar con tornillos de fijación, mecanismos eléctricos y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexiónada y probada, sin incluir ayudas de albañilería.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.



CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

Se comprobarán las separaciones mínimas de las conducciones con otras instalaciones.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo y trazado de conductos.
- Colocación y fijación de los tubos.
- Tendido y conexionado de cables.
- Colocación de mecanismos.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.



**Unidad de obra IFA010: Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 2 m de longitud, formada por tubo de polietileno de alta densidad banda azul (PE-100), de 20 mm de diámetro exterior, PN=16 atm y llave de corte alojada en arqueta prefabricada de polipropileno.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 2 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 de alta densidad banda azul (PE-100), de 20 mm de diámetro exterior, PN = 16 atm y 2 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 1/2" de diámetro con mando de cuadrado colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 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 terminada, conexionada y probada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón

- **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Instalación

- **CTE. DB HS Salubridad.**
- **Normas de la compañía suministradora.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que el trazado de las zanjas corresponde con el de Proyecto.

Se tendrán en cuenta las separaciones mínimas de la acometida con otras instalaciones.



#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo y trazado de la acometida, coordinado con el resto de las 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.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La acometida tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes.

#### COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra IFB010: Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm.**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

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 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,9 mm de espesor. Incluso p/p de elementos de montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocados mediante unión con junta a presión reforzada con anillo, y demás material auxiliar. Totalmente terminada, conexiónada y probada.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación

- **CTE. DB HS Salubridad.**
- **Normas de la compañía suministradora.**



CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo y trazado.
- Fijación de la tubería al paramento.
- Realización de pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La instalación tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra IFC010: Preinstalación de contador general de agua de 1/2" DN 15 mm, colocado en hornacina, con llave de corte general de compuerta.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Preinstalación de contador general de agua 1/2" DN 15 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, conexiónada y probada. Sin incluir ayudas de albañilería ni el precio del contador.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación

- **CTE. DB HS Salubridad.**
- **Normas de la compañía suministradora.**



CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto, que el recinto se encuentra terminado, con sus elementos auxiliares, y que sus dimensiones son correctas.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo.
- Colocación y fijación de accesorios y piezas especiales.
- Realización de pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto será estanco.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra IFI008: Llave de paso de asiento de latón, de 1/2" de diámetro, para colocar sobre tubería de polietileno reticulado (PEX), mediante unión roscada.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación de llave de paso de asiento de latón, de 1/2" de diámetro, con maneta y embellecedor de acero inoxidable, para colocar sobre tubería de polietileno reticulado (PEX), mediante unión roscada. Totalmente montada y conexionada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación **CTE. DB HS Salubridad.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.



CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo.
- Colocación y fijación.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La conexión a la red será adecuada.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra IFI010: Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, bañera, bidé, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y montaje de instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, bañera, bidé, realizada con tubo de polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polietileno reticulado (PE-X), p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones colocados mediante unión con junta a presión reforzada con anillo de PE-X. Totalmente terminada, conexionada y probada, sin incluir ayudas de albañilería.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Instalación **CTE. DB HS Salubridad.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.





CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo del recorrido de las tuberías y de la situación de las llaves.
- Colocación y fijación de tuberías y llaves.
- Realización de pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Las conducciones dispondrán de tapones de cierre, colocados en los puntos de salida de agua, hasta la recepción de los aparatos sanitarios y la grifería.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra III010: Luminaria, de 1276x170x100 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL de 36 W**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación de luminaria, de 1276x170x100 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL de 36 W, con cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, termoalmatado, blanco; difusor de metacrilato; balasto magnético; protección IP 65 y rendimiento mayor del 65%. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones de anclaje y material auxiliar. Totalmente montada, instalada, conexionada y comprobada.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.



CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto. El paramento soporte estará completamente acabado.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo.
- Fijación en paramento mediante elementos de anclaje.
- Colocación de tubos.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El nivel de iluminación será adecuado y uniforme. La fijación al soporte será correcta.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

**Unidad de obra III030: Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación de luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W; cuerpo de luminaria de chapa de acero termoestablado en color blanco; óptica formada por lamas longitudinales y transversales parabólicas de aluminio semimate; balasto magnético; protección IP 20 y aislamiento clase F. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montado, instalado, conexionado y comprobado.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto. El paramento soporte estará completamente acabado.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo.
- Fijación en paramento mediante elementos de anclaje.
- Colocación.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El nivel de iluminación será adecuado y uniforme. La fijación al soporte será correcta.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

2.2.7 Cubiertas

**Unidad de obra QAD040: Cubierta plana no transitable, no ventilada, Deck tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, compuesta de: soporte base: perfil nervado autoportante de chapa de acero galvanizado S 280 de 0,7 mm de espesor, acabado liso, con 3 nervios de 50 mm de altura**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de cubierta plana no transitable, no ventilada, Deck, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, compuesta de los siguientes elementos: SOPORTE BASE: perfil nervado autoportante de chapa de acero galvanizado S 280 de 0,7 mm de espesor, acabado liso, con 3 nervios de 50 mm de altura separados 260 mm, inercia 18 cm<sup>4</sup> y masa superficial 5,5 kg/m<sup>2</sup>; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de lana de roca soldable, de alta densidad, según UNE-EN 13162, revestido con oxiasfalto y film de polipropileno termofusible, de 50 mm de espesor, resistencia térmica  $\geq 1,25$  (m<sup>2</sup>K)/W, conductividad térmica 0,039 W/(mK); IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una 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 totalmente adherida con soplete. Incluso p/p de formación de juntas de dilatación en cubierta y resolución de puntos singulares.



NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución

- **CTE. DB HS Salubridad.**
- **CTE. DB SI Seguridad en caso de incendio.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie de la base resistente es uniforme y plana, está limpia y carece de restos de obra.

Se habrá resuelto con anterioridad su encuentro con el paso de instalaciones y con los huecos de ventilación y de salida de humos.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- 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.
- Colocación de la impermeabilización.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La membrana impermeabilizante será estanca al agua y continua, tendrá una adecuada fijación al soporte y un correcto tratamiento de juntas.

El conjunto constructivo tendrá resistencia y compatibilidad de deformaciones con la estructura y la cobertura del edificio.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

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.

### 2.2.8 Revestimientos

**Unidad de obra RAG010: Alicatado con azulejo liso, 1/0/H/-, 20x31 cm, 7 €/m<sup>2</sup>, colocado en paramentos interiores de ladrillo o bloque cerámico (no incluido en este precio), mediante mortero de cemento M-5, sin junta (separación entre 1,5 y 3 mm).**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y colocación de alicatado con azulejo liso, 1/0/H/- (paramento, tipo 1; sin requisitos adicionales, tipo 0; higiénico, tipo H/-), 20x31 cm, 7 €/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; todo ello previa preparación del paramento soporte con un salpicado con mortero de cemento fluido sobre el ladrillo o bloque cerámico (no incluido en este precio). Rejuntado con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de cortes, cantoneras de PVC, juntas y piezas especiales.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución **NTE-RPA. Revestimientos de paramentos: Alicatados.**

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN 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.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará que el soporte está limpio y plano, es compatible con el material de colocación y tiene resistencia mecánica, flexibilidad y estabilidad dimensional.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

- Preparación de la parte de hormigón del paramento base con un salpicado previo con mortero de cemento diluido.
- Amerado de las piezas antes de su colocación por inmersión en agua.
- Colocación de una regla horizontal al inicio del alicatado.
- Replanteo de las baldosas en el paramento para el despiece de estas.
- Colocación de las baldosas, comenzando a partir del nivel superior del pavimento y antes de realizar éste, extendiendo el mortero por toda la cara posterior y picándolas con el mango de la paleta.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Rejuntado.
- Limpieza del paramento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Tendrá una perfecta adherencia al soporte y buen aspecto.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a roces, punzonamiento o golpes que puedan dañarlo.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

**Unidad de obra RIT010: Pintura lisa al temple color blanco, sobre paramentos verticales interiores.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Preparación y pintado de paramentos verticales interiores mediante pintura lisa al temple color blanco. Incluso p/p de limpieza, lijado, plastecido de grietas u oquedades, mano de fondo y mano de acabado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución **NTE-RPP. Revestimientos de paramentos: Pinturas.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que la superficie a revestir está limpia de polvo y grasa y libre de adherencias o imperfecciones.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- Limpieza general del paramento soporte.
- Lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones, plasteciendo con espátula o rasqueta las grietas u oquedades.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Aplicación de una mano de fondo con temple diluido, dada a brocha o rodillo, hasta la impregnación de los poros de la superficie soporte.
- Aplicación de una mano de acabado de pintura al temple mediante brocha o rodillo liso.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Tendrá buen aspecto.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

**Unidad de obra RPG005: Tendido de yeso de construcción B1 a buena vista, sobre paramento vertical, de hasta 3 m de altura, previa colocación de malla antiálcalis en cambios de material.**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

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 capa de tendido con pasta de yeso de construcción B1, aplicado sobre los paramentos a revestir, 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, formación de aristas y rincones, guarniciones de huecos, remates con rodapié, 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.

NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución **NTE-RPG. Revestimientos de paramentos: Guarnecidos y enlucidos.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN 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.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que están recibidos los elementos fijos, tales como marcos y premarcos de puertas y ventanas, y están concluidos la cubierta y los muros exteriores del edificio.

Se comprobará que la superficie a revestir está bien preparada, no encontrándose sobre ella cuerpos extraños ni manchas calcáreas o de agua de condensación.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Se comprobará que la palma de la mano no se mancha de polvo al pasarla sobre la superficie a revestir. Se desechará la existencia de una capa vitrificada, raspando la superficie con un objeto punzante. Se comprobará la absorción del soporte con una brocha húmeda, considerándola suficiente si la superficie humedecida se mantiene oscurecida de 3 a 5 minutos.

**AMBIENTALES.**

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura sea inferior a 5°C o superior a 40°C.

La humedad relativa será inferior al 70%.

En caso de lluvia intensa, ésta no podrá incidir sobre los paramentos a revestir.

**PROCESO DE EJECUCIÓN.**

**FASES DE EJECUCIÓN.**

- 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, colocación de la malla de fibra de vidrio y regularización del revestimiento.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

Quedará plano y perfectamente adherido al soporte.

**CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Se protegerá el revestimiento recién ejecutado frente a golpes y rozaduras.

**COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.**

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.



**Unidad de obra RSG010: Pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/2/H/- (pavimentos para tránsito peatonal leve, tipo 2; suelos interiores húmedos, tipo 2; higiénico, tipo H/-), de 33x33 cm, 8 €/m<sup>2</sup>; extendidas sobre una capa de mortero autonivelante de 4 cm de espesor de baja alcalinidad y resistencia a compresión superior a 20 MPa**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro y ejecución de pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/2/H/- (pavimentos para tránsito peatonal leve, tipo 2; suelos interiores húmedos, tipo 2; higiénico, tipo H/-), de 33x33 cm, 8 €/m<sup>2</sup>; extendidas sobre una capa de mortero autonivelante de 4 cm de espesor de baja alcalinidad y resistencia a compresión superior a 20 MPa, bombeado en obra por medios mecánicos en capa continua, respetando las juntas estructurales (con su sellado), recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris y rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso 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 o de dilatación existentes en el soporte.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución **NTE-RSR. Revestimientos de suelos: Piezas rígidas.**

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN 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.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie soporte presenta una estabilidad dimensional, flexibilidad, resistencia mecánica y planeidad adecuadas, que garanticen la idoneidad del procedimiento de colocación seleccionado.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

- Limpieza y comprobación del grado de humedad de la base.
- Replanteo de niveles.
- Replanteo de la disposición de las baldosas y juntas de movimiento.
- Aplicación del adhesivo.

Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

- Colocación de las baldosas a punta de paleta.
- Relleno de las juntas de movimiento.
- Rejuntado.
- Eliminación y limpieza del material sobrante.
- Limpieza inicial del pavimento al finalizar la obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El solado tendrá planeidad, ausencia de cejas y buen aspecto.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

2.2.9 Señalización y Equipamiento

**Unidad de obra SMS010: Inodoro de porcelana sanitaria, con tanque bajo, serie básica, color blanco; lavabo de porcelana sanitaria, con pedestal, serie básica, color blanco con grifería monomando, acabado cromado, con aireador; plato de ducha acrílico gama básica, color, de 75x75 cm, con juego de desagüe provisto de grifería monomando serie básica, acabado cromado.**

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Para evitar que se produzca el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se tomarán las siguientes medidas: evitar el contacto físico entre ellos, aislar eléctricamente los metales con diferente potencial y evitar el contacto entre los elementos metálicos y el yeso.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Suministro e instalación de inodoro de porcelana sanitaria, con tanque bajo, serie básica, color blanco, con asiento y tapa lacados, mecanismo de descarga de 3/6 litros, con juego de fijación y codo de evacuación; lavabo de porcelana sanitaria, con pedestal, serie básica, color blanco, de 650x510 mm con grifería monomando, acabado cromado, compuesta de aireador; plato de ducha acrílico gama básica, color, de 75x75 cm, con juego de desagüe provisto de grifería monomando serie básica, acabado cromado. Incluso desagües, sifones individuales para cada uno de los aparatos, llaves de regulación, enlaces de alimentación flexibles, conexión a las redes de agua fría y caliente y a la red de desagüe existente, fijación de los aparatos y sellado con silicona. Totalmente instalados, conexionados, probados y en funcionamiento.



NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución **CTE. DB HS Salubridad.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

DEL SOPORTE.

Se comprobará que el paramento soporte está completamente acabado y que las instalaciones de agua fría, de agua caliente y de salubridad están terminadas.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

FASES DE EJECUCIÓN.

- Replanteo y trazado en el paramento soporte de la situación de los aparatos.
- Colocación de los elementos de fijación suministrados por el fabricante.
- Nivelación, aplomado y colocación de aparatos.
- 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.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Quedarán nivelados en ambas direcciones, en la posición prevista y fijados correctamente. Se garantizará la estanqueidad de las conexiones y el sellado de las juntas con el paramento soporte y con la grifería.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Todos los aparatos sanitarios se precintarán, quedando protegidos de materiales agresivos, impactos y suciedad, y evitándose su utilización.

No se someterán a cargas para las cuales no están diseñados, ni se manejarán elementos duros ni pesados en sus alrededores, para evitar que se produzcan impactos sobre su superficie.

COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE ESTAS.

Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.

### **2.3 Prescripciones sobre verificaciones en el Edificio Terminado**

De acuerdo con el artículo 7.4 del CTE, en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

### **2.4 Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición**

El almacenamiento, el manejo, la separación y el resto de las operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición cumplirán las prescripciones particulares que a continuación se exponen.

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de al menos 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.)
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada, a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo.



Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales y los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como les corresponde, atendiendo a la Lista Europea de Residuos LER 17 01 01 "Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados)".

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo II. Lista de Residuos. Punto 17 06 05\* (6).



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

-TRABAJO FIN DE GRADO-

Proyecto básico estructura nave industrial mecánica

# Parte IV

# PLANOS

**Alumno:** Jorge Artero Ballester

**Tutor:** Pedro Efrén Martín Concepción.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

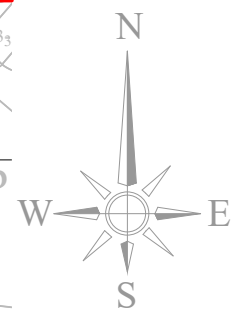
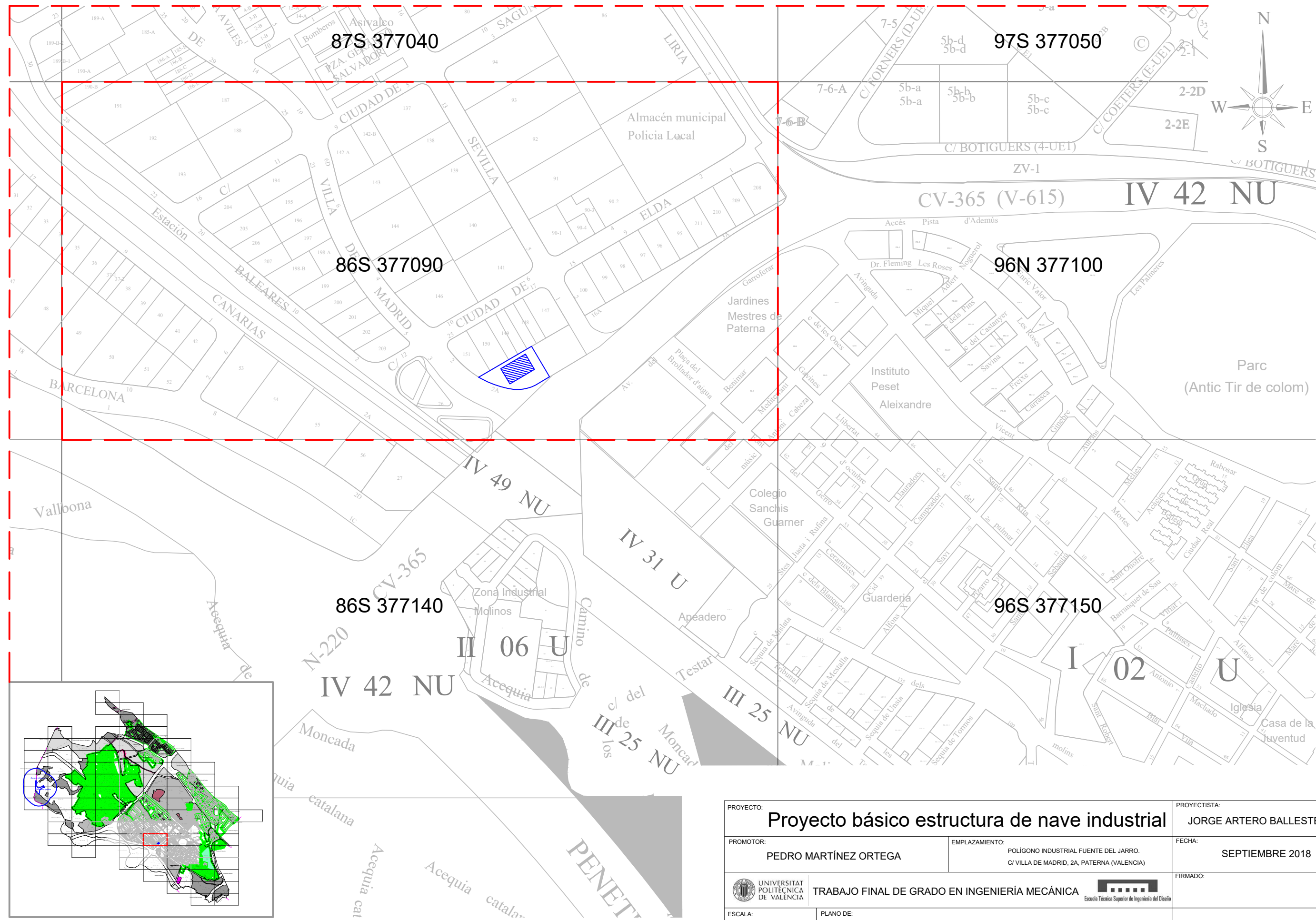
Grado en Ingeniería Mecánica – Trabajo de Fin de Grado



## ÍNDICE

1. PLANO DE SITUACIÓN
2. PARCELA Y LINDES
3. EXCAVACIÓN Y REPLANTEO
4. PLANO SANEAMIENTO
5. PLANO DE CIMENTACIÓN
6. DETALLE CIMENTACIÓN (1-3)
7. DETALLE CIMENTACIÓN (2-3)
8. DETALLE CIMENTACIÓN (3-3)
9. PLACAS DE ANCLAJE
10. PLANTA ESTRUCTURA (+0,00 m)
11. PLANTA ALTILLO (+3,67 m)
12. PLANTA CUBIERTA (+9,00 m)
13. PORTICOS
14. LATERALES
15. DETALLES ESTRUCTURA
16. CERRAMIENTOS





87S 377040

97S 377050

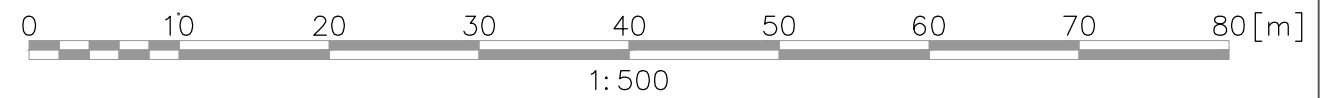
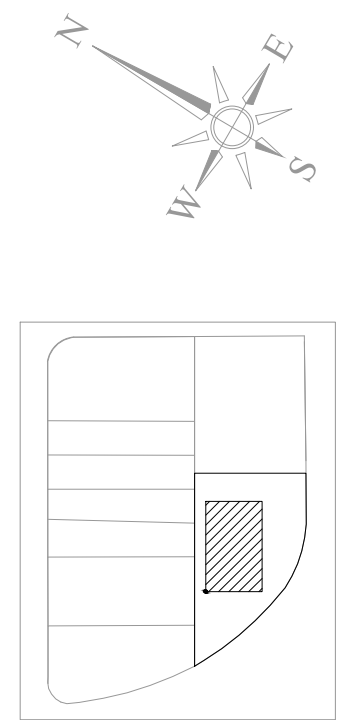
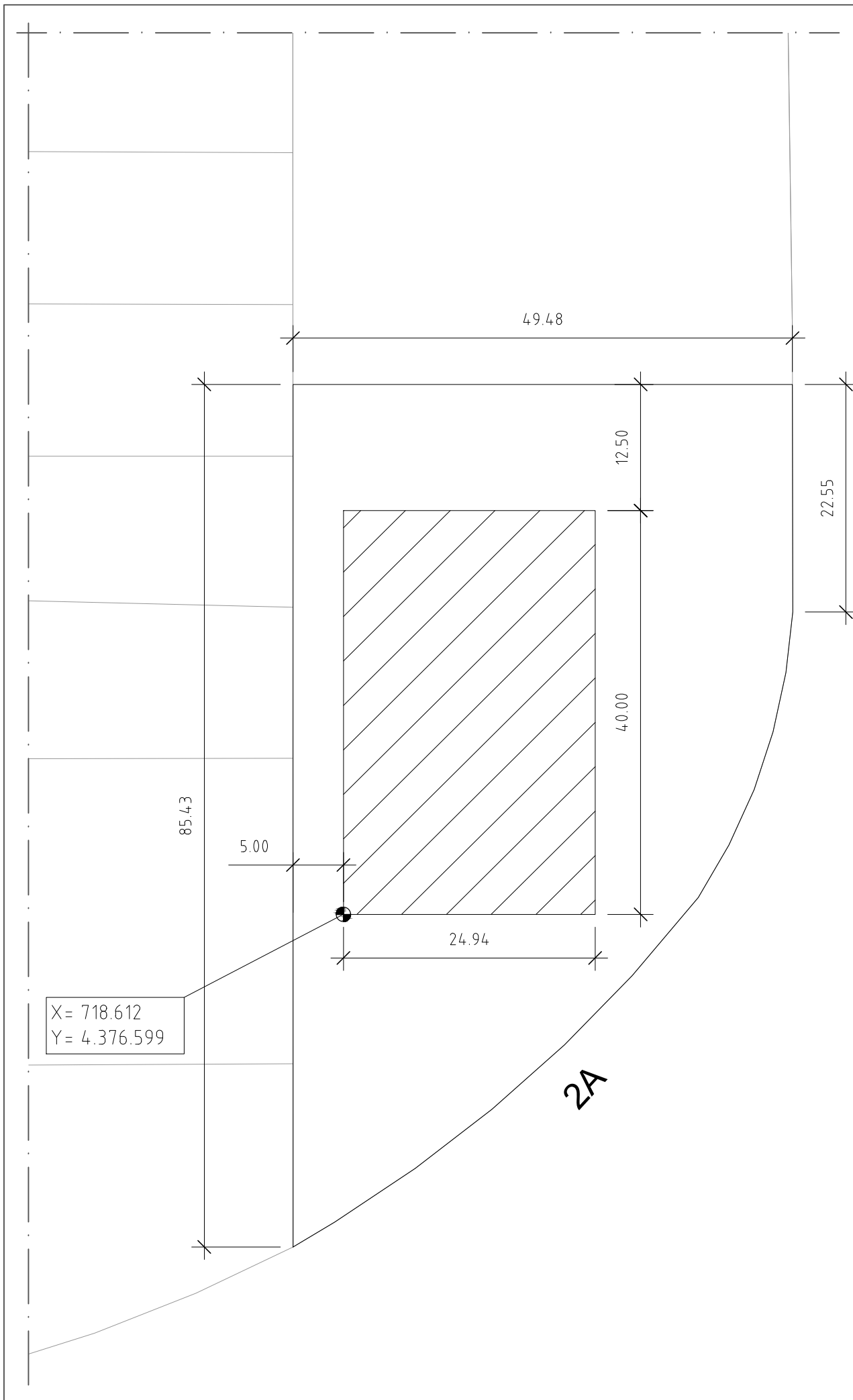
86S 377090

96N 377100

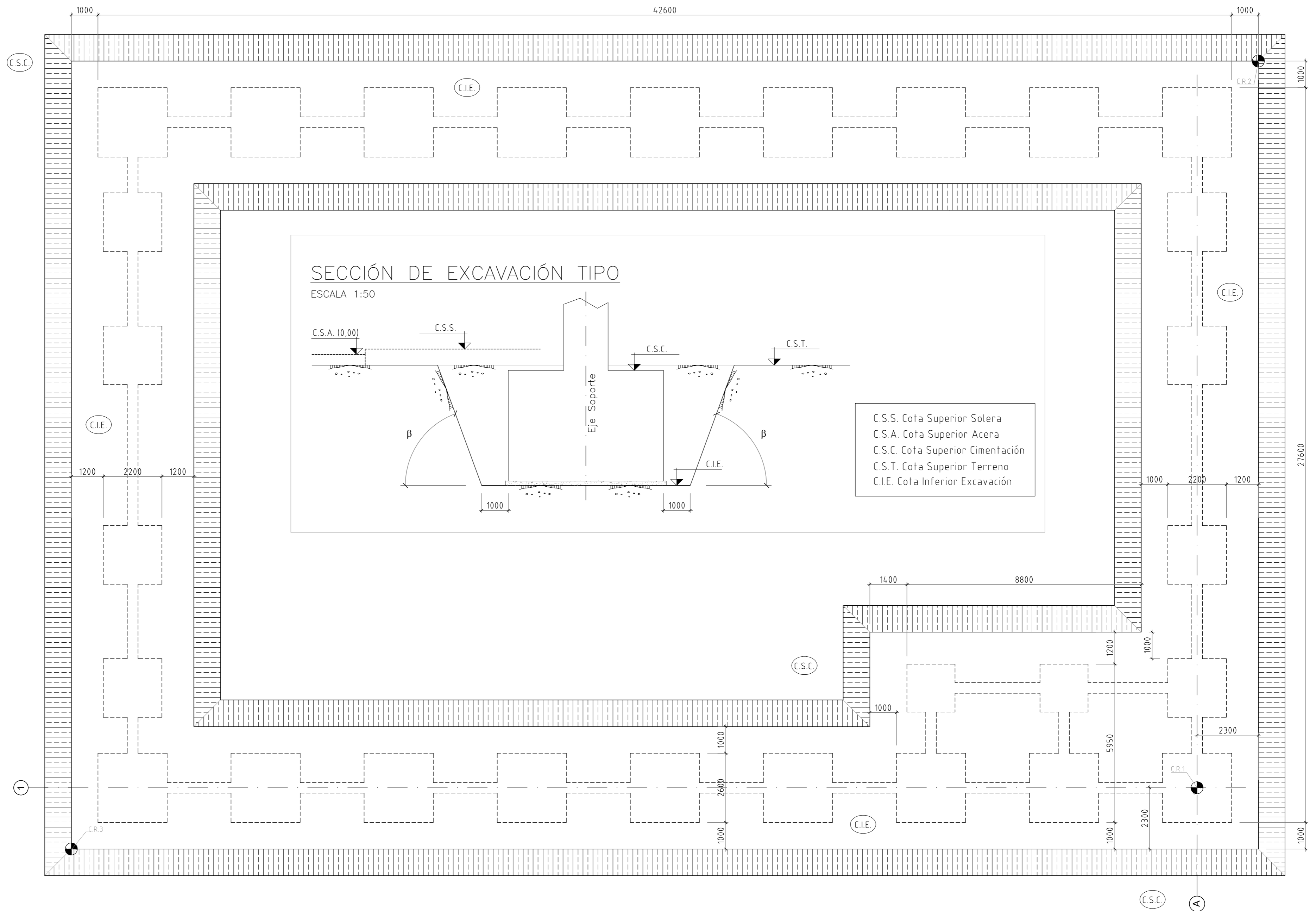
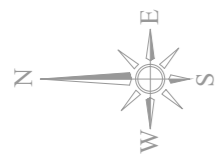
86S 377140

96S 377150

<b>PROYECTO:</b> Proyecto básico estructura de nave industrial		<b>PROYECTISTA:</b> JORGE ARTERO BALLESTER
<b>PROMOTOR:</b> PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	<b>EMPLAZAMIENTO:</b> POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO. C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 2018
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	<b>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b> 	<b>FIRMADO:</b>
<b>ESCALA:</b> 1:5000	<b>PLANO DE:</b> SITUACIÓN	<b>Nº PLANO:</b> 1

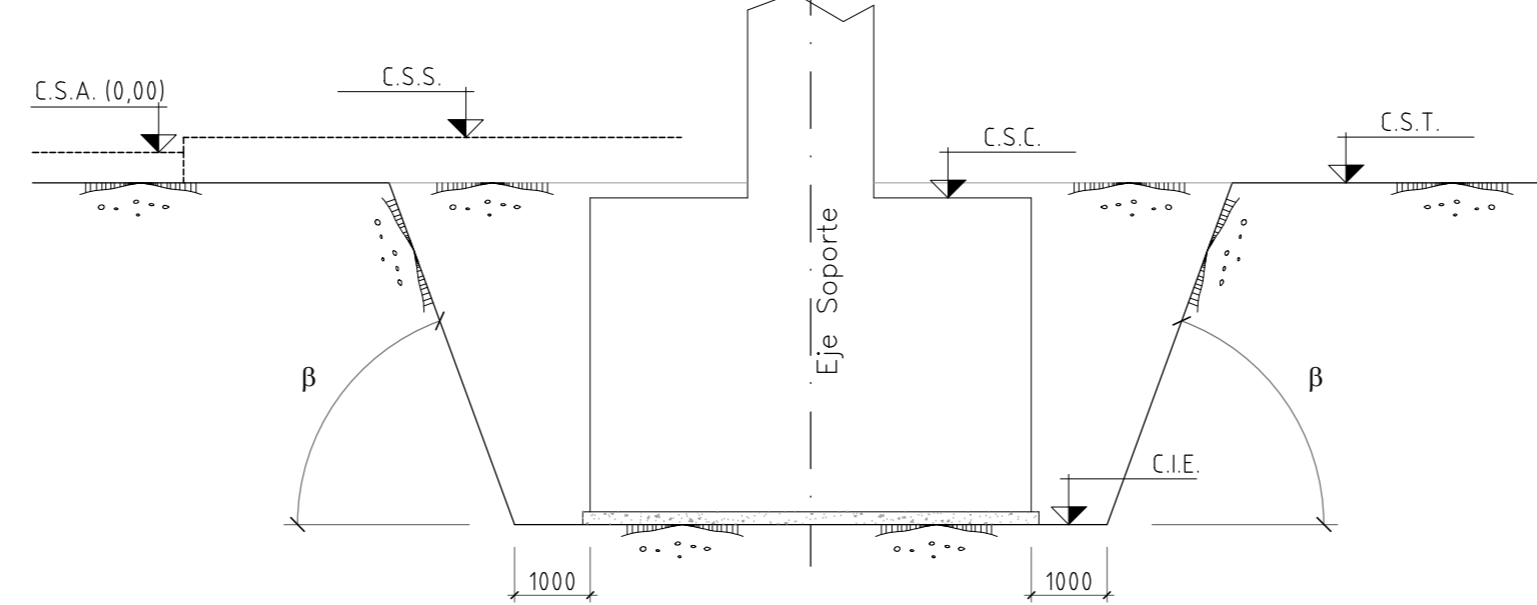


PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: JORGE ARTERO BALLESTER
PROMOTOR: PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO. C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	FECHA: SEPTIEMBRE 2018
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	FIRMADO:
ESCALA: <b>1:500</b>	PLANO DE: <b>PARCELA Y LINDE</b>	<b>Nº PLANO: 2</b>



SECCIÓN DE EXCAVACIÓN TIPO

ESCALA 1:50



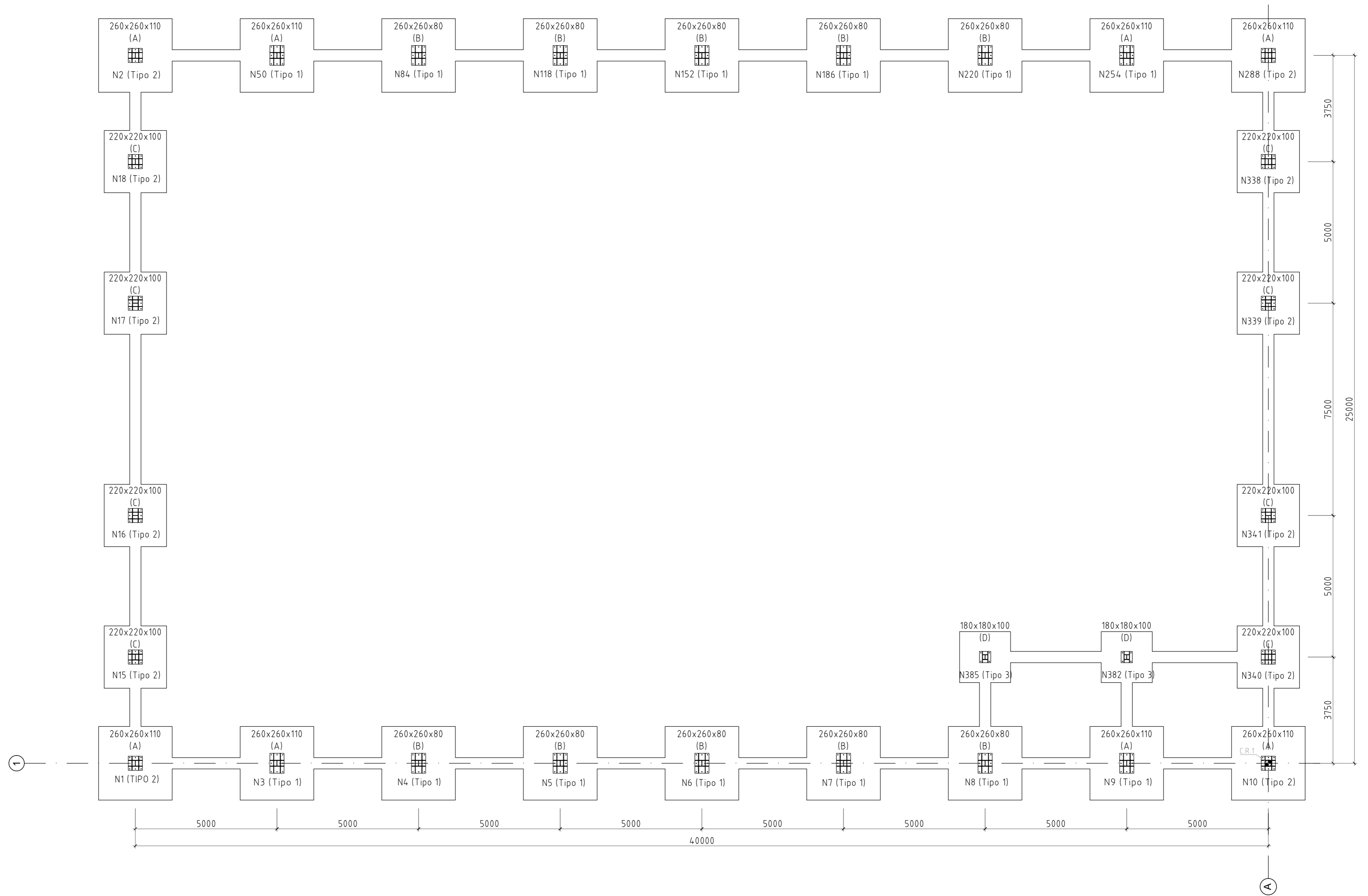
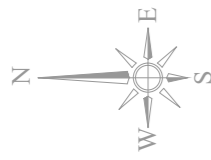
C.S.S. Cota Superior Solera  
 C.S.A. Cota Superior Acera  
 C.S.C. Cota Superior Cimentación  
 C.S.T. Cota Superior Terreno  
 C.I.E. Cota Inferior Excavación

Coordenada de Referencia (C.R.)  
 C.R.1 X= 1.283.400 Y= 693.150  
 C.R.2 X= 1.310.700 Y= 690.850  
 C.R.3 X= 1.281.100 Y= 735.450

Ángulo de reposo  
 beta = dependiendo del informe final del suelo y la situación en el sitio.  
 o 45° pendiente para capas de arena gruesa,  
 o pendiente de 60° para roca resistida fuerte,  
 o pendiente de 80° para la roca

PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: JORGE ARTERO BALLESTER
PROMOTOR: PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	FECHA: SEPTIEMBRE 2018
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	FIRMADO:
ESCALA: <b>1:100</b>	PLANO DE: <b>EXCAVACIÓN Y REPLANTEO</b>	<b>Nº PLANO: 3</b>





Coordenada de Referencia (C.R.)  
C.R.1 X= 1.283.400 Y= 693.150

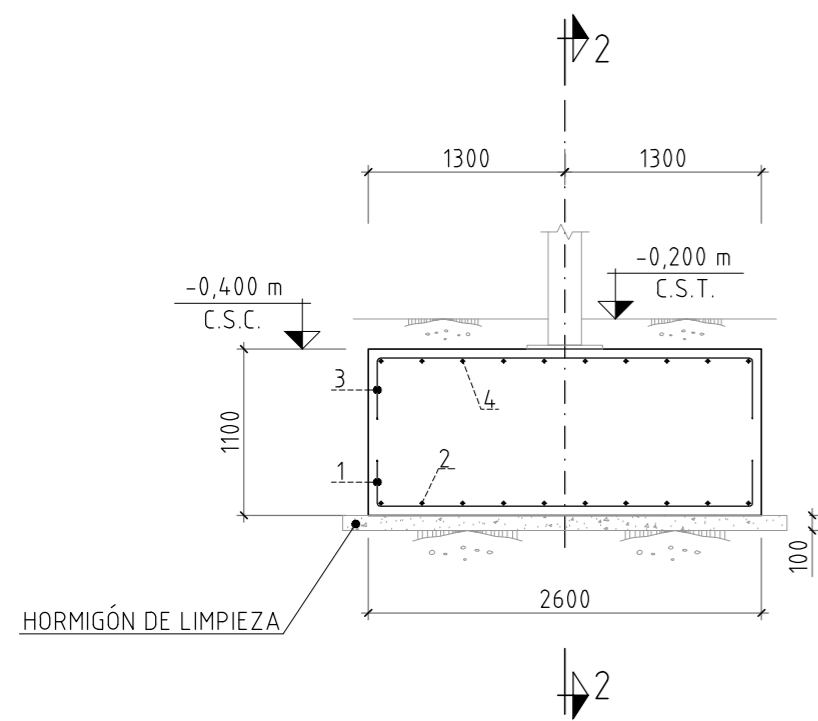
Resumen Acero Elemento, Viga y Placa de anclaje	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	∅8	606.5	263
	∅12	621.4	607
	∅20	115.2	313
	∅16	57.6	100
	∅20	2957.0	8022
<b>Total</b>			<b>9305</b>

Cuadro de arranques			
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje	Tipo
N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N50, N84, N118, N152, N186, N220 y N254	8 Pernos ∅ 20	Placa base (500x700x30)	1
N1, N2, N10, N15, N16, N17, N18, N288, N338, N339, N340 y N341	6 Pernos ∅ 20	Placa base (500x500x25)	2
N382 y N385	4 Pernos ∅ 20	Placa base (400x400x20)	3

PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: JORGE ARTERO BALLESTER
PROMOTOR: PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	FECHA: SEPTIEMBRE 2018
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	FIRMADO:
ESCALA: <b>1:100</b>	PLANO DE: <b>CIMENTACIÓN</b>	<b>Nº PLANO: 5</b>

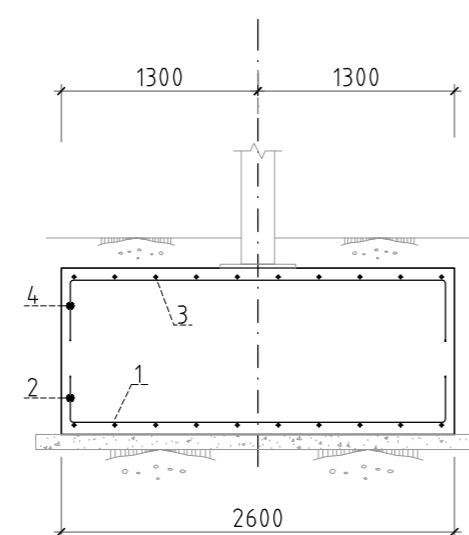
### ZAPATA TIPO-A

ESCALA 1:50



### Sección 2-2

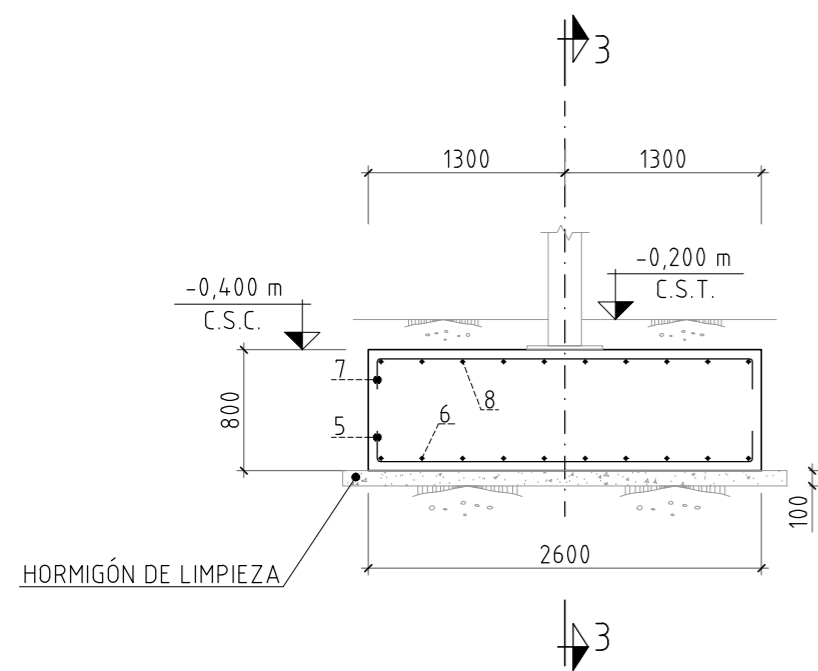
ESCALA 1:50



Elemento	Pos.	φ	Unds.	Pat. (cm)	Recta (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total. (cm)	B500S, Ys=1,15 (kg)	
N1, N2,	1	20	10	30	248	30	308	3080	76,0	
N3, N9,	2	20	10	30	248	30	308	3080	76,0	
N10, N50,	3	20	10	40	248	40	328	3280	80,9	
N254,	4	20	10	40	248	40	328	3280	80,9	
N288	Total+10%: (x8):								345,2	2761,6

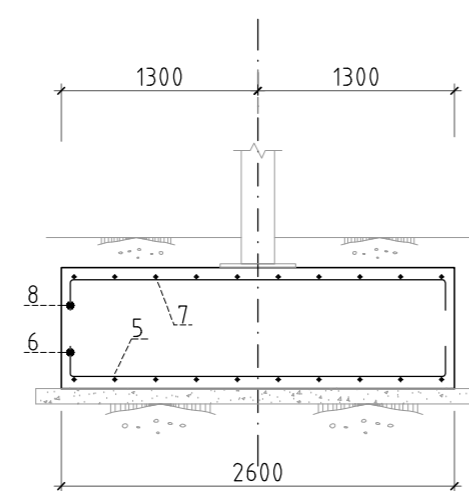
### ZAPATA TIPO-B

ESCALA 1:50



### Sección 3-3

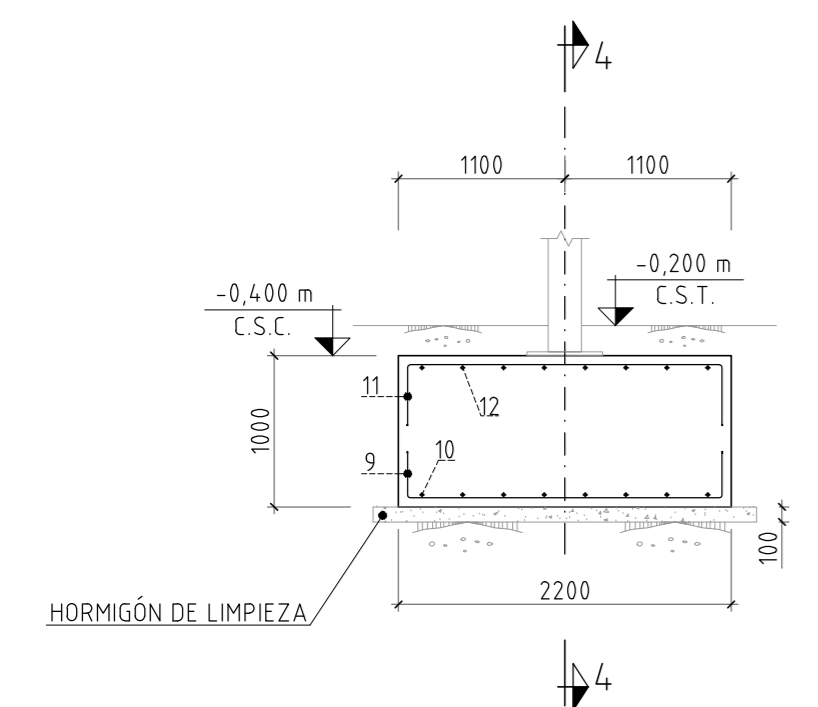
ESCALA 1:50



Elemento	Pos.	φ	Unds.	Pat. (cm)	Recta (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total. (cm)	B500S, Ys=1,15 (kg)	
N4, N5,	5	20	10	20	248	20	288	2880	71,0	
N6, N7,	6	20	10	20	248	20	288	2880	71,0	
N8, N84,	7	20	10	20	248	20	288	2880	71,0	
N118,	8	20	10	20	248	20	288	2880	71,0	
N152,	Total+10%: (x10):								312,4	3124,0
N186,										
N220										

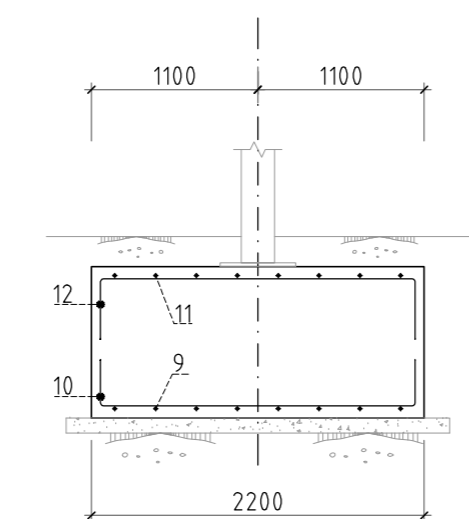
### ZAPATA TIPO-C

ESCALA 1:50



### Sección 4-4

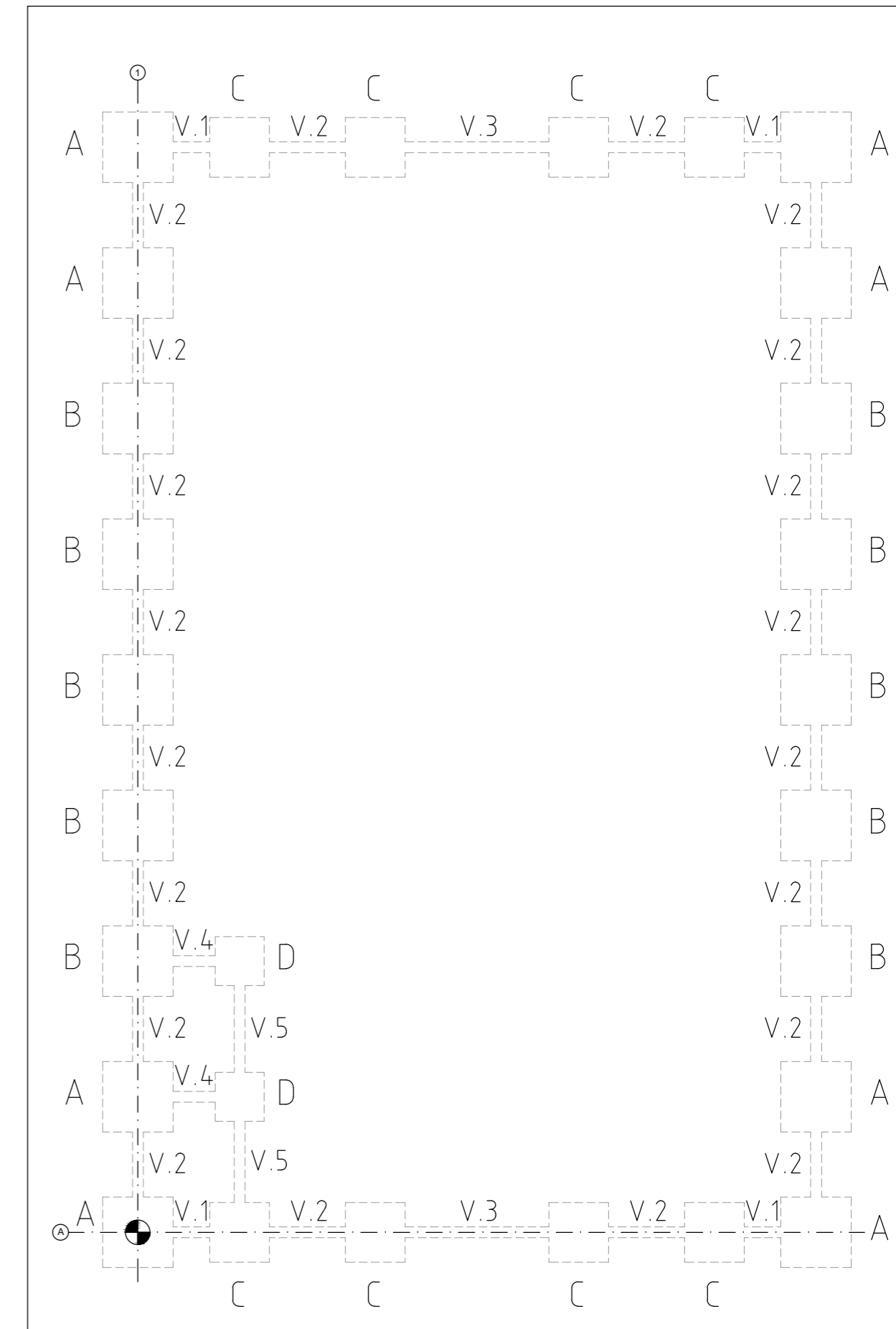
ESCALA 1:50



Elemento	Pos.	φ	Unds.	Pat. (cm)	Recta (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total. (cm)	B500S, Ys=1,15 (kg)	
N15, N16,	9	20	8	30	208	30	268	2144	52,9	
N17, N18,	10	20	8	30	208	30	268	2144	52,9	
N338,	11	20	8	40	208	40	288	2304	56,8	
N339,	12	20	8	40	208	40	288	2304	56,8	
N340,	Total+10%: (x8):								241,3	1930,4
N341										

## ELEMENTOS CIMENTACIÓN

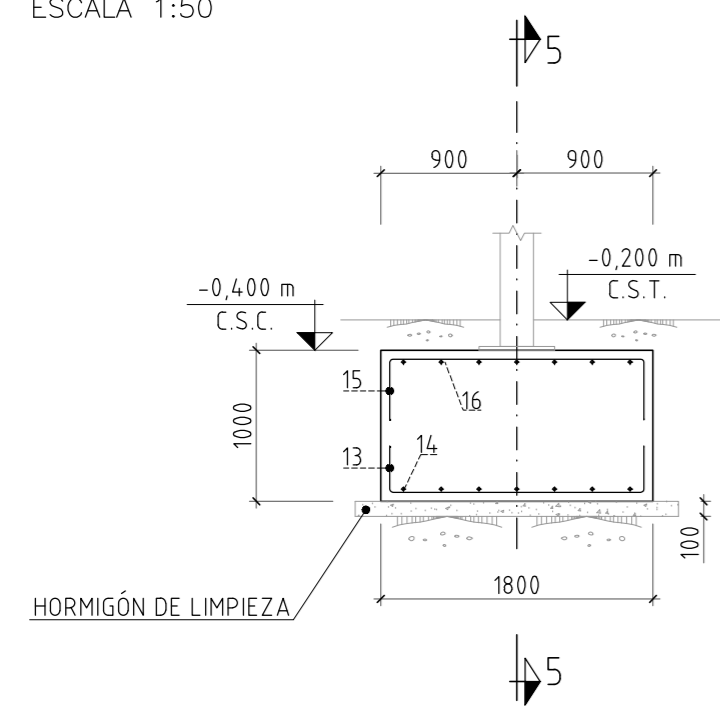
ESCALA 1:200



PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: JORGE ARTERO BALLESTER
PROMOTOR: PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	FECHA: SEPTIEMBRE 2018
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	ESCALA TÉCNICA Superior del Reglamento del Estado
ESCALA: 1:50	PLANO DE: <b>DETALLES CIMENTACIÓN (1/3)</b>	FIRMADO: <b>Nº PLANO: 6</b>

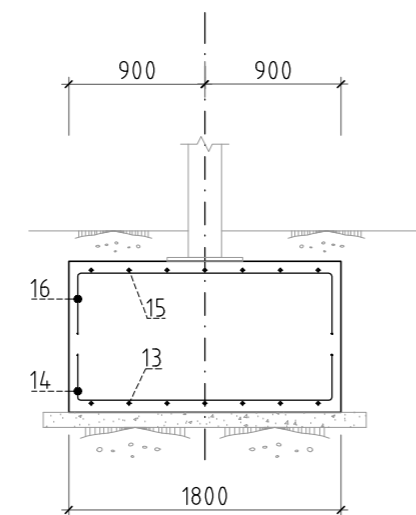
### ZAPATA TIPO-A

ESCALA 1:50



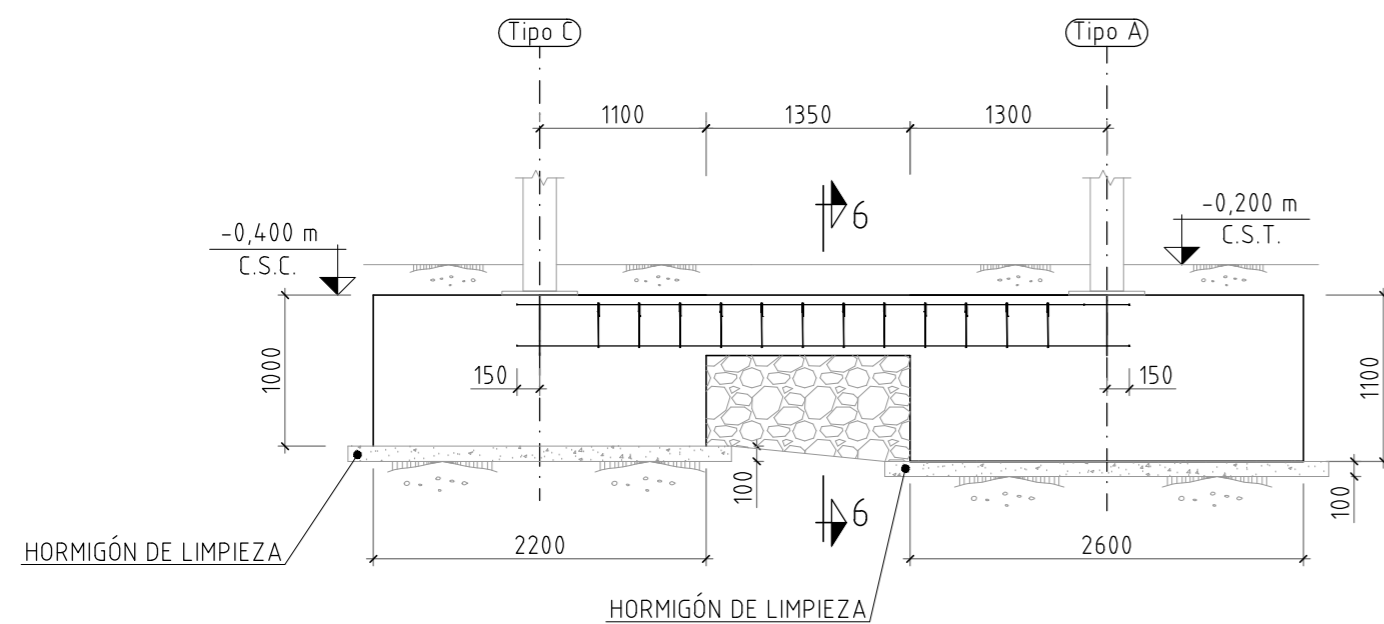
### Sección 2-2

ESCALA 1:50



### VIGA TIPO-1 (V.1)

ESCALA 1:50

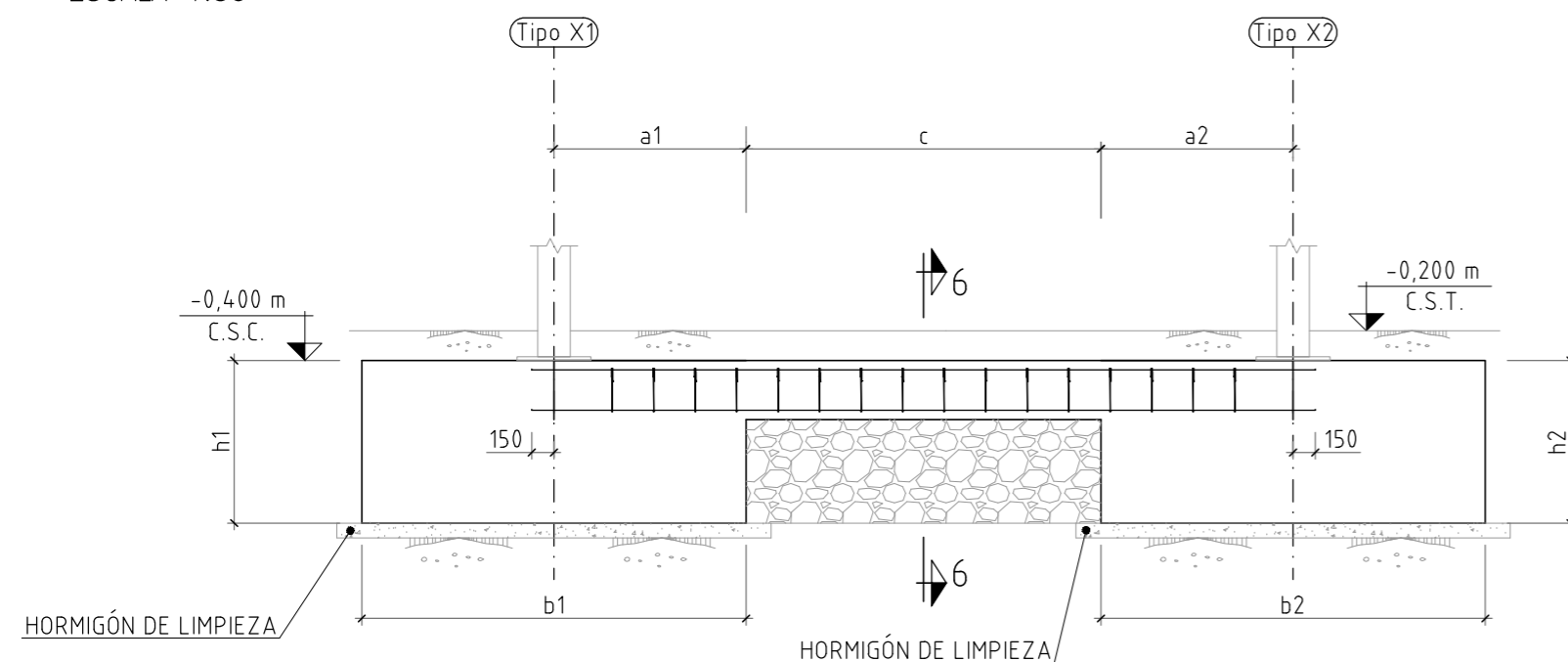


Elemento	Pos.	φ	Unds.	Pat. (cm)	Recta (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total. (cm)	B500S, Ys=1,15 (kg)
N382, N385	13	20	7	30	168	30	228	1596	39,4
	14	20	7	30	168	30	228	1596	39,4
	15	20	7	40	168	40	248	1736	42,8
	16	20	7	40	168	40	248	1736	42,8
Total+10% (x2):									180,8
									361,6

Elemento	Pos.	φ	Unds.	Pat. (cm)	Recta (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total. (cm)	B500S, Ys=1,15 (kg)
N15-N1, N18-N2,	Sup.	12	2	-	405	-	405	810	7,2
	Inf.	12	2	-	405	-	405	810	7,2
N338-N288, N340-N10	Estr.	8	12	-	133	-	133	1596	6,3
									22,8
									91,2

### VIGA TIPO-2 (V.2)

ESCALA 1:50

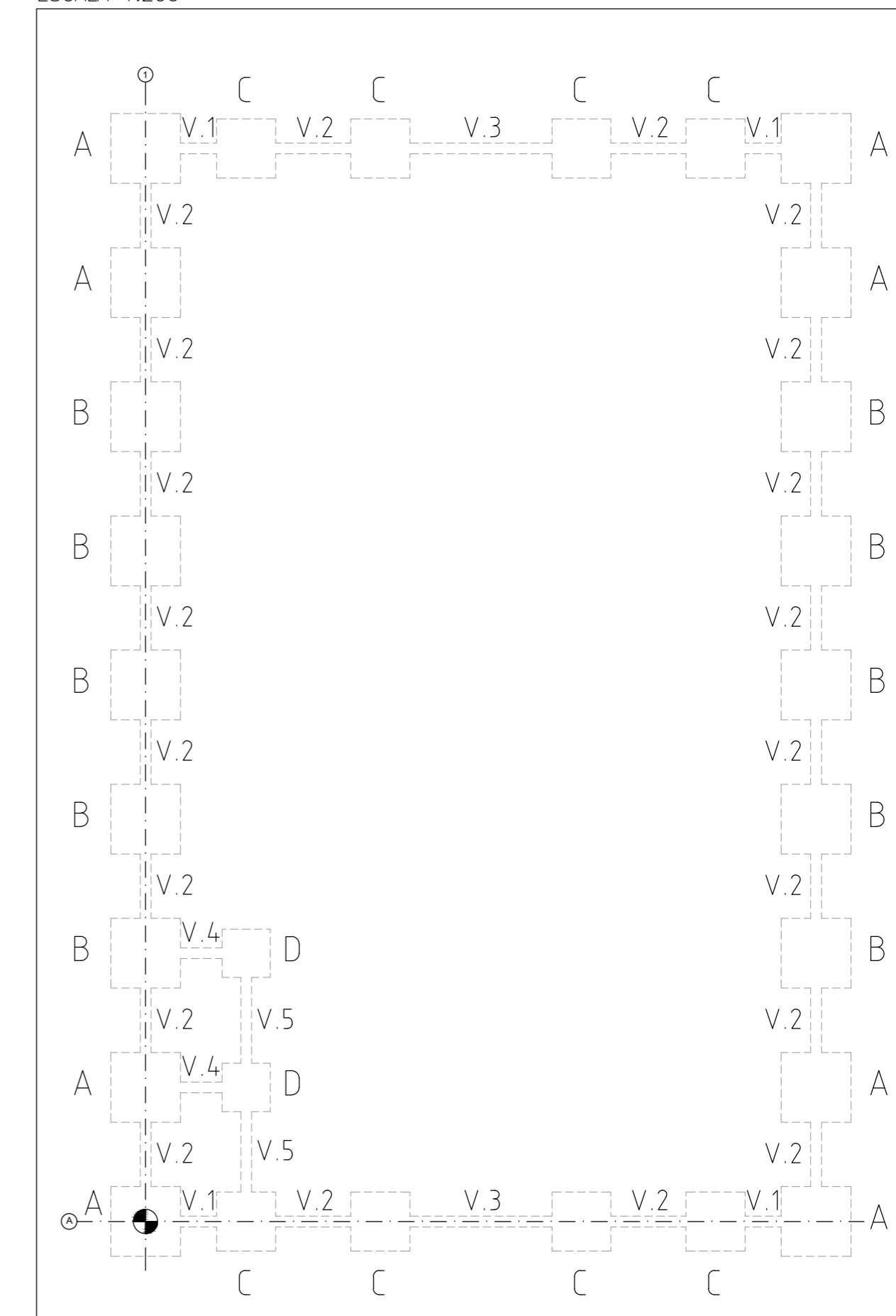


Elemento	Pos.	φ	Unds.	Pat. (cm)	Recta (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total. (cm)	B500S, Ys=1,15 (kg)
N10-N9, N4-N3, N5-N4, N254-N220, N220-N186, N50-N2, N186-N152, N341-N340, N118-N84, N7-N6, N6-N5, N3-N1, N288-N254, N339-N338, N152-N118, N84-N50, N16-N15, N18-N17, N9-N8, N8-N7	Sup.	12	2	-	530	-	530	1060	9,4
	Inf.	12	2	-	530	-	530	1060	9,4
	Estr.	8	16	-	133	-	133	2128	8,4
									29,9
									598,0

Tipo X1	Tipo X2	h1 (m)	a1 (m)	b1 (m)	h2 (m)	a2 (m)	b2 (m)	c (m)
A	A	1,10	1,30	2,60	1,10	1,30	2,60	2,40
A	B	1,10	1,30	2,60	0,80	1,30	2,60	2,40
A	C	1,10	1,30	2,60	1,00	1,10	2,20	2,60
B	B	0,80	1,30	2,60	0,80	1,30	2,20	2,40
C	C	1,00	1,10	2,20	1,00	1,10	2,20	2,80

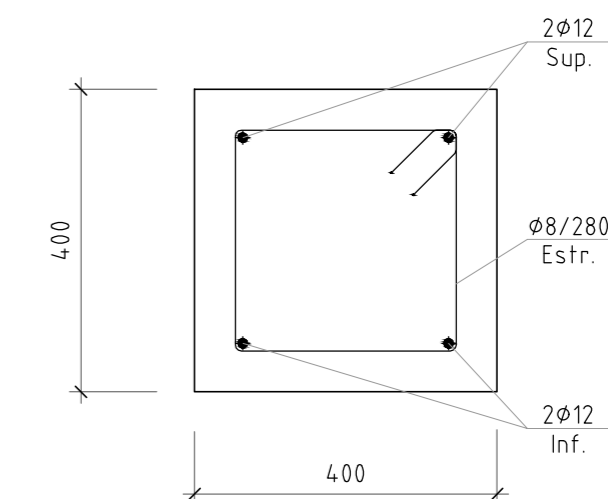
### ELEMENTOS CIMENTACIÓN

ESCALA 1:200



### Sección 6-6

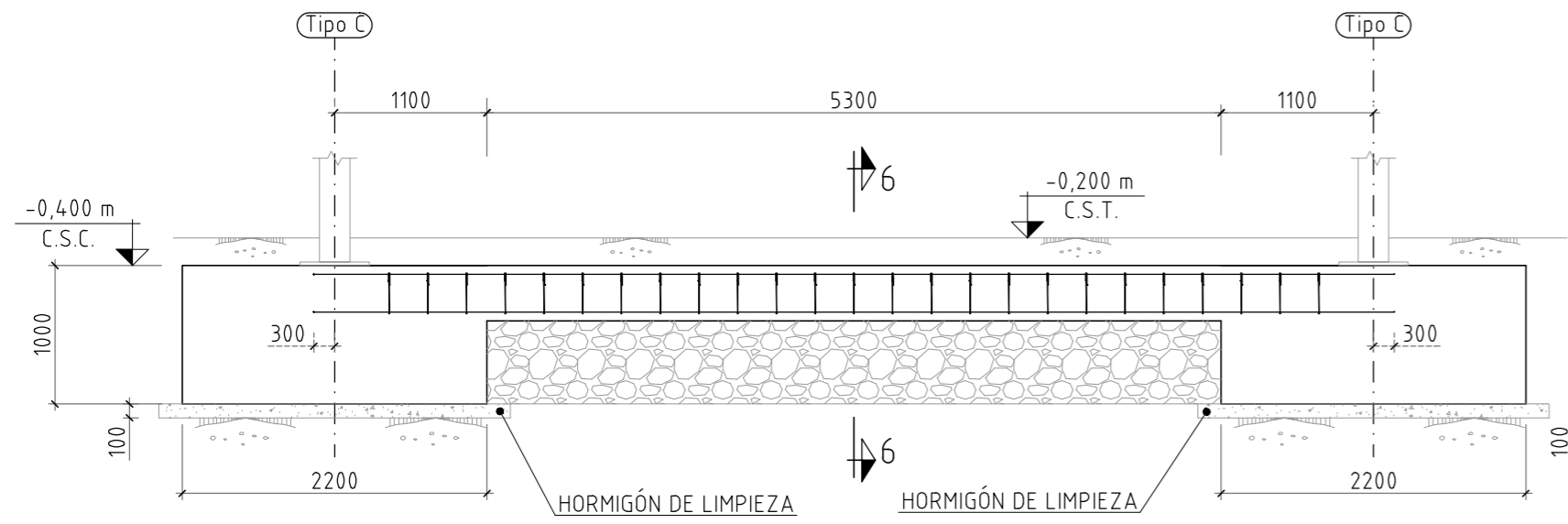
ESCALA 1:10



PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: <b>JORGE ARTERO BALLESTER</b>
PROMOTOR: <b>PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA</b>	EMPLAZAMIENTO: <b>POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)</b>	FECHA: <b>SEPTIEMBRE 2018</b>
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		FIRMADO:
ESCALA: <b>1:50</b>	PLANO DE: <b>DETALLES CIMENTACIÓN (2/3)</b>	<b>Nº PLANO: 7</b>

### VIGA TIPO-3 (V.3)

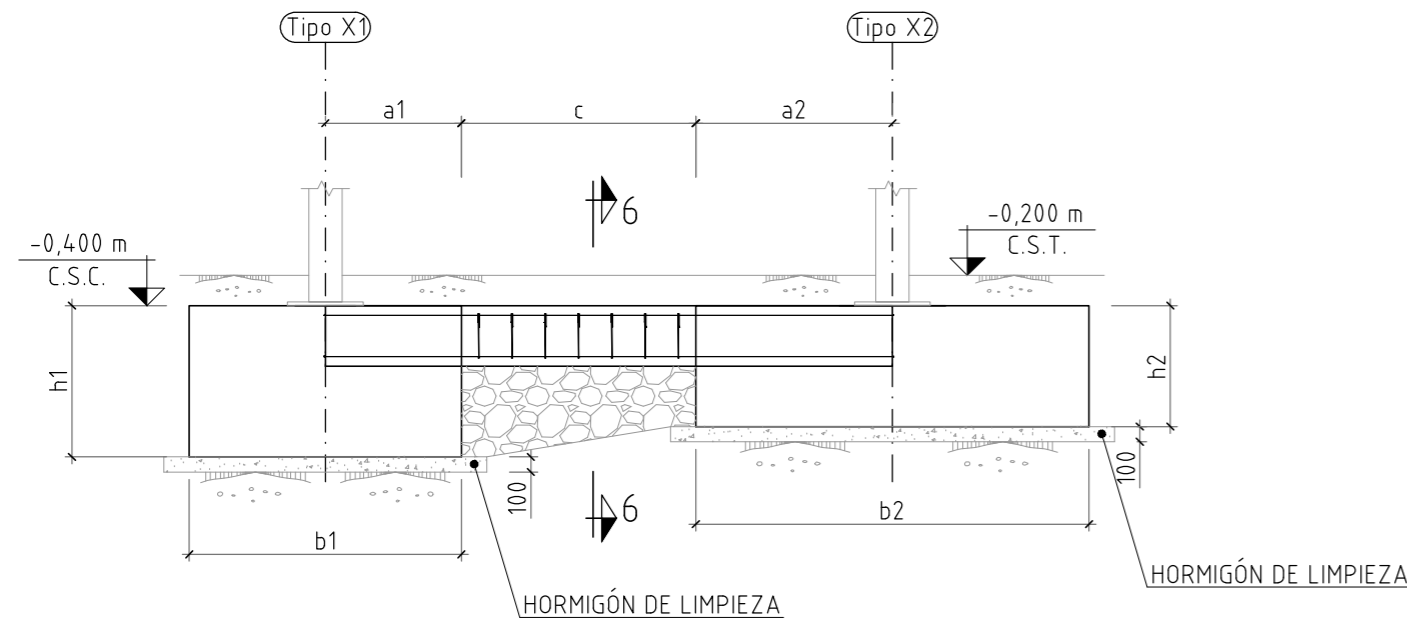
ESCALA 1:50



Elemento	Pos.	φ	Unds.	Pat. (cm)	Recta (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total. (cm)	B500S, Ys=1,15 (kg)
N17-N16, N341-N339	Sup.	12	2	-	780	-	780	1560	13,9
	Inf.	12	2	-	780	-	780	1560	13,9
	Estr.	8	25	-	133	-	133	3325	13,1
Total+10% (x2):									45,0
									90,0

### VIGA TIPO-4 (V.4)

ESCALA 1:50

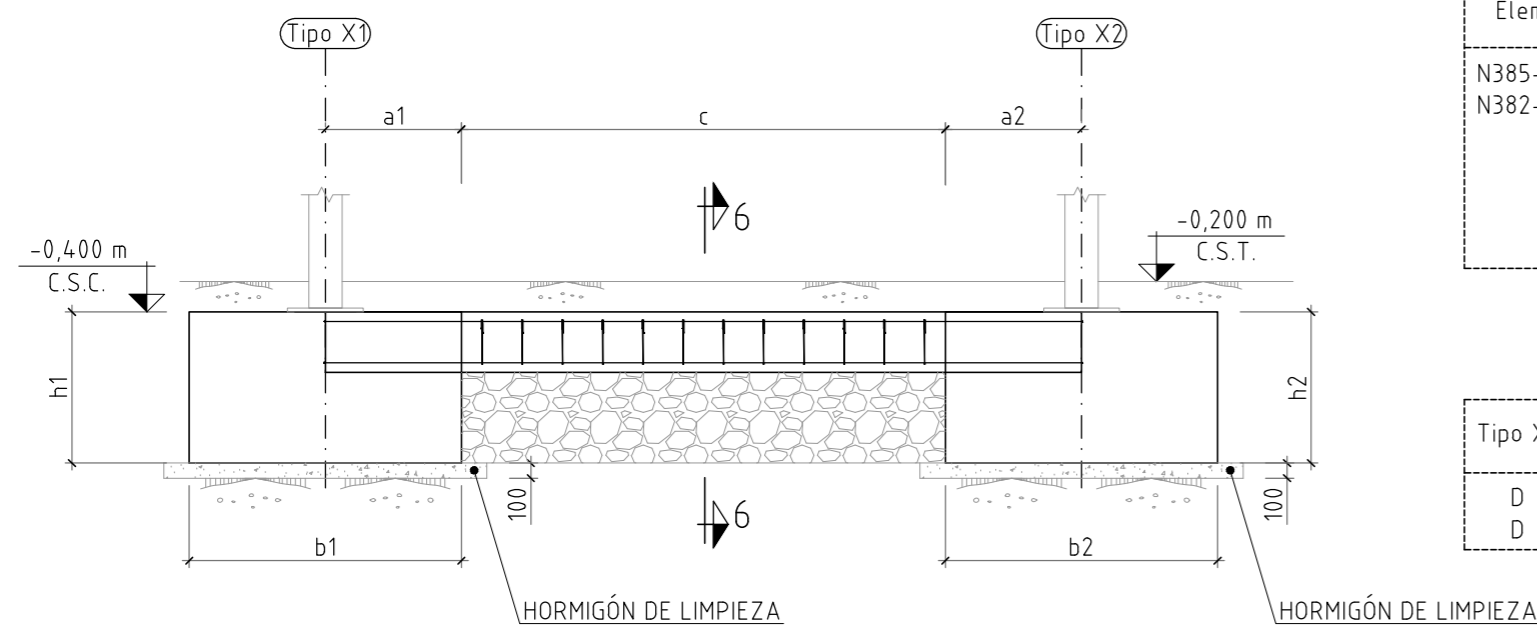


Elemento	Pos.	φ	Unds.	Pat. (cm)	Recta (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total. (cm)	B500S, Ys=1,15 (kg)
N385-N8, N382-N9	Sup.	12	2	-	376	-	376	752	6,7
	Inf.	12	2	-	376	-	376	752	6,7
	Estr.	8	7	-	133	-	133	931	3,7
Total+10% (x2):									18,8
									37,6

Tipo X1	Tipo X2	h1 (m)	a1 (m)	b1 (m)	h2 (m)	a2 (m)	b2 (m)	c (m)
D	A	1,00	0,90	1,80	1,10	1,30	2,60	1,55
D	B	1,00	0,90	1,80	0,80	1,30	2,60	1,55

### VIGA TIPO-5 (V.5)

ESCALA 1:50

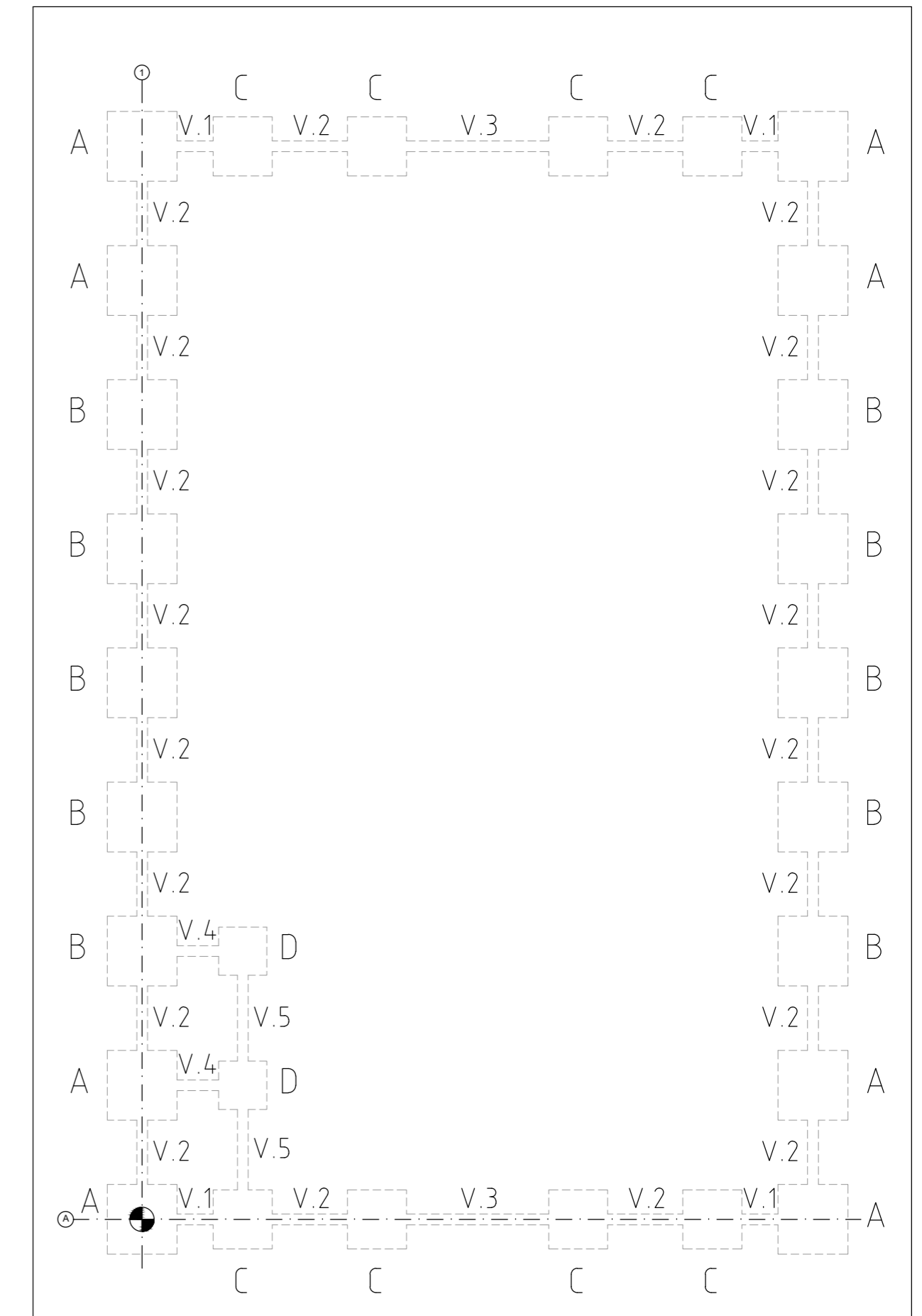


Elemento	Pos.	φ	Unds.	Pat. (cm)	Recta (cm)	Pat. (cm)	Long. (cm)	Total. (cm)	B500S, Ys=1,15 (kg)
N385-N382, N382-N340	Sup.	12	2	-	501	-	501	1002	8,9
	Inf.	12	2	-	501	-	501	1002	8,9
	Estr.	8	12	-	133	-	133	1596	6,3
Total+10% (x2):									26,5
									53,0

Tipo X1	Tipo X2	h1 (m)	a1 (m)	b1 (m)	h2 (m)	a2 (m)	b2 (m)	c (m)
D	D	1,00	0,90	1,80	1,00	0,90	1,80	3,20
D	C	1,00	0,90	1,80	1,00	1,10	2,20	3,00

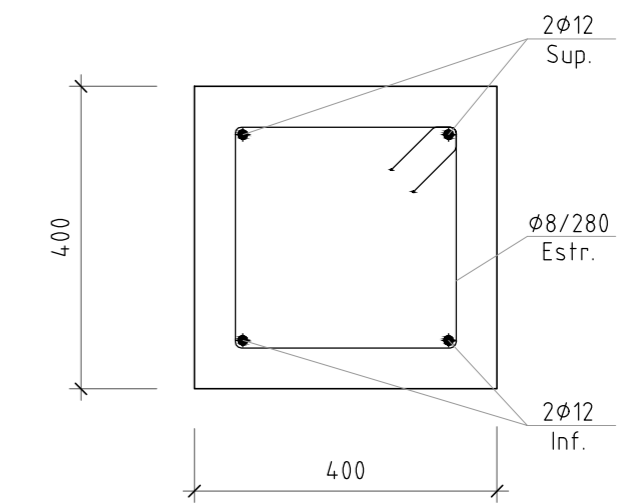
### ELEMENTOS CIMENTACIÓN

ESCALA 1:200



### Sección 6-6

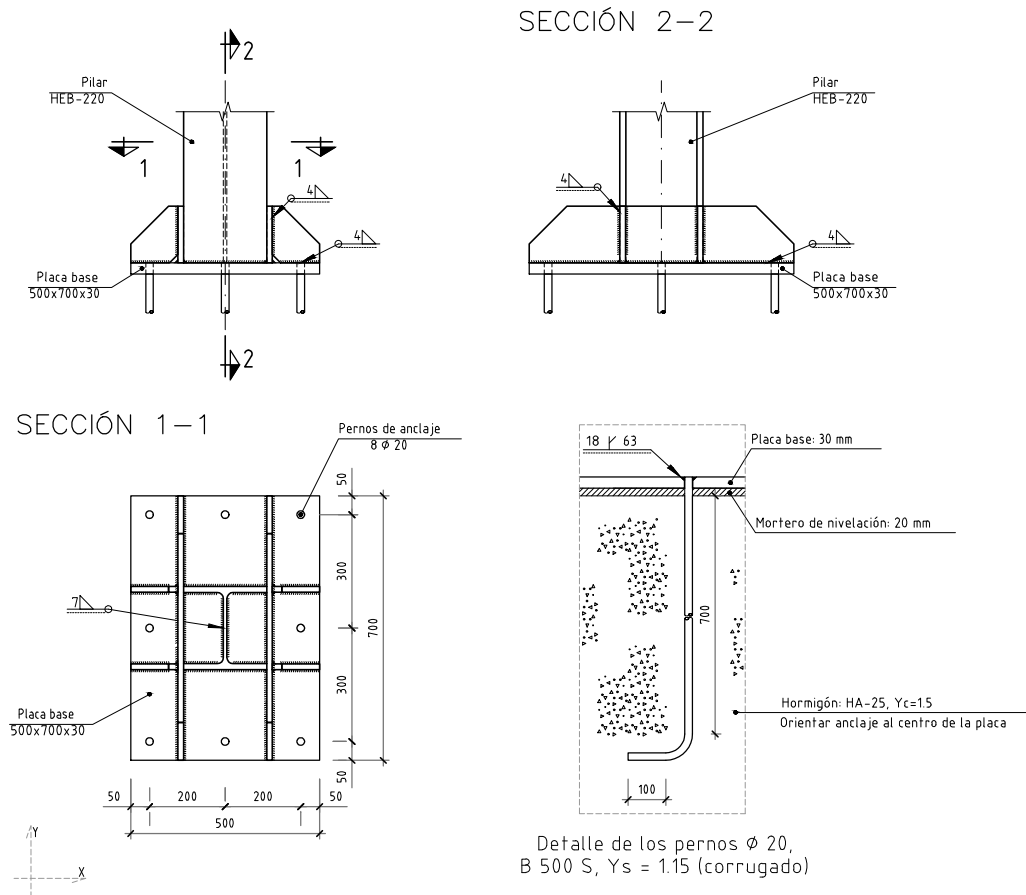
ESCALA 1:10



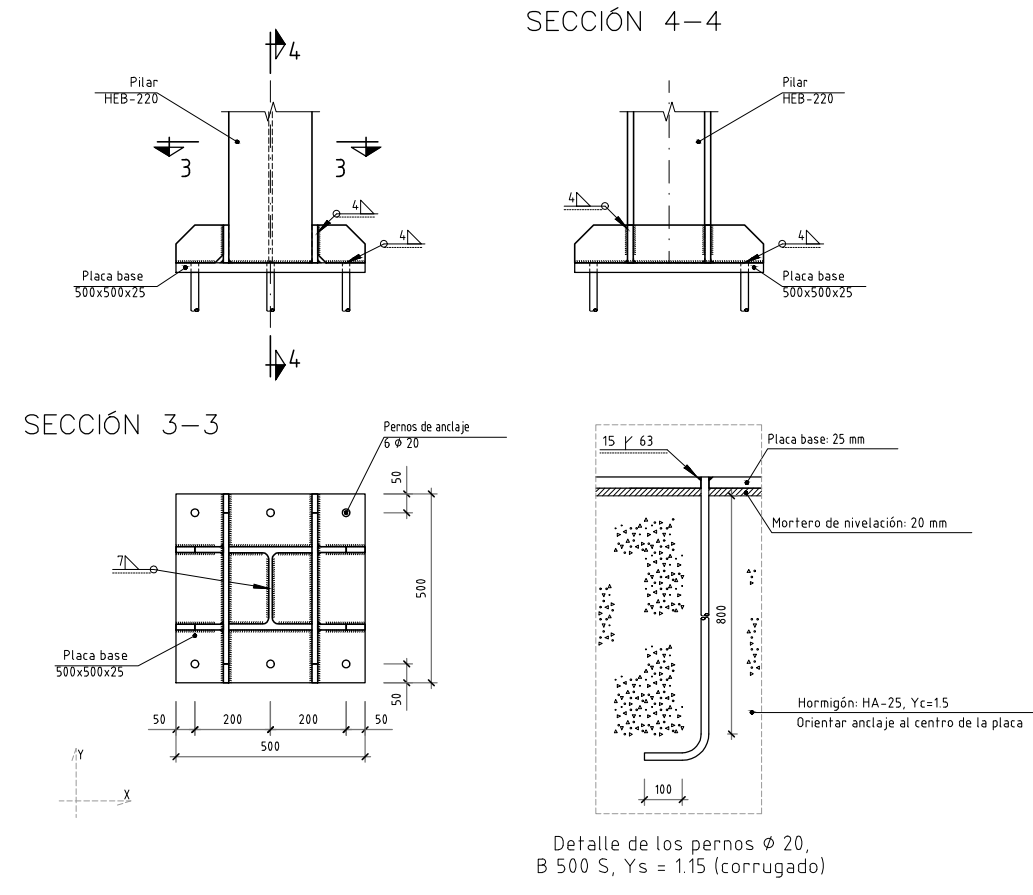
PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: <b>JORGE ARTERO BALLESTER</b>
PROMOTOR: <b>PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA</b>	EMPLAZAMIENTO: <b>POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)</b>	FECHA: <b>SEPTIEMBRE 2018</b>
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	ESCALA TÉCNICA Superior del Ayuntamiento del Estado
ESCALA: <b>1:50</b>	PLANO DE: <b>DETALLES CIMENTACIÓN (3/3)</b>	FIRMADO: <b>Nº PLANO: 8</b>



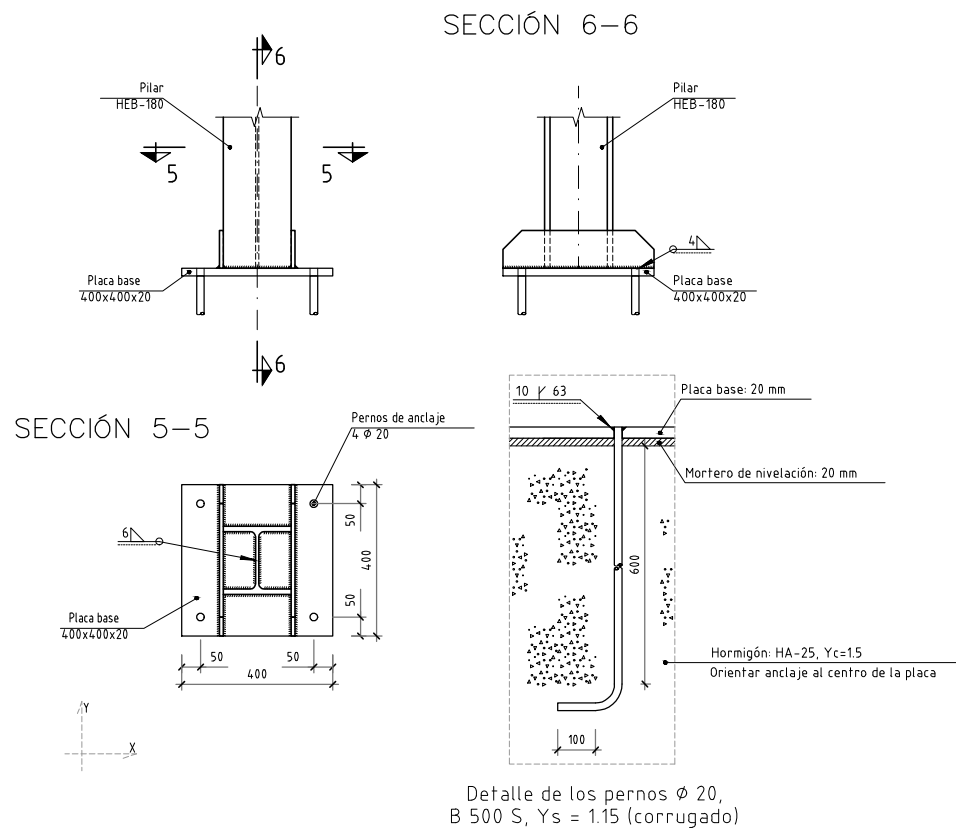
# PLACA ANCLAJE TIPO-1



# PLACA ANCLAJE TIPO-2

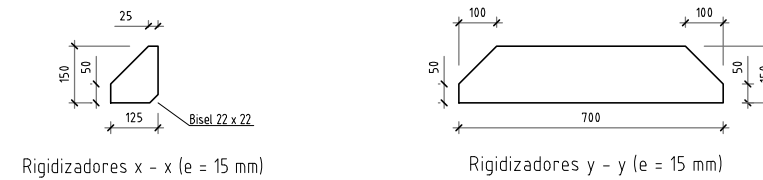


# PLACA ANCLAJE TIPO-3



# Rigidizadores Placa Anclaje

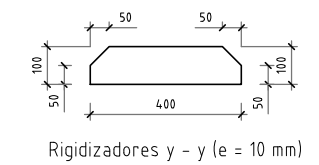
## Rigidizador TIPO-1



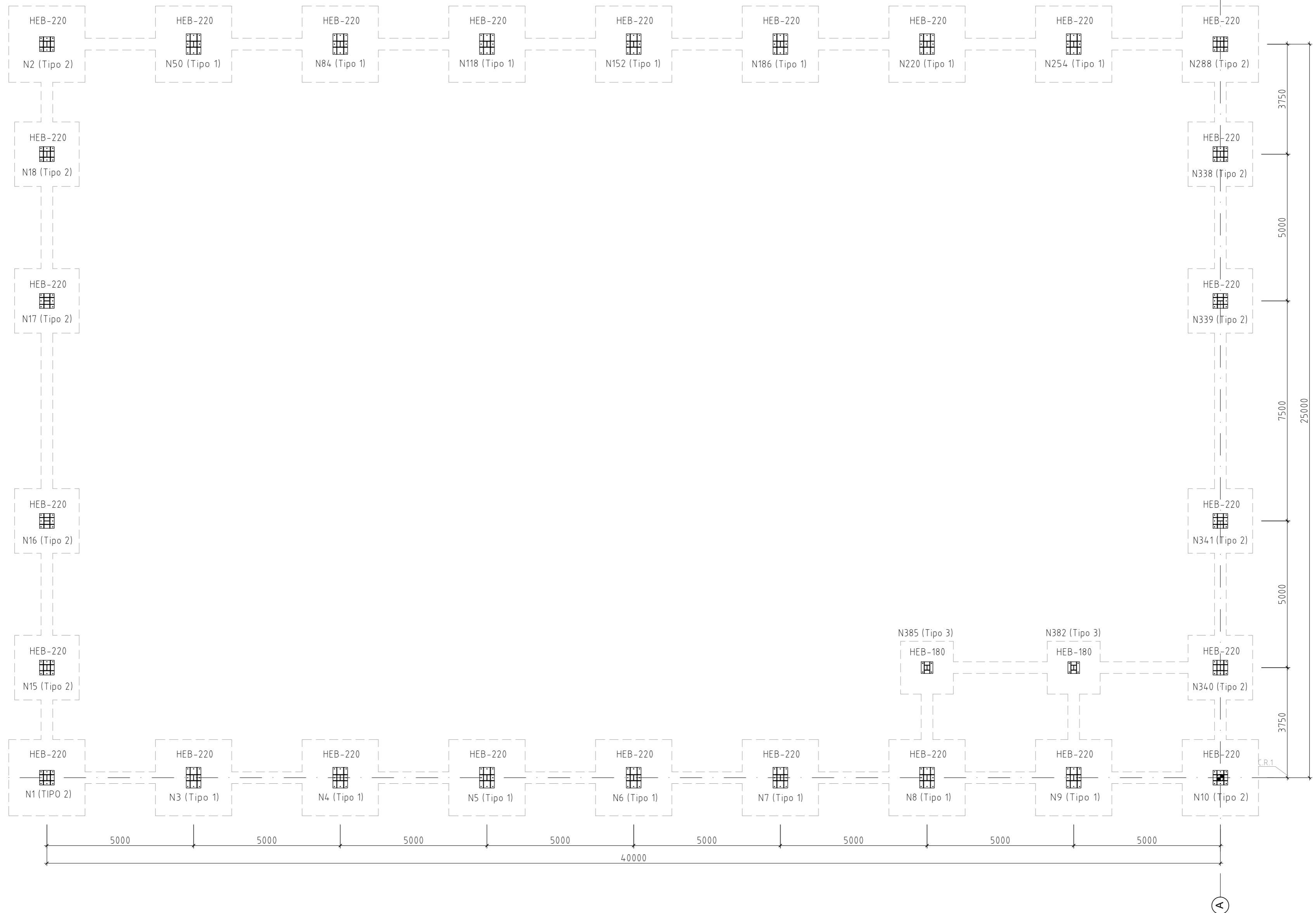
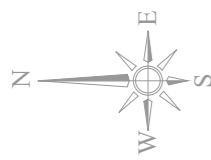
## Rigidizador TIPO-2



## Rigidizador TIPO-3



<b>PROYECTO:</b> Proyecto básico estructura de nave industrial		<b>PROYECTISTA:</b> JORGE ARTERO BALLESTER
<b>PROMOTOR:</b> PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	<b>EMPLAZAMIENTO:</b> POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO. C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 2018
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		FIRMADO:
<b>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>		ESCALA:
1:20	<b>PLANO DE:</b> PLACAS DE ANCLAJE	Nº PLANO: 9



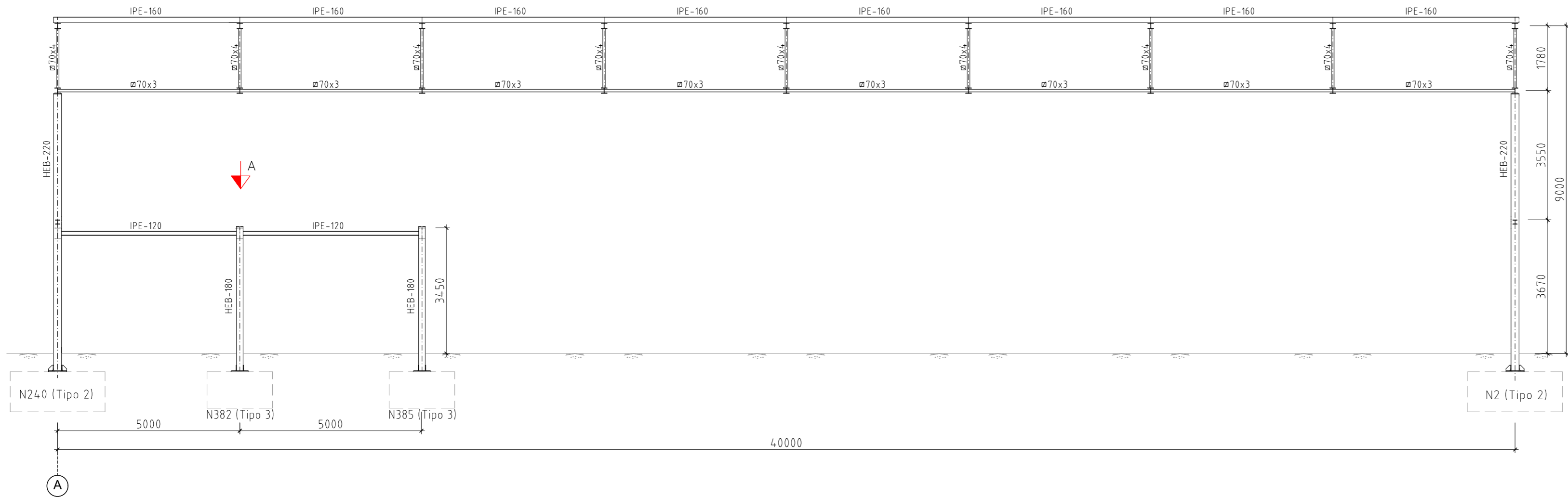
Coordenada de Referencia (C.R.)  
C.R.1 X= 1.283.400 Y= 693.150

Cuadro de arranques			
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje	Tipo
N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N50, N84, N118, N152, N186, N220 y N254	8 Pernos $\phi$ 20	Placa base (500x700x30)	1
N1, N2, N10, N15, N16, N17, N18, N288, N338, N339, N340 y N341	6 Pernos $\phi$ 20	Placa base (500x500x25)	2
N382 y N385	4 Pernos $\phi$ 20	Placa base (400x400x20)	3

<b>PROYECTO:</b> Proyecto básico estructura de nave industrial		<b>PROYECTISTA:</b> JORGE ARTERO BALLESTER
<b>PROMOTOR:</b> PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	<b>EMPLAZAMIENTO:</b> POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	<b>FECHA:</b> SEPTIEMBRE 2018
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	<b>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>	<b>FIRMADO:</b>
<b>ESCALA:</b> 1:100	<b>PLANO DE:</b> PLANTA ESTRUCTURA (0,00 m)	<b>Nº PLANO: 10</b>

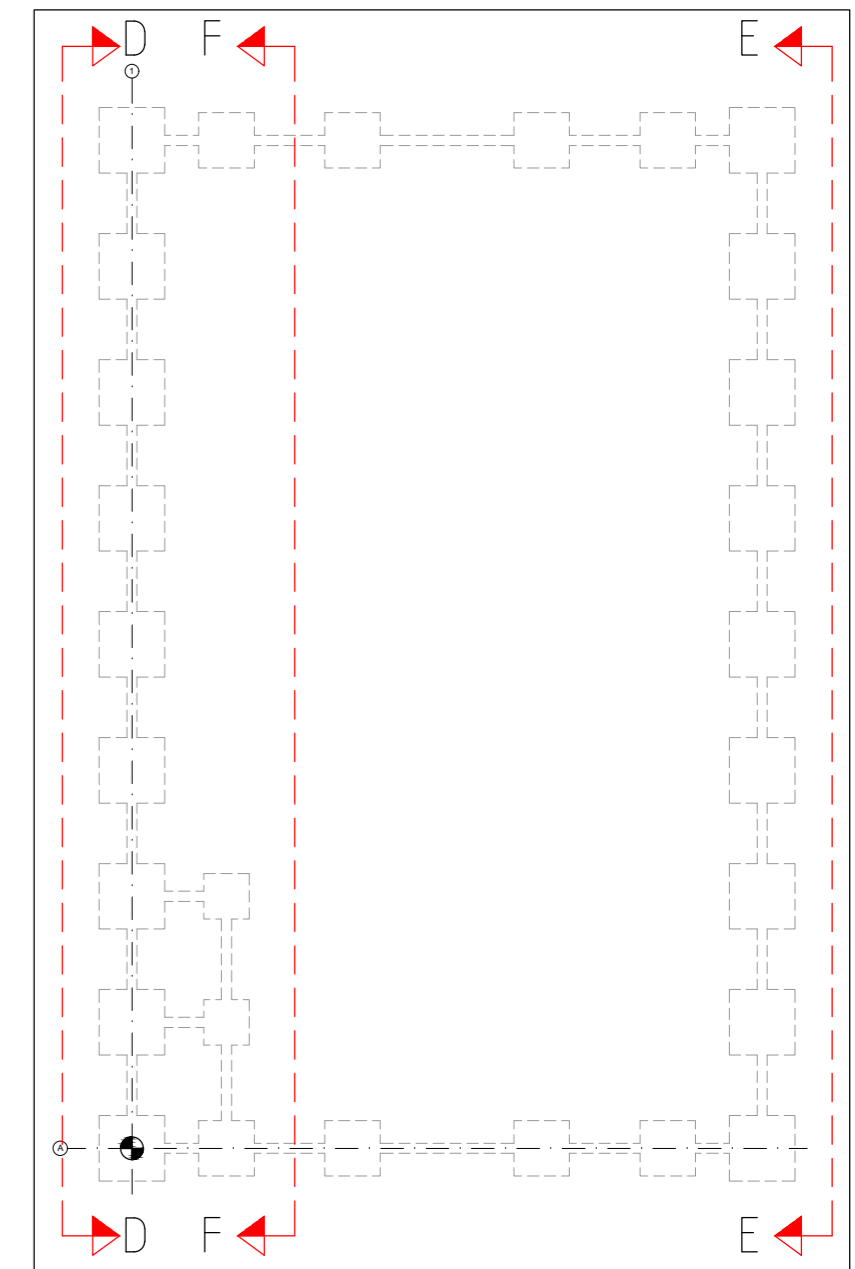
# SECCIÓN F-F

ALZADO ALTILLO



# PLANO SITUACIÓN

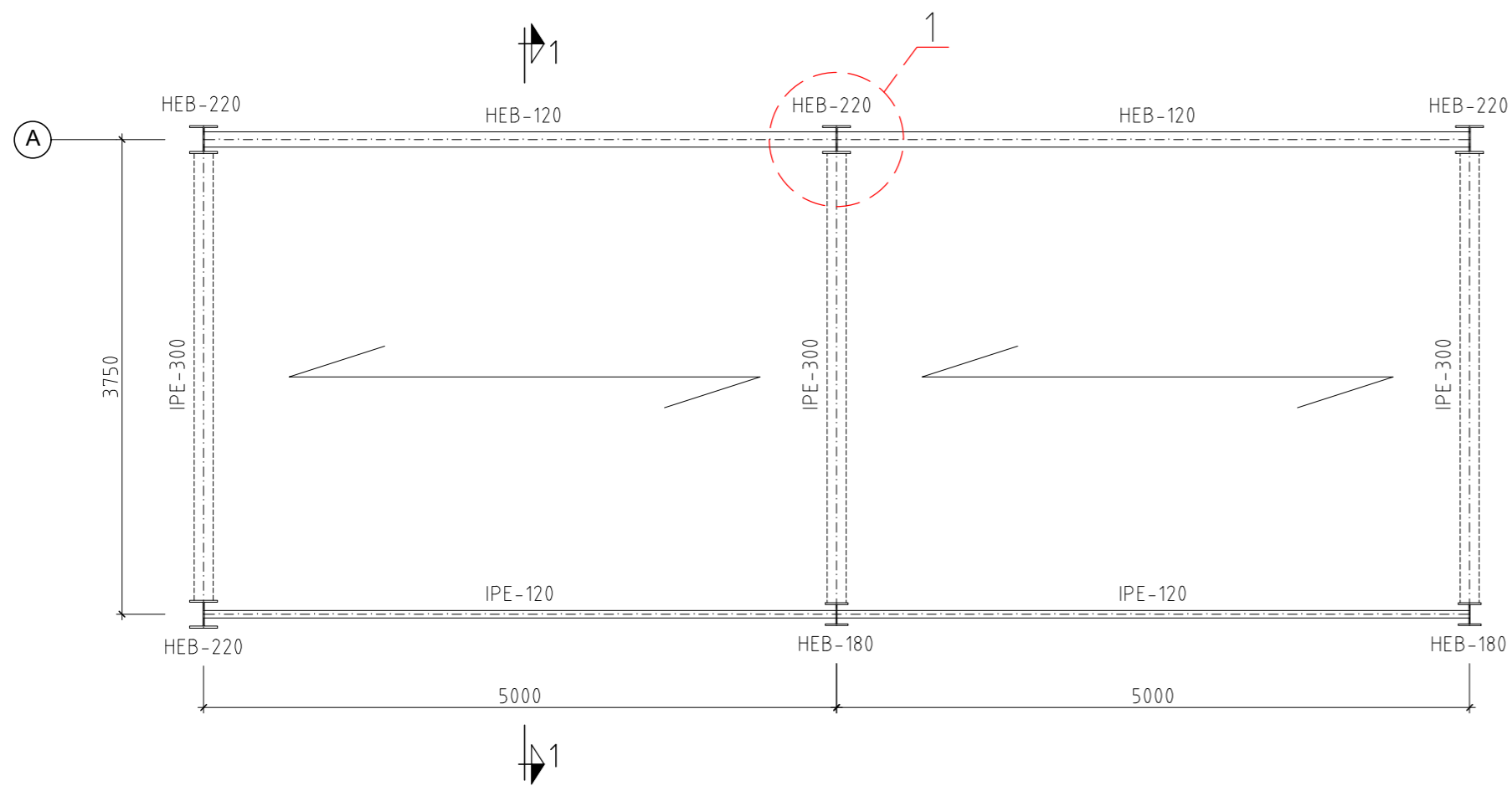
ESCALA 1:300



nota I: ver secciones D-D y E-E en plano n° 14

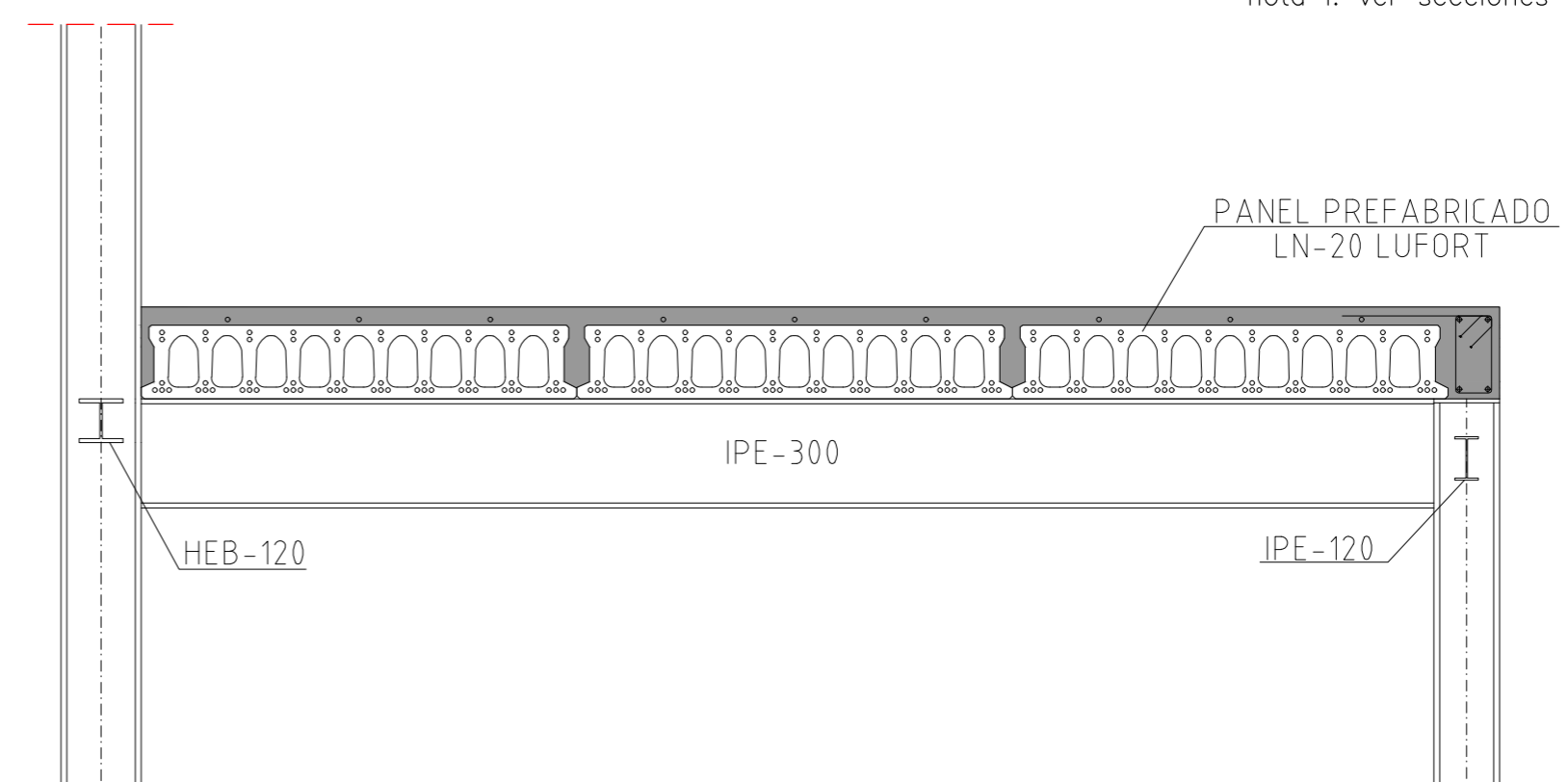
# VISTA POR A

PLANTA ALTILLO  
ESCALA 1:50

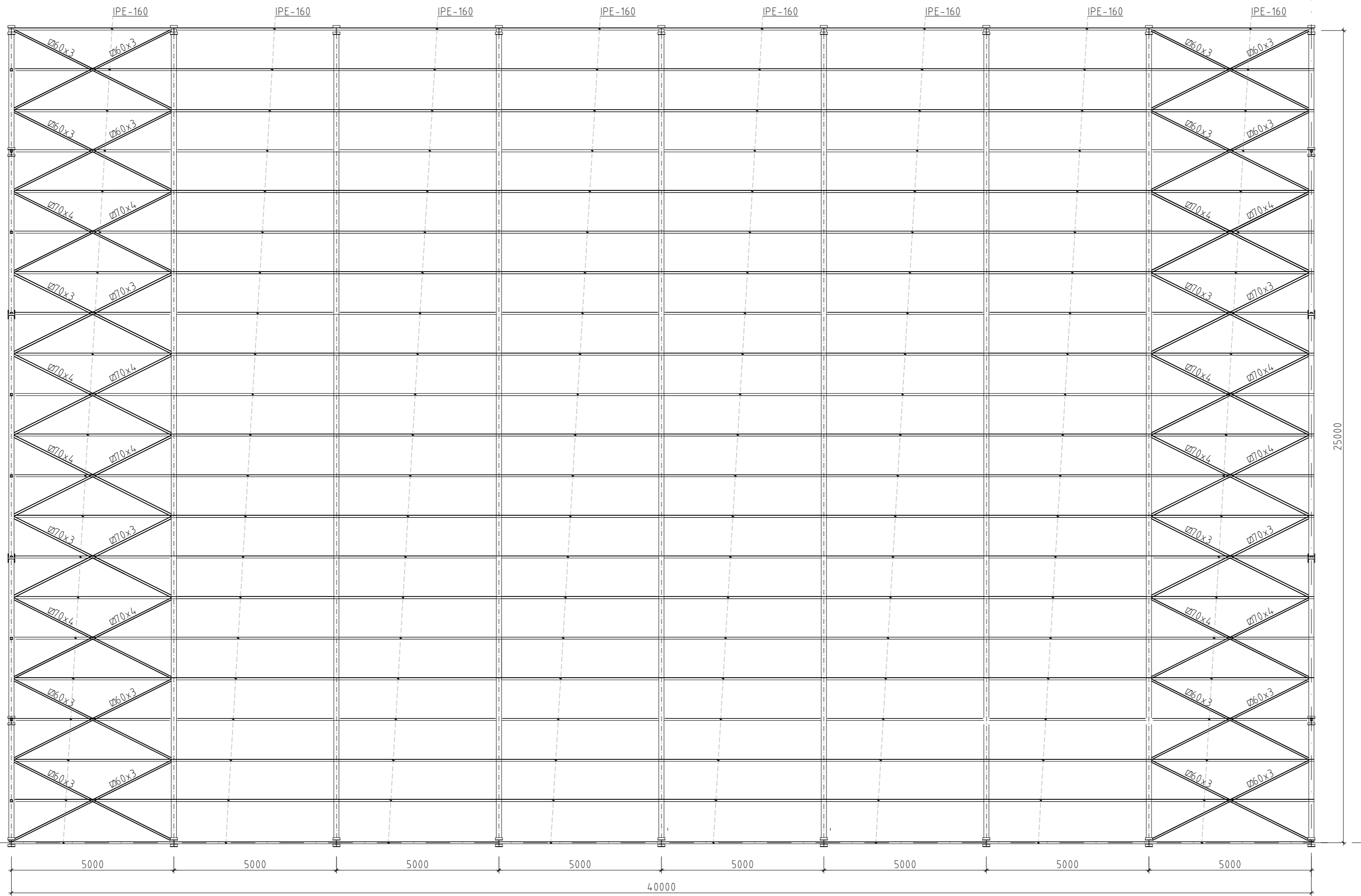
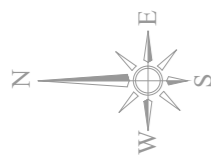


# SECCIÓN 1-1

ESCALA 1:20

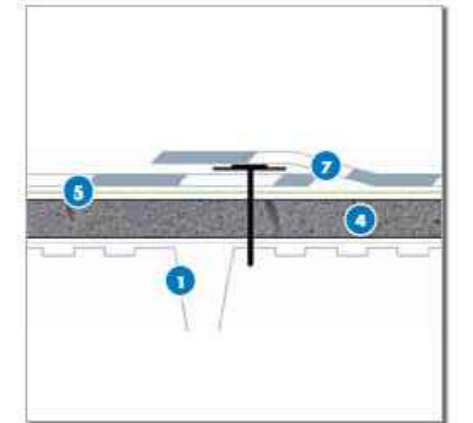


PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: JORGE ARTERO BALLESTER
PROMOTOR: PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	FECHA: SEPTIEMBRE 2018
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	ESCALA TÉCNICA Superior del Reglamento del Estado
ESCALA: varias	PLANO DE: <b>PLANTA ALTILLO (+3,67 m)</b>	FIRMANDO: <b>Nº PLANO: 11</b>

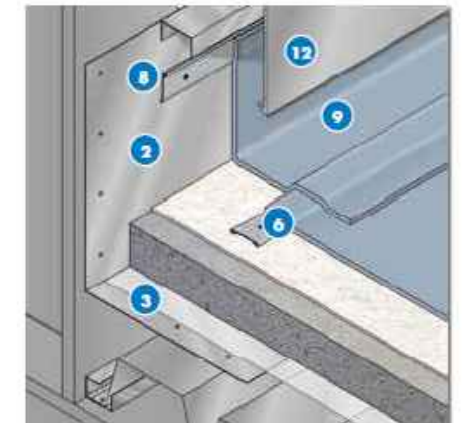


- PUESTA EN OBRA**
- Como en todos los trabajos de impermeabilización antes de colocar la membrana hay que tener en cuenta las condiciones del soporte y de puesta en obra recogidas en la normativa vigente.
- 1 Soporte resistente de chapa gredada de espesor mínimo recomendable 0,7 mm.
  - 2 Colocación de perfil de chapa plegada fijado al soporte resistente de chapa.
  - 3 Barrera de vapor.
- La necesidad, clase y características de la barrera contra el paso de vapor de agua, deben ser determinadas por el proyectista de acuerdo con los valores higrotérmicos interiores y exteriores y con la resistencia al paso de vapor de agua de los diferentes elementos que componen el sistema de impermeabilización. Como barrera contra el paso del vapor de agua debe utilizarse un material laminar cuya resistencia al paso del vapor sea la que se determine por el cálculo higrotérmico de la cubierta y, en todo caso, mayor que 10 MN s/g (0,86 mm Hg.m<sup>2</sup> d/g).
- 4 Panel de aislamiento térmico: 5 cm. de panel de poliisocianurato **ROCDAN PIR VV**.  
Fijado mecánicamente al soporte de chapa, con tornillo autorroscante y arandela de reparto. La densidad de fijaciones será aproximadamente de 4 fijaciones por m<sup>2</sup> (5 unidades por panel), debiéndose colocar al menos 1 fijación por panel.
  - 5 Capa separadora geotextil de 125 g/m<sup>2</sup>: **DANOFELT PP 125**.  
Con solape de unos 10 cm. Con el **ROCDAN PIR VV**, no sería necesario capa separadora. Si se utilizase otro tipo de aislamiento térmico incompatible con la membrana impermeabilizante, debe utilizarse **DANOFELT PP 125** como capa separadora.
  - 6 Anclaje perimétrico, realizado con perfil de chapa colaminada, fijado al soporte resistente.
  - 7 Lámina sintética a base de PVC plastificado para impermeabilización, con armadura de malla de fibra de políester: **DANOPOL HS 1,2**.  
Fijada mecánicamente al soporte a través del aislamiento, con tornillo autorroscante y arandela de reparto, y en la zona de solape de la lámina. El solape de la lámina será de 10 cm. mínimo en el sentido longitudinal, y mínimo de 5 cm. en el sentido transversal. La densidad de fijaciones será función de la altura del edificio, exposición y vientos dominantes de la zona, altura del peto, edificio abierto o cerrado, etc... aumentándose en los perímetros (bordes y esquinas).
  - 8 Perfil de chapa colaminada fijada al paramento vertical. Sellado por su parte superior.
  - 9 Lámina impermeabilizante en peto **DANOPOL HS 1,2**.
  - 10 Cazoleta de desagüe de pvc con pararrayllas.
  - 11 Refuerzos de membrana en esquinas y ángulos.
  - 12 Perfil metálico de cerramiento.

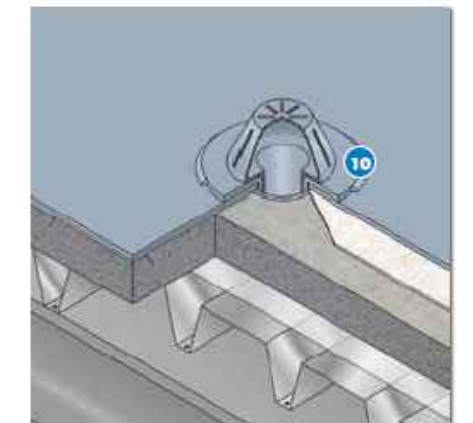
**SECCIÓN TIPO DE CUBIERTA**



**ENCUENTRO CON PETO**



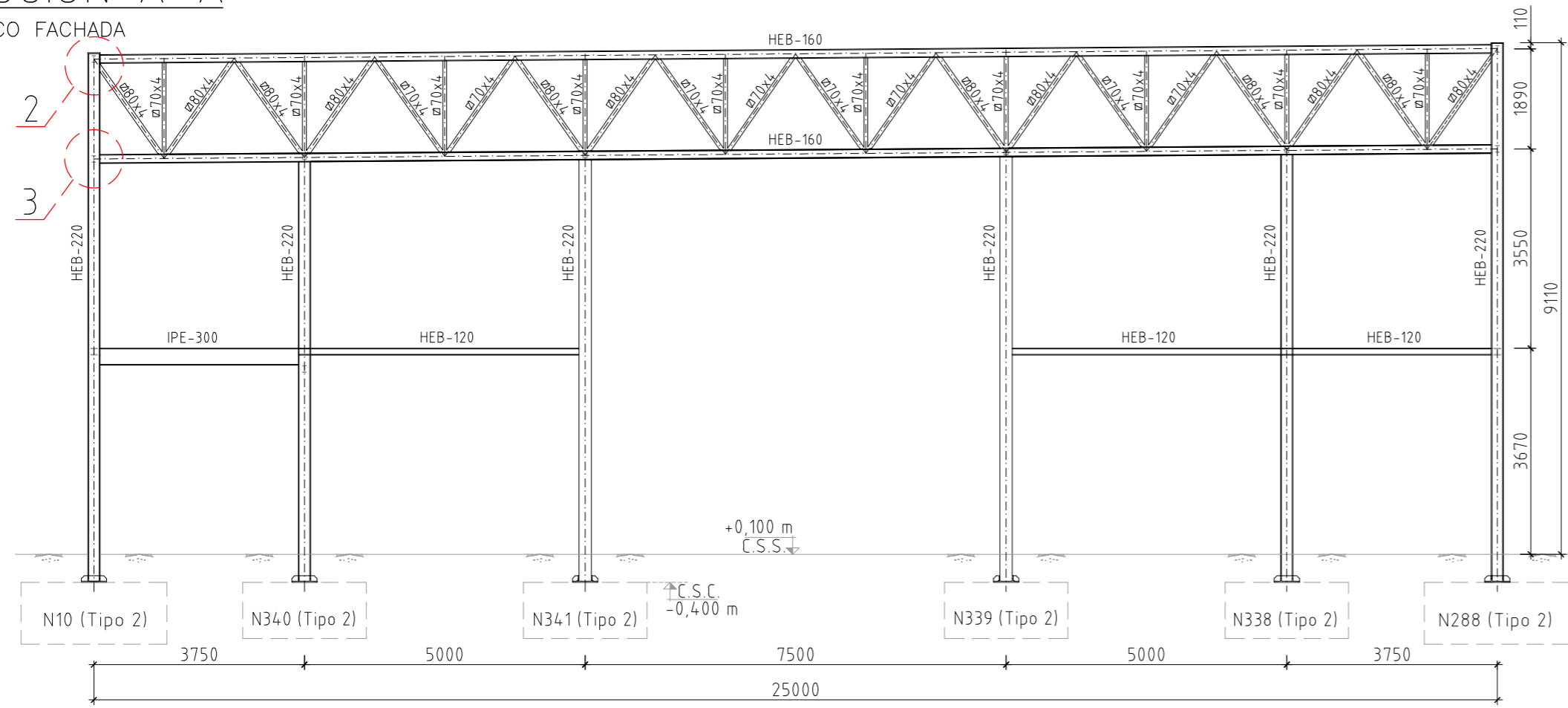
**DESAGÜE**



PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: JORGE ARTERO BALLESTER
PROMOTOR: PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	FECHA: SEPTIEMBRE 2018
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	FIRMADO:
ESCALA: <b>1:100</b>	PLANO DE: <b>PLANTA CUBIERTA (9,00 m)</b>	<b>Nº PLANO: 12</b>

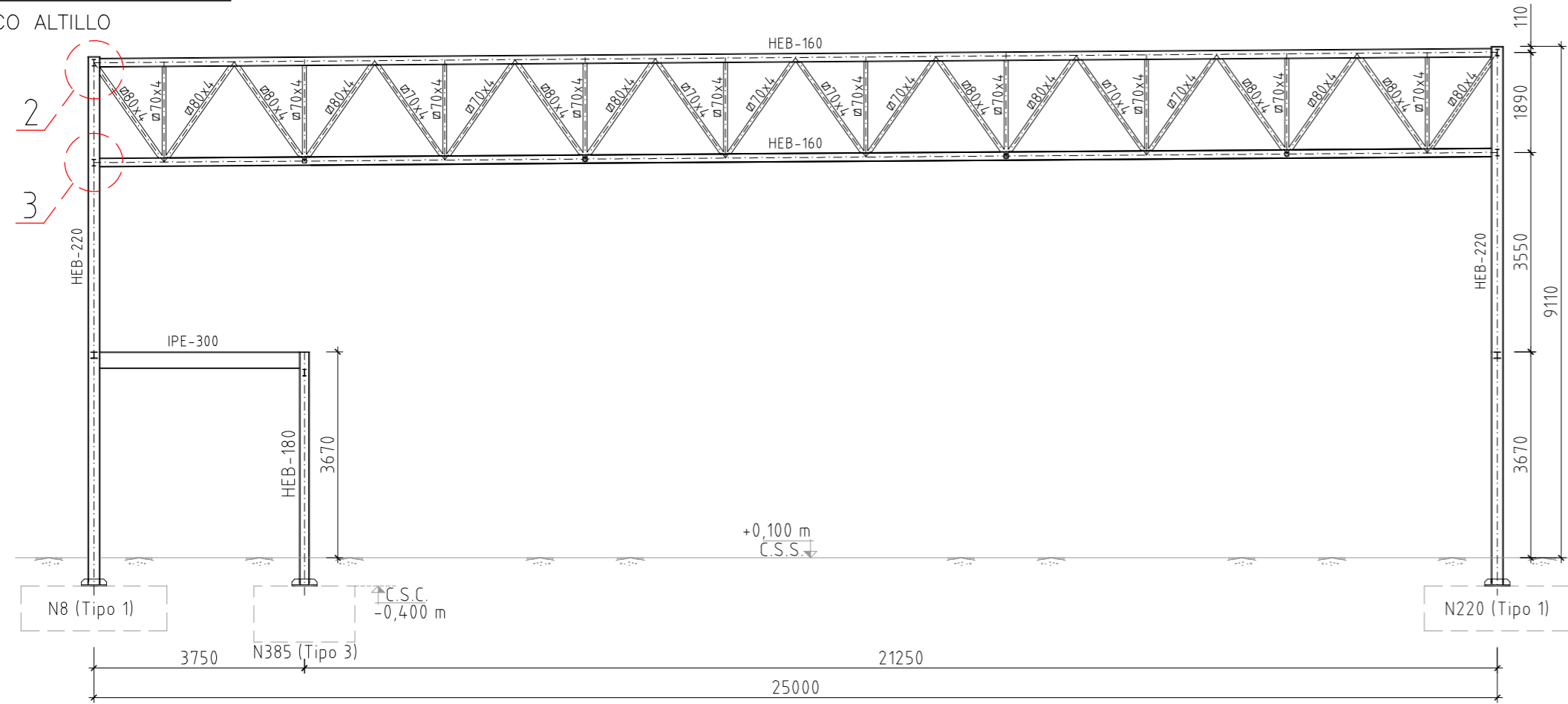
### SECCIÓN A-A

PORTICO FACHADA



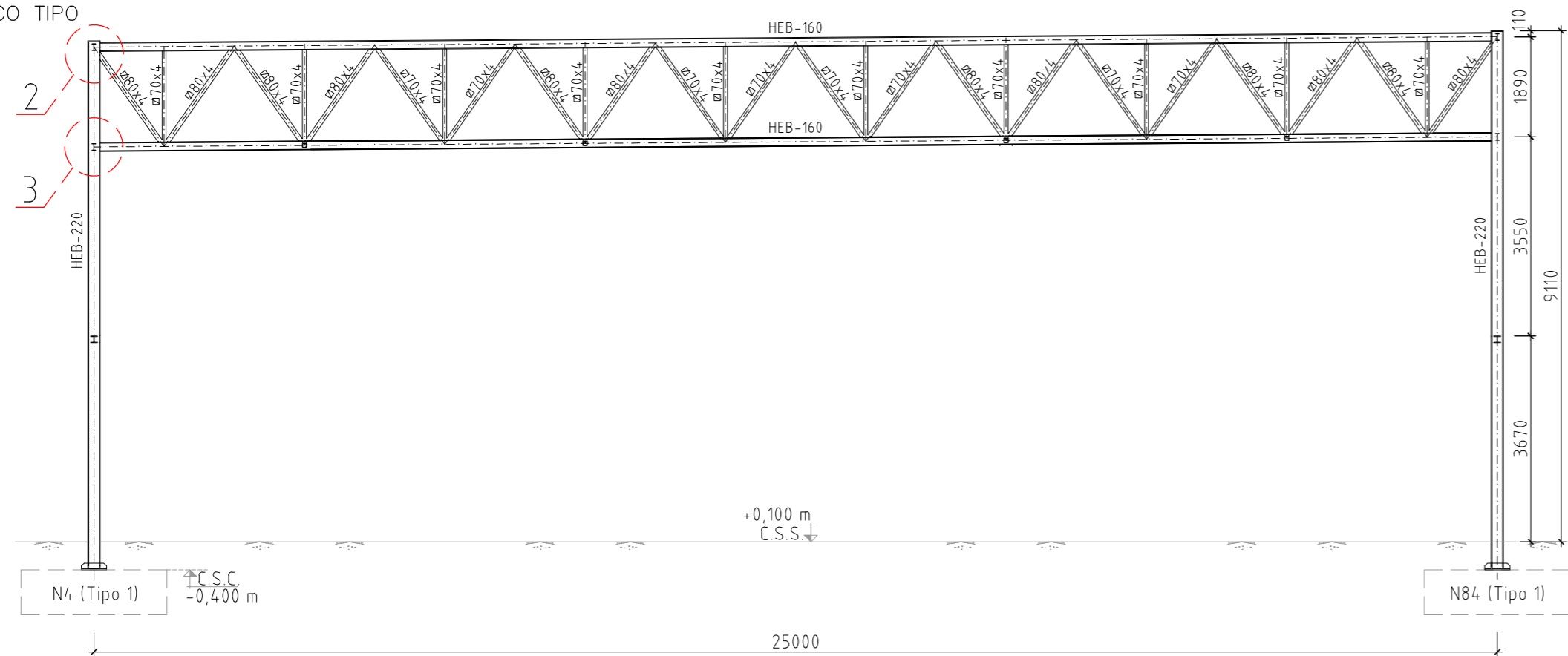
### SECCIÓN B-B

PORTICO ALTILLO



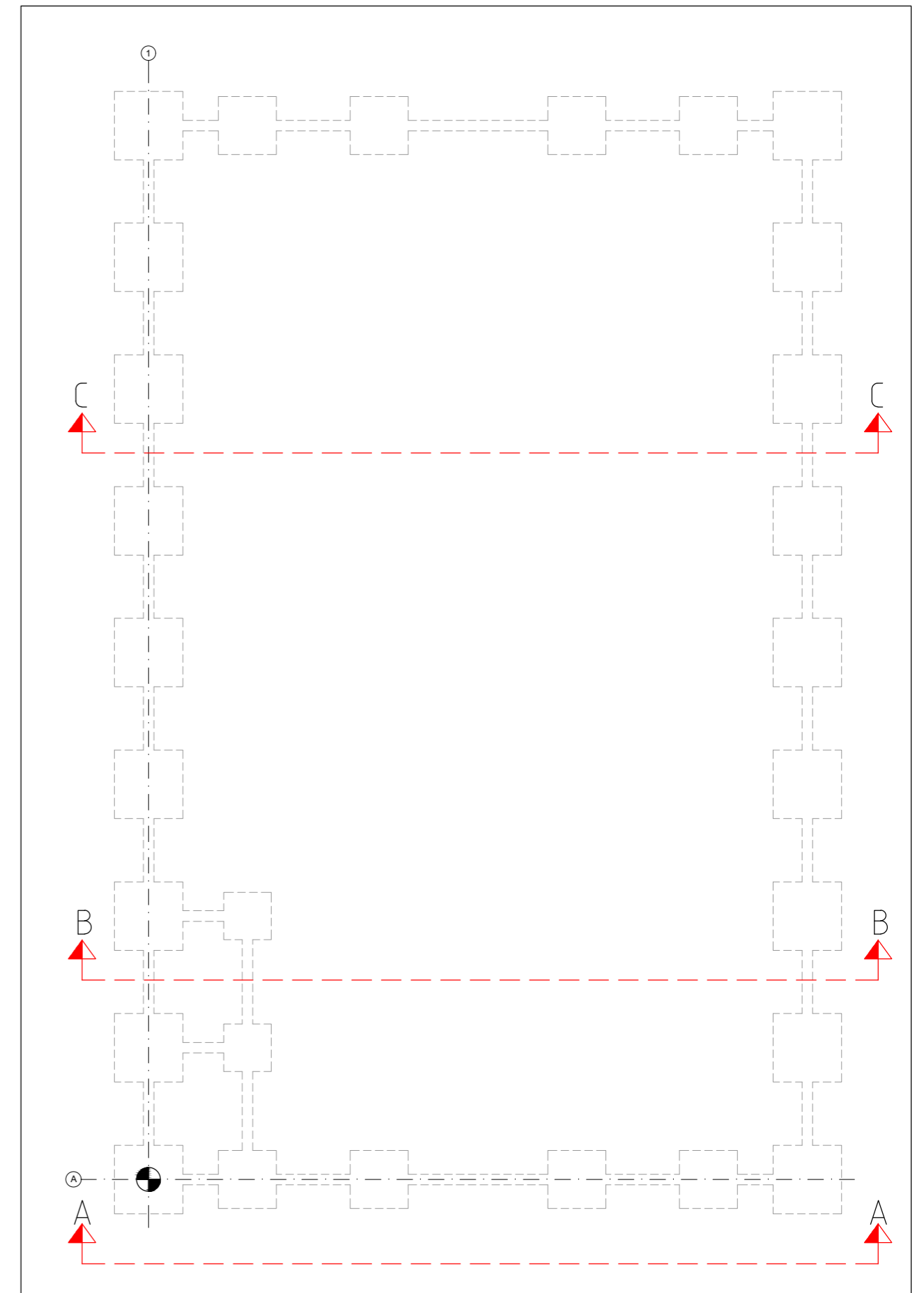
### SECCIÓN C-C

PORTICO TIPO



### PLANO SITUACIÓN

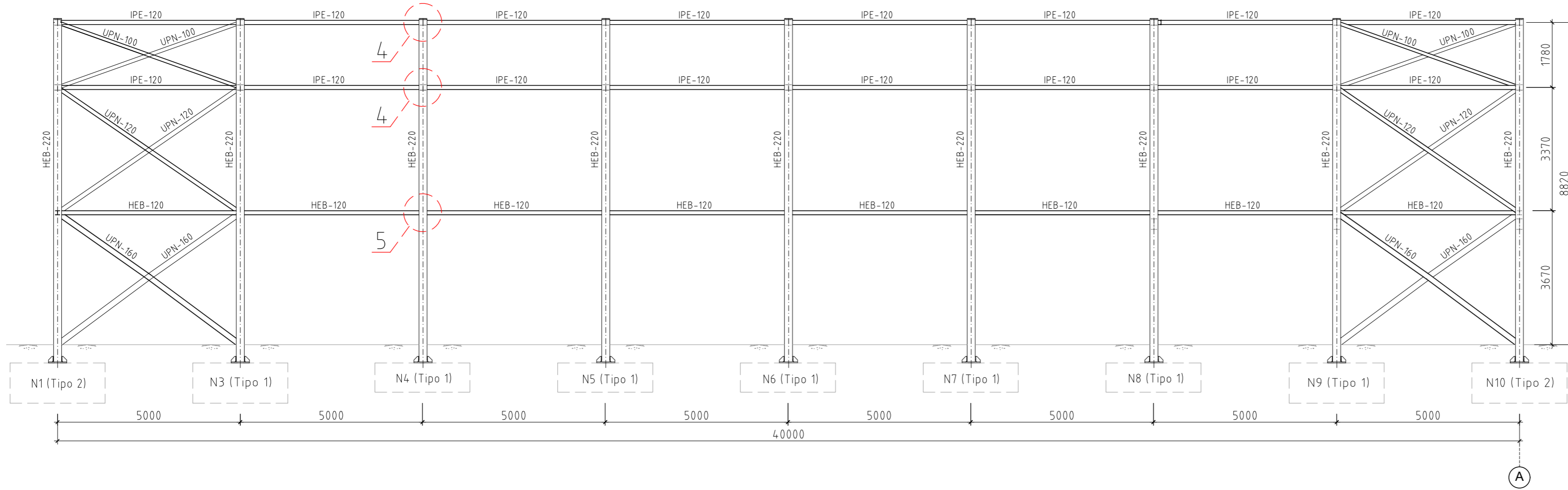
ESCALA 1:200



PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: JORGE ARTERO BALLESTER
PROMOTOR: PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	FECHA: SEPTIEMBRE 2018
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO	FIRMADO:
ESCALA: <b>1:100</b>	PLANO DE: <b>ALZADOS PÓRTICOS</b>	<b>Nº PLANO: 13</b>

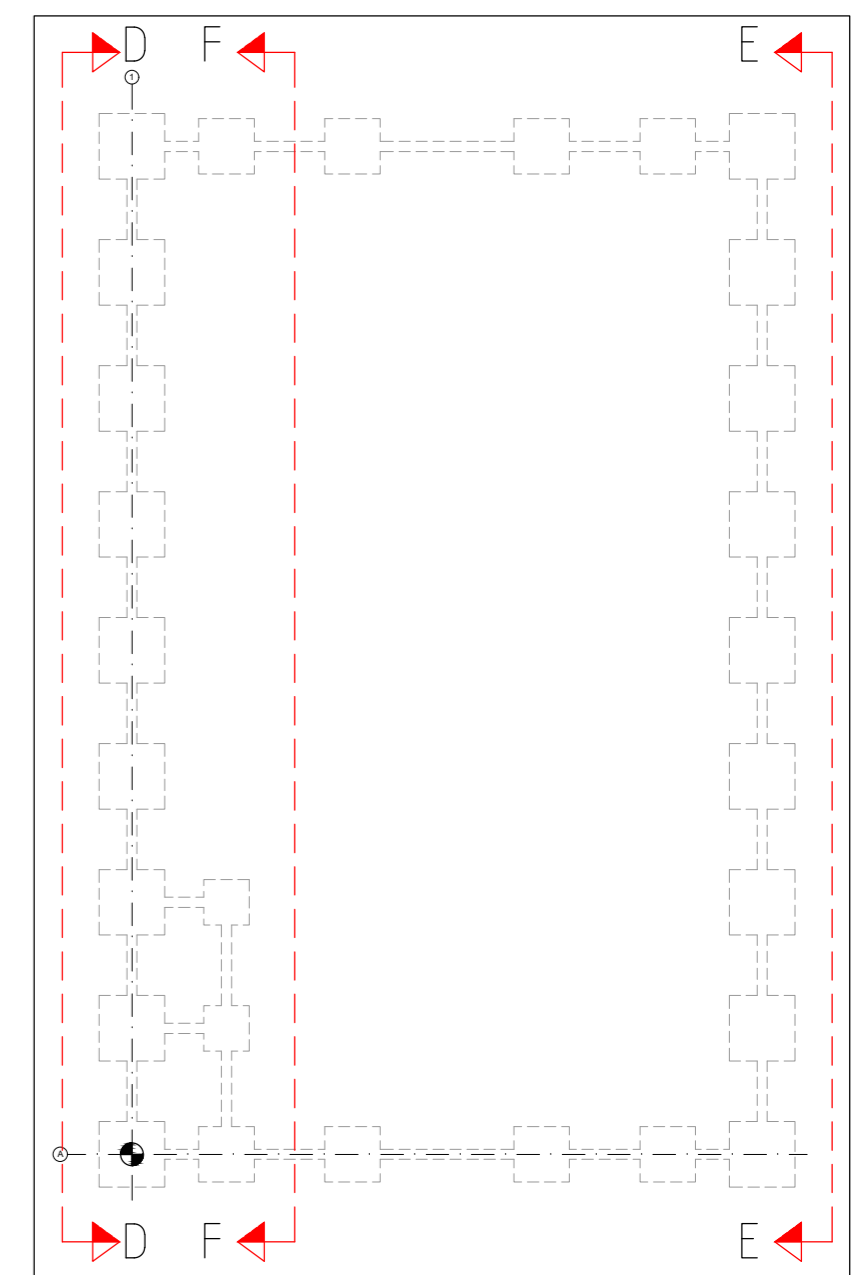
# SECCIÓN D-D

ALZADO LATERAL ESTE



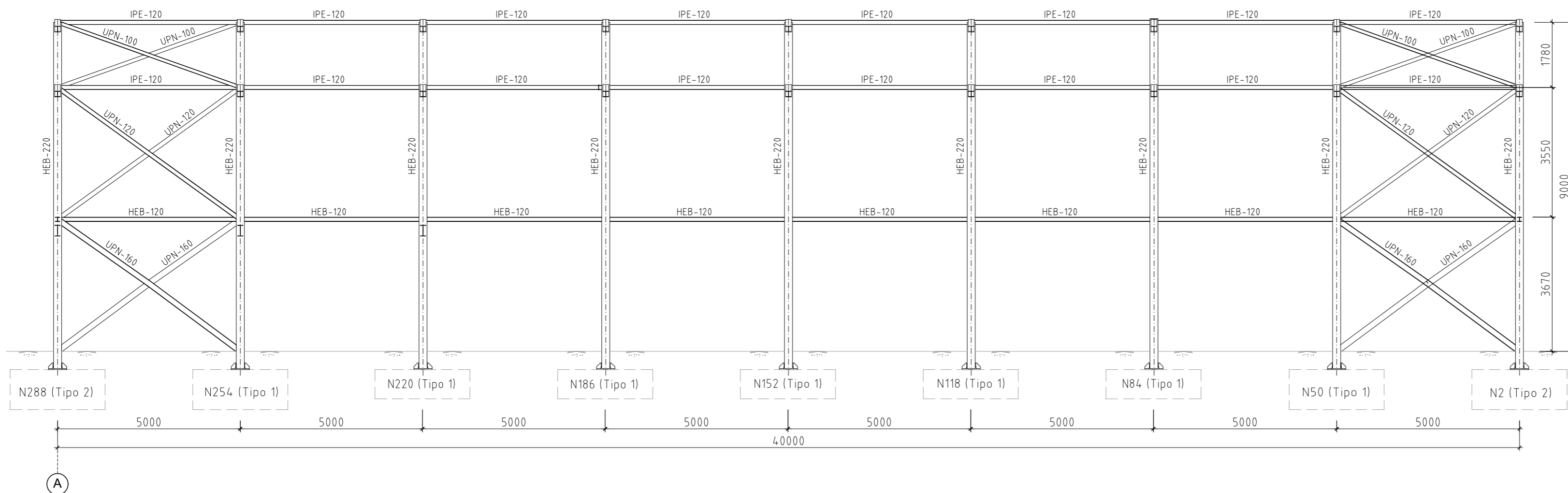
# PLANO SITUACIÓN

ESCALA 1:300



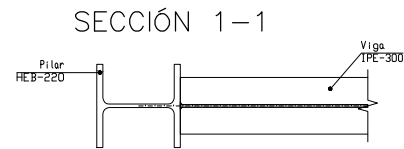
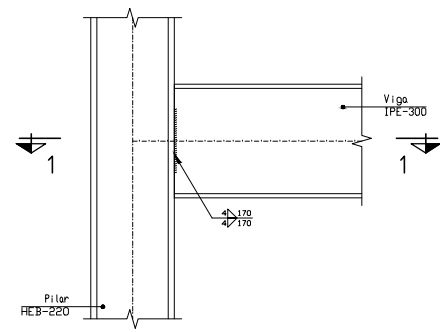
# SECCIÓN E-E

ALZADO LATERAL OESTE

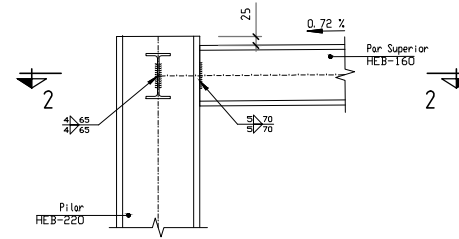


PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: <b>JORGE ARTERO BALLESTER</b>
PROMOTOR: <b>PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA</b>	EMPLAZAMIENTO: <b>POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)</b>	FECHA: <b>SEPTIEMBRE 2018</b>
 TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	FIRMANDO:	
ESCALA: <b>1:100</b>	PLANO DE: <b>ALZADOS LATERALES</b>	Nº PLANO: <b>14</b>

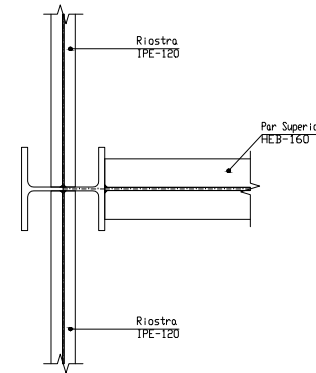
**DETALLE-1**  
SOLDADURA VIGA FORJADO



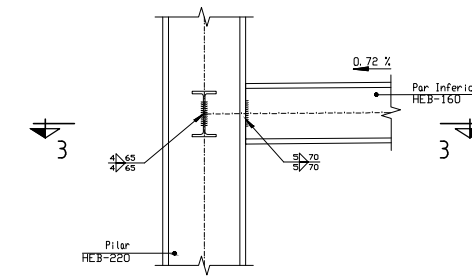
**DETALLE-2/4**  
SOLDADURA PAR SUPERIOR CELOSÍA



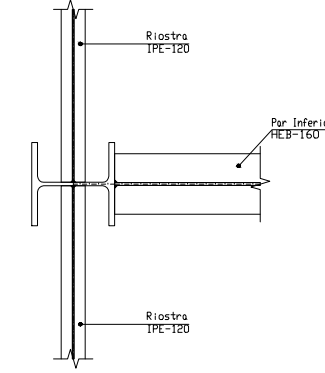
SECCIÓN 2-2



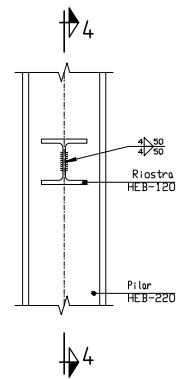
**DETALLE-3/4**  
SOLDADURA PAR INFERIOR CELOSÍA



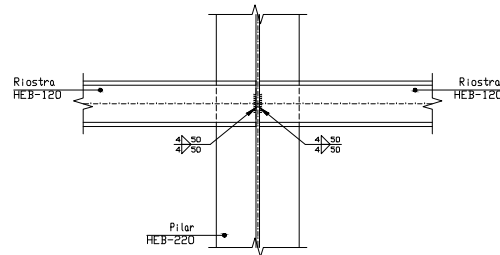
SECCIÓN 3-3



**DETALLE-5**  
SOLDADURA RIOSTRA HEB-120

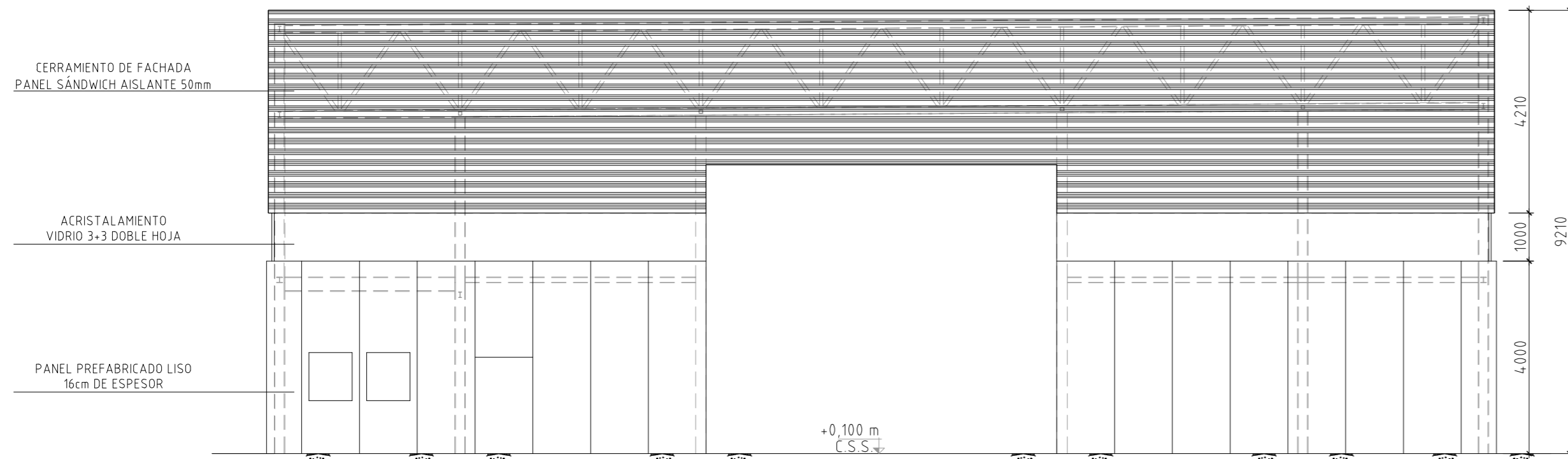


SECCIÓN 4-4

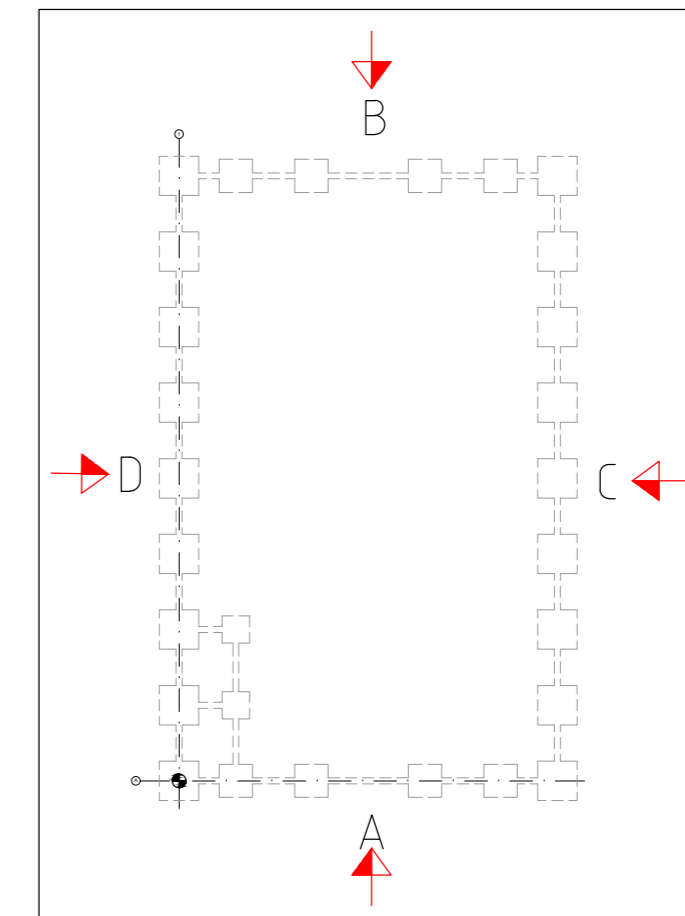


PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: JORGE ARTERO BALLESTER
PROMOTOR: PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO. C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	FECHA: SEPTIEMBRE 2018
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
ESCALA: <b>1:20</b>	PLANO DE: <b>DETALLES ESTRUCTURA</b>	FIRMADO: <b>Nº PLANO: 15</b>

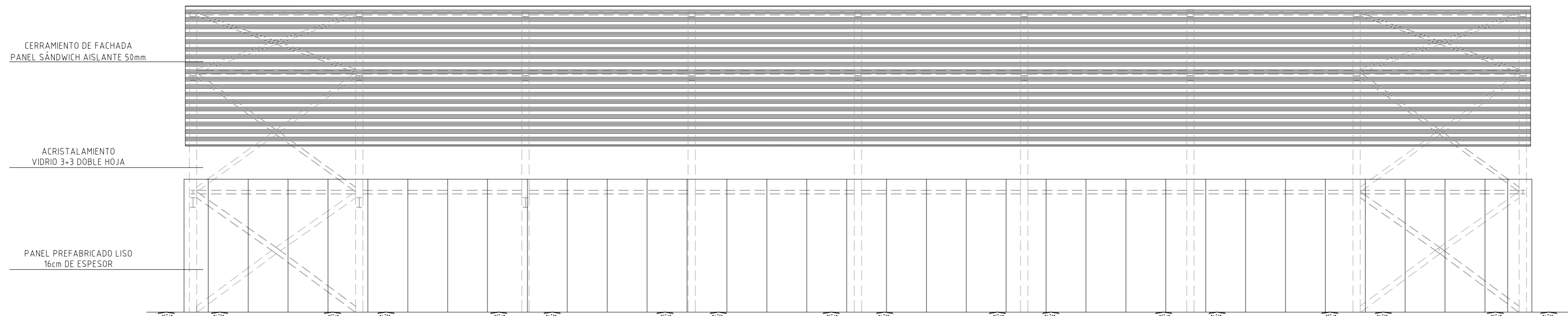
VISTA POR A/B  
FACHADA PRINCIPAL/POSTERIOR



PLANO SITUACIÓN



VISTA POR C/D  
FACHADAS LATERALES



PROYECTO: <b>Proyecto básico estructura de nave industrial</b>		PROYECTISTA: JORGE ARTERO BALLESTER
PROMOTOR: PEDRO MARTÍNEZ ORTEGA	EMPLAZAMIENTO: POLÍGONO INDUSTRIAL FUENTE DEL JARRO, C/ VILLA DE MADRID, 2A, PATERNA (VALENCIA)	FECHA: SEPTIEMBRE 2018
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	FIRMADO:	
ESCALA: <b>1:100</b>	PLANO DE: <b>CERRAMIENTOS</b>	<b>Nº PLANO: 16</b>