



**VNiVERSIDAD  
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Trabajo Fin de Grado**  
**Grado en**  
**Ingeniería**  
**Mecánica**

Proyecto técnico de nave industrial  
destinada a la reparación y venta de  
vehículos hasta 7500 kg

Technical project of industrial building destined to  
repair and sale of vehicles until 7500 kg

**Autor:** Francisco José  
Hernández Gallego

**Tutor:** José Alejandro Reveriego Martín

**Julio 2021**

## ÍNDICE GENERAL

- DOCUMENTO N°1: MEMORIA
- DOCUMENTO N°2: ANEJOS
- DOCUMENTO N°3: PLANOS
- DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO N°5: MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- DOCUMENTO N°6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD





# MEMORIA

DOCUMENTO Nº1

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

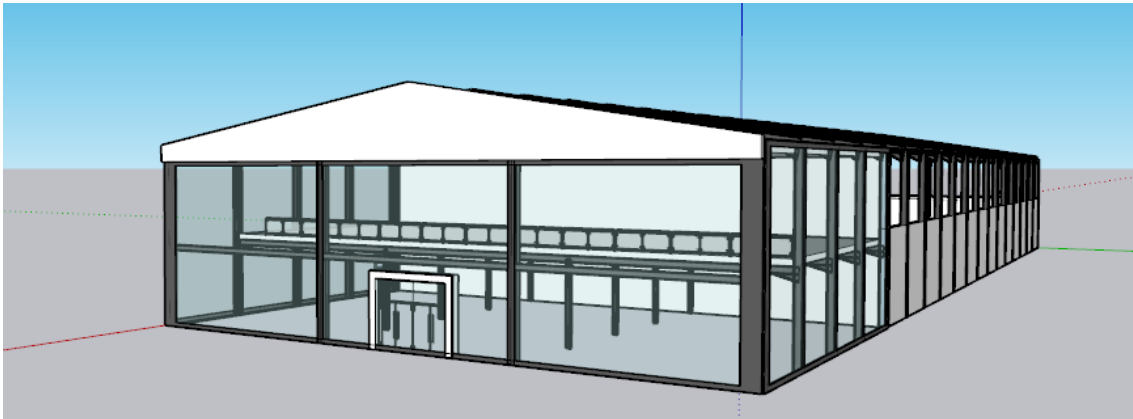
## Contenido

1. Memoria descriptiva .....	1
1.1 Identificación y objeto del proyecto .....	1
1.2 Agentes .....	2
1.3. Información previa.....	2
1.4 Descripción del proyecto .....	4
1.4.1. Programa de necesidades.....	4
1.4.2. Descripción general del edificio, uso característico del edificio y otros usos previstos, relación con el entorno.....	4
1.4.3. Marco legal aplicable .....	7
1.4.4. Descripción del edificio. ....	9
1.5. Prestaciones del edificio .....	9
1.5.1. Prestaciones producto del cumplimiento de los requisitos básicos del CTE ....	9
1.5.2. Prestaciones que superan los umbrales establecidos en el CTE.....	12
1.5.3. Limitaciones de uso del edificio .....	12
2. Memoria constructiva .....	12
2.1. Sustentación del edificio .....	12
2.2. Sistema estructural .....	13
2.3. Sistema envolvente .....	13
2.4. Sistema de compartimentación .....	16
2.5. Sistemas de acabados .....	17
2.6. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones .....	17
2.6.1 Sistemas de transporte .....	17
2.6.2 Fontanería.....	19
2.6.3 Evacuación de aguas.....	19
2.6.4 Instalaciones térmicas del edificio .....	20
2.6.5 Ventilación .....	21
2.6.6 Electricidad.....	21
2.6.7 Protección contra incendios.....	23
3. Cumplimiento del CTE.....	25
3.1. Seguridad estructural .....	25
3.2. Seguridad en caso de incendio .....	26
3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad .....	27
3.4. Salubridad .....	36
3.6. Ahorro de energía .....	39
4. Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones .....	41
5. Bibliografía.....	41

## 1. Memoria descriptiva

### • 1.1 Identificación y objeto del proyecto

El presente proyecto está destinado a la construcción de una nave industrial que se utilizará para la reparación y venta de vehículos hasta 7500kg, con todas las instalaciones necesarias para su funcionamiento.



*Ilustración 1. Ilustración de la nave industrial, realizada con Sketchup.*

La nave tendrá unas dimensiones de 90m de largo por 30m de ancho. La nave consta de zona de oficinas y concesionario, y de zona de reparación.

La zona de oficinas y concesionario se situará en el frontal de la nave. La zona de reparación de vehículos se divide en tres, en función del trabajo a realizar: taller de chapa, taller de pintura y taller de electromecánica.

La nave industrial se situará en Av. de América, 1, 28922 Alcorcón, Madrid. Se trata de una zona industrial, con multitud de naves industriales a su alrededor.



*Ilustración 2. Situación*

La parcela se encuentra actualmente vacía.



*Ilustración 3. Apariencia actual de la parcela.*

El uso característico del suelo donde se pretende construir es industrial.

Este proyecto tendrá por objeto el diseño técnico de la nave industrial y de las instalaciones necesarias, así como para solicitar permisos y licencias para su ejecución.

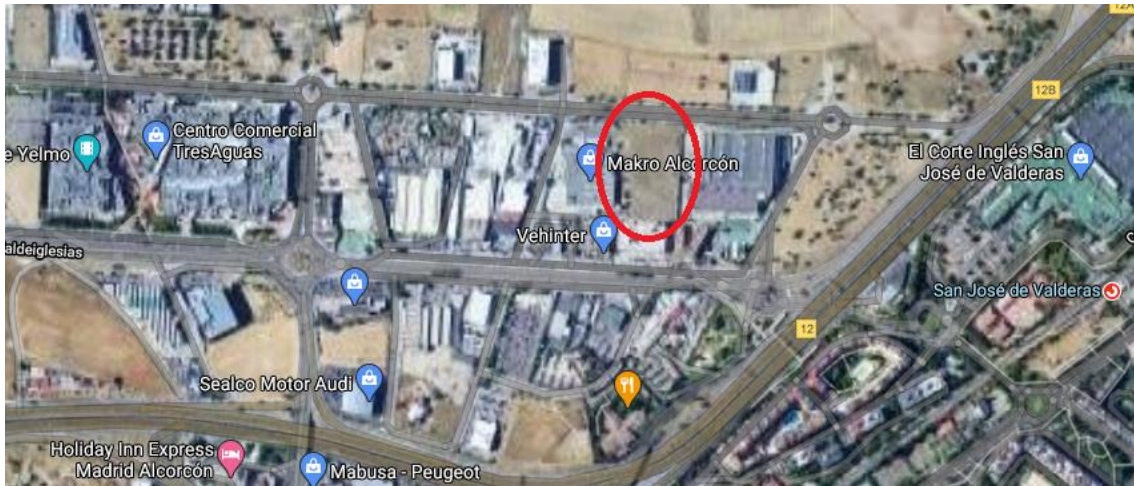
- **1.2 Agentes**

- Promotor: Universidad de Salamanca.
- Ingeniero autor del proyecto: Francisco José Hernández Gallego.
- Ingeniero director: Francisco José Hernández Gallego.
- Ingeniero proyectista del Estudio de Seguridad y Salud: Francisco José Hernández Gallego.
- Ingeniero de Seguridad y Salud en fase de ejecución: Francisco José Hernández Gallego.
- Contratista: Constructora adjudicataria de las obras.

- **1.3. Información previa**

La nave industrial estará situada en Av. de América, 1, 28922 Alcorcón, Madrid.

La zona donde se proyecta la nave es un polígono industrial, con multitud de naves a su alrededor.



*Ilustración 4. Vista de la parcela*

La parcela se encuentra en el norte de la ciudad madrileña de Alcorcón. La Av. de América se encuentra en la salida 11 de la autovía A-5, o autovía del Suroeste.

En la zona se existen más edificios dedicados a la venta o reparación de vehículos, así como ITV y gasolineras. Por tanto, la zona resulta idónea para la construcción de talleres mecánicos y concesionarios.

La parcela tiene unos 12000 metros cuadrados, espacio suficiente para el edificio industrial, aparcamientos, etc., así como instalaciones o elementos que la propiedad requiera en el futuro.

La parcela se encuentra en terreno característico industrial, y la normativa permite la construcción y explotación de la nave industrial.

La parcela donde se pretende construir el edificio industrial está actualmente vacía, y no existe ninguna construcción sobre ella.

El terreno de la parcela no tiene pendiente, es llano, pero existen algunos montículos y maleza, por lo que el terreno debe prepararse mediante una limpieza y desbroce.

Los vehículos necesarios para realizar las operaciones de limpieza y desbroce, así como los necesarios para realizar la construcción, tienen fácil acceso por carretera.

En la zona no existen cauces de agua, por lo que no serán necesarios permisos especiales (permisos de confederaciones hidrográficas). Además, la zona posee una buena red de saneamiento cercana a la parcela. Por tanto, no se requiere ninguna actuación especial respecto a este tipo de instalaciones.

También existe una red de abastecimiento eléctrico en la zona, así como abastecimiento de agua.

## • 1.4 Descripción del proyecto

### 1.4.1. Programa de necesidades.

El programa de necesidades expuesto por el promotor será el diseño y construcción de una nave industrial, con tamaño suficiente para albergar un concesionario de coches de, al menos, 1000  $m^2$ , con gran impacto visual en los viandantes y conductores que atraviesan la calle. La nave también debe poseer todas las partes necesarias para la reparación completa del vehículo (electromecánica, chapa y pintura). Además, se debe disponer de espacio suficiente en la parcela para el aparcamiento de clientes y trabajadores, para el almacenamiento de vehículos destinados a la venta, y para el almacenamiento de vehículos reparados.

### 1.4.2. Descripción general del edificio, uso característico del edificio y otros usos previstos, relación con el entorno

El edificio industrial tiene 2700  $m^2$  en la planta baja, con unas dimensiones de 90 m de largo por 30 de ancho. En esta planta es donde se desarrollarán las actividades de reparación de vehículos y venta. La zona de concesionario tiene una segunda planta.

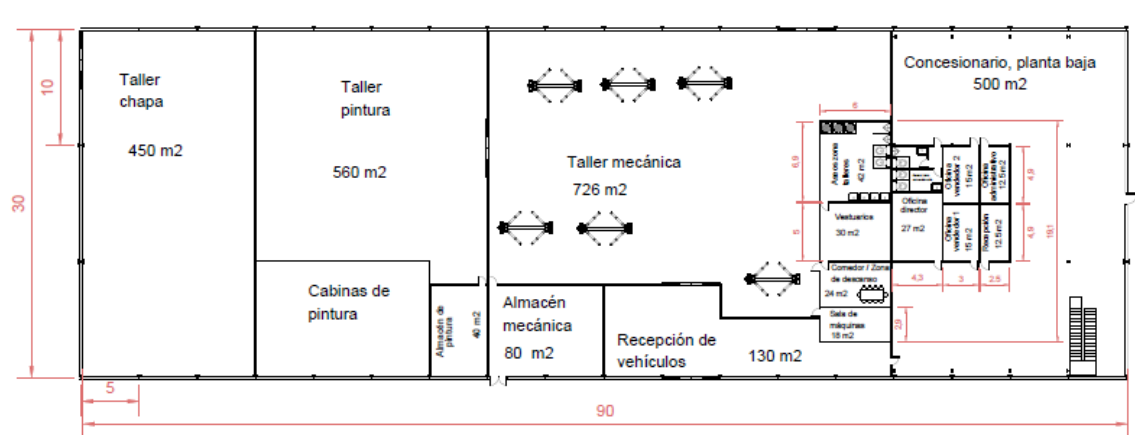


Ilustración 5. Distribución interior de la nave.

Dentro de los talleres, se diferenciarán tres zonas, separadas entre sí y comunicadas a través de puertas de rápida apertura:

- Taller de electromecánica: es el establecimiento dedicado a prestar servicios de mantenimiento o reparación de las partes mecánicas del automóvil, de manera manual. Entre sus principales atribuciones estarán:
  - Reparación y mantenimiento del motor y sus componentes.
  - Reparación y mantenimiento de la transmisión del vehículo, y sus componentes (frenos, embragues, etc.)
  - Cambio de neumáticos.
  - Mantenimiento y reparación de los componentes propios de vehículos híbridos y eléctricos.



En esta zona es donde se colocan los aseos, vestuarios y zona de descanso de la zona de taller. En dichos aseos, se instalan duchas y lavabos. En el vestuario es donde los empleados podrán guardar sus pertenencias, y ponerse el vestuario de trabajo.

También hay un almacén. En él se almacenan los productos que servirán al taller de mecánica. Esta estancia tendrá dos ventanas, una dirigida hacia el taller, y otra hacia la recepción de vehículos, para la venta directa al público.

En la zona de recepción de vehículos, diferenciada del resto del taller, es donde los clientes llegan con sus vehículos, y son recibidos por los recepcionistas del taller.

- Taller de chapa: es el establecimiento dedicado a la reparación manual de carrocerías de automóviles que han sufrido algún tipo de impacto, y, por tanto, la carrocería ha sufrido un deterioro. Entre sus principales atribuciones estarán:
  - o Colocación de elementos amovibles de la carrocería (retrovisores exteriores, paragolpes, lunas, puertas, etc.)
  - o Reparación de golpes y abolladuras de la carrocería, mediante medios mecánicos.
  - o Preparación de la superficie mediante masilla u otros elementos de cobertura, antes del proceso de pintura.
  - o Uniones con soldadura u otros métodos de partes metálicas de la carrocería.
  - o Sustitución de elementos estructurales del vehículo.

Esta zona puede tener un almacén, situado en un lado de la estancia. Sin embargo, en este caso no se diferencia con tabiques, ya que algunos elementos pueden tener grandes dimensiones.

- Taller de pintura: es el establecimiento dedicado al pintado y acabado de la superficie del vehículo. Entre sus principales atribuciones estarán:
  - o Preparación y adecuación de superficies, mediante limpiado, lijado y/o pulido.
  - o Pintado de elementos del vehículo, en cabinas de pintura.
  - o Reparación de pequeños desperfectos arañazos, etc.

El taller de pintura tendrá un almacén, donde además de almacenar los productos propios de la actividad, los operarios preparan los productos para su aplicación.

En la planta baja también se encuentra la zona de concesionario. Estará separada de la zona de taller por una fábrica. El concesionario, en la planta baja, tiene 500 m<sup>2</sup>. En esta zona estarán colocados los vehículos en exposición.

En la zona de concesionario también se encuentran las oficinas. Esta zona estará diferenciada del resto de la estancia por tabiques. En la parte delantera de la zona de oficinas se encuentra la recepción, con una ventana. En esta zona se ubican los baños públicos, que serán utilizados por clientes y personal de oficina. También estará el despacho del director, del administrativo, y también dos oficinas para vendedores.

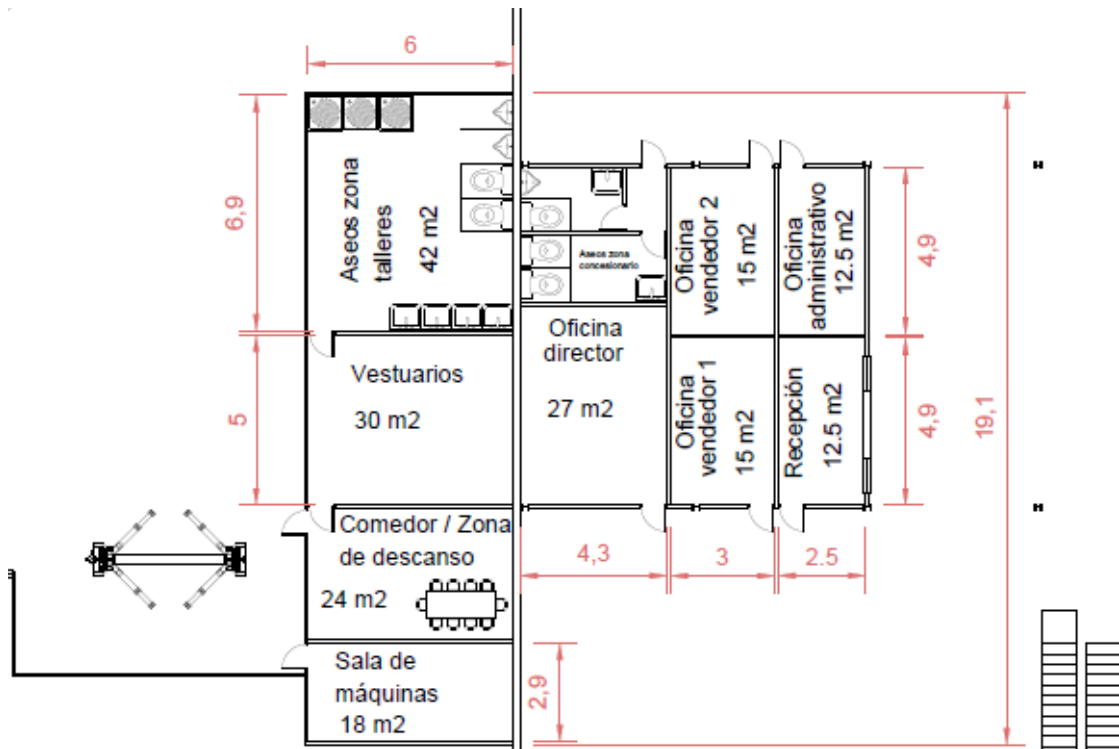


Ilustración 6. Distribución de las salas.

En la zona de concesionario existe un segundo piso, al que los clientes pueden subir por unas escaleras, proyectado para servir de exposición de vehículos. La fachada de esta zona se soluciona con un acristalamiento, y, por tanto, los vehículos expuestos en la segunda planta podrán ser vistos desde el exterior de la nave. Por tanto, la segunda planta tiene dos funciones:

- Aumentar el espacio disponible para colocar vehículos.
- Aumentar la visibilidad de los vehículos en exposición.

La segunda planta tendrá unas dimensiones de 15 m de largo, por 30 m de ancho, es decir,  $450 m^2$ . Esta planta está retranqueada de la fachada principal, con la función de dar sensación de espacio al entrar al concesionario.

Todos los vehículos saldrán limpios del taller. Para ello, existen tres lavaderos de vehículos en el exterior de la nave.



### 1.4.3. Marco legal aplicable

El presente proyecto cumple el Código Técnico de la Edificación, satisfaciendo las exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos de Seguridad estructural, Seguridad en caso de incendio, Seguridad de utilización y accesibilidad y Ahorro de energía y aislamiento térmico, establecidos en el artículo 3 de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

En el proyecto se ha optado por adoptar las soluciones técnicas y los procedimientos propuestos en los Documentos Básicos del CTE, cuya utilización es suficiente para acreditar el cumplimiento de las exigencias básicas impuestas en el CTE.

#### Exigencias básicas del CTE no aplicables en el presente proyecto:

- Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación: 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.
- Exigencia básica HE 5: Generación mínima de energía eléctrica:

El ámbito de aplicación de la norma es el siguiente:

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5.000 m <sup>2</sup> construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m <sup>2</sup> construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m <sup>2</sup> construidos
Administrativos	4.000 m <sup>2</sup> construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m <sup>2</sup> construidos

El edificio es de uso industrial por lo que, según la tabla 1.1 (ámbito de aplicación) de la Exigencia Básica HE 5, no necesita instalación solar fotovoltaica.

#### Cumplimiento de otras normativas específicas:

- **RITE:** Reglamento de instalaciones térmicas en edificios
- **REBT:** Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- **RSCIEI:** Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- **EHE:** Normativa del hormigón estructural.

#### Relativos a la actividad:

- Real Decreto 2135/1980, de 18 de julio que regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos e instalaciones industriales.

- Orden de 19 de diciembre de 1980, por la que se desarrolla el Real Decreto 2135/1980, sobre la liberación en materia de instalación, ampliación y traslado de industrias. Boletín Oficial del Estado, número 308 de 24 de diciembre de 1980.
- Real Decreto 1457/86, de 10 de enero por el que se regula la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos automóviles, de sus equipos y componentes.
- Decreto 206/1994, de 16 de junio por el que se adapta la normativa vigente en materia de prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos y de sus equipos y componentes, modificado por el Real Decreto 347/1998, de 20 de noviembre.
- Real Decreto 697/1995, del 28 de abril por el que se aprueba el reglamento del Registro de Establecimientos Industriales de ámbito estatal, modificado por el Real Decreto 2526/1998, del 27 de noviembre.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, número 269 de 10 de noviembre de 1995.
- Reglamento (CE) nº 1400/2002, de La Comisión de 31 de julio de 2002 en vigor desde el 1 de octubre de 2002, que sustituye al Reglamento de exención por categorías para la distribución de vehículos a motor 1475/95.
- Ley 23/2003, de 10 de julio de Garantías en la Venta de Bienes de Consumo.
- Reales Decretos que regulan la gestión de residuos industriales.

**Relativos a la localización:** Se cumple con lo estipulado en el PGOU de Alcorcón (Madrid).

#### 1.4.4. Descripción del edificio.

El edificio industrial que se proyecta está constituido por perfiles de acero laminado, tiene 2700  $m^2$  en la planta baja, con unas dimensiones de 90 m de largo por 30 de ancho. La altura de pilares es de 9 m, y la altura del cumbrero de cubierta, 11.5 m.

Tiene un segundo piso a 4 m de altura sobre rasante, sustentado por los pilares del pórtico de la nave y por pilares intermedios, está destinado al uso de concesionario, y tiene 450  $m^2$ .

Se dispone de una cubierta ligera, solucionada con un panel sándwich dispuesto sobre correas y dinteles. La pendiente de la cubierta es de  $9.46^\circ$ , y será accesible solamente para trabajos de mantenimiento.

En la fachada principal, orientada hacia la calle principal, hay una puerta para la entrada de clientes y personal de la zona de concesionario. La puerta será abatible, por lo que normalmente tendrá una anchura de 0.8 m o similar, que se puede ampliar hasta los 3-4 metros para permitir el acceso de vehículos al concesionario. El concesionario, y, por tanto, la zona de oficinas, comunica con la zona de talleres mediante una puerta de 0.8 m.

La zona de talleres dispone de tres puertas. La puerta situada en la izquierda de la nave, es la principal, por donde entrarán los clientes y trabajadores. Esta puerta se soluciona con un portón de unos 5 m de ancho. Desde esta puerta se accede a la recepción de vehículos. Esta zona y el taller se comunican mediante una puerta de apertura rápida, accionada por botón. Las demás puertas serán de salida.

Los distintos talleres se comunican entre sí por puertas de accionamiento rápido, de unos 5m de anchura. Estas puertas son necesarias para impedir el paso de suciedad propios de una zona hacia la contigua, imprescindible en el taller de pintura.

La evacuación de los ocupantes se producirá por todas las puertas del edificio.

- **1.5. Prestaciones del edificio**

- 1.5.1. Prestaciones producto del cumplimiento de los requisitos básicos del CTE**

Prestaciones derivadas de los requisitos básicos relativos a la seguridad:

- Seguridad estructural (DB SE)**

- Resistir todas las acciones e influencias que puedan tener lugar durante la ejecución y uso, con una durabilidad apropiada en relación con los costos de mantenimiento, para un grado de seguridad adecuado.
    - Evitar deformaciones inadmisibles, limitando a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico y degradaciones o anomalías inadmisibles.
    - Conservar en buenas condiciones para el uso al que se destina, teniendo en cuenta su vida en servicio y su coste, para una probabilidad aceptable.

- Seguridad en caso de incendio (DB SI)**

- Se han dispuesto los medios de evacuación y los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes, para que puedan abandonar o alcanzar un lugar seguro dentro del edificio en condiciones de seguridad.
  - El edificio tiene fácil acceso a los servicios de los bomberos. El espacio exterior inmediatamente próximo al edificio cumple las condiciones suficientes para la intervención de los servicios de extinción.
  - El acceso desde el exterior está garantizado, y los huecos cumplen las condiciones de separación para impedir la propagación del fuego entre sectores.
  - No se produce incompatibilidad de usos.
  - La estructura portante del edificio se ha dimensionado para que pueda mantener su resistencia al fuego durante el tiempo necesario, con el objeto de que se puedan cumplir las anteriores prestaciones. Todos los elementos estructurales son resistentes al fuego durante un tiempo igual o superior al del sector de incendio de mayor resistencia.
  - No se ha proyectado ningún tipo de material que por su baja resistencia al fuego, combustibilidad o toxicidad pueda perjudicar la seguridad del edificio o la de sus ocupantes.
- Seguridad de utilización y accesibilidad (DB SUA)**
- Los suelos proyectados son adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad, limitando el riesgo de que los usuarios sufran caídas.
  - Los huecos, cambios de nivel y núcleos de comunicación se han diseñado con las características y dimensiones que limitan el riesgo de caídas.
  - Los elementos fijos o practicables del edificio se han diseñado para limitar el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento.
  - Los recintos con riesgo de aprisionamiento se han proyectado de manera que se reduzca la probabilidad de accidente de los usuarios.
  - El diseño del edificio facilita la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento, para limitar el riesgo causado por situaciones con alta ocupación.
  - En las zonas de aparcamiento o de tránsito de vehículos, se ha realizado un diseño adecuado para limitar el riesgo causado por vehículos en movimiento.

Prestaciones derivadas de los requisitos básicos relativos a la habitabilidad:

**- Salubridad (DB HS)**

- En el presente proyecto se han dispuesto los medios que impiden la penetración de agua o, en su caso, permiten su evacuación sin producción de daños, con el fin de limitar el riesgo de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente

de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones.

- El edificio dispone de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.
- Se han previsto los medios para que los recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante su uso normal, con un caudal suficiente de aire exterior y con una extracción y expulsión suficiente del aire viciado por los contaminantes.
- Se ha dispuesto de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, con caudales suficientes para su funcionamiento, sin la alteración de las propiedades de aptitud para el consumo, que impiden los posibles retornos que puedan contaminar la red.
- Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización disponen de unas características tales que evitan el desarrollo de gérmenes patógenos.
- El edificio proyectado dispone de los medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

#### **- Ahorro de energía y aislamiento térmico (DB HE)**

- Los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en función de la zona climática de su ubicación, del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.
- Las características de los elementos de la envolvente térmica en función de su zona climática serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Así mismo, las características de las particiones interiores limitarán la transferencia de calor entre unidades de uso, y entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio.
- Se limitarán los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.
- Las instalaciones térmicas de las que dispongan los edificios serán apropiadas para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.
- Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, disponiendo de un sistema de control que permita ajustar su funcionamiento a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el

aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

### **1.5.2. Prestaciones que superan los umbrales establecidos en el CTE**

No se han incluido prestaciones que superen los umbrales establecidos en el CTE, en relación a los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

### **1.5.3. Limitaciones de uso del edificio**

#### **- Limitaciones de uso del edificio en su conjunto**

- El edificio sólo podrá destinarse a los usos previstos en el proyecto.
- La dedicación de alguna de sus dependencias a un uso distinto del proyectado requerirá de un proyecto de reforma y cambio de uso que será objeto de nueva licencia.
- Este cambio de uso será posible siempre y cuando el nuevo destino no altere las condiciones del resto del edificio ni menoscabe las prestaciones iniciales del mismo en cuanto a estructura, instalaciones, etc.

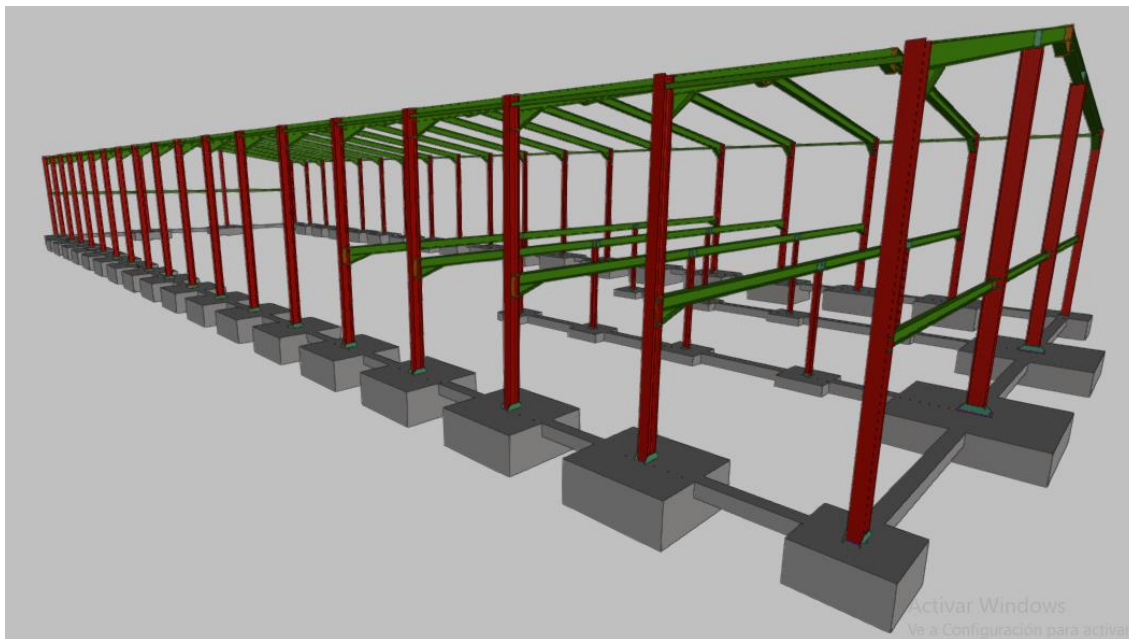
#### **- Limitaciones de uso de las instalaciones**

Aquellas que incumplan las precauciones, prescripciones y prohibiciones de uso de sus instalaciones.

## **2. Memoria constructiva**

### **• 2.1. Sustentación del edificio**

El edificio se sustentará sobre un cimiento superficial, resuelto con zapatas aisladas unidas entre sí por vigas de atado.



Para el cálculo de las zapatas se tienen en cuenta las acciones debidas a las cargas transmitidas por los elementos portantes verticales, la presión de contacto con el terreno y el peso propio de las mismas.

Bajo estas acciones y en cada combinación de cálculo, se realizan las siguientes comprobaciones sobre cada una de las direcciones principales de las zapatas: flexión, cortante, vuelco, deslizamiento, cuantías mínimas, longitudes de anclaje, diámetros mínimos y separaciones mínimas y máximas de armaduras. Además, se comprueban las dimensiones geométricas mínimas, seguridad frente al deslizamiento, tensiones medias y máximas, compresión oblicua y el espacio necesario para anclar los arranques o pernos de anclajes.

- **2.2. Sistema estructural**

En el cálculo de la estructura correspondiente al proyecto se emplean métodos de cálculo aceptados por la normativa vigente (DB- SE). El procedimiento de cálculo consiste en establecer las acciones actuantes sobre la obra, definir los elementos estructurales (dimensiones transversales, alturas, luces, disposiciones, etc.) necesarios para soportar esas acciones, fijar las hipótesis de cálculo y elaborar uno o varios modelos de cálculo lo suficientemente ajustados al comportamiento real de la obra y finalmente, la obtención de los esfuerzos, tensiones y desplazamientos necesarios para la posterior comprobación de los correspondientes estados límites últimos y de servicio.

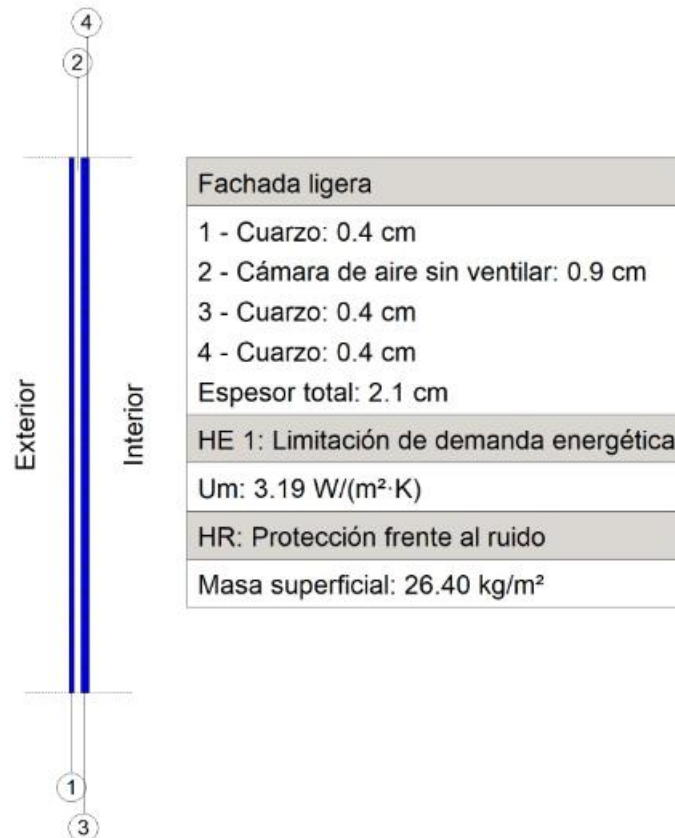
La estructura portante consiste en una serie de dinteles metálicos sobre los que se sitúan las correas y los elementos que componen el cerramiento de cubierta. Estos dinteles se colocan sobre pilares metálicos. La unión entre el pilar y el terreno se soluciona con zapatas aisladas de hormigón armado. Las uniones de los elementos estructurales están realizadas mediante soldadura.

- **2.3. Sistema envolvente**

La nave industrial tendrá los siguientes tipos de envolvente:

- Fachada acristalada del concesionario: La fachada del concesionario, es decir, el frontal y los laterales del mismo, se solucionan con una fachada acristalada de seguridad con sistema ATR (aislante térmico reforzado) que ocuparán la totalidad de la envolvente. El acristalamiento llevará los sistemas de sujeción y anclaje necesarios.

El tipo de vidrio que se utiliza será doble bajo emisivo 0.1-0.2, tipo 4-9-44,1a, lo que significa que el acristalamiento está formado por una hoja de 4 mm y una de seguridad, formada a su vez por dos hojas de 4 mm, más una cámara de 9 mm. La notación 1a hace referencia a la capa de butiral (PVB) que une las dos hojas de seguridad.



- Fachada pesada de la zona de taller: Se colocarán placas alveolares de hormigón entre pilares, por lo que será necesario colocarlas al mismo tiempo que los mismos. Tendrán una altura de 5 m. A los 5 m se sitúan huecos destinados a colocar ventanas. El espacio restante, se soluciona también con placas alveolares de hormigón. Deberá establecerse un apoyo inferior a las placas alveolares que se encuentran por encima de las ventanas.
- Cubierta ligera: Se trata de una cubierta ligera a dos aguas sobre correas, solucionada con paneles sándwich atornillados a las correas. El panel sándwich se compone de dos hojas de acero de 0.8 mm de espesor, entre las cuales se introduce XPS expandido.
- Solera: La planta baja de la nave industrial se encuentra al mismo nivel que el terreno. Por ello, la envolvente inferior se soluciona con una solera. La solera se



colocará del mismo tipo en toda la nave. Para la elección de ésta, se consulta el NTE, Soleras:

**3. Criterio de diseño**

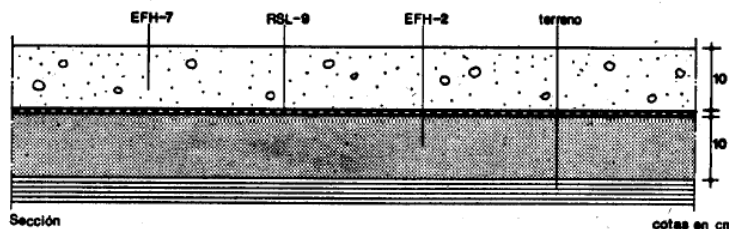
Especificación	Símbolo	Aplicación
<b>RSS-3 Solera para instalaciones</b>		Se utilizará para base de apoyo de instalaciones, como canalizaciones, arquetas y pozos.
<b>RSS-4 Solera ligera</b>		Se utilizará en locales con una sobrecarga estática máxima prevista de 1 t/m <sup>2</sup> , como en garajes para turismos, talleres de mecánica ligera y zonas con tránsito de personas.
<b>RSS-5 Solera semipesada</b>		Se utilizará en locales con una sobrecarga estática máxima prevista de 5 t/m <sup>2</sup> , como en garajes, talleres de embalaje, fábricas de objetos plásticos o similares y locales con circulación de camionetas de hasta 2,5 toneladas por eje o de carretillas automotoras de ruedas metálicas o neumáticos.
<b>RSS-6 Solera pesada</b>		Se utilizará en locales con una sobrecarga estática prevista superior a 5 t/m <sup>2</sup> , como en industrias pesadas, almacenes, talleres de forja y locales con máquinas de cualquier naturaleza o con circulación de toda clase de vehículos hasta camiones de 3 toneladas por eje.
<b>RSS-7 Solera para cámaras frigoríficas</b>		Se utilizará en locales destinados a cámaras frigoríficas.
<b>RSS-8 Junta de retracción-E</b>		Se dispondrá formando una cuadrícula de lado no mayor de 6 m, en las soleras ligera, semipesada, pesada y en la de cámaras frigoríficas.
<b>RSS-9 Junta de contorno-E</b>		Se dispondrá para aislar la solera de elementos estructurales como muros, pilares y bloques de cimentación.

Tabla 1. Criterio de diseño de soleras del NTE.

Como se muestra en la tabla anterior, la solera más recomendable para la actividad será la RSS-4, solera ligera, para soportar una sobrecarga estática máxima de 1 t/m<sup>2</sup>.

Dicha solera tiene las siguientes características:

**RSS-4 Solera ligera**



- EFH- 2 Arena de río, con tamaño máximo de grano 0,5 cm formando una capa de 10 cm de espesor, extendida sobre terreno limpio y compactado a mano. Se terminará enrasándola una vez compactada.
- RSL- 9 Lámina aislante de polietileno
- EFH- 7 Hormigón de resistencia característica 125 kg/cm<sup>2</sup> formando una capa de 10 cm de espesor, extendido sobre la lámina aislante. La superficie se terminará mediante reglado. El curado se realizará mediante riego que no produzca deslavado.

Ilustración 7. Características de la solera ligera.

También será necesario colocar juntas de retracción en cuadrículas no mayores a 6 m, y juntas de contorno para aislar la solera de elementos estructurales.

Será necesario prestar especial atención a la zona donde se ubica el montacoches. Será imprescindible colocar algún sistema de reparto de cargas para evitar superar la capacidad resistente de la solera.

- **2.4. Sistema de compartimentación**

El interior del edificio industrial se compone de tabiques de diferentes tipos. El más importante, por su tamaño, es el tabique-medianería, que separa las zonas de concesionario y taller, y tiene una altura de 9 m y una longitud de 30 m.

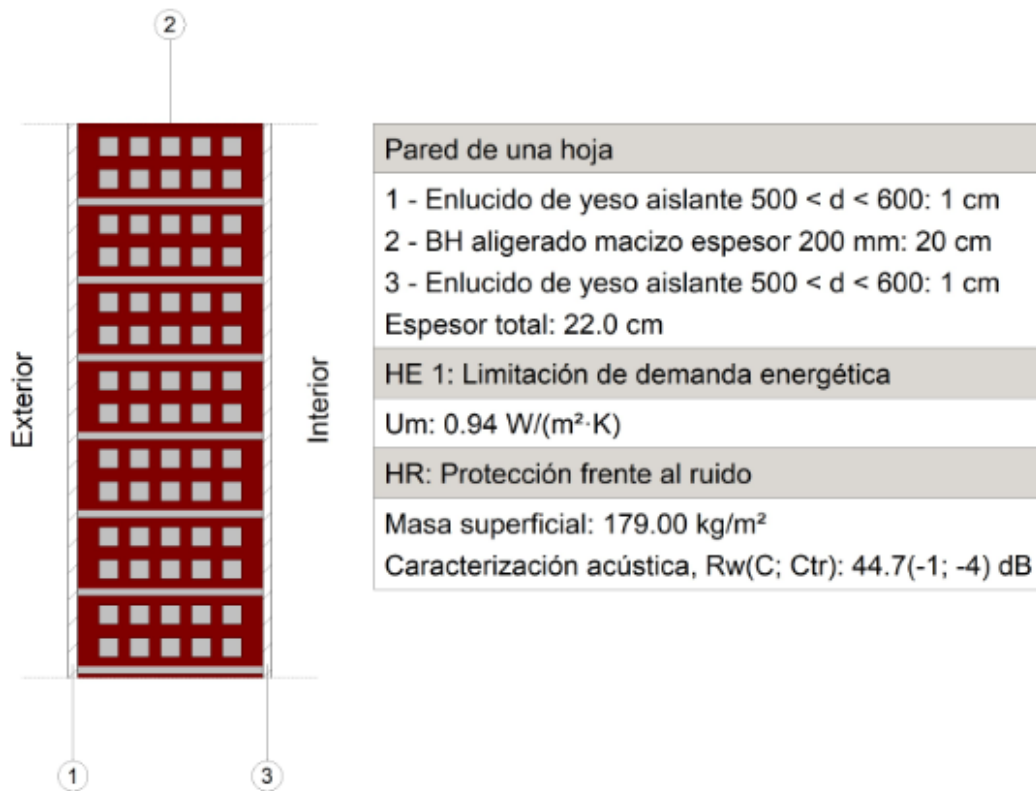
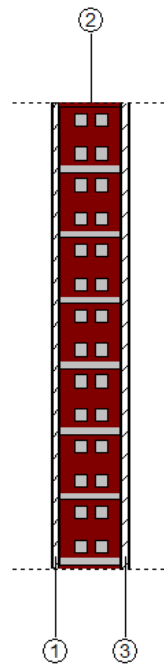


Ilustración 8. Tabique que separa el concesionario del taller.

Los demás tabiques se solucionan con ladrillo tabicón LH de 8 cm, y enlucido de yeso. Se colocarán tabiques tabiqueros en la zona de oficinas, almacenes y servicios.



Pared de una hoja	
1 - Enlucido de yeso d < 1000: 1 cm	
2 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]: 8 cm	
3 - Enlucido de yeso d < 1000: 1 cm	
Espesor total: 10.0 cm	
HE 1: Limitación de demanda energética	
Um: 2.02 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
HR: Protección frente al ruido	
Masa superficial: 92.40 kg/m <sup>2</sup>	
Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 38.6(-1; -2) dB	
Seguridad en caso de incendio	
Resistencia al fuego: Ninguna	

Ilustración 9. Tabiques de fábrica de ladrillo

## • 2.5. Sistemas de acabados

El nivel de acabado dependerá de la zona:

- Talleres
  - Solera: La solera recibirá un acabado liso mediante fratasado, es decir, se alisa la superficie aún fresca del hormigón con un fratás o una talocha.
  - La envolvente formada por placas de hormigón no recibirá ningún sistema de acabado. Las uniones entre los pilares y las placas de hormigón se solucionarán mediante rellenos adecuados, para garantizar la impermeabilidad de la nave.
  - Techumbre: La cubierta quedará vista en la zona de talleres.
  - Tabiques: Para las zonas de almacenamiento, servicios, vestuarios y sala de máquinas se aplicará un enlucido de yeso.
- Concesionario:
  - Solera: Sobre la solera se colocarán baldosas, a elección de la propiedad.
  - La envolvente de la zona de concesionario, al tratarse de un acristalamiento, no será necesaria ninguna actuación posterior a su instalación.
  - Techumbre: Se instalará un sistema de falso techo, formada por placas de escayola de 2 cm, quedando, por tanto, una techumbre plana donde colocar luminarias empotradas.
  - Los tabiques, como en el caso de los talleres, estarán revestidos por un enlucido de yeso.

## • 2.6. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

### 2.6.1 Sistemas de transporte

- **Ascensor/Montacoches.**

Se instalará un montacoches eléctrico para carga de 3000 kg y 0,6 m/s, sistema de accionamiento de 1 velocidad de 2 paradas (4 m), maniobra universal simple, puertas de acceso correderas automáticas de 220 cm de ancho y 200 cm de altura en acero pintado, cabina sin puerta y nivel medio de acabado.

El montacoches servirá para colocar los vehículos de ocasión en la primera planta.



*Ilustración 10. Montacoches.*

- **Escalera**

Se instalará una estructura de escalera compuesta de zancas y mesetas, para la comunicación entre el piso sobre rasante y el primer piso de concesionario. Estará formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra.

Las dimensiones de la escalera, así como el tamaño de los peldaños y barandillas, cumplirán lo establecido en el DB-SUA y el DB- SI.



*Ilustración 11. Estructura portante de la escalera.*

## 2.6.2 Fontanería

Se realiza una instalación de abastecimiento de agua, para cubrir las necesidades básicas para las personas y para la actividad.

La red deberá tener los valores de velocidad, caudal y caída de presión correctas para dar servicio a los diferentes aparatos que componen la instalación.

La instalación de abastecimiento suministra agua a:

ZONA	ELEMENTO	NÚMERO
Servicio público	Lavabo	2
	Urinario	1
	Inodoro	3
Servicio trabajadores	Lavabo	4
	Urinario	2
	Inodoro	2
	Ducha	3
Taller mecánica	Grifo	1
Taller pintura	Grifo	1
Taller chapa	Grifo	1
Lavadero vehículos	Lavadero	3

Tabla 2. Elementos de fontanería

Se suministrará agua caliente sanitaria (ACS) al vestuario de los trabajadores, mediante un termo eléctrico.

Para el cálculo y dimensionamiento de la instalación, se tomará como referencia el DB HS Salubridad, HS4, Suministro de agua.

## 2.6.3 Evacuación de aguas

El sistema de evacuación de aguas residuales es una necesidad complementaria a la red de agua fría, con misión higienizadora para dar salida a estas aguas al exterior. Debe ir recogiendo los distintos vertidos para llevarlos a la red de alcantarillado del municipio.

El tipo de aguas que existirán en la nave serán:

- Aguas residuales o amarillas: procedentes de aparatos sanitarios, excepto inodoros y placas turcas.
- Aguas fecales o negras: procedentes de inodoros o placas turcas, con alto contenido en bacterias, materias sólidas y elementos orgánicos.
- Aguas pluviales o blancas: Procedentes de la lluvia o de la nieve, generalmente bastante limpias.
- Aguas residuales industriales: son las propias del trabajo realizado en el taller. Tendrá alto contenido en grasas, aceites y elementos combustibles.

Los datos iniciales de caudal serán los calculados en el apartado de abastecimiento de agua y los caudales pluviales propios de la localización.

Para el cálculo y dimensionamiento de la instalación, se tomará como referencia el DB HS Salubridad, HS5, Evacuación de aguas.

La instalación de saneamiento tendrá todos los componentes y accesorios necesarios para ser eficaz:

- Canales: Para recoger el agua de la cubierta.
- Bajantes de aguas pluviales.
- Arquetas: Se colocarán arquetas de varios tipos, en cumplimiento de la norma.
  - o Arquetas de paso: Para garantizar la longitud máxima de colector sin registro.
  - o Arquetas a pie de bajante: Para las bajantes de aguas pluviales.
  - o Arquetas sifónicas: Para las uniones entre colectores de aguas pluviales y residuales, en cumplimiento de la norma.
  - o Arqueta separadora de grasas: Al suponer que las aguas residuales contienen un alto contenido en grasas y aceites.
- Pozo de resalto: Para compensar la diferencia de cotas entre la red de saneamiento municipal y la red general de saneamiento de la nave.
- Colectores horizontales.

#### **2.6.4 Instalaciones térmicas del edificio**



La climatización del edificio industrial consistirá en el acondicionamiento térmico de la zona de concesionario.

No se proyecta ningún tipo de climatización para la zona de talleres por sus características de trabajo, en las los huecos permanecerán habitualmente abiertos.

Para la zona del concesionario, donde se ubican también las oficinas, se realiza un estudio para climatizar la estancia mediante un elemento que proporcione calor y frío mediante aire.

S art

FDC - con recuperación de Calor

Modelo		FDC400KXZRE1	FDC450KXZRE1	FDC475KXZRE1	FDC500KXZRE1	FDC560KXZRE1	FDC615KXZRE1	FDC670KXZRE1
Alimentación eléctrica		II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.
Capacidad	Frio	kW	40	45	47,5	50	56	61,5
	Calor	kW	40	45	47,5	50	56	61,5
Consumo nominal	Frio	kW	11,55	16,45	14,82	15,19	18,31	21,35
	Calor	kW	9,76	11,38	11,58	12,18	14,33	16,15
SEER / SCOP <sup>(1)</sup>		6,34 / 4,22	6,04 / 4,34	6,6 / 4,28	7,01 / 4,55	6,26 / 4,29	5,79 / 4,35	5,78 / 4,66
EER / COP		3,46 / 4,09	3,11 / 3,95	3,2 / 4,1	3,29 / 4,1	3,05 / 3,9	2,88 / 3,8	2,62 / 3,6
Nivel sonoro (velocidad baja)		dB (A)	60	61	61	61	64	65
Dimensiones (alto x ancho x fondo)		mm	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720
Peso		kg	357	357	410	410	410	410
Caudal de aire estándar		m <sup>3</sup> /h	16.800	16.800	16.800	16.800	18.600	18.600
Presión estática		Pa	50	50	50	50	50	50
Tipo y cantidad de refrigerante		kg	R410A /11,5	R410A /11,5	R410A /11,5	R410A /11,5	R410A /11,5	R410A /11,5
Tubería de refrigerante		Líquido/gas/descarga pulgadas	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"
Unidades interiores conectadas			1 - 53	1 - 60	1 - 50	1 - 53	1 - 59	2 - 65
Rango de capacidad conectable		kW%	20,0-80,0 / 5-200	22,5-90,0 / 50-200	23,8-76,0 / 50-160	25,0-80,0 / 50-160	28,0-89,6 / 50-160	30,8-98,4 / 50-160
P.V.R.			18.771€	21.462€	23.120€	24.779€	25.999€	29.311€

Ilustración 12. Aparato de calor y frío para la climatización del concesionario.

Se escoge un aparato para aportar la energía calorífica o frigorífica necesaria para mantener una temperatura idónea, entre 21 y 23 °C.

No es necesario realizar un estudio pormenorizado de las oficinas. Se considera que el aparato de calor y frío que abastece al concesionario lo hará también a las oficinas, estableciendo una misma temperatura en toda la estancia.

## 2.6.5 Ventilación

Las necesidades de ventilación en la zona de concesionario quedarán solucionadas con el mismo aparato de calor y frío que sirve para la climatización.

En el caso de la zona de talleres, donde no hay ningún aparato climatizador, y además, las necesidades de ventilación son especiales, será necesaria la instalación de ventiladores extractores.

## 2.6.6 Electricidad

Se realiza una instalación eléctrica con el objetivo de servir a los diferentes elementos que se encuentran dentro y fuera de la nave industrial.

La instalación eléctrica dará servicio a subcuadros:

- Subcuadro de fuerza: dará servicio a los motores eléctricos que se instalen en la nave. En el caso de requerir más potencia eléctrica, deberá hacerse un estudio eléctrico.

SUBCUADRO DE FUERZA				
EQUIPO	POTENCIA (kW)	TENSIÓN	UNIDADES	TOTAL
Bomba de calor climatización	15	400	1	15
Termo ACS	2.2	230	1	2.2
Puertas rápida apertura	1.2	400	3	3.6
Cabina de pintura	11	400	2	22
Compresor de 7CV	5.2	400	1	5.2
Elevador de columna	2.2	400	7	15.4
Equilibradora de neumáticos	0.75	230	1	0.75
Montador de neumáticos	1.1	230	1	1.1
Recarga vehículos eléctricos	7	400	1	7
Montacargas	8	400	1	8
<b>TOTAL</b>				<b>80.25</b>

- Subcuadro de iluminación: Dará servicio a las diferentes luminarias que se encuentran tanto dentro como fuera del edificio.

	SUBCUADRO DE ILUMINACIÓN					
	SALA	EQUIPO	POTENCIA (W)	TENSIÓN	UNIDADES	TOTAL
CONCESIONARIO/ OFICINAS	Of. Director	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	6	124.2
	Of. Vend.1	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	5	103.5
	Of. Vend.2	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	5	103.5
	Servicios	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	4	82.8
	Recepción	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	4	82.8
	Of. Admin.	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	4	82.8
	Concesionario	ASTZ DSP51	35.7	230	40	1428
TALLER MECÁNICA	Sala Máquinas	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	1	20.7
	Sala Descanso	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	4	82.8
	Vestuario	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	5	103.5
	Servicios	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	6	124.2
	Almacén	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	6	124.2
	Techo	V-TAC 500W LED 6400K 5608	500	230	6	3000
	Lateral	CASTALDI BOOK IP20 SINK 21W SLED	21	230	10	210
TALLER PINTURA	Almacén	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	3	62.1
	Techo	V-TAC 500W LED 6400K 5608	500	230	6	3000
	Lateral	CASTALDI BOOK IP20 SINK 21W SLED	21	230	5	105
TALLER CHAPA	Techo	V-TAC 500W LED 6400K 5608	500	230	4	2000
	Lateral	CASTALDI BOOK IP20 SINK 21W SLED	21	230	4	84
EXTERIOR	Ext. Conc.	ARES MAXIPETRA 092914	70	230	3	210
	Ext. Lavadero	ARES ALICE 820917	26	230	3	78
	Ilum. Ext. Puertas	ARES ALICE 820917	26	230	3	78
	Ilum. Ext. Nave	CU PHOSCO LIGHTING P862-64	98	230	6	588
	Luz emergencia	LED NICELUX	3	230	15	45
	<b>TOTAL</b>					<b>11923.1</b>

- Subcuadro de tomas de corriente: Por último, se realiza un subcuadro para los enchufes trifásicos y monofásicos en la nave.

SUBCUADRO DE TOMAS DE CORRIENTE				
EQUIPO	POTENCIA (kW)	TENSIÓN	UNIDADES	TOTAL
Monofásica	1.5	230	70	105
Trifásica	5	400	10	50
<b>TOTAL</b>				<b>155</b>



### 2.6.7 Protección contra incendios

- Uso principal previsto del edificio: Comercial/Industrial.
- Altura de evacuación del edificio: 4 m

Sectores de incendio	
Sector / Zona de incendio	Uso / Tipo
1	Industrial
2	Comercial

Los sistemas de acondicionamiento e instalaciones de protección contra incendios considerados se disponen para reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios del edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento del edificio.

Se limita el riesgo de propagación de incendio por el interior del edificio mediante la adecuada sectorización del mismo.

El edificio dispone de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

En concreto, y de acuerdo a las exigencias establecidas en el RIPCI y en el DB SI 4 'Instalaciones de protección contra incendios', se han dispuesto las siguientes dotaciones:

- En el sector 1, de uso industrial:
  - Sistema manual de alarma de incendio
  - Extintor de eficacia mínima 21 A
  - Sistema de bocas de incendio equipadas (BIE) DN 45mm
  - Sistema de alumbrado de emergencia
  
- En el sector 2, de uso comercial:
  - Sistema manual de alarma de incendio
  - Extintor de eficacia mínima 21 A
  - Sistema de alumbrado de emergencia

Por otra parte, el edificio dispone de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad, facilitando al mismo tiempo la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores prestaciones.

El diseño y dimensionamiento de los sistemas de protección contra incendios se realiza en base a los parámetros objetivos y procedimientos especificados en el DB SI y el RIPCI, que aseguran la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los

niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio.

Para las instalaciones de protección contra incendios contempladas en la dotación del edificio, su diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento cumplen lo establecido en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, así como en sus disposiciones complementarias y demás reglamentaciones específicas de aplicación.

### **3. Cumplimiento del CTE**

- **3.1. Seguridad estructural**

Los documentos aplicables al proyecto son:

- DB SE.
- DB SE-A (Acero).
- DB SE-AE (Acciones en la edificación).
- DB SE-C (Cimientos).

En cumplimiento del CTE, se deberán tener en cuenta las especificaciones de la normativa EHE (Instrucción de hormigón estructural).

<p><b>Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE)</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el <i>edificio</i> tiene un <i>comportamiento estructural adecuado</i> frente a las <i>acciones e influencias previsibles</i> a las que pueda estar sometido durante su <i>construcción y uso previsto</i>.</li><li>2. Para satisfacer este objetivo, los <i>edificios</i> se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.</li><li>3. Los Documentos Básicos "DB-SE Seguridad Estructural", "DB-SE-AE Acciones en la Edificación", "DB-SE-C Cimientos", "DB-SE-A Acero", "DB-SE-F Fábrica" y "DB-SE-M Madera", especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.</li></ol> <p><b>10.1. Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad</b></p> <p>La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen <i>riesgos</i> indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las <i>acciones e influencias previsibles</i> durante las fases de <i>construcción y usos previstos</i> de los <i>edificios</i>, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el <i>mantenimiento previsto</i>.</p> <p><b>10.2. Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio</b></p> <p>La aptitud al servicio será conforme con el <i>uso previsto</i> del <i>edificio</i>, de forma que no se produzcan <i>deformaciones inadmisibles</i>, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un <i>comportamiento dinámico inadmisibles</i> y no se produzcan <i>degradaciones</i> o anomalías <i>inadmisibles</i>.</p>
--

- **3.2. Seguridad en caso de incendio**

**Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)**

- 1 El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios* de un *edificio* sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
- 2 Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- 3 El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, *establecimientos* y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación. <sup>(1)</sup>

**11.1 Exigencia básica SI 1 - Propagación interior**

Se limitará el *riesgo* de propagación del incendio por el interior del *edificio*.

**11.2 Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior**

Se limitará el *riesgo* de propagación del incendio por el exterior, tanto en el *edificio* considerado como a otros *edificios*.

**11.3 Exigencia básica SI 3 – Evacuación de ocupantes**

El *edificio* dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

**11.4 Exigencia básica SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios**

El *edificio* dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

**11.5 Exigencia básica SI 5 - Intervención de bomberos**

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

**11.6 Exigencia básica SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura**

La estructura portante mantendrá su *resistencia al fuego* durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

Se han considerado dos sectores de incendio en la nave industrial:

- El sector 1, correspondiente a los talleres, cumplirá con lo estipulado en el RIPCI.
- El sector 2, correspondiente al concesionario, cumple las exigencias básicas descritas en el DB SI.

En lo que respecta las DB SI, se cumple lo establecido en la totalidad de las exigencias básicas (1-6).

- **3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad**

**Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad (SUA)**

- 1 El objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad" consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios* sufran daños inmediatos en el *uso previsto* de los edificios, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.
- 2 Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- 3 El Documento Básico DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad.

**12.1. Exigencia básica SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas**

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

**12.2. Exigencia básica SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento**

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

**12.3. Exigencia básica SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento**

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

**12.4. Exigencia básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

Se limitará el *riesgo* de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los *edificios*, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

**12.5. Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación**

Se limitará el *riesgo* causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

**12.6. Exigencia básica SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento**

Se limitará el *riesgo* de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y simi-

lares mediante elementos que restrinjan el acceso.

**12.7. Exigencia básica SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento**

Se limitará el *riesgo* causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

**12.8. Exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo**

Se limitará el *riesgo* de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

**12.9. Exigencia básica SUA 9: Accesibilidad**

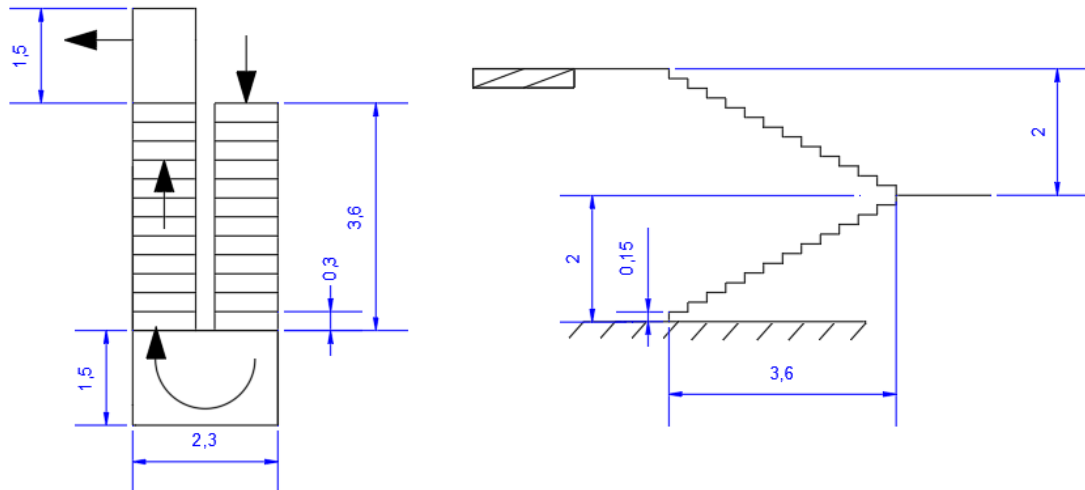
Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

- **SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas**

**ESCALERAS**

La escalera que une la planta baja con la planta primera del concesionario deberá cumplir los requisitos descritos en el DB SUA 1.

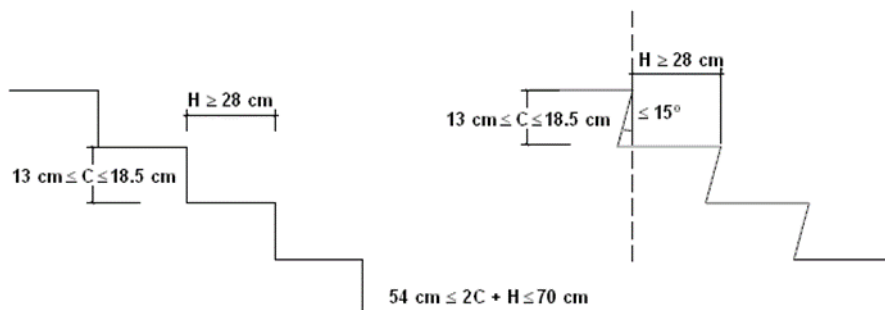
La escalera tiene las siguientes dimensiones:



**Escaleras de uso general:**

**- Peldaños**

	NORMA	PROYECTO
Huella	$\geq 280 \text{ mm}$	300 mm
Contrahuella	$130 \leq C \leq 185 \text{ mm}$	154 mm
Contrahuella	$540 \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm}$	-



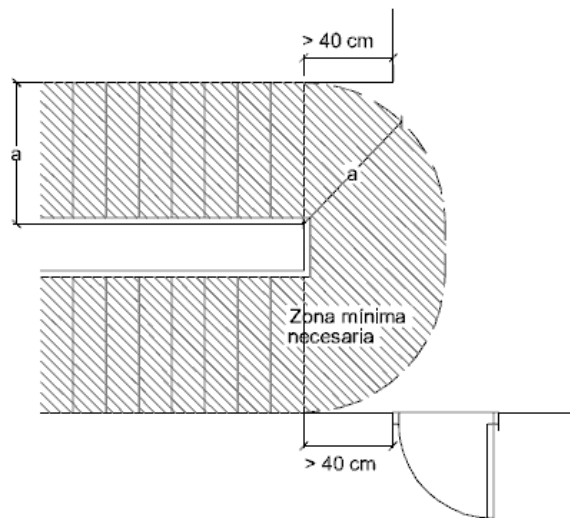
**- Tramos**

	NORMA	PROYECTO
☒ Número mínimo de peldaños por tramo	3	13
☒ Altura máxima que salva cada tramo	≤ 3,20 m	2.00 m
☒ En una misma escalera todos los peldaños tienen la misma contrahuella		CUMPLE
☒ En tramos rectos todos los peldaños tienen la misma huella		CUMPLE
☒ En tramos curvos, todos los peldaños tienen la misma huella medida a lo largo de toda línea equidistante de uno de los lados de la escalera		CUMPLE
☒ En tramos mixtos, la huella medida en el tramo curvo es mayor o igual a la huella en las partes rectas		CUMPLE

**- Mesetas**

Entre tramos de una escalera con cambios de dirección (ver figura):

Anchura de la meseta	≥ Anchura de la escalera	CUMPLE
Longitud de la meseta, medida sobre su eje	≥ 1000 mm	1500



El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm.

Como el concesionario tiene acristalamientos a más de 6 metros sobre la rasante, se deberá cumplir:

- a) toda la superficie exterior del acristalamiento se encontrará comprendida en un radio de 0,85 m desde algún punto del borde de la zona practicable situado a una altura no mayor de 1,30 m. (véase figura 5.1);
- b) los acristalamientos reversibles estarán equipados con un dispositivo que los mantenga bloqueados en la posición invertida durante su limpieza.

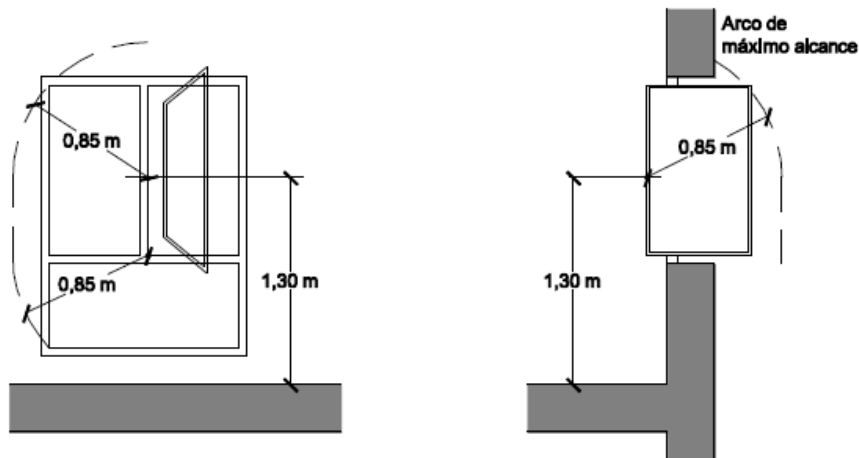


Tabla 3. Requisito del acristalamiento, en cumplimiento del DB SUA 1.

**SUELOS**

El DB SUA 1 clasifica los suelos en función de su resbaladidad:

Resistencia al deslizamiento $R_d$	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

Tabla 4. Clasificación de los suelos en función de su resbaladidad.

En la siguiente tabla se describe cómo deben ser los suelos en función de la ubicación:

	NORMA	PROYECTO
Zonas interiores secas.		
Superficies con pendiente menor que el 6%.	Clase 1	Clase 1
Superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras.	Clase 2	-
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior, terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.		
Superficies con pendiente menor que el 6%.	Clase 2	Clase 2
Superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras.	Clase 3	-
Zonas exteriores.		
Piscinas. Duchas.	Clase 3	-



○ **SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento**

Al existir una gran superficie acristalada, además de la puerta de entrada al concesionario de vidrio, se deben de cumplir algunos requisitos:

**Impacto con elementos insuficientemente perceptibles:**

Grandes superficies acristaladas:

	NORMA	PROYECTO
Señalización inferior	$0.85 < h < 1.1 \text{ m}$	0.9
Señalización superior	$1.5 < h < 1.7 \text{ m}$	1.6
Separación de montantes	$\leq 0.6 \text{ m}$	0.5

Puertas de vidrio que no disponen de elementos que permitan su identificación:

	NORMA	PROYECTO
Señalización inferior	$0.85 < h < 1.1 \text{ m}$	0.9
Señalización superior	$1.5 < h < 1.7 \text{ m}$	1.6
Separación de montantes	$\leq 0.6 \text{ m}$	0.5

○ **SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos**

- Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el interior del recinto. Excepto en el caso de los baños o los aseos de viviendas, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior.

- La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N, como máximo, excepto en las situadas en itinerarios accesibles, en las que se aplicará lo establecido en la definición de los mismos en el anejo A Terminología (como máximo 25 N, en general, 65 N cuando sean resistentes al fuego).

- Para determinar la fuerza de maniobra de apertura y cierre de las puertas de maniobra manual batientes/pivotantes y deslizantes equipadas con pestillos de media vuelta y destinadas a ser utilizadas por peatones (excluidas puertas con sistema de cierre automático y puertas equipadas con herrajes especiales, como por ejemplo los dispositivos de salida de emergencia) se empleará el método de ensayo especificado en la norma UNE-EN 12046-2:2000.

○ **SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

En cada zona se dispondrá de una instalación de alumbrado capaz de proporcionar una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores. Se cumple la norma sobradamente, ya que se diseña la instalación para proporcionar 300 lux como mínimo.

El factor de uniformidad será al menos del 40%.

Se dispone de un alumbrado de emergencia que cumple con lo establecido en el DB SI.

- **SUA 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación**

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.

- **SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento**

Esta sección es aplicable a las piscinas de uso colectivo, salvo las destinadas exclusivamente a competición o a enseñanza, las cuales tendrán las características propias de la actividad que se desarrolle.

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

- **SUA 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento**

Dentro del recinto, donde hay carriles de circulación de vehículos y plazas de aparcamiento para personal ajeno (clientes) y para actividades propias del taller, se deberán señalar:

- El sentido de circulación y las salidas.
- La velocidad máxima de circulación es de 20 km/h.
- Las zonas de tránsito de paso de peatones.

Al aparcamiento del taller podrán acceder vehículos de transporte pesado. Por tanto, se señaliza el gálibo y las alturas limitadas.

En la salida del recinto se dispondrán dispositivos que alerten al conductor de la presencia de peatones en las proximidades de dicha salida.

- **SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo**

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ :

$$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6} \text{ Impactos/año}$$

Siendo:

- $N_g$ : Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año,km<sup>2</sup>).
- $A_e$ : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>.

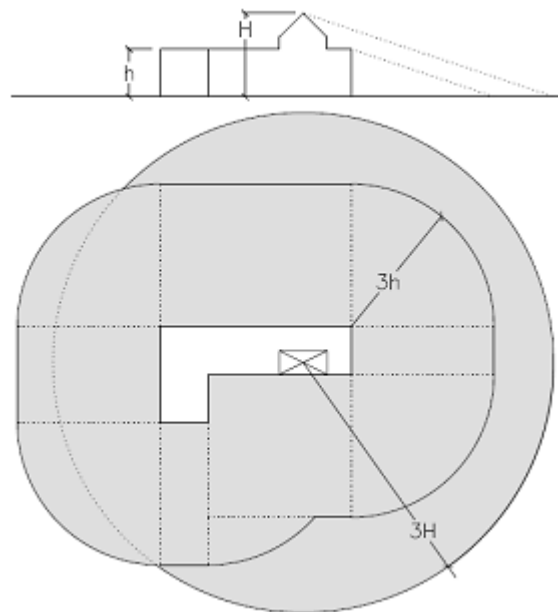


Ilustración 13. Superficie de captura equivalente del edificio aislado  $A_e$ .

- $C_1$ : Coeficiente relacionado con el entorno.

$N_g$ (Madrid) = 2.00 impactos/año,km <sup>2</sup>
$A_e$ = 3632.00 m <sup>2</sup>
$C_1$ (aislado) = 1.00
$N_e$ = 0.0073 impactos/año

$$N_a = \frac{5.5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Siendo

- $C_2$ : Coeficiente en función del tipo de construcción.
- $C_3$ : Coeficiente en función del contenido del edificio.
- $C_4$ : Coeficiente en función del uso del edificio.
- $C_5$ : Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

$C_2$ (estructura metálica/cubierta metálica) = 0.50
$C_3$ (otros contenidos) = 1.00
$C_4$ (publica concurrencia, sanitario, comercial, docente) = 3.00
$C_5$ (resto de edificios) = 1.00
$N_a$ = 0.0037 impactos/año

Altura del edificio = 11.5 m  $\leq$  43.0 m

$N_e = 0.0073 > N_a = 0.0037$  impactos/año

Conforme a lo establecido en el apartado anterior, se determina que no es necesario disponer una instalación de protección contra el rayo. El valor mínimo de la eficiencia 'E' de dicha instalación se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0.495 < 0.8 \rightarrow \text{Nivel de protección IV} \rightarrow \text{No es necesaria instalación.}$$

#### ○ **SUA 9 Accesibilidad**

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización segura de los edificios a las personas, se cumplen las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.

##### - **Accesibilidad en el exterior del edificio**

El edificio/establecimiento dispone de un itinerario accesible que comunica una entrada principal con la vía pública.

##### - **Accesibilidad entre plantas del edificio**

Se trata de un edificio/establecimiento de uso Comercial en el que no hay que salvar más de 1 planta desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna planta que no sea de ocupación nula.

Existen zonas de uso público con más de 100 m<sup>2</sup> (el primer piso del concesionario tiene 450 m<sup>2</sup>) de superficie útil en plantas sin entrada principal accesible al edificio, por lo que se dispone de ascensor accesible que cumple el Anejo A, que comunica esas plantas con las de entrada accesible al edificio.

##### - **Itinerario accesible**

Los itinerarios accesibles definidos anteriormente cumplen las condiciones exigidas en el Anejo A para los elementos más desfavorables, tal y como se justifica a continuación:

#### **Desniveles**

- Los desniveles entre plantas se salvan mediante ascensor que cumple las características indicadas en el Anejo A del DB SUA.
- Dimensiones de la cabina: 2.5 m x 5 m <sup>3</sup> 1.00 m x 1.25 m

***Puertas (Exterior)***

- Anchura libre de paso (por cada hoja):  $1.00 \text{ m} \geq 0.80 \text{ m}$
- Anchura libre de paso (excluyendo el grosor de la hoja):  $0.95 \text{ m} \geq 0.78 \text{ m}$
- Espacio horizontal libre del barrido de las hojas:  $1.20 \text{ m} \geq 1.20 \text{ m}$
- Altura de los mecanismos de apertura y cierre:  $0.80 \text{ m} \leq 0.80 \text{ m} \geq 1.20 \text{ m}$
- Distancia del mecanismo de apertura al encuentro en rincón:  $0.30 \text{ m} \geq 0.30 \text{ m}$
- Fuerza de apertura de las puertas de salida:  $25.00 \text{ N} \geq 25.00 \text{ N}$

- **3.4. Salubridad**

**Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS)**

1. El objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente", tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios*, dentro de los *edificios* y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el *riesgo* de que los *edificios* se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico "DB HS Salubridad" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de salubridad.

**13.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad**

Se limitará el *riesgo* previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus *cerramientos* como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

**13.2 Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos**

Los *edificios* dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

**13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior**

- 1 Los *edificios* dispondrán de medios para que sus *recintos* se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.
- 2 Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

**13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua**

Los *edificios* dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua.

Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

**13.5 Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas**

Los *edificios* dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

- **HS 1 Protección frente a la humedad**

Todos los materiales deberán estar certificados para evitar la presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios, disponiendo medios que impidan su penetración o permitan su evacuación sin producir daños.

Los elementos que estén en contacto con el exterior (cubierta, solera y las fachadas) deberán cumplir los requisitos mínimos de impermeabilidad que se describen en la norma.

Además, se deberán llevar a cabo las siguientes revisiones:

	Operación	Periodicidad
<b>Muros</b>	Comprobación del correcto funcionamiento de los canales y bajantes de evacuación de los muros parcialmente estancos	1 año <sup>(1)</sup>
	Comprobación de que las aberturas de ventilación de la cámara de los muros parcialmente estancos no están obstruidas	1 año
	Comprobación del estado de la impermeabilización interior	1 año
<b>Suelos</b>	Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación	1 año <sup>(2)</sup>
	Limpieza de las arquetas	1 año <sup>(2)</sup>
	Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesarias su implantación para poder garantizar el drenaje	1 año
	Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1 año
<b>Fachadas</b>	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5 años
	Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	10 años
<b>Cubiertas</b>	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 año <sup>(1)</sup>
	Recolocación de la grava	1 año
	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años

<sup>(1)</sup> Además debe realizarse cada vez que haya habido tormentas importantes.

<sup>(2)</sup> Debe realizarse cada año al final del verano.

Tabla 5. Operaciones de mantenimiento en relación a la protección frente a la humedad.

### ○ **HS 2 Recogida y evacuación de residuos**

Los residuos generados en el edificio derivados de la actividad serán, en parte, residuos peligrosos, y con una normativa específica de reciclaje.

Se dispone un espacio en la parcela para la acumulación de residuos generados en los talleres, tales como aceites, pinturas, baterías, polvo de lija, etc. Cada uno de estos residuos está asociado con una reglamentación.

Se deberá cumplir con lo establecido en los reglamentos específicos sobre los residuos generados en los talleres.

### ○ **HS 3 Calidad del aire interior**

Su cumplimiento se representa en el anejo "Instalación de climatización y ventilación".

- **HS 4 Suministro de agua**

Su cumplimiento se representa en el anejo “Instalacion de abastecimiento y saneamiento”.

- **HS 5 Evacuación de aguas**

Su cumplimiento se representa en el anejo “Instalacion de abastecimiento y saneamiento”.



- **3.6. Ahorro de energía**

**Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)**

1. El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los *edificios*, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

**15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética**

Los *edificios* dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la *demanda energética* necesaria para alcanzar el *bienestar térmico* en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los *puentes térmicos* para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

**15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas**

Los *edificios* dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el *bienestar térmico* de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el *proyecto del edificio*.

**15.3 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**

Los *edificios* dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus *usuarios* y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

**15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria**

En los *edificios*, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

**15.5. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica**

En los *edificios* que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

- **HE 0 Limitación de consumo energético**

### 1.1. Ámbito de aplicación

- 1 Esta Sección es de aplicación en:
  - a) edificios de nueva construcción;
  - b) modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25% del total de sus *cerramientos*.
- 2 Se excluyen del campo de aplicación:
  - a) aquellas edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas;
  - b) edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto;
  - c) edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas;
  - d) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
  - e) instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;
  - f) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.

Tabla 6. Ámbito de aplicación del HE 0

La nave industrial queda exenta de la limitación de consumo energético.

- **HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética**

El ámbito de aplicación es el mismo que para el DB HE 0. Por tanto, la nave industrial queda exenta del control de la demanda energética.

- **HE 2 Condiciones de las instalaciones térmicas**

La zona de concesionario y oficinas dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE.

Para el presente proyecto de ejecución es de aplicación el RITE, dado que, siendo las instalaciones térmicas, instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS (agua caliente sanitaria) destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

La justificación del cumplimiento de las Instrucciones Técnicas se realiza en el apartado correspondiente al cálculo de la instalación de climatización y ventilación.

- **HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación**

Por el mismo motivo que en el caso de la limitación de la demanda energética, la nave queda exenta del cumplimiento del HE-3.

- **HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria**

El HE 4 es de aplicación en este caso, al tratarse de una nueva construcción.

Se deben colocar captadores solares para el suministro de ACS, en las condiciones que establece el DB.

Los captadores seleccionados para cumplir las exigencias se calculan en el anejo de la instalación de abastecimiento de agua. Su ubicación se representa en el plano de cubierta.

- **HE 5 Generación mínima de energía eléctrica**

<b>Tipo de uso</b>	<b>Límite de aplicación</b>
Hipermercado	5.000 m <sup>2</sup> construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m <sup>2</sup> construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m <sup>2</sup> construidos
Administrativos	4.000 m <sup>2</sup> construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m <sup>2</sup> construidos

*Tabla 7. Ámbito de aplicación del HE 5.*

La nave industrial del presente proyecto no está incluida en el ámbito de aplicación del DB HE 5.

#### **4. Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones**

- **RSCIEI – Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales**

El ámbito de aplicación del RSCIEI contiene:

*c) Los talleres de reparación y los establecimientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.*

Se llevarán a cabo todas las prescripciones indicadas en dicho reglamento para obtener la condición de mínimo exigible.

El cumplimiento del reglamento se detalla en el correspondiente anejo.

- **PGOU – Plan general de ordenación urbanística**

Se cumple el Plan General de Ordenación Urbanística de Alcorcón, en concreto, las normas urbanísticas de 1999.



Ilustración 14. Parcela de estudio según PGOU.

El terreno donde se construirá la nave industrial se trata de U-PD-IND-24J, que significa:

- U: Terreno urbano.
- PD: Área de planeamiento en desarrollo.
- IND: uso característico industrial.
- 24: Clave de ordenanza de la tipología “nave escaparate”.

Según la Sección 14, del capítulo 3 del título IV de las Normas Urbanísticas (NNUU) del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), la construcción se considera “Nave Escaparate”. Se cumplirán las normas de sus epígrafes:

- Cumplimiento del Epígrafe 1: definición:

- “Nave Escaparate: Corresponde a la tipología de industria de tamaño medio o grande, con ocupación parcial del solar sobre el que se ubica, y retranqueada de todos sus linderos. Estando destinada a alojar actividades de elevada componente comercial apoyadas en la red metropolitana rodada.”

Además, se definen tres grados:

- Grado 1: Corresponde a la industria de tamaño medio o grande, de implantación aislada sobre la parcela, destinada al alojamiento de actividades industriales donde la componente de terciario y servicios no llega a ocupar el 30% de la edificabilidad total de la parcela.
- Grado 2: corresponde con la tipología de industria de tamaño medio, adosada o aislada.
- Grado 3: corresponde a la localización de actividades industriales en parcelas de medio tamaño, con fuerte contenido comercial y de servicios, especializando la función del sector prevista en el planeamiento general para el ámbito metropolitano.

Por tanto, se comprueba que la construcción se corresponde con "**nave escaparate de Grado 1**".

Su uso principal es el industrial, ya que el uso comercial se corresponde con el 30%, y el resto se corresponde con la zona de reparación.

- Cumplimiento del Epígrafe 2: condiciones que afectan a la parcela:

**Art.4.342. Parcela mínima.**

PARCELA MÍNIMA		
	Superficie	Círculo Inscrito
Grado 1	5.000 m2.	50 m. diámetro
Grado 2	2.500 m2.	20 m. diámetro
Grado 3	5.000 m2.	50 m. diámetro

No se considerarán inedificables las parcelas existentes con anterioridad a la aprobación del presente P.General.

En este caso, la parcela tiene más de 10.000 m<sup>2</sup>.

**Art.4.343. Frente mínimo.**

El frente mínimo de parcela para nuevas parcelaciones o segregaciones será:

FRENTE MÍNIMO PARCELA	
Grado 1	50 metros
Grado 2	25 metros
Grado 3	50 metros

No se considerarán inedificables las parcelas existentes con anterioridad a la aprobación del presente Plan.

En este caso, el frente de la parcela es de 100 m.

**Art.4.344. Frente máximo.**

No se fija frente máximo ni de parcela ni de edificación.

- Cumplimiento del Epígrafe 3: condiciones volumétricas:

**Art.4.345. Alineaciones.**

Serán libres dentro de los retranqueos establecidos en la presente ordenanza con la excepción en las obras de nueva planta de los frentes de edificación a las vías metropolitanas rodadas en cuyo caso la edificación necesariamente habrá de apoyarse sobre la línea de retranqueo mínima establecida en la Ley de Carreteras.

Para las manzanas incluidas en el APD-11 serán las indicadas en los planos del mismo.

**Art.4.346. Retranqueos.**

En obras de nueva planta y ampliación los retranqueos mínimos serán:

	RETRANQUEO MÍNIMO	
	Frente Parcela	Resto linderos
Grado 1	15 m. **	10 m.
Grado 2	8 m	6 m. *
Grado 3	15 m. **	10 m.

\* Se admite adosamiento a un lindero lateral con acuerdo notarial entre colindantes.

\*\* En caso de parcelas en esquina se considerará frente de parcela únicamente aquel por el que tiene acceso rodado.

En obras de rehabilitación y reforma los retranqueos serán los existentes si son menores que éstos.

Los retranqueos correspondientes a linderos con vías públicas sólo podrán ser ocupados por aparcamiento y espacios libres ajardinados y casetas de control-vigilancia de superficie menor de nueve (9) metros cuadrados.

**El retranqueo del frente de edificación mínimo deberá ser de 15m, y para el resto de linderos, de 10m.**

Por otro lado, no se establece un fondo máximo edificable.

**Art.4.348. Superficie de ocupación máxima.**

La superficie de ocupación máxima de parcela será neta con obras de nueva planta y ampliación:

	OCUPACIÓN MÁXIMA	
	Sobre rasante	Bajo rasante
Grado 1	40 % *	80 %
Grado 2	60 %	80 %
Grado 3	40 % *	80 %

\* Deberá destinarse al menos un 30 % de la superficie de parcela a áreas ajardinadas.

En obras de rehabilitación y reforma la ocupación máxima será la existente si es superior a la anterior.



En este caso, la construcción tiene 2700 m<sup>2</sup>, y la parcela más de 10000 m<sup>2</sup>, por tanto, la ocupación es del 27%, menor del 40% exigido por la norma.

Además, un 30% de la parcela deberá destinarse a áreas ajardinadas.

**Art.4.349. Altura máxima de la edificación.**

En las obras de nueva planta y ampliación la altura máxima será:

	ALTURA MÁXIMA	
	APD-11	Resto Suelo
Grado 1	20 m.	15 m.
Grado 2	9 m.	—
Grado 3	20 m.	15 m.

En obras de rehabilitación y reforma será el existente si es mayor que éstos.

En todos los grados se permite dos (2) plantas de semisótano y sótano dentro del perímetro marcado por las alineaciones de la edificación.

**Art.4.350. Edificabilidad.**

Grados 1 y 3. En obras de nueva planta o ampliación la edificabilidad máxima será la deducida del resto de condiciones de ordenanza (ocupación, retranqueos, alturas), excepto en el APD-11 que será de 0,567 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

Grado 2. La edificabilidad máxima será de 0,69 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. de parcela.

En obras de rehabilitación y reforma será la existente si es mayor que éstas.

La altura máxima de la construcción es de 11.5m, menor de 15m establecido en la norma.

**Art.4.351. Condiciones estéticas.**

- a) **Cerramientos de edificación:** todos los paramentos exteriores, incluso laterales o traseros deberán tratarse como una fachada, debiendo ofrecer calidad de obra terminada.
- b) **Cerramientos de parcela:** los cerramientos a vías públicas tendrán una altura máxima de dos (2) metros, habrán de ser tratados preferentemente mediante un peto opaco con altura máxima de ciento veinte (120) centímetros siendo el resto del cerramiento vegetal o permeable visualmente.  
Los cerramientos laterales y traseros podrán tener un tratamiento opaco hasta los 2 metros de altura, si bien se recomienda el tratamiento vegetal.
- c) **Construcciones auxiliares:** deberán disponer de cerramiento en todas sus caras, tratándose como fachadas, con calidad de obra terminada.

La fachada frontal y lateral del concesionario será acristalada, y del resto de la nave, de paneles prefabricados de hormigón.

**Art.4.352. Otras condiciones.**

- I. **Aparcamiento:** dentro de cada una de las parcelas habrá de preverse el siguiente aparcamiento para vehículos ligeros:
  - A. Grado 2: 1 plaza por cada 80 m<sup>2</sup> construidos.
  - B. Grados 1 y 3: 1 plaza por cada 50 m<sup>2</sup> construidos.Todas las instalaciones dispondrán de espacios de carga y descarga suficientes para el desarrollo de la actividad en el interior de la.
- II. **Espacios libres de parcela:** Habrán de justificar el ajardinamiento de los espacios libres de edificación e incluir en esto elementos fijos de forestación en proporción de 1 árbol por cada 100 m<sup>2</sup> libres de edificación.

Se dispone de un parking público con 46 plazas. En la zona privada de la parcela se dispondrán más plazas para vehículos nuevos para el concesionario, y vehículos en espera o terminados de la zona de reparación.

La norma exige que en la totalidad de la parcela exista una plaza de aparcamiento por cada 50 m<sup>2</sup>.

Por tanto, las plazas de aparcamiento necesarias:

$$\text{Plazas} = \frac{3150 \text{ m}^2 \text{ construidos de nave industrial}}{50 \text{ m}^2} = 63 \text{ plazas}$$

Como el aparcamiento para clientes tiene 46 plazas, la norma indica que es necesario disponer de 17 plazas más. En el espacio restante en la zona de uso privado, tiene suficiente espacio para disponer de plazas.

Por otro lado, según la norma, se deben plantar 27 árboles.



- Cumplimiento del Epígrafe 4: usos permitidos:

**CLAVE 24. NAVE ESCAPARATE.**

IDENTIFICACIÓN DEL USO		LOCALIZACIÓN DEL USO						
Tipo	Categoría	A	B	C	D	E	F	CP
USO RESIDENCIAL	1a. Vivienda Unifamiliar	Comp.	Comp.	-	-	-	-	1
	2a. Vivienda Multifamiliar	-	-	-	-	-	-	-
	3a. Residencia Comunitaria	-	-	-	-	-	-	-
USO INDUSTRIAL	1a. Compatible con vivienda	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	2
	2a. Comp.c/medidas correctoras	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	2
	3a. Industria en polígono	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	2
	4a. Almacenaje y Talleres	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	Ppal.	2
USO TERCIARIO-COMERCIAL								
Comercial	1a. Comercio diario <400 m <sup>2</sup>	-	-	Comp	-	-	-	-
	2a. Comercio ocasional <400 m <sup>2</sup>	-	Comp	-	-	-	-	-
	3a. Comercio mixto <2.500 m <sup>2</sup>	-	Comp	Alt.	-	-	-	-
	4a. Grandes Centros >2.500 m <sup>2</sup>	Ppal	Ppal	Ppal	-	-	-	3
Hostelero	1b. Locales sin espectáculos	-	Alt.	Alt.	-	-	-	-
	2b. Locales con espectáculos	-	Ppal	Alt.	-	-	-	-
	3b. Alojamiento temporal	-	Alt.	Alt.	-	-	-	-
USO TERCIARIO-OFCINAS								
	1a. Desp./Oficinas sin público	Comp.	Comp.	-	-	-	-	-
	2a. Oficinas abiertas al público	Comp.	Comp.	Alt.	Alt.	-	-	-
	3a. Oficinas de I+D	-	-	Alt.	Alt.	-	-	-
	4a. Industria limpia Parque Emp.	-	-	-	-	-	-	-
USO DOTACIONAL	1a. Salas reunión/espectáculos	-	Alt.	Alt.	Alt.	-	-	-
	2a. Centros de Enseñanza	-	-	Alt.	-	-	-	-
	3a. Centros sin internamiento	-	-	Alt.	-	-	-	-
	4a. Centros con internamiento	-	-	-	-	-	-	-
	5a. Centros Religiosos	-	-	-	-	-	-	-
	6a. Otros centros asistenciales	-	-	Alt.	-	-	-	-

Ilustración 15. Usos permitidos para "nave escaparate".

La construcción se corresponde con la categoría "3.a, industria en polígono", y, por tanto, la localización del uso es "principal".

El concesionario se corresponde con la zona "3.a, comercio mixto de menos de 2500 m<sup>2</sup>", y su uso es "compatible" con el principal.

Por último, las oficinas se corresponden con la categoría "2.a, oficinas abiertas al público", y, por tanto, su uso es "compatible" con el principal.

## **5. Bibliografía**

- Código Técnico de la Edificación CTE: DB SE Documento Básico Seguridad Estructural, DB SE-A Documento Básico Seguridad Estructural-Acero, DB SE-C Documento Básico Seguridad Estructural-Cimientos, DB SE-AE Documento Básico Seguridad Estructural-Acciones en la edificación, DB SI Documento Básico Seguridad en caso de Incendio, DB HE Documento Básico Ahorro de energía, DB HS Documento Básico Salubridad, DB SUA Documento Básico Seguridad de Utilización y Accesibilidad.
- Normativas tecnológicas de la edificación NTE: NTE Abastecimiento, NTE Saneamiento, NTE Soleras, NTE Barandillas, NTE Forjados, NTE Vidrios.
- Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08: Cimientos
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios RITE
- Reglamento de Instalaciones de Baja Tensión REBT
- Manuales oficiales de CYPE Ingenieros.
- Apuntes obtenidos a lo largo de la carrera.
- Reglamento de protección Contra Incendios en Establecimientos Industriales RPCIEI

BÉJAR, JULIO DE 2021.

Fdo.

Francisco José Hernández Gallego.

Ingeniero mecánico.



# ANEJOS A LA MEMORIA

DOCUMENTO Nº2

Iraide Gozalo

## Contenido

Anejo nº1. Programa de trabajos

Anejo nº 2. Estudio geotécnico

Anejo nº 3. Cálculo de la estructura

Anejo nº 4. Cálculo de la estructura mediante el programa informático CYPE

Anejo nº 5. Instalación de abastecimiento

Anejo nº 6. Instalación de saneamiento.

Anejo nº 7. Instalación eléctrica.

Anejo nº 8. Instalación contra incendios.

Anejo nº 9. Climatización y ventilación.

# PROGRAMA DE TRABAJO

ANEJO 1

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

### 1. TRABAJADORES EN OBRA

En este apartado, se realiza un pequeño cálculo para conocer en número de trabajadores habituales en obra. Éste dependerá del Presupuesto de Ejecución Material, del coste de cada trabajador, y lo más importante, el tiempo de duración de la obra.

El coste medio de cada trabajador dependerá del territorio donde se encuentre, y de diversos factores que no son objeto de estudio en el presente proyecto.

Se considera un valor alrededor del coste medio del **INE (CNAE-09): 17.59 €**. Se considerarán 20 €.

PEM	1.166.323 €
COSTE MANO DE OBRA	30% (PEM) = 350.000 €
MESES TIEMPO ESTIMADO DE LA OBRA	12 MESES
HORAS DE TRABAJO ANUAL POR TRABAJADOR	1750 HORAS
HORAS TRABAJADAS TOTALES DE UN TRABAJADOR	1750 HORAS
COSTE MEDIO DE CADA TRABAJADOR POR HORA	20 €
COSTE POR TRABAJADOR	1750 * 20 = 35.000 €
TRABAJADORES = COSTE DE MANO DE OBRA / COSTE POR TRABAJADOR	350.000/35.000 = <b>10</b>

Tabla 1. Cálculo de la cantidad de trabajadores en obra, para 12 meses.

Parece probable que la obra pueda finalizarse en la mitad de tiempo. Entonces:

PEM	1.166.323 €
COSTE MANO DE OBRA	30% (PEM) = 350.000 €
MESES TIEMPO ESTIMADO DE LA OBRA	6 MESES
HORAS DE TRABAJO ANUAL POR TRABAJADOR	1750 HORAS
HORAS TRABAJADAS TOTALES DE UN TRABAJADOR	875 HORAS
COSTE MEDIO DE CADA TRABAJADOR POR HORA	20 €
COSTE POR TRABAJADOR	875 * 20 = 17.500 €
TRABAJADORES = COSTE DE MANO DE OBRA / COSTE POR TRABAJADOR	350.000/17.500 = 20

Tabla 2. Cálculo de la cantidad de trabajadores en obra, para 6 meses.

Se estima que **la obra durará 6 meses, y tendrá 20 trabajadores** de media.



# ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEJO 2

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO



## Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MARCO GEOLÓGICO</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>SISMICIDAD</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>DATOS BÁSICOS</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>TRABAJOS REALIZADOS</b> .....	<b>4</b>
5.1	Trabajos de documentación .....	4
5.2	Trabajos in situ .....	6
<b>6</b>	<b>ESTRATIGRAFÍA</b> .....	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>8</b>

## **1 INTRODUCCIÓN**

El presente anejo se tiene por objeto el análisis de las características geotécnicas del subsuelo de la parcela donde se proyecta la nave industrial, con el objetivo de servir de base al cálculo de la cimentación y definir así una cimentación adecuada.

El estudio geotécnico es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de edificio previsto y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos de éste u otras obras.

## **2 MARCO GEOLÓGICO**

La comunidad de Madrid se encuentra en el borde septentrional de la meseta Sur, sobre la vertiente meridional de la cordillera Central, extendiéndose hasta el río Tajo, que drena el sistema hidrográfico de la región.

Los materiales de la zona ocupada por Madrid y sus alrededores pertenecen al relleno sedimentario continental de la cuenca central de la depresión terciaria del Tajo, depositados en condiciones subdesérticas durante el Mioceno.

En las condiciones climáticas semiáridas predominantes en el Mioceno, se prodjeron sedimentos arcósicos en las zonas madrileñas de borde (facies "Madrid") determinados por la naturaleza cuarzofeldespática (granitoidea) mayoritaria en el Guadarrama, y depósitos predominantemente evaporíticos en las áreas más interiores (facies "Vallecas").

En la franja intermedia o de transición se generaron sedimentos arcillosos, con elevado porcentaje de arcillas magnésicas neoformadas (esmectitas y silicoaluminatos fibrosos) y niveles de sílex.

La secuencia de sedimentación descrita es típica de cuencas sedimentarias intramontadas, y constituyen las facies marginales, intermedias y centrales que las caracterizan.

Los sedimentos arcósicos constituyen las "arenas de miga" y "toscos". Las arcillas sobreconsolidadas (lutitas) integran las peñuelas locales, mientras que a las facies evaporíticas corresponden los yesos.

Respecto a la geología local, en el área de estudio en concreto, los depósitos están constituidos por arenas arcósicas de grano medio a fino, lios y arcillas marrones, arcosas gruesas con cantos, lechos de cantos y fangos.

## **3 SISMICIDAD**

Las normas a seguir para la consideración de las acciones sísmicas vienen recogidas en la Norma de Construcción Sismoresistente (NCSE-02), que figura como anexo del Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre.

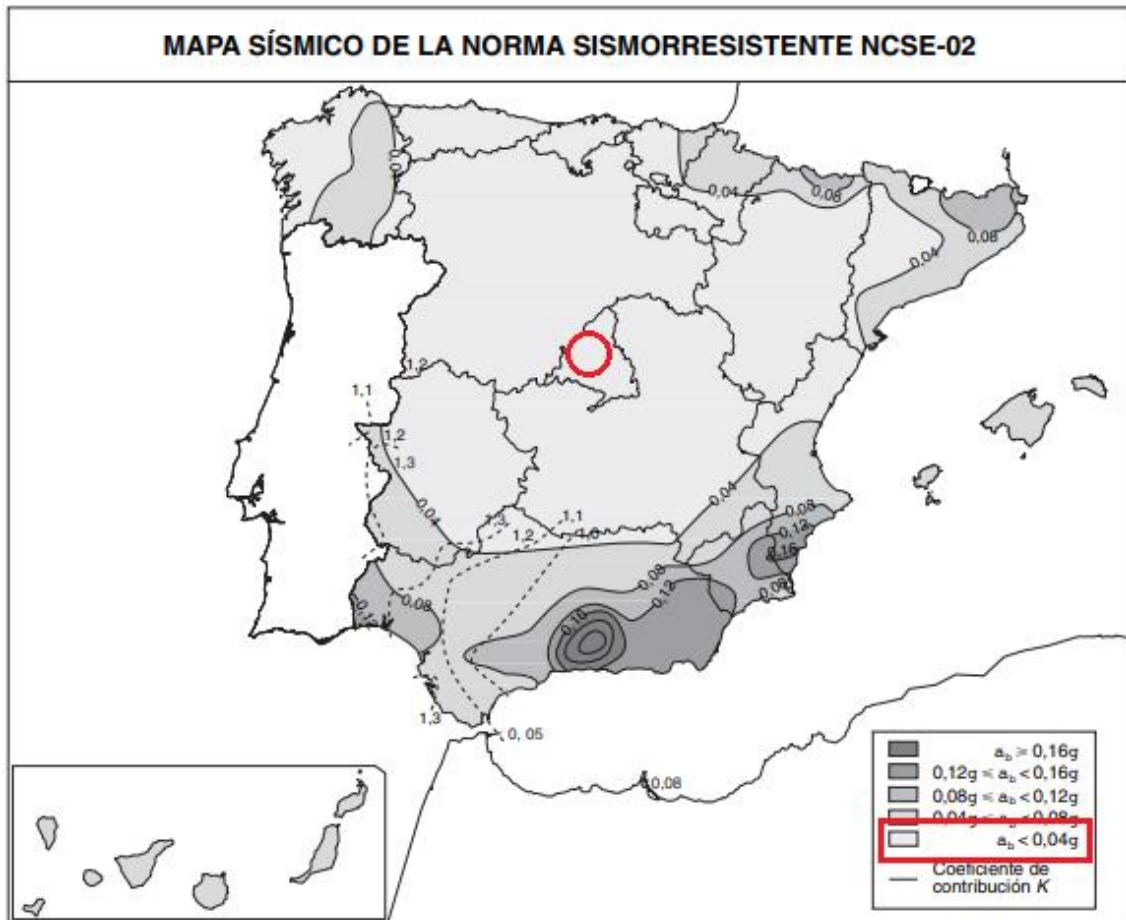


Ilustración 1. Mapa de Peligrosidad Sísmica.

El mapa anterior suministra, expresada en relación al valor de la gravedad,  $g$ , la aceleración sísmica básica,  $a_b$ , un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno.

El presente proyecto se encuentra exento del cumplimiento de la norma, ya que la comunidad de Madrid se encuentra en el mapa en la zona de Peligrosidad Sísmica baja, con una aceleración sísmica básica inferior a  $0,04g$ , y, además, la construcción se engloba dentro de las edificaciones de *importancia normal*.

#### 4 DATOS BÁSICOS

El edificio industrial que se proyecta está constituido por perfiles de acero laminado, tiene  $2700 m^2$  en la planta baja, con unas dimensiones de 90 m de largo por 30 de ancho. La altura de pilares es de 9 m, y la altura del cumbrero de cubierta, 11.5 m. Tiene un segundo piso a 4 m de altura sobre rasante, sustentado por los pilares del pórtico de la nave y por pilares intermedios.

Para la realización del presente estudio geotécnico, se siguen las directrices marcadas por el DB SE-C Cimientos.

En la zona donde se proyecta la nave industrial no se tienen, en principio, problemas de hundimiento o inestabilidad.

La práctica habitual en la zona consiste en realizar cimentaciones directas mediante zapatas aisladas, combinadas o corridas, en función del proyecto, arriostradas entre sí por vigas de atado.

Se prevé que la edificación tendrá una cimentación directa compuesta por zapatas aisladas unidas con viga de atado.

Para determinar el número de pruebas y prospecciones necesarias, se establece el tipo de proyecto:

Tipo	Descripción <sup>(1)</sup>
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m <sup>2</sup>
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

Tabla 1. Tipo de construcción

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos: <ol style="list-style-type: none"> <li>Suelos expansivos</li> <li>Suelos colapsables</li> <li>Suelos blandos o sueltos</li> <li>Terrenos kársticos en yesos o calizas</li> <li>Terrenos variables en cuanto a composición y estado</li> <li>Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m</li> <li>Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos</li> <li>Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades</li> <li>Terrenos con desnivel superior a 15°</li> <li>Suelos residuales</li> <li>Terrenos de marismas</li> </ol>

Tabla 2. Grupo de terreno

La densidad y profundidad de reconocimientos debe permitir una cobertura correcta de la zona a edificar. Para definirlos se tendrá en cuenta el tipo de edificio, la superficie de ocupación en planta y el grupo de terreno.

El DB SE- C establece que, con carácter general el número mínimo de puntos a reconocer será de tres.

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T1		T2	
	$d_{\text{máx}}$ (m)	P (m)	$d_{\text{máx}}$ (m)	P (m)
C-0, C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento y profundidades orientativas.

El número mínimo de sondeos mecánicos y el porcentaje total de puntos de reconocimiento que pueden sustituirse por pruebas continuas de penetración, en el caso de superar el número mínimo de sondeos establecido, se recoge a continuación:

	Número mínimo		% de sustitución	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

Tabla 4. Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración

Debe comprobarse que la profundidad planificada de los reconocimientos es suficiente para alcanzar una cota en el terreno en la cual no se desarrollen asientos significativos bajo las cargas que pueda transmitir el edificio.

Además, en el caso de que se encuentren terrenos de tipo T-3, o cuando el reconocimiento se derive de otro que haya resultado insuficiente, se intercalarán puntos de reconocimiento en las zonas problemáticas hasta definir las adecuadamente.

## 5 TRABAJOS REALIZADOS

### 5.1 Trabajos de documentación

Previo a la ejecución de los trabajos de campo, se consulta la siguiente bibliografía y documentación para tener antecedentes de la zona y tener un mayor conocimiento de la misma.

- Cartografía del IGME (Instituto Geológico y Minero de España)
- MAGNA 50- Hoja 559 (Madrid)
- Memoria asociada al mapa de la hoja 559.

Todos los documentos consultados se encuentran en la página web del IGME.

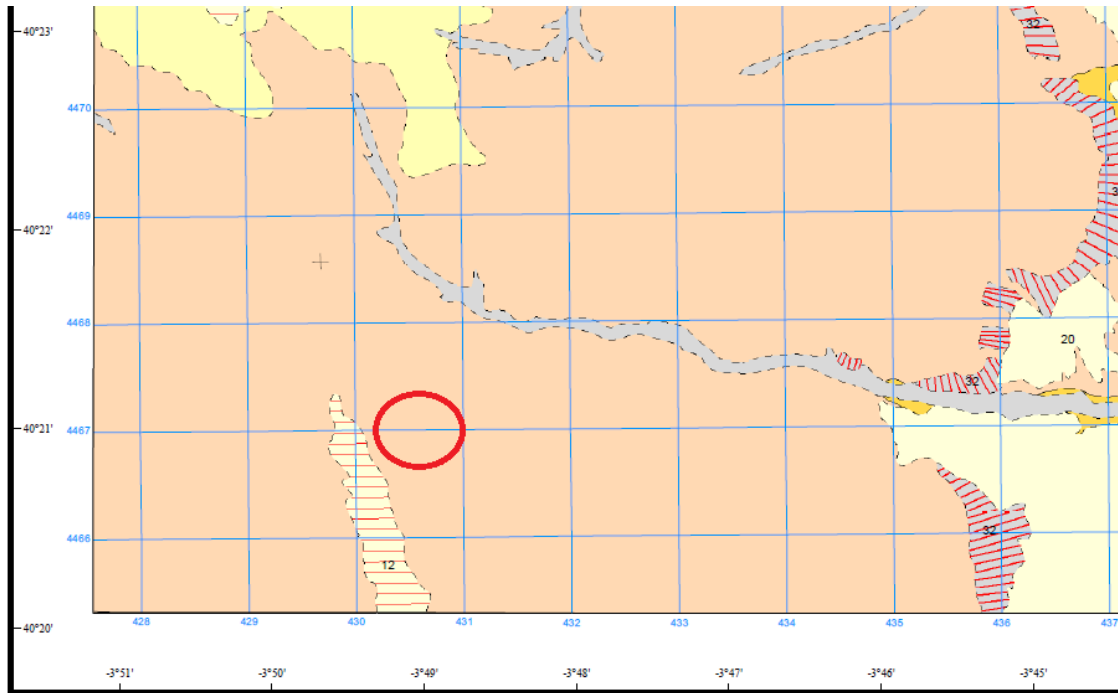
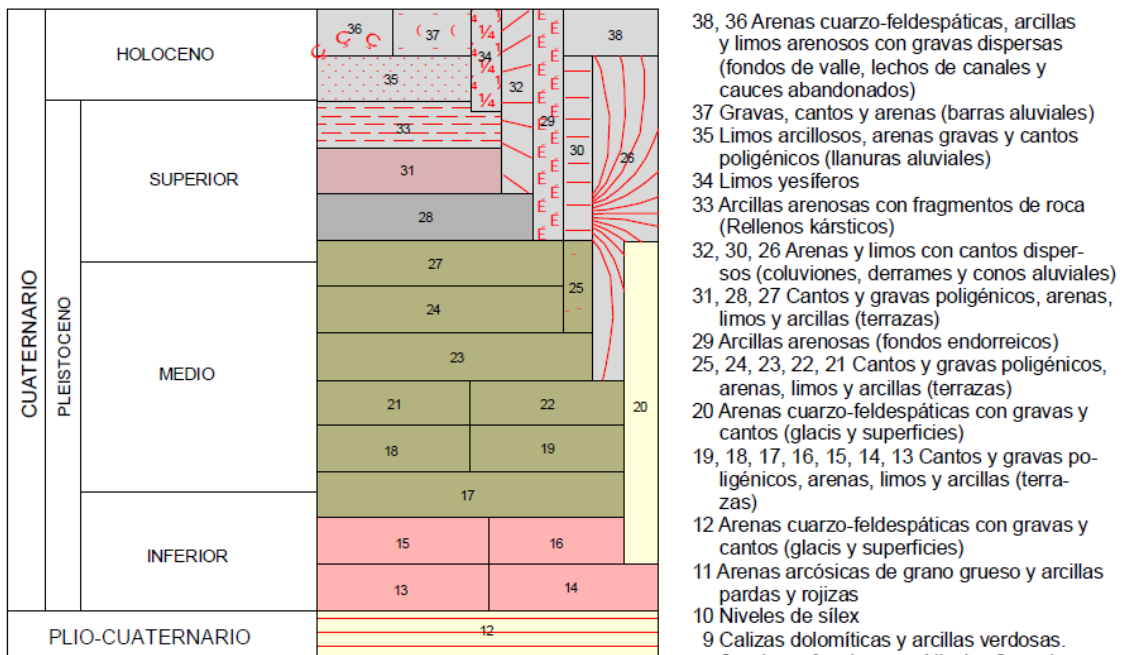


Ilustración 2. Localización de Alcorcón (40°20'57.56" N, 3°49'42.41" W).



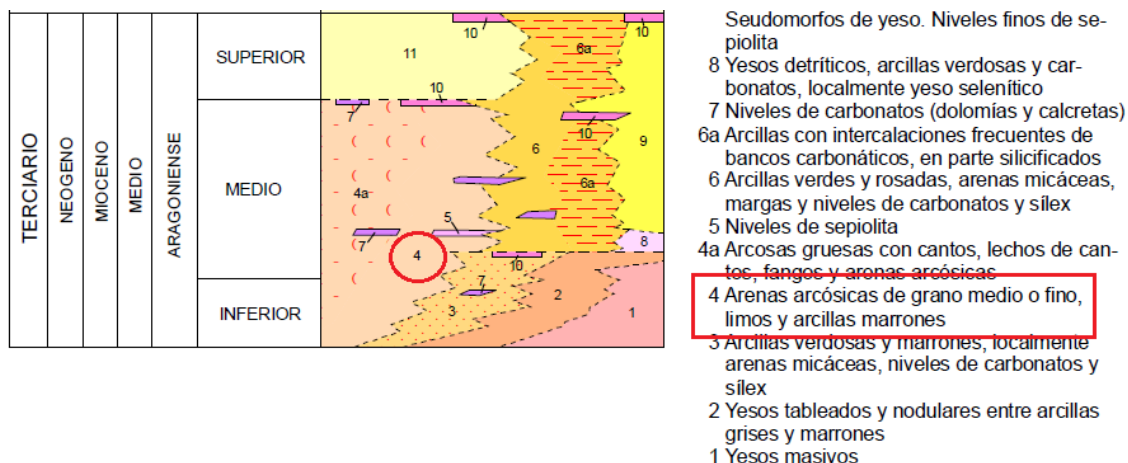


Ilustración 3. Arenas arcósicas de grado medio o fino, limos y arcillas marrones

### 5.2 Trabajos in situ

Son los ensayos que se realizan directamente sobre el terreno natural, y que ofrecen datos que pueden correlacionarse con la resistencia, deformabilidad y permeabilidad de una unidad geotécnica a una determinada profundidad.

Los trabajos han consistido en:

- La realización de sondeos mecánicos a rotación, con obtención de testigo continuo, para investigar las características geotécnicas del terreno. La norma obliga a realizar un mínimo de 1 sondeos, con una distancia máxima de 35 m. Por este motivo, se realizan 2 sondeos.
- Ensayos de penetración dinámica continua tipo D.P.S.H (prueba de penetración dinámica super pesada), hasta alcanzar la profundidad de rechazo. Por la geometría de la parcela, y la que tendrá el edificio industrial, se realizarán 4 ensayos de penetración.

PROSPECCIONES	PROFUNDIDAD ALCANZADA Y DE RECHAZO	COTA RESPECTO DE LA INICIAL	FORMACIÓN GEOLÓGICA	NIVEL FREÁTICO	Nº GOLPEOS
<b>SONDEOS</b>					
S1	6.2	0.2	CUATERNARIO Y Terciario	No encontrado	-
S2	6.5	0.5		No encontrado	-
<b>PENETRÓMETROS</b>					
P1	4.8	0.1	CUATERNARIO Y Terciario	-	68
P2	4.6	0.9		-	65
P3	5	0.6		-	55
P4	5.1	0.5		-	57

Tabla 5. Resumen de los trabajos realizados

Los trabajos realizados mediante D.P.S.H se llevan a cabo con un equipo automático que permite golpear la varilla con una maza de 63.5 kg, desde una altura de caída de 76 cm. La puntaza se acopla a una varilla de 32 mm de diámetro, sujeta mediante rosca.



Simultáneamente se va apuntando el número de golpes necesarios para introducir el varillaje a profundidades sucesivas de 20 cm.

Se considera finalizado el ensayo cuando el número de golpes para hincar 20 cm ( $N_{20}$ ) es superior a 100, o cuando las tres últimas tandas de golpeo son superiores a 75 golpes cada una de ellas (Rechazo).

En la tabla resumen de los trabajos realizados, se representa la media de golpes de cada penetrómetro.

Se diseña el mapa donde se realizan los trabajos:



	Sondeo mecánico a rotación con extracción de testigo continuo
	Ensayo de penetración dinámica continua tipo D.P.S.H
	Cota 0

Ilustración 4. Trabajos de campo



Las profundidades alcanzadas son:

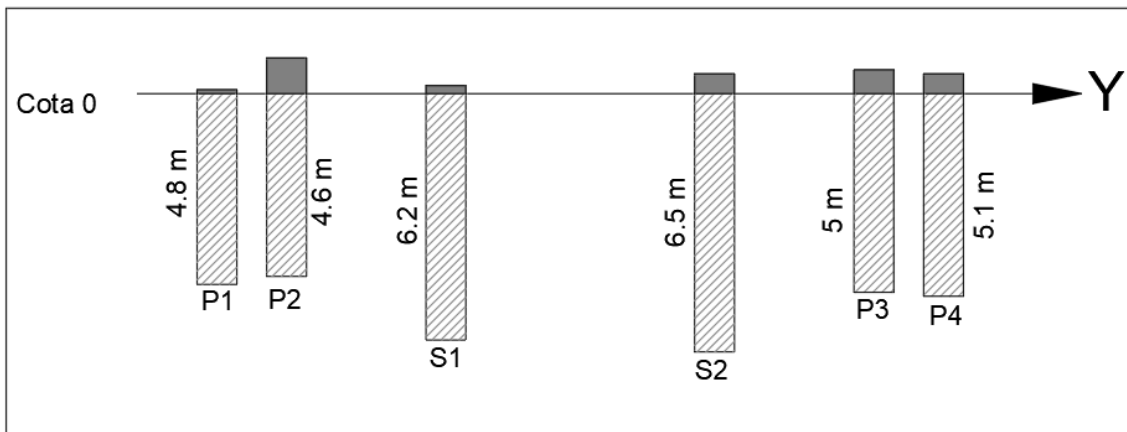


Ilustración 5. Profundidades alcanzadas en las prospecciones

## 6 ESTRATIGRAFÍA

- Nivel 1: Relleno o suelo flojo. Desde la superficie hasta una cota de entre 0.3 y 0.5 m se ha detectado la presencia de relleno superficial compuesto por capa de arena, limo y arcilla de color marrón. Este nivel no es apto para el apoyo de la cimentación.
- Nivel 2: Arenas limo arcillosas y arenas arcillosas. Desde la superficie anterior, hasta los 3 m. Presentan una compactidad compacta y densa
- Nivel 3: Arenas arcillosas. A partir de los 3 m.

## 7 RESULTADOS

A la cota de excavación de -0.5 m, medido desde la cota 0, ubicada en un borde de la parcela, afloran los depósitos terciarios en general (Nivel 2).

En base a los resultados, se considera que la cimentación más adecuada es mediante zapatas aisladas arriostradas, empotradas en el nivel de arenas limo-arcillosas con intercalación de niveles más cohesivos, y pozos de cimentación bajo las zapatas cuando no se superen los rellenos existentes, empotrando como mínimo el canto de la zapata en terreno natural competente.

Se utiliza el método simplificado para la determinación de la presión vertical admisible de servicio que ofrece el DB SE- C:

- 2 A efectos de este DB, cuando la superficie del terreno sea marcadamente horizontal (pendiente inferior al 10%), la inclinación con la vertical de la resultante de las acciones sea menor del 10% y se admita la producción de asientos de hasta 25 mm, la presión vertical admisible de servicio podrá evaluarse mediante las siguientes expresiones basadas en el golpeo  $N_{SPT}$  obtenido en el ensayo SPT.

a) Para  $B^* < 1,2$  m

$$q_{adm} = 12N_{SPT} \left(1 + \frac{D}{3B^*}\right) \left(\frac{S_t}{25}\right) \text{ kN/m}^2 \quad (4.9)$$

b) Para  $B^* \geq 1,2$  m:

$$q_d = 8 N_{SPT} \left[1 + \frac{D}{3B^*}\right] \left(\frac{S_t}{25}\right) \left(\frac{B^* + 0,3}{B^*}\right)^2 \text{ kN/m}^2 \quad (4.10)$$

siendo

$S_t$  El asiento total admisible, en mm.

$N_{SPT}$  el valor medio de los resultados, obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia  $0,5B^*$  por encima de su base y otro situado a una distancia mínima  $2B^*$  por debajo de la misma;

$D$  la profundidad definida en el Anejo F

El valor de  $\left[1 + \frac{D}{3B^*}\right]$  a introducir en las ecuaciones será menor o igual a 1,3.

*Ilustración 6. Método simplificado para la determinación de la presión vertical admisible de servicio*

Sin embargo, la ecuación utiliza  $N_{SPT}$ . Como en este caso las pruebas se han realizado con el método D.P.S.H, es necesario convertir las unidades obtenidas con este método al de SPT.

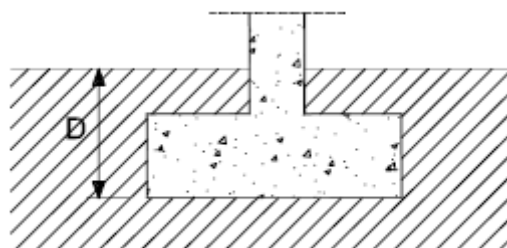
En un terreno arcilloso medio, Dapena (2000) ofrece el siguiente ajuste:

$$N_{SPT} = 13 * \log(N_{DPSH}) - 2$$

$$N_{SPT} = 13 * \log(60) - 2 = 21$$

$$q_D = 8 * N_{SPT} * \left[1 + \frac{D}{3B}\right] * \left(\frac{S_t}{25}\right) * \left(\frac{B + 0.3}{B}\right)^2 \text{ kN/m}^2$$

La profundidad "D" para una zapata aislada, según el anejo F. será:



a) Zapata aislada

*Ilustración 7. Profundidad "D" de zapata aislada*

Si se considera una capa de relleno por encima de la zapata de 40 cm, la profundidad de las zapatas de los pilares intermedios sería de  $125+40 = 165$  cm = 1.65 m.

El ancho de la zapata "B" es 3 m.

El asiento total admisible ese considerará en 23 mm (en la ecuación debe estar en mm).

$$q_D = 8 * 21 * \left[ 1 + \frac{1.65}{3 * 3} \right] * \left( \frac{23}{25} \right) * \left( \frac{3 + 0.3}{3} \right)^2 \text{ kN/m}^2 = 221.3 \text{ kN/m}^2$$

La tensión admisible del terreno será de **221.3 kN/m<sup>2</sup>** a la profundidad del apoyo de las zapatas de los pilares intermedios.

Los materiales presentes en la parcela son fáciles de excavar, por lo que el arranque y carga de materiales se puede realizar con medios mecánicos convencionales.

BÉJAR, JULIO DE 2021.

Fdo.

Francisco José Hernández Gallego.

Ingeniero mecánico.

# CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

ANEJO 3

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

## Contenido

1	CÁLCULO DE LAS CORREAS .....	1
2	HIPÓTESIS DE LOS PILARES .....	19
3	HIPÓTESIS DE LOS DINTELES .....	26
4	CÁLCULO DEL PÓRTICO .....	36
4.1	DIMENSIONAMIENTO .....	44
4.1.1	DIMENSIONAMIENTO DE LOS PILARES .....	44
4.1.2	DIMENSIONAMIENTO DE LOS DINTELES .....	47
5	ESTUDIO DEL PÓRTICO DEL PRIMER PISO .....	48
5.1	DIMENSIONAMIENTO (I).....	56
5.1.1	DIMENSIONAMIENTO DE LOS PILARES .....	56
5.1.2	DIMENSIONAMIENTO DE LOS DINTELES .....	59
5.2	DIMENSIONAMIENTO (II).....	71
5.2.1	DIMENSIONAMIENTO DE LOS PILARES .....	71
5.2.2	DIMENSIONAMIENTO DE LOS DINTELES .....	73
6	CIMENTACIONES .....	78
6.1	COMPROBACIÓN AL VUELCO .....	85
6.2	COMPROBACIÓN DE TENSIONES EN EL TERRENO.....	86
6.3	COMPROBACIÓN EHE .....	87
6.4	CÁLCULO DEL ARMADO DE LA ZAPATA .....	87
7	UNIONES.....	96
7.1	UNIÓN PILAR-DINTEL.....	98
7.2	UNIÓN DINTEL-DINTEL.....	102
7.3	PLACA DE ANCLAJE .....	103
7.4	UNIÓN PLACA DE ANCLAJE-ZAPATA .....	110
7.5	UNIÓN PILAR-PLACA DE ANCLAJE .....	116

En este apartado, se realiza el cálculo estructural en cumplimiento de:

- DB SE.
- DB SE-A (Acero).
- DB SE-AE (Acciones en la edificación).
- DB SE-C (Cimientos).

Se realizará un estudio de las dimensiones de todos los elementos, comprobando su eficacia global frente a las acciones a las que pueda estar sometida la estructura, y puntual, comprobando la resistencia de barras y apoyos.

## 1 CÁLCULO DE LAS CORREAS

- Correas separadas 1.2 m.
- Se estudiarán correas a 1 vano (5 m).
- Pendiente de  $9.46^\circ$ .
- Acero IPE S275.
- Panel sándwich: chapa grecada de 80mm, acero 0,8mm  $\rightarrow 0.12 \text{ kN/m}^2$
- Consideración inicial: IPE 120  $\rightarrow 0.104 \text{ kN/m}$
- **Sobrecarga de uso**  $\rightarrow$  DB-SE-AE. Tabla 3.1  $\rightarrow$  categoría de uso G.1

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)(5)</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

Tabla 1. Valores característicos de las sobrecargas de uso.

- (3): Para cubiertas con una inclinación entre  $20^\circ$  y  $40^\circ$ , el valor de  $q_k$  se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.

- (4): El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

- (7): Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

- Carga uniforme  $\rightarrow 0.4 \text{ kN}/\text{m}^2$  (proyección horizontal)
- Carga concentrada  $\rightarrow 1 \text{ kN}$ .

- **Nieve**

Punto 3.5.1  $\rightarrow$  Apartado 2  $\rightarrow$  Ec. 3.2  $\rightarrow q_n = \mu * S_k$

$\mu \rightarrow$  Apartado 3.5.3  $\rightarrow$  Cubierta menor de  $30^\circ \rightarrow \mu = 1$

$S_k \rightarrow$  Apartado 3.5.2  $\rightarrow$  Anejo E

Alcorcón:



Ilustración 1. Zonas climáticas de invierno.

- Zona invernal 4.
- Altitud de 718 msnm

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	-	-	-	-	-

Tabla 2. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal  $kN/m^2$

$$\frac{718 - 700}{800 - 700} = \frac{S_k - 0.6}{0.8 - 0.6} \rightarrow S_k = 0.636 \text{ kN/m}^2$$

Entonces:

$$q_n = 1 * 0.636 \text{ kN/m}^2 = 0.636 \text{ kN/m}^2$$

- **Viento**

La carga del viento se obtiene del apartado 3.3.2, ecuación 3.1:

$$q_e = q_b * C_e * C_p$$

- $q_b \rightarrow$  Anejo D  $\rightarrow$  D.1 Apartado 4  $\rightarrow$  Zona A  $\rightarrow 0.42 \text{ kN/m}^2$



- 4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de  $0,42 \text{ kN/m}^2$ ,  $0,45 \text{ kN/m}^2$  y  $0,52 \text{ kN/m}^2$  para las zonas A, B y C de dicho mapa.

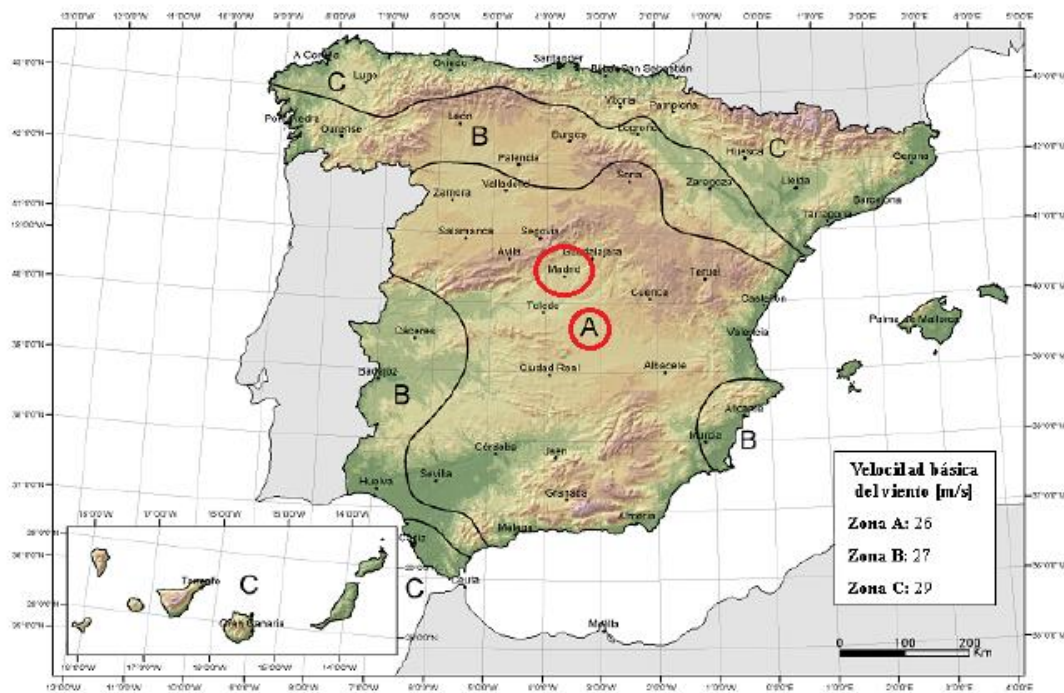


Ilustración 2. Valor básico de la velocidad del viento.

- $C_e \rightarrow$  Apartado 3.3.3  $\rightarrow$  Tabla 3.4  $\rightarrow$  Zona IV
  - $H \text{ 2}^\circ \text{ Correa} = 9.20\text{m} \rightarrow C_e = 1.71$
  - $H \text{ 18}^\circ \text{ Correa} = 11.37\text{m} \rightarrow C_e = 1.86$

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
<b>IV Zona urbana en general, industrial o forestal</b>	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

Tabla 3. Valores del coeficiente de exposición

- $C_p \rightarrow$  Apartado 3.3.5  $\rightarrow$  Punto 3  $\rightarrow$  Existe  $C_{p_{ext}}$  y  $C_{p_{int}}$

Para calcular el coeficiente de presión interior ( $C_{p_{int}}$ ) se necesita conocer el área de succión:

- Zona 1  $\rightarrow$  Puerta ( $20 \text{ m}^2$ ) + ventana ( $105 \text{ m}^2$ ) =  $125 \text{ m}^2$ .

- Zona 2 → Puerta ( $25 \text{ m}^2$ ) + ventana ( $45 \text{ m}^2$ ) =  $70 \text{ m}^2$ .
- Zona 3 → Puerta ( $20 \text{ m}^2$ ) + ventana ( $105 \text{ m}^2$ ) =  $125 \text{ m}^2$ .
- Zona 4 → Puerta ( $20 \text{ m}^2$ )

TOTAL =  $340 \text{ m}^2$

Se calcula el  $C_{p_{int}}$  → Tabla 3.6

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio											
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	

Tabla 4. Coeficientes de presión interior

- Zona 1

$$\frac{h}{b} = \frac{11.5}{30} = 0.38 \leq 1$$

$$\frac{A_{succión}}{A_{total}} = \frac{125}{340} = 0.368$$

$$C_{p_{int(1)}} = \mathbf{0.332}$$

- Zona 2

$$\frac{h}{b} = \frac{9}{90} = 0.1 \leq 1$$

$$\frac{A_{succión}}{A_{total}} = \frac{20}{340} = 0.06$$

$$C_{p_{int(2)}} = \mathbf{0.7}$$

- Zona 3

$$\frac{h}{b} = \frac{11.5}{30} = 0.38 \leq 1$$

$$\frac{A_{succión}}{A_{total}} = \frac{125}{340} = 0.368$$

$$C_{p_{int(3)}} = C_{p_{int(1)}} = \mathbf{0.332}$$

- Zona 4

$$\frac{h}{b} = \frac{9}{90} = 0.1 \leq 1$$

$$\frac{A_{succión}}{A_{total}} = \frac{70}{340} = 0.206$$

$$C_{p_{int(4)}} = 0.558$$

Se calcula el  $C_{p_{ext}}$  → Anejo D.3

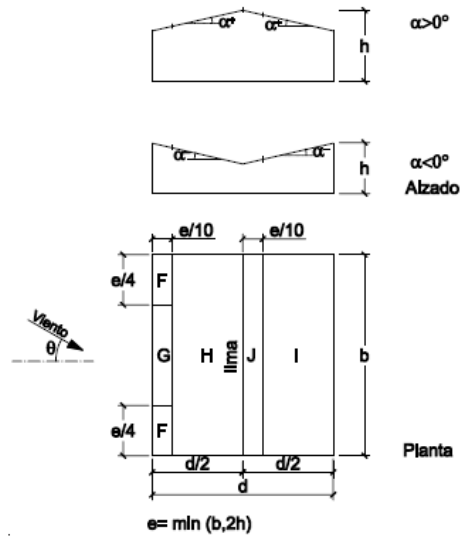
- Viento  $Z_1$  y  $Z_3$

Pendiente de la cubierta → 9.46°

$$A (m^2) = 5 \cdot 1.2 = 6 m^2$$

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas

a) Dirección del viento  $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	-0,6
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
60°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	≥ 10	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

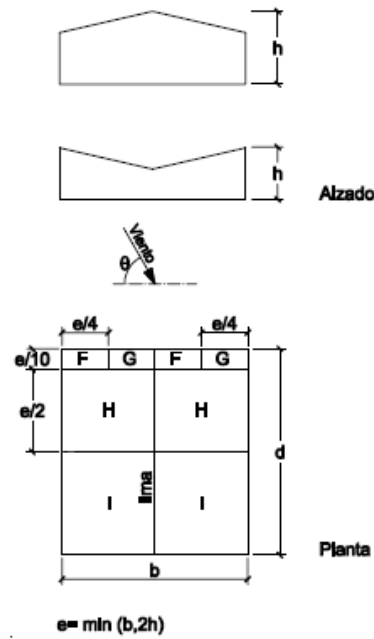
Tabla 5. Coeficientes de presión exterior para cubierta a dos aguas. Viento por zona 1

	F	G	H	I	J
<b>Cpe,1</b>	-2.28	-1.78	-0.8	-0.51	-0.56
	0.09	0.09	0.09	-0.33	-0.33
<b>Cpe,10</b>	-1.34	-1.02	-0.47	-0.51	-0.34
	0.09	0.09	0.09	-0.33	-0.33
<b>Cpe,6</b>	-1.55	-1.19	-0.54	-0.51	-0.39
	0.09	0.09	0.09	-0.33	-0.33

Tabla 6. Coeficiente de presión exterior para  $A=6m^2$

• Viento  $Z_2$  y  $Z_4$

b) Dirección del viento  $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	$\geq 10$	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	$\leq 1$	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	$\geq 10$	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	$\leq 1$	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	$\geq 10$	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	$\geq 10$	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	$\geq 10$	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	$\leq 1$	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	$\geq 10$	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	$\leq 1$	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	$\geq 10$	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	$\geq 10$	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	$\geq 10$	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	$\geq 10$	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

Tabla 7. Coeficientes de presión exterior para cubierta a dos aguas. Viento por zona 2.

	F	G	H	I
<b>Cpe,1</b>	-2.11	-2	-1.2	-0.56
<b>Cpe,10</b>	-1.47	-1.3	-0.66	-0.56
<b>Cpe,6</b>	-1.61	-1.46	-0.78	-0.56

Tabla 8.Tabla 5. Coeficiente de presión exterior para para A=6m<sup>2</sup>.

Se calcula la fuerza del viento sobre la cubierta:

- Viento Z<sub>1</sub> y Z<sub>3</sub> ( $q_e = q_b * C_e * C_p$ )

1º Hipótesis:

$$q_{eF} = 0.42 * 1.71 * (-1.55 - 0.332) = -1.35 \text{ kN/m}^2 \text{ (huecos abiertos)}$$

$$q_{eG} = 0.42 * 1.71 * (-1.19 - 0.332) = -1.1 \text{ kN/m}^2 \text{ (huecos abiertos)}$$

$$q_{eH} = 0.42 * 1.86 * (-0.54 - 0.332) = -0.68 \text{ kN/m}^2 \text{ (huecos abiertos)}$$

2º Hipótesis

$$q_{eF} = 0.42 * 1.71 * (0.09) = 0.065 \text{ kN/m}^2 \text{ (huecos cerrados)}$$

$$q_{eH} = 0.42 * 1.86 * (0.09) = 0.07 \text{ kN/m}^2 \text{ (huecos cerrados)}$$

- Viento Z<sub>2</sub>

Se utilizará un coeficiente común F-H y G-H, ya que la correa se sitúa en ambas zonas.

$$\text{Coeficiente común } F - H = \frac{(-1.61 * 2.3) + (-0.78 * 2.7)}{5} = -1.16$$

$$\text{Coeficiente común } G - H = \frac{(-1.46 * 2.3) + (-0.78 * 2.7)}{5} = -1.1$$

$$q_{eF-H} = 0.42 * 1.86 * (-1.16 - 0.7) = -1.45 \text{ kN/m}^2 \text{ (huecos abiertos)}$$

$$q_{eG-H} = 0.42 * 1.86 * (-1.1 - 0.7) = -1.41 \text{ kN/m}^2 \text{ (huecos abiertos)}$$

- Viento Z<sub>4</sub>

Se utilizarán los coeficientes F-H y G-H anteriores.

$$q_{eF-H} = 0.42 * 1.86 * (-1.16 - 0.588) = -1.37 \text{ kN/m}^2 \text{ (huecos abiertos)}$$

$$q_{eG-H} = 0.42 * 1.86 * (-1.1 - 0.588) = -1.32 \text{ kN/m}^2 \text{ (huecos abiertos)}$$

Se estudia la correa en ELU:

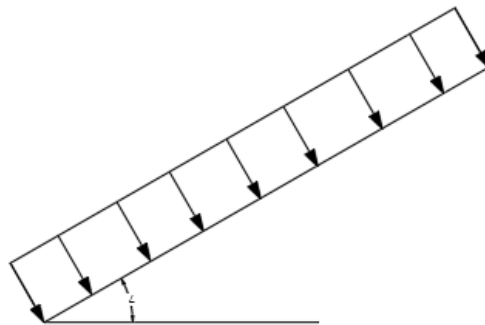
Acción	Tipo	Valor Unitario (kN/m <sup>2</sup> )	Franja de Carga (m)	Carga (kN/m)	$\gamma$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_3$	$\psi_4$
P.P Panel	G	0.12	1.2	0.144	1.35	1	0.194	1	0.194
P.P Correa	G	-	-	0.104	1.35	1	0.14	1	0.14
Uso Uniforme	Q	0.4	1.2	0.48	1.5	1	0.72	0	0
Uso Concentrado	Q	1	-	1	1.5	1	1.5	0	0
Nieve	Q	0.636	1.2*cos(9.46)	0.75	1.5	0	0	1	1.13
Viento Presión	Q	0.07	1.2	0.084	1.5	0	0	0.6	0.076
Viento Succión	Q	-1.45	1.2	-1.74	1.5	0	0	0	0
G+Uso Concentrada							0.334+1.5		
G+Uso Uniforme							1.05		
G+Viento Presión+Nieve(Pri)							1.464*cos(9.46)+0.076=1.52		
G+Nieve+Viento Presión (Principal)								0.894*cos(9.46)+0.126=1	
G+Viento Succión									0.334*cos(9.46) + (-2.61) = -2.28

Tabla 9. Combinación de acciones para la correa en ELU

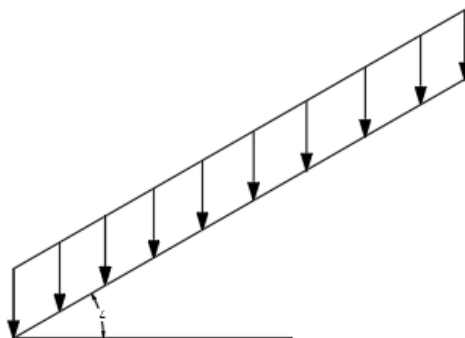
La combinación de acciones se ha realizado cumpliendo el DB-SE, ecuación 4.3.

Las combinaciones se han realizado teniendo en cuenta lo siguiente:

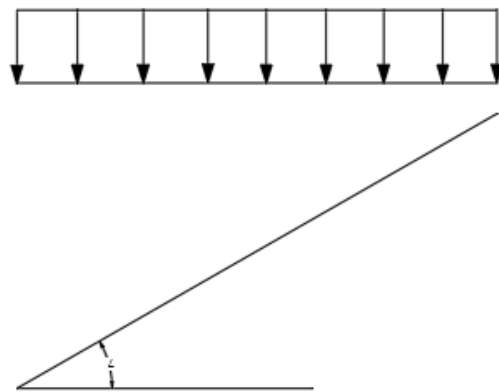
1. El viento actúa perpendicularmente a la superficie:



2. El peso propio es una acción gravitatoria:



3. La nieve y el uso son una acción gravitatoria y sobre proyección horizontal:



Se comprueba la clase de sección para el IPE 120 solicitado a flexión (S-275):

- Alma flectada

DB-SE-A → Tabla 5.3 → **Flexión simple.**

Geometría				
Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: $c/t$ máximo		
Compresión + Tracción -		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Compresión		33ε	38ε	42ε
Flexión simple		72ε	83ε	124ε
Flexocompresión $\psi \geq -1$		$\frac{390\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$
		$\alpha \geq 0,5$	$\alpha \geq 0,5$	

Tabla 10. Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos.

Si  $c/t \leq 72 \epsilon$ , el alma es clase 1.

$$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.9244$$

$$c = 120 - (2 * 6.3) = 107.4 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t} = \frac{107.4}{4.4} = 24.41$$

$$72\varepsilon = 72 * 0.9244 = 66.56$$

Como  $24.41 \leq 66.56$ , el alma es clase 1.

- Ala comprimida

DB-SE-A → Tabla 5.4 → **Compresión.**

		Geometría		
Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: c/t máximo		
Compresión + Tracción -		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Compresión		$9\varepsilon$	$10\varepsilon$	$14\varepsilon$
Flexocompresión; borde libre comprimido		$\frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$\frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$21\varepsilon\sqrt{k\sigma_1}$
Flexocompresión; borde libre traccionado		$\frac{9\varepsilon}{\alpha^{1.5}}$	$\frac{10\varepsilon}{\alpha^{1.5}}$	$21\varepsilon\sqrt{k\sigma_2}$

Tabla 11. Límite de esbeltez para elementos planos, apoyados en un borde y libre al otro, total o parcialmente comprimidos.

Si  $c/t \leq 9\varepsilon$ , el ala es clase 1.

$$c = \frac{64 - 4.4 - (2 * 7)}{2} = 22.8 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t} = \frac{22.8}{6.3} = 3.62$$

$$9\varepsilon = 8.32$$

Como  $3.62 \leq 8.32$ , el ala es clase 1.



Entonces, el IPE-120 solicitado a flexión es clase 1. Se puede calcular plástica y elásticamente.

Se verifica el perfil seleccionado en Estado Límite Último (ELU).

Se considera la sección solicitada a flexión simple esviada (flexión en los dos ejes principales de inercia).

- **Combinación de acciones permanentes + sobrecarga de uso concentrada.**

- **Carga en Z**  $\rightarrow 0.334 * \cos(9.46) + 1.5 * \cos(9.46) = 0.329 \text{ kN/m} + 1.48 \text{ kN}$

- **Carga en Y**  $\rightarrow 0.334 * \sin(9.46) + 1.5 * \sin(9.46) = 0.055 \text{ kN/m} + 0.247 \text{ kN}$

Para calcular el momento producido por estas acciones, aplicamos el principio de superposición:

- Distribuida, Y  $\rightarrow M_{Y1,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{0.329 * 5^2}{8} = 1.03 \text{ kNm}$

- Concentrada, Y  $\rightarrow M_{Y2,Ed} = \frac{q * l}{4} = \frac{1.48 * 5}{4} = 1.85 \text{ kNm}$

$$M_{Y,Ed} = M_{Y1,Ed} + M_{Y2,Ed} = 2.88 \text{ kNm}$$

- Distribuida, Z  $\rightarrow M_{Z1,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{0.055 * 5^2}{8} = 0.17 \text{ kNm}$

- Concentrada, Z  $\rightarrow M_{Z2,Ed} = \frac{q * l}{4} = \frac{0.247 * 5}{4} = 0.31 \text{ kNm}$

$$M_{Z,Ed} = M_{Z1,Ed} + M_{Z2,Ed} = 0.48 \text{ kNm}$$

Nótese que la carga en Z es la que produce el momento respecto al eje Y.

- **Combinación de acciones permanentes + sobrecarga de uso distribuida.**

- **Carga en Z**  $\rightarrow 1.05 * \cos(9.46) = 1.04 \text{ kN/m}$

- **Carga en Y**  $\rightarrow 1.05 * \sin(9.46) = 0.17 \text{ kN/m}$

Momentos:

$$M_{Y,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{1.04 * 5^2}{8} = 3.25 \text{ kNm}$$

$$M_{Z,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{0.17 * 5^2}{8} = 0.53 \text{ kNm}$$

- **Combinación de acciones permanentes + viento en presión + Nieve (principal).**

- **Carga en Z**  $\rightarrow 1.464 * \cos(9.46) + 0.076 = 1.52 \text{ kN/m}$

- **Carga en Y**  $\rightarrow 1.464 * \sin(9.46) = 0.24 \text{ kN/m}$

Momentos:

$$M_{Y,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{1.52 * 5^2}{8} = 4.75 \text{ kNm}$$

$$M_{Z,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{0.24 * 5^2}{8} = 0.75 \text{ kNm}$$

Se comprueba el perfil necesario → DB-SE-A → 6.2.6 “Resistencia de las secciones a flexión” → Ec. 6.8 →  $M_{EL,Rd} = W_{el} * f_{yd}$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{275}{1.05} = 261.9 \text{ N/mm}^2$$

$$W_{y,El} = \frac{M_{EL,Rd}}{f_{yd}} = \frac{4.75 * 10^6}{261.9} = 18136.7 \text{ mm}^3 = 18.14 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE} - 80$$

$$W_{z,El} = \frac{M_{EL,Rd}}{f_{yd}} = \frac{0.75 * 10^6}{261.9} = 2863.69 \text{ mm}^3 = 2.86 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE} - 80$$

- **Combinación de acciones permanentes + viento en presión (principal + Nieve).**

- **Carga en Z** →  $0.894 * \cos(9.46) + 0.126 = 1 \text{ kN/m}$
- **Carga en Y** →  $0.894 * \sin(9.46) = 0.147 \text{ kN/m}$

Momentos:

$$M_{Y,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{1 * 5^2}{8} = 3.125 \text{ kNm}$$

$$M_{Z,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{0.147 * 5^2}{8} = 0.46 \text{ kNm}$$

$$W_{y,El} = \frac{M_{EL,Rd}}{f_{yd}} = \frac{3.125 * 10^6}{261.9} = 11932 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE} - 80$$

$$W_{z,El} = \frac{M_{EL,Rd}}{f_{yd}} = \frac{0.46 * 10^6}{261.9} = 1756.39 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE} - 80$$

- **Combinación de acciones permanentes + viento en succión.**

- **Carga en Z** →  $0.334 * \cos(9.46) - 2.61 = -2.28 \text{ kN/m}$
- **Carga en Y** →  $0.334 * \sin(9.46) = 0.05 \text{ kN/m}$

Momentos:

$$M_{Y,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{-2.28 * 5^2}{8} = -7.125 \text{ kNm}$$

$$M_{Z,Ed} = \frac{q * l^2}{8} = \frac{0.05 * 5^2}{8} = 0.16 \text{ kNm}$$

$$w_{y,El} = \frac{M_{EL,Rd}}{f_{yd}} = \frac{-7.125 * 10^6}{261.9} = 27205 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE} - 100$$

$$w_{z,El} = \frac{M_{EL,Rd}}{f_{yd}} = \frac{0.16 * 10^6}{261.9} = 610 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE} - 80$$

Por tanto, la combinación más desfavorable es el de **acciones permanentes + viento en succión**. Se comprueba el perfil IPE-100.

DB-SE-A  $\rightarrow$  6.2.8 "Interacción de esfuerzos en secciones"  $\rightarrow$  Ec. 6.11:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1$$

$$w_{y,el} = 34.2 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow M_{el,Rdy} = 34.2 * 10^3 * 261.9 = 8.96 * 10^6 \text{ Nmm} = 8.96 \text{ kNm}$$

$$w_{z,el} = 5.79 * 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow M_{el,Rdz} = 5.79 * 10^3 * 261.9 = 1.52 * 10^6 \text{ Nmm} = 1.52 \text{ kNm}$$

De la ecuación 6.11:

$$\frac{7.125}{8.96} + \frac{0.16}{1.52} = 0.9 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple.}$$

Se comprueba la resistencia del perfil IPE-100  $\rightarrow$  Ec. 6.1

$$\sqrt{\sigma_{xd}^2 + \sigma_{zd}^2 - \sigma_{xd} * \sigma_{zd}} \leq f_{yd}, \text{ sustituyendo:}$$

$$\sqrt{\left(\frac{7.125 * 10^6}{34.2 * 10^3}\right)^2 + \left(\frac{0.16 * 10^6}{5.79 * 10^3}\right)^2 - \left(\frac{7.125 * 10^6}{34.2 * 10^3} * \frac{0.16 * 10^6}{5.79 * 10^3}\right)} = 195.98 \text{ N/mm}^2$$

$$195.98 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yd} = 261.9 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Cumple resistencia.}$$

Por tanto, se escoge el perfil **IPE-100**.

Se estudia la correa en ELS:

Acción	Tipo	Valor Unitario (kN/m <sup>2</sup> )	Franja de Carga (m)	Carga (kN/m)	$\psi_1$		$\psi_2$		$\psi_3$		$\psi_4$	
P.P Panel	G	0.12	1.2	0.144	1	0.144	1	0.144	1	0.144	1	0.144
P.P Correa	G	-	-	0.104	1	0.104	1	0.104	1	0.104	1	0.104
Uso Uniform	Q	0.4	1.2	0.48	1	0.48	0	0	0	0	0	0
Uso Concent	Q	1	-	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Nieve	Q	0.636	1.2*cos(9.46)	0.75	0	0	1	0.75	0.5	0.375	0	0
Viento Presi	Q	0.07	1.2	0.084	0	0	0.6	0.05	1	0.084	0	0
Viento Succ	Q	-1.45	1.2	-1.74	0	0	0	0	0	0	1	-1.74
Concentrad					0.248+1.5							
Uniforme					0.728							
G+Viento Presión+Ni							1*cos(9.46)+0.05=1.04					
G+Nieve+Viento								0.623*cos(9.46)+0.084=0.7				
G+Viento Succión										0.248*cos(9.46) + (-1.74) = -1.5		

Tabla 12. Combinación de acciones para la correa en ELS

Se realiza la combinación de acciones características cumpliendo el apartado 4.3.2, ecuación 4.6. En este apartado no se utiliza el coeficiente de mayoración “ $\gamma$ ”.

Se comprueba la flecha: DB-SE  $\rightarrow$  4.3.3.1 “flechas”  $\rightarrow$  Caso C  $\rightarrow$  **Flecha máxima** =  $\frac{1}{300}$

- **Combinación de acciones permanentes + sobrecarga de uso concentrada.**

- **Carga en Z**  $\rightarrow 0.284 * \cos(9.46) + 1 * \cos(9.46) = 0.28 \text{ kN/m} + 0.986 \text{ kN}$

- **Carga en Y**  $\rightarrow 0.284 * \sin(9.46) + 1 * \sin(9.46) = 0.05 \text{ kN/m} + 0.16 \text{ kN}$

$$f_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{5000}{300} = 16.67 \text{ mm}$$

Flecha máxima con el IPE 100:

$$\text{– Carga distribuida} \left\{ \begin{array}{l} f_{max,z} = \frac{5}{384} * \frac{q_z * l^4}{E * I_y} = \frac{5}{384} * \frac{0.28 \text{ N/mm} * 5000^4 \text{ mm}^4}{210000 \text{ N/mm}^2 * 1.71 * 10^6 \text{ mm}^4} = 6.35 \text{ mm} \\ f_{max,y} = \frac{5}{384} * \frac{q_y * l^4}{E * I_z} = \frac{5}{384} * \frac{0.05 \text{ N/mm} * 5000^4 \text{ mm}^4}{210000 \text{ N/mm}^2 * 0.159 * 10^6 \text{ mm}^4} = 12.19 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$\text{– Carga concentrada} \left\{ \begin{array}{l} f_{max,z} = \frac{1}{48} * \frac{p_z * l^3}{E * I_y} = \frac{1}{48} * \frac{986 \text{ N} * 5000^3 \text{ mm}^3}{210000 \text{ N/mm}^2 * 1.71 * 10^6 \text{ mm}^4} = 7.15 \text{ mm} \\ f_{max,y} = \frac{1}{48} * \frac{p_y * l^3}{E * I_z} = \frac{1}{48} * \frac{160 \text{ N} * 5000^3 \text{ mm}^3}{210000 \text{ N/mm}^2 * 0.159 * 10^6 \text{ mm}^4} = 12.48 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Se suman las componentes (principio de superposición):

$$f_{max,z} = 6.35 + 7.15 = 13.5 \text{ mm} \leq f_{lim}$$

$$f_{max,y} = 12.19 + 12.48 = 24.67 \text{ mm} \geq f_{lim} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Se comprueba la deformación en todas las combinaciones para saber cuál es la más desfavorable antes de seleccionar otro perfil.

- **Combinación de acciones permanentes + sobrecarga de uso distribuida.**

- **Carga en Z**  $\rightarrow 0.728 * \cos(9.46) = 0.718 \text{ kN/m}$

- **Carga en Y**  $\rightarrow 0.728 * \sin(9.46) = 0.12 \text{ kN/m}$

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{max,z} = \frac{5}{384} * \frac{q_z * l^4}{E * I_y} = \frac{5}{384} * \frac{0.718 * 5000^4}{210000 * 1.71 * 10^6} = 16.27 \text{ mm} \leq f_{lim} \text{ (muy justo)} \\ f_{max,y} = \frac{5}{384} * \frac{q_y * l^4}{E * I_z} = \frac{5}{384} * \frac{0.12 * 5000^4}{210000 * 0.159 * 10^6} = 29.25 \text{ mm} \geq f_{lim} \rightarrow \text{NO CUMPLE} \end{array} \right.$$

- **Combinación de acciones permanentes + viento en presión + Nieve (principal).**

- **Carga en Z**  $\rightarrow 1 * \cos(9.46) + 0.05 = 1.04 \text{ kN/m}$

- **Carga en Y**  $\rightarrow 1 * \text{sen}(9.46) = 0.164 \text{ kN/m}$

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{max,z} = \frac{5}{384} * \frac{q_z * l^4}{E * I_y} = \frac{5}{384} * \frac{1.04 * 5000^4}{210000 * 1.71 * 10^6} = 23.57 \text{ mm} \geq f_{lim} \rightarrow \text{NO CUMPLE} \\ f_{max,y} = \frac{5}{384} * \frac{q_y * l^4}{E * I_z} = \frac{5}{384} * \frac{0.164 * 5000^4}{210000 * 0.159 * 10^6} = 39.97 \text{ mm} \geq f_{lim} \rightarrow \text{NO CUMPLE} \end{array} \right.$$

- **Combinación de acciones permanentes + viento en presión (principal + Nieve).**

- **Carga en Z**  $\rightarrow 0.623 * \cos(9.46) + 0.084 = 0.7 \text{ kN/m}$

- **Carga en Y**  $\rightarrow 0.623 * \text{sen}(9.46) = 0.1 \text{ kN/m}$

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{max,z} = \frac{5}{384} * \frac{q_z * l^4}{E * I_y} = \frac{5}{384} * \frac{0.7 * 5000^4}{210000 * 1.71 * 10^6} = 15.86 \text{ mm} \leq f_{lim} \\ f_{max,y} = \frac{5}{384} * \frac{q_y * l^4}{E * I_z} = \frac{5}{384} * \frac{0.1 * 5000^4}{210000 * 0.159 * 10^6} = 24.37 \text{ mm} \geq f_{lim} \rightarrow \text{NO CUMPLE} \end{array} \right.$$

- **Combinación de acciones permanentes + viento en succión.**

- **Carga en Z**  $\rightarrow 0.248 * \cos(9.46) - 1.74 = -1.5 \text{ kN/m}$

- **Carga en Y**  $\rightarrow 0.248 * \text{sen}(9.46) = 0.04 \text{ kN/m}$

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{max,z} = \frac{5}{384} * \frac{q_z * l^4}{E * I_y} = \frac{5}{384} * \frac{1.5 * 5000^4}{210000 * 1.71 * 10^6} = 34 \text{ mm} \geq f_{lim} \rightarrow \text{NO CUMPLE} \\ f_{max,y} = \frac{5}{384} * \frac{q_y * l^4}{E * I_z} = \frac{5}{384} * \frac{0.04 * 5000^4}{210000 * 0.159 * 10^6} = 9.75 \text{ mm} \leq f_{lim} \end{array} \right.$$

El perfil IPE-100 no cumple el límite de deformación en ninguno de sus ejes. Se comprueba un perfil IPE-120 para la combinación de acciones que produce una deformación mayor.

En el eje fuerte, la mayor sollicitación es la de succión, y en el eje débil, viento en presión + nieve (principal).

- **Combinación de acciones permanentes + viento en succión.**

$$f_{max,z} = \frac{5}{384} * \frac{q_z * l^4}{E * I_y} = \frac{5}{384} * \frac{1.5 * 5000^4}{210000 * 3.18 * 10^6} = 18.28 \text{ mm} \geq f_{lim} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Sigue superando el límite.

Se comprueba un perfil mayor (IPE-140)

$$f_{max,z} = \frac{5}{384} * \frac{q_z * l^4}{E * I_y} = \frac{5}{384} * \frac{1.5 * 5000^4}{210000 * 5.41 * 10^6} = 10.74 \text{ mm} \leq f_{lim}$$

Se comprueba el eje débil:

- **Combinación de acciones permanentes + viento en presión + Nieve (principal).**

$$f_{max,y} = \frac{5}{384} * \frac{q_y * l^4}{E * I_z} = \frac{5}{384} * \frac{0.164 * 5000^4}{210000 * 0.449 * 10^6} = 14.15 \text{ mm} \leq f_{lim}$$

**Por tanto, se pueden disponer perfiles IPE-140 como correas. No son necesarias tirantillas.**

Sin embargo, las correas pueden disponerse a dos vanos, con el objetivo de reducir la flecha máxima y el perfil seleccionado.

Conociendo la combinación de acciones más desfavorable para la correa, se puede realizar un cálculo para disponer de correas a dos vanos, solamente comprobando esta combinación.

Se comprueba si sirve un perfil IPE 120 a dos vanos.

La flecha para una viga a dos vanos es:

$$f = \frac{k_2 * q \left( \frac{kN}{m} \right) * L^4 (m)}{I (cm^4)}$$

El coeficiente  $k_2$  se obtiene de la siguiente tabla:

Coeficiente	1 vano	2 vanos	3 vanos	4 vanos	5 vanos	6 o más vanos
$k_1$	0,125	-0,125	-0,0999	-0,1071	-0,1052	-0,1058
$k_2$	6,247	2,629	3,325	3,128	3,179	3,166

Tabla 13. Obtención del coeficiente  $k_2$

Entonces:

$$f_{max,z} = \frac{k_2 * q_z * L^4}{I_y} = \frac{2.629 * 1.5 * 5^4}{318} = 7.75 \text{ mm} \leq f_{lim} = 16.67 \text{ mm} \rightarrow \text{Cumple}$$

$$f_{max,y} = \frac{k_2 * q_y * L^4}{I_z} = \frac{2.629 * 0.164 * 5^4}{27.7} = 9.73 \text{ mm} \leq f_{lim} = 16.67 \text{ mm} \rightarrow \text{Cumple}$$

**Por tanto, se pueden disponer perfiles IPE-120 a dos vanos como correas en las zonas donde sea posible, y donde sea necesario colocar correas a un único vano, se colocarán correas IPE-140.**

## 2 HIPÓTESIS DE LOS PILARES

- Pilares separados 5m.
- Acero S-275

- Viento

La carga del viento se obtiene del apartado 3.3.2, ecuación 3.1:

$$q_e = q_b * C_e * C_p$$

- $q_b \rightarrow$  Anejo D  $\rightarrow$  D.1 Apartado 4  $\rightarrow$  Zona A  $\rightarrow 0.42 \text{ kN/m}^2$
- $C_e \rightarrow$  Apartado 3.3.3  $\rightarrow$  Tabla 3.4  $\rightarrow$  Zona IV
  - $H_{media}$  Pilares laterales = 4.5m  $\rightarrow C_e = 1.35$
  - $H_{media}$  Pilares hastiales = 5.34m  $\rightarrow C_e = 1.38$
- $C_p \rightarrow$  Apartado 3.3.5  $\rightarrow$  Punto 3  $\rightarrow$  Existe  $C_{p_{ext}}$  y  $C_{p_{int}}$

Para calcular el coeficiente de presión interior ( $C_{p_{int}}$ ) se necesita conocer el área de succión:

- Zona 1  $\rightarrow$  Puerta ( $20 \text{ m}^2$ ) + ventana ( $105 \text{ m}^2$ ) =  $125 \text{ m}^2$ .
- Zona 2  $\rightarrow$  Puerta ( $25 \text{ m}^2$ ) + ventana ( $45 \text{ m}^2$ ) =  $70 \text{ m}^2$ .
- Zona 3  $\rightarrow$  Puerta ( $20 \text{ m}^2$ ) + ventana ( $105 \text{ m}^2$ ) =  $125 \text{ m}^2$ .
- Zona 4  $\rightarrow$  Puerta ( $20 \text{ m}^2$ )

TOTAL =  $340 \text{ m}^2$

Se calcula el  $C_{p_{int}}$   $\rightarrow$  Tabla 3.6

- Zona 1

$$\frac{h}{b} = \frac{11.5}{30} = 0.38 \leq 1$$

$$\frac{A_{succión}}{A_{total}} = \frac{125}{340} = 0.368$$

$$C_{p_{int(1)}} = 0.332$$

- Zona 2

$$\frac{h}{b} = \frac{9}{90} = 0.1 \leq 1$$

$$\frac{A_{succión}}{A_{total}} = \frac{20}{340} = 0.06$$

$$C_{p_{int(2)}} = 0.7$$



- Zona 3

$$\frac{h}{b} = \frac{11.5}{30} = 0.38 \leq 1$$

$$\frac{A_{succión}}{A_{total}} = \frac{125}{340} = 0.368$$

$$C_{p_{int(3)}} = C_{p_{int(1)}} = \mathbf{0.332}$$

- Zona 4

$$\frac{h}{b} = \frac{9}{90} = 0.1 \leq 1$$

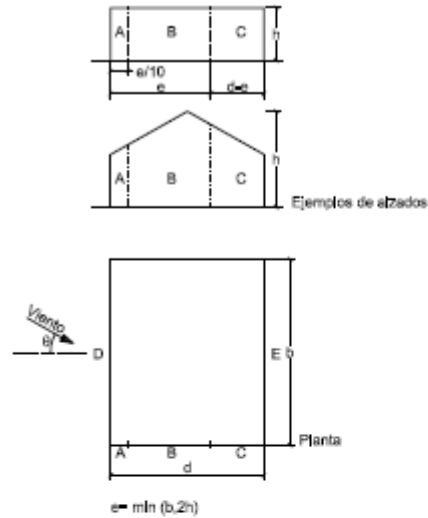
$$\frac{A_{succión}}{A_{total}} = \frac{70}{340} = 0.206$$

$$C_{p_{int(4)}} = \mathbf{0.558}$$

Se calcula el  $C_{p_{ext}}$  → **Anejo D.3.** Se diferencia entre pilares laterales y hastiales.

- **Pilares laterales**
- Viento  $Z_1$  y  $Z_3$

Tabla D.3 Paramentos verticales



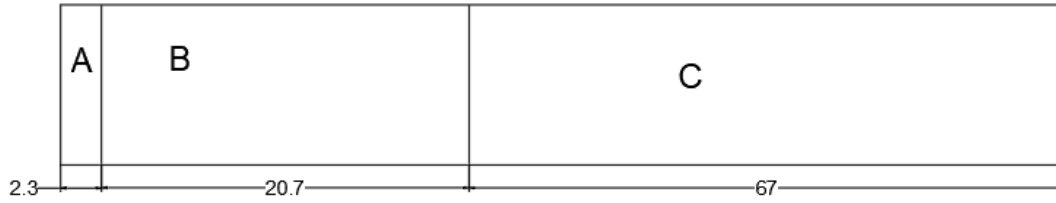
A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	≤ 0,25	-	-	-	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5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

Tabla 14. Coeficientes de presión exterior para paramentos verticales.

$$\begin{cases} A (m^2) = 5 * 9 = 45m^2 \\ h/d = 11.5/30 = 0.383 \end{cases} \rightarrow \text{Interpolación en la tabla} \rightarrow \begin{cases} C_{p_{ext,D}} = 0.718 \\ C_{p_{ext,E}} = -0.335 \end{cases}$$

- Viento  $Z_2$  y  $Z_4$

Pilares situados en zonas A, B y C. Se calcula el ancho de cada superficie para comprobar si alguno es nulo.



$$e = \min(b, 2h) = \min(30, 2 * 11.5) = 23$$

$$A = 45m^2$$

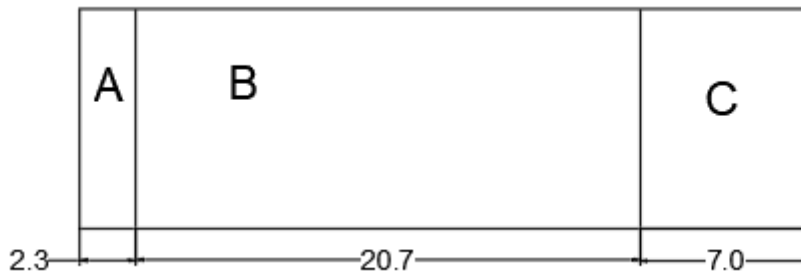
$$h/d = 9/90 = 0.1 \leq 0.25$$

$$\begin{cases} C_{p_{ext,A}} = -1.2 \\ C_{p_{ext,B}} = -0.8 \\ C_{p_{ext,C}} = -0.5 \end{cases}$$

- **Pilares hastiales**

- Viento  $Z_1$  y  $Z_3$

Pilares en zonas A, B y C. Se calcula el ancho de cada superficie:



$$e = \min(b, 2h) = \min(90, 2 * 11.5) = 23$$

$$\begin{cases} C_{p_{ext,A}} = -1.2 \\ C_{p_{ext,B}} = -0.8 \\ C_{p_{ext,C}} = -0.5 \end{cases}$$

- Viento  $Z_2$  y  $Z_4$

Pilares situados en zonas D y E

$$A = 45m^2$$

$$h/d = 9/90 = 0.1 \leq 0.25$$

$$\begin{cases} C_{p_{ext,D}} = 0.7 \\ C_{p_{ext,E}} = -0.3 \end{cases}$$

A continuación, se estudian las distintas hipótesis de los pilares en función del viento:

- **Pilares laterales**

- Viento  $Z_1$  y  $Z_3$  ( $q_e = q_b * C_e * C_p$ )

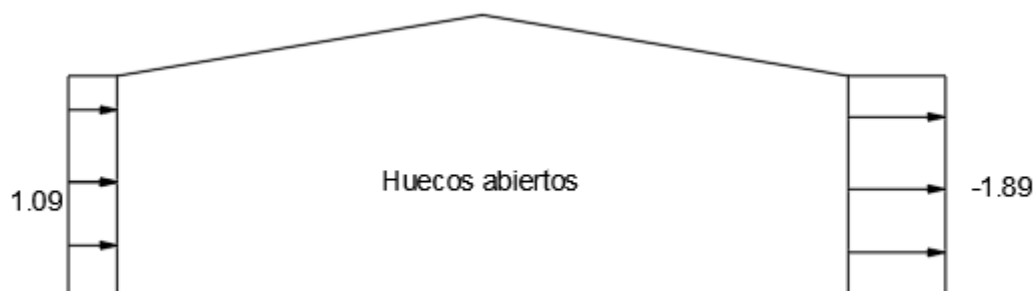
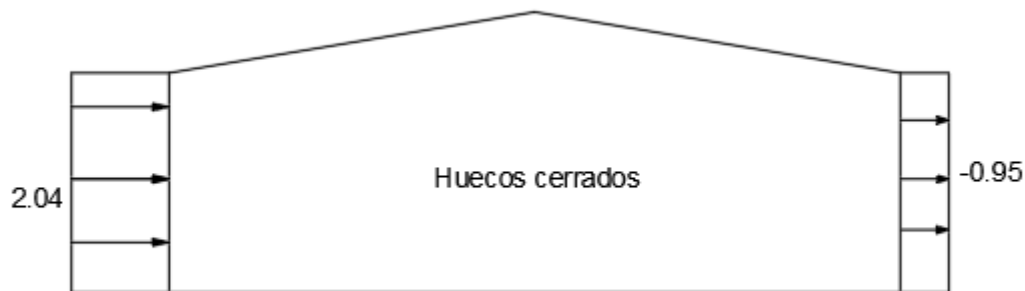
$$q_{e,D} = 0.42 * 1.35 * 0.718 = 0.407 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = 2.04 \text{ kN/m (huecos cerrados)}$$

$$q_{e,D} = 0.42 * 1.35 * (0.718 - 0.332) = 0.219 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = 1.09 \text{ kN/m (abiertos)}$$

$$q_{e,E} = 0.42 * 1.35 * (-0.335) = -0.19 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -0.95 \text{ kN/m (cerrados)}$$

$$q_{e,E} = 0.42 * 1.35 * (-0.335 - 0.332) = -0.378 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -1.89 \text{ kN/m (cerrados)}$$

Todos los valores se representan en  $\text{kN/m}$



- Viento  $Z_4$

En este caso, hay pilares en 3 superficies, A, B y C. Se optará por el valor de la zona B para quedar del lado de la seguridad.  $C_{p_{ext,B}} = -0.8$

A pesar de que la zona A tiene el coeficiente mayor (-1.2) no cubre la franja de carga de ningún pilar. La franja de carga del primer pilar es de 2.5m, y la zona A tiene una longitud de 2.3m.

$$q_{e,B} = 0.42 * 1.35 * (-0.8) = -0.45 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -2.27 \text{ kN/m (huecos cerrados)}$$

$$q_{e,B} = 0.42 * 1.35 * (-0.8 - 0.588) = -0.79 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -3.93 \text{ kN/m (abiertos)}$$



- Viento  $Z_2$

Al igual que en la zona 4, se usa el valor de la zona B:  $C_{p_{ext,B}} = -0.8$

$$q_{e,B} = 0.42 * 1.35 * (-0.8) = -0.45 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -2.27 \text{ kN/m (huecos cerrados)}$$

$$q_{e,B} = 0.42 * 1.35 * (-0.8 - 0.7) = -0.851 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -4.25 \text{ kN/m (abiertos)}$$

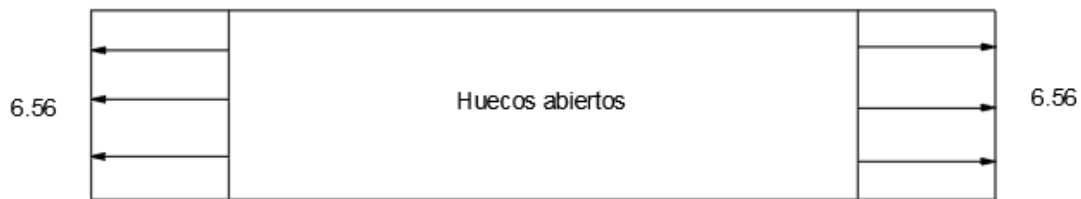


### - Pilares hastiales

- Viento  $Z_1$  y  $Z_3$

Se calcula con el coeficiente de la zona B, por ser el más desfavorable.

$$q_{e,B} = 0.42 * 1.38 * (-0.8 - 0.332) = -0.656 \text{ kN/m}^2 * 10\text{m} = -6.56 \text{ kN/m (abiertos)}$$



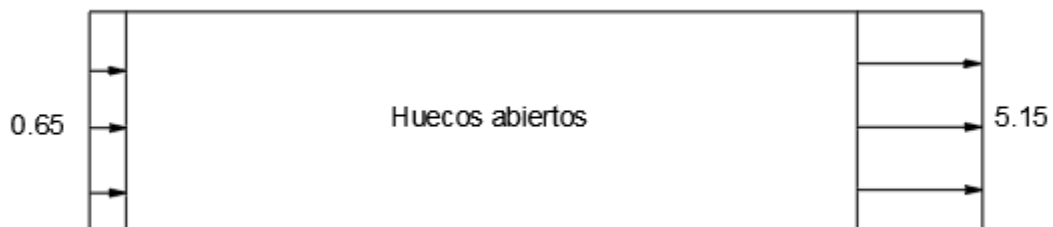
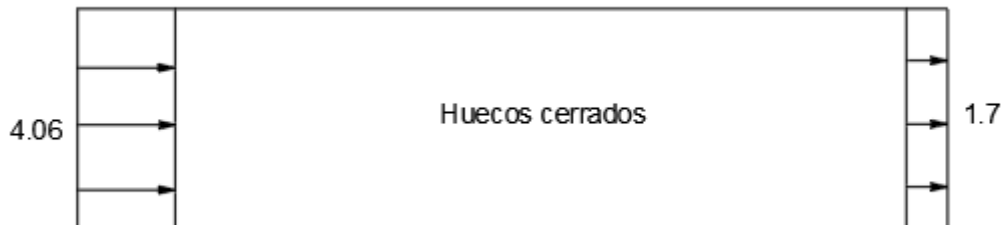
- Viento  $Z_4$

$$q_{e,D} = 0.42 * 1.38 * (0.7) = 0.406 \text{ kN/m}^2 * 10\text{m} = 4.06 \text{ kN/m (cerrados)}$$

$$q_{e,D} = 0.42 * 1.38 * (0.7 - 0.588) = 0.065 \text{ kN/m}^2 * 10\text{m} = 0.65 \text{ kN/m (abiertos)}$$

$$q_{e,E} = 0.42 * 1.38 * (-0.3) = -0.17 \text{ kN/m}^2 * 10\text{m} = -1.7 \text{ kN/m (cerrados)}$$

$$q_{e,E} = 0.42 * 1.38 * (-0.3 - 0.588) = -0.51 \text{ kN/m}^2 * 10\text{m} = -5.15 \text{ kN/m (abiertos)}$$



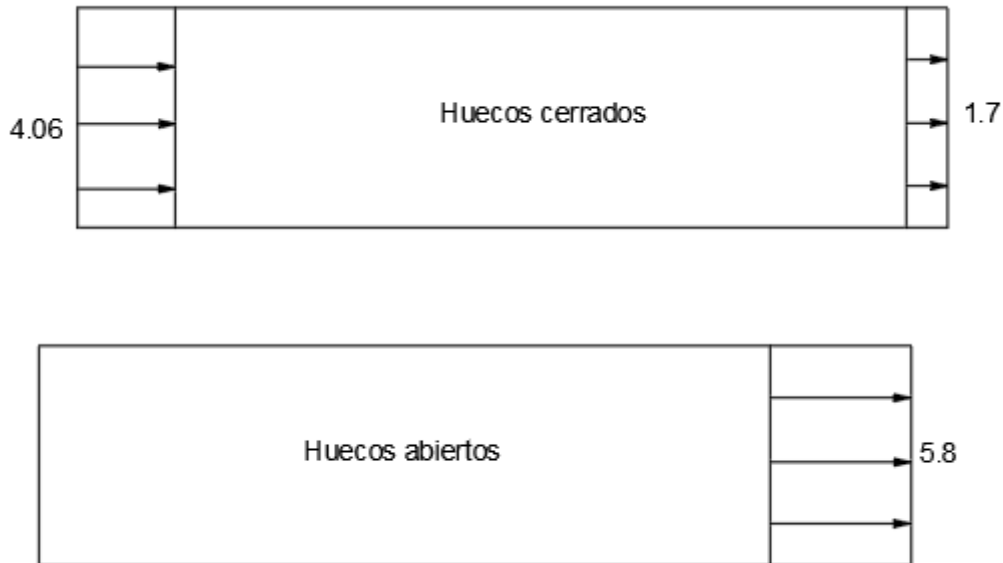
- Viento  $Z_2$

$$q_{e,D} = 0.42 * 1.38 * (0.7) = 0.406 \text{ kN/m}^2 * 10\text{m} = 4.06 \text{ kN/m (cerrados)}$$

$$q_{e,D} = 0.42 * 1.38 * (0.7 - 0.7) = 0 \text{ kN/m (abiertos)}$$

$$q_{e,E} = 0.42 * 1.38 * (-0.3) = -0.17 \text{ kN/m}^2 * 10\text{m} = -1.7 \text{ kN/m (cerrados)}$$

$$q_{e,E} = 0.42 * 1.38 * (-0.3 - 0.7) = -0.58 \text{ kN/m}^2 * 10\text{m} = -5.8 \text{ kN/m (abiertos)}$$



### 3 HIPÓTESIS DE LOS DINTELES

- Dinteles separados 5m.
- $L=15.21\text{m}$ .
- Acero S-275

Se calculan las acciones sobre los dinteles:

- **Sobrecarga de uso**

DB-SE-AE → Tabla 3.1 → Categoría de uso G.1

- Carga uniforme →  $0.4 \text{ kN/m}^2$  (proyección horizontal)
- Carga concentrada → 1 kN.

- **Nieve**

Punto 3.5.1 → Apartado 2 → Ec. 3.2 →  $q_n = \mu * S_k$

$\mu$  → Apartado 3.5.3 → Cubierta menor de  $30^\circ$  →  $\mu = 1$

$S_k$  → Apartado 3.5.2 → Anejo E

Alcorcón:

- Zona invernal 4.
- Altitud de 718 msnm

$$\frac{718 - 700}{800 - 700} = \frac{S_k - 0.6}{0.8 - 0.6} \rightarrow S_k = 0.636 \text{ kN/m}^2$$

Entonces:

$$q_n = 1 * 0.636 \text{ kN/m}^2 = 0.636 \text{ kN/m}^2$$

- **Viento**

La carga del viento se obtiene del apartado 3.3.2, ecuación 3.1:

$$q_e = q_b * C_e * C_p$$

- $q_b \rightarrow$  Anejo D  $\rightarrow$  D.1 Apartado 4  $\rightarrow$  Zona A  $\rightarrow 0.42 \text{ kN/m}^2$
- $C_e \rightarrow$  Apartado 3.3.3  $\rightarrow$  Tabla 3.4  $\rightarrow$  Zona IV

- $H_{media Dinteles} = \frac{11.5+9}{2} = 10.25\text{m} \rightarrow C_e = 1.78$

- $C_p \rightarrow$  Apartado 3.3.5  $\rightarrow$  Punto 3  $\rightarrow$  Existe  $C_{p_{ext}}$  y  $C_{p_{int}}$

El coeficiente de presión interior  $C_{p_{int}}$  se calculó anteriormente en la hipótesis de las correas:

$$C_{p_{int(1)}} = 0.332$$

$$C_{p_{int(2)}} = 0.7$$

$$C_{p_{int(3)}} = C_{p_{int(1)}} = 0.332$$

$$C_{p_{int(4)}} = 0.558$$

**Se calcula el  $C_{p_{ext}} \rightarrow$  Anejo D.6**

- Viento  $Z_1$  y  $Z_3$

$$\left\{ \begin{array}{l} A \text{ (m}^2\text{)} = 15.21 * 5 = 76\text{m}^2 \geq 10\text{m}^2 \\ \alpha = 9.46^\circ \rightarrow \text{Se interpola en la tabla} \end{array} \right.$$

$$\text{Zona F} \rightarrow \begin{cases} -1.34 \\ 0.09 \end{cases}$$

$$\text{Zona G} \rightarrow \begin{cases} -1.02 \\ 0.09 \end{cases}$$

$$\text{Zona H} \rightarrow \begin{cases} -0.47 \\ 0.09 \end{cases}$$

$$\text{Zona I} \rightarrow \begin{cases} -0.51 \\ -0.33 \end{cases}$$

$$\text{Zona J} \rightarrow \begin{cases} -0.34 \\ 0.33 \end{cases}$$

- Viento  $Z_2$  y  $Z_4$



Zona F → -1.47

Zona G → -1.3

Zona H → -0.66

Zona I → -0.56

Las longitudes de las zonas son iguales que en el caso de las correas.

A continuación, se estudian las distintas hipótesis de los dinteles en función del viento:

- Viento  $Z_1$  y  $Z_3$

En este caso, existen dinteles que pertenecen al mismo tiempo a diferentes zonas. Por ello, se usa un coeficiente único para dintel a barlovento, y otro, para dintel a sotavento.

Se usa la siguiente expresión:

$$C. \text{Único Zona}(X, Y) = \frac{A_x + A_y}{A_{total}}$$

$$C. \text{Único } F, G, H = \frac{(-1.34 * 2 * 2.3 * 5.75) + (-1.02 * 78.5 * 2.3) + (-0.47 * 90 * 12.7)}{90 * 15} \\ = -0.56$$

$$C. \text{Único } J, I = \frac{(-0.34 * 2.3 * 90) + (-0.51 * 12.7 * 90)}{90 * 15} = -0.48$$

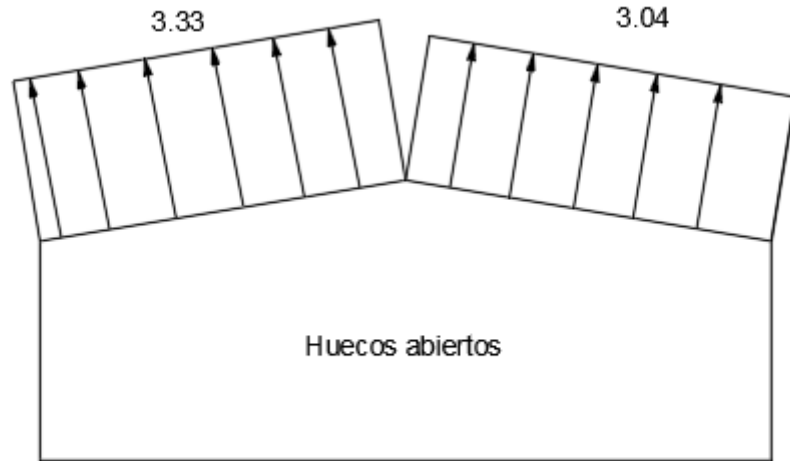
Los coeficientes anteriores sirven para la primera hipótesis. En el caso de la segunda hipótesis no es necesario, ya que los valores son iguales (F, G y H son iguales, y J e I también).

- **1º hipótesis**

$$q_{e,FGH} = 0.42 * 1.78 * (-0.56 - 0.332) = -0.67 \text{ kN/m}^2 * 5m = -3.33 \text{ kN/m (abiertos)}$$

$$q_{e,JI} = 0.42 * 1.78 * (-0.48 - 0.332) = -0.61 \text{ kN/m}^2 * 5m = -3.04 \text{ kN/m (abiertos)}$$

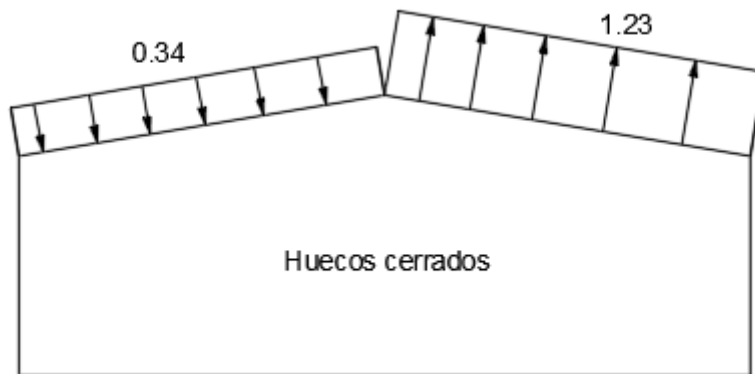
No se realiza la hipótesis con huecos cerrados, porque se obtendrían valores de succión más favorables.



- **2º hipótesis**

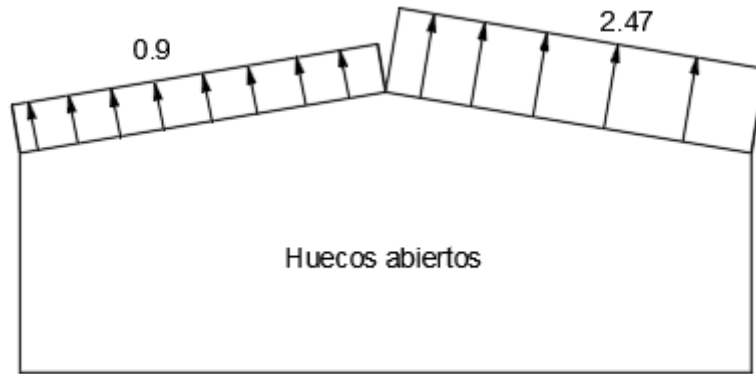
$$q_{e,FGH} = 0.42 * 1.78 * 0.09 = 0.07 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = 0.34 \text{ kN/m (cerrados)}$$

$$q_{e,JI} = 0.42 * 1.78 * (-0.33) = -0.25 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -1.23 \text{ kN/m (cerrados)}$$



$$q_{e,FGH} = 0.42 * 1.78 * (0.09 - 0.332) = -0.18 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -0.9 \text{ kN/m (abiertos)}$$

$$q_{e,JI} = 0.42 * 1.78 * (-0.33 - 0.332) = -0.49 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -2.47 \text{ kN/m (abiertos)}$$

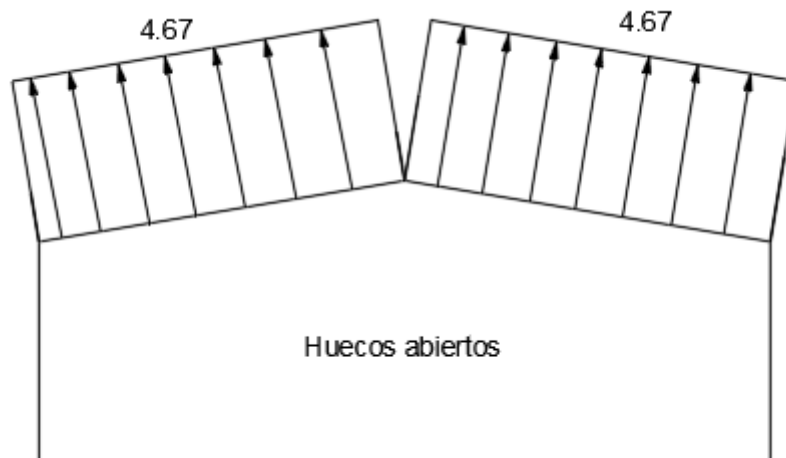


En este caso, se muestra que, con huecos cerrados, se tiene una hipótesis con una pequeña presión en zonas F G y H. En el resto de casos, el viento actúa en succión.

- Viento  $Z_4$

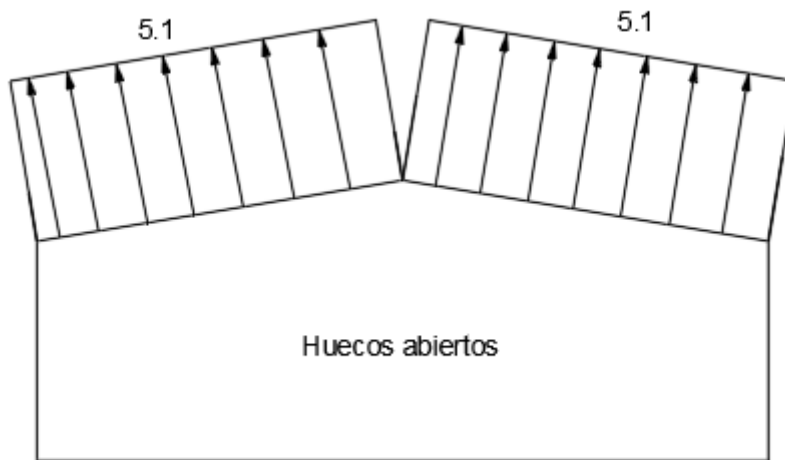
Se usará el coeficiente de la zona H, ya que es la zona más desfavorable para los dinteles con una franja de carga completa de 5 metros.

$$q_{e,H} = 0.42 * 1.78 * (-0.66 - 0.588) = -0.93 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -4.67 \text{ kN/m (abiertos)}$$



- Viento  $Z_2$

$$q_{e,H} = 0.42 * 1.78 * (-0.66 - 0.7) = -1.02 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -5.1 \text{ kN/m (abiertos)}$$



Se estudian los dinteles en E.L.U. Se realiza la combinación de acciones cumpliendo el DB-SE → Ec. 4.3

- Carga de las correas sobre el dintel

Cada correa apoya en dos dinteles:

- P.P. Correa IPE 140 = 0.129 kN/m
- En cada dintel apoyan 14 correas.

Se pasa esta carga puntual a una carga distribuida:

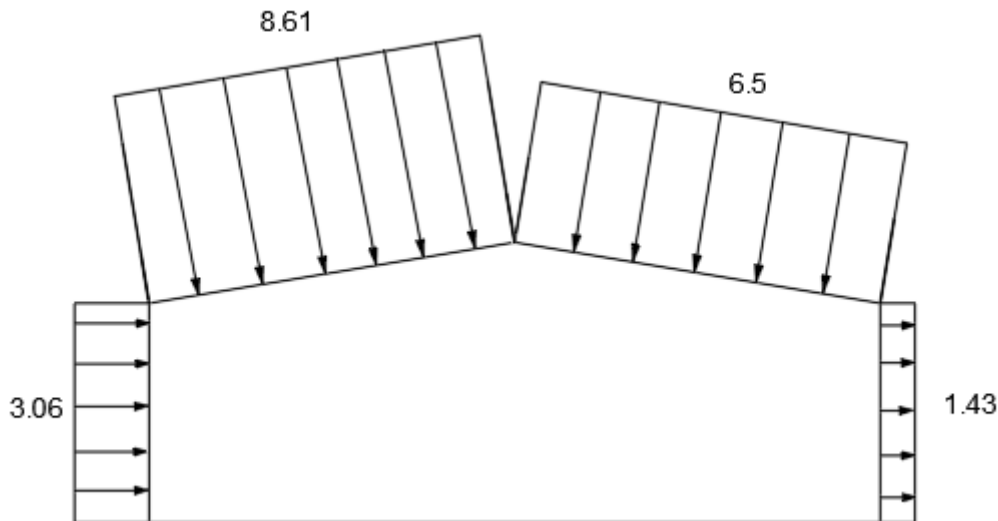
$$\text{Carga distribuida} = \frac{0.129 \text{ kN/m} * 5\text{m} * 14 \text{ correas}}{15.21\text{m}} = 0.594 \text{ kN/m}$$

Acción	Tipo	Valor Unitario (kN/m <sup>2</sup> )	Franja de Carga (m)	Carga (kN/m)	s	ψ1	ψ2	ψ3	ψ4				
P.P Panel	G	0.12	5	0.6	1.35	1	0.81	1	0.81	1	0.81	1	0.81
P.P Correa	G	-	-	0.594	1.35	1	0.8	1	0.8	1	0.8	1	0.8
P.P Dintel	G	-	-	1.55	1.35	1	2.09	1	2.09	1	2.09	1	2.09
Uso Uniforme	Q	0.4	5	2	1.5	1	3	0	0	0	0	0	0
Uso Concentrado	Q	1	-	1	1.5	1	1.5	0	0	0	0	0	0
Nieve	Q	0.636	5	3.14	1.5	0	0	1	4.71	0.5	2.39	0	0
Viento Presión	Q	0.07	5	0.34	1.5	0	0	0.6	0.31	1	0.51	0	0
Viento Succión	Q	1.02	5	-5.1	1.5	0	0	0	0	0	0	1	-7.65
G+Uso Concentrada							3.7+1.5						
G+Uso Uniforme							6.7						
G+Viento Presión+Nieve (Principal)								8.41*cos(9.46)+0.31=8.61					
G+Nieve+Viento Presión (Principal)									6.09*cos(9.46)+0.51=6.52				
G+Viento Succión												3.7*cos(9.46) + (-7.65) = -4	

La tabla de combinación de acciones anterior muestra que la combinación de acciones más desfavorable para un dintel intermedio es **Nieve (principal) + Viento en presión.**

Esta hipótesis se da cuando el viento incide por zona 1 o zona 3, con huecos cerrados, 2º hipótesis. Para la hipótesis de viento por zona 1, con huecos cerrados, los pilares tienen una carga de viento de  $2.04 \text{ kN/m}$  a barlovento, y de  $-0.95 \text{ kN/m}$  a sotavento. Se multiplica por el coeficiente de mayoración de cargas de 1.5.

Por tanto, se tendría la siguiente hipótesis para el pórtico:



Por tanto, se tiene una presión en dinteles y el pilar izquierdo, mientras que en el pilar derecho se tiene succión. Esto implica que la carga no es simétrica, y el pórtico desplazará hacia la derecha.

En el cálculo analítico, se consideran dos tipos de hipótesis de viento: huecos abiertos y cerrados. Por ello, al considerarse huecos abiertos, el área de huecos en área de succión respecto al área total de huecos del edificio (dicha relación se ha utilizado para calcular el coeficiente de presión interior), quedará siempre por debajo de 0.6, y, por tanto, los coeficientes de presión interior serán siempre positivos, o lo que es lo mismo, siempre existirá presión interior, y nunca succión interior.

En cambio, el programa Cype considera hipótesis de presión interior y succión interior, cerrando los huecos a barlovento y abriéndolos a sotavento. Según Cype, esa es la combinación más desfavorable: viento en presión a  $180^\circ$  (o zona 3), con succión interior, y nieve como acción principal.

Para que el presente trabajo analítico se corresponda con el realizado en Cype, se realizará la misma hipótesis de Cype de manera analítica.

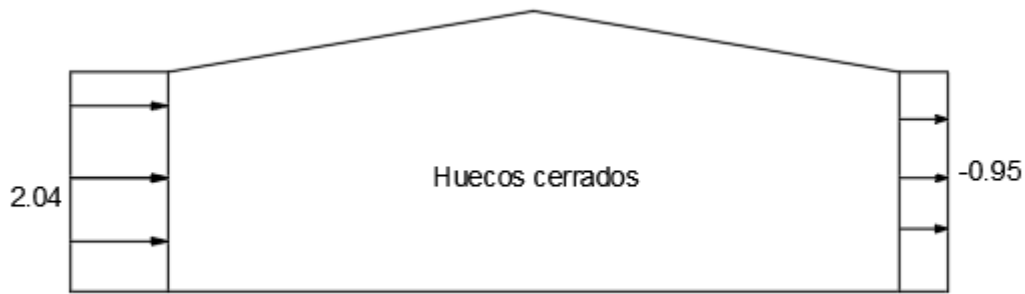
Se considerarán únicos los huecos de succión. Por tanto:

Tabla 3.6  $\rightarrow C_{p_{int}} = -0.5$

Para los pilares, se tenía la siguiente hipótesis como pésima:

$$q_{e,D} = 0.42 * 1.35 * 0.718 = 0.407 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = 2.04 \text{ kN/m (cerrados)}$$

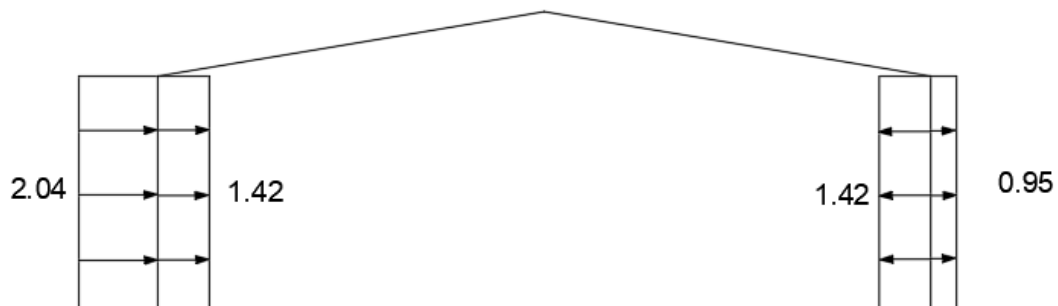
$$q_{e,E} = 0.42 * 1.35 * (-0.335) = -0.19 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -0.95 \text{ kN/m (cerrados)}$$



Considerando ahora el  $C_{p_{int}}$  de succión:

$$q = 0.42 * 1.35 * 0.5 = 0.2835 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = 1.42 \text{ kN/m}$$

Entonces:



Haciendo el sumatorio:

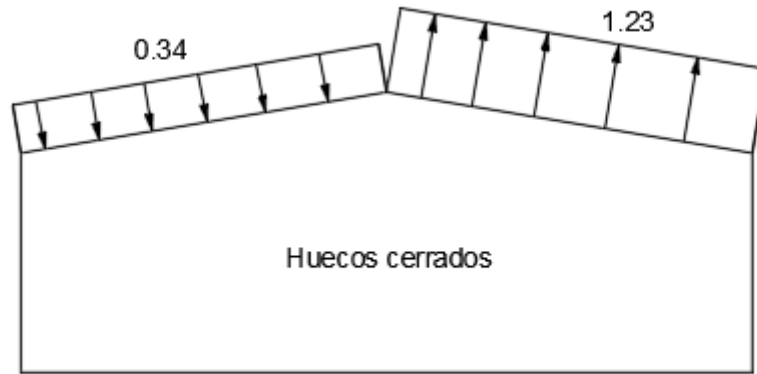
$$\text{Pilar Izq.} = 2.04 + 1.42 = 3.46 \text{ kN/m} * 1.5 = \mathbf{5.19 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Pilar der.} = -0.95 + 1.42 = 0.47 \text{ kN/m} * 1.5 = \mathbf{0.71 \text{ kN/m}}$$

Para los dinteles, se tenía la siguiente hipótesis como pésima:

$$q_{e,FGH} = 0.42 * 1.78 * 0.09 = 0.07 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = 0.34 \text{ kN/m (cerrados)}$$

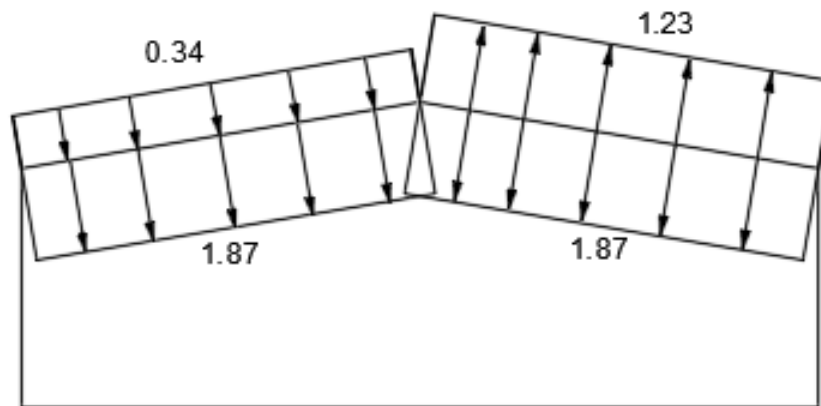
$$q_{e,JI} = 0.42 * 1.78 * (-0.33) = -0.25 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = -1.23 \text{ kN/m (cerrados)}$$



Considerando ahora el  $C_{p_{int}}$  de succión:

$$q = 0.42 * 1.78 * 0.5 = 0.3738 \text{ kN/m}^2 * 5m = 1.87 \text{ kN/m}$$

Entonces:



Haciendo el sumatorio:

$$Dintel \text{ Izq.} = 0.34 + 1.87 = 2.21 \text{ kN/m} * 1.5 = \mathbf{3.32 \text{ kN/m}}$$

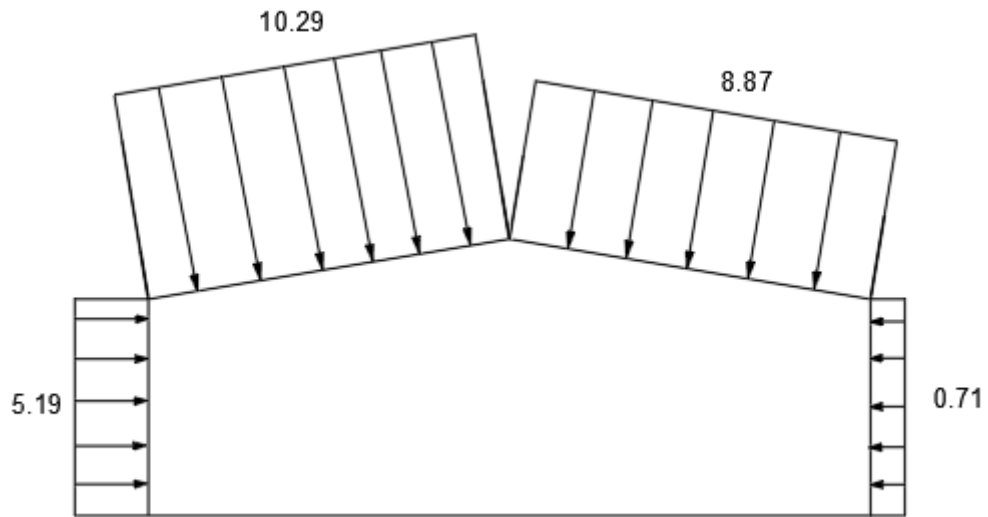
$$Dintel \text{ der.} = -1.23 + 1.87 = 0.64 \text{ kN/m} * 1.5 = \mathbf{0.96 \text{ kN/m}}$$

Se realiza la combinación con la nieve y el peso propio:

$$Dintel \text{ Izq.} = 8.41 \cos(9.46) + (3.32 * 0.6) = \mathbf{10.29 \text{ kN/m}}$$

$$Dintel \text{ der.} = 8.41 \cos(9.46) + (0.96 * 0.6) = \mathbf{8.87 \text{ kN/m}}$$

Por tanto, el pórtico está sometido de la siguiente manera:





#### 4 CÁLCULO DEL PÓRTICO

Se realiza el estudio del pórtico con la hipótesis anterior. Para evitar realizar un predimensionamiento, se toma la relación de inercia a partir de los perfiles seleccionados en Cype:

$$\text{Dinteles} \rightarrow \text{HEB} - 450 \left\{ \begin{array}{l} A = 21800 \text{ mm}^2 \\ I_y = 799 * 10^6 \text{ mm}^4 \\ W_y = 3550 * 10^3 \text{ mm}^3 \end{array} \right.$$

$$\text{Pilares} \rightarrow \text{HEB} - 360 \left\{ \begin{array}{l} A = 18100 \text{ mm}^2 \\ I_y = 432 * 10^6 \text{ mm}^4 \\ W_y = 2400 * 10^3 \text{ mm}^3 \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} 432 \rightarrow 1 \rightarrow \text{HEB} - 450 \rightarrow 1.85 \\ 799 \rightarrow x \rightarrow \text{HEB} - 360 \rightarrow 1 \end{array}$$

Se realiza el estudio del pórtico por el **método de Cross:**

- Coefficiente de rigidez K

$$K_{BA} = K_{DE} = \frac{1}{9}$$

$$K_{BC} = K_{DC} = K_{CB} = K_{CD} = \frac{1.85}{15.21}$$

- Coefficiente de reparto  $\rho$

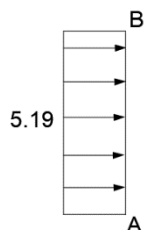
$$\rho_{BA} = \frac{\frac{1}{9}}{\frac{1}{9} + \frac{1.85}{15.21}} = 0.477$$

$$\rho_{BC} = \frac{\frac{1.85}{15.21}}{\frac{1}{9} + \frac{1.85}{15.21}} = 0.523$$

$$\rho_{CB} = 0.5$$

- Momentos de empotramiento perfecto (momentos de Cross)

- o Pilar AB

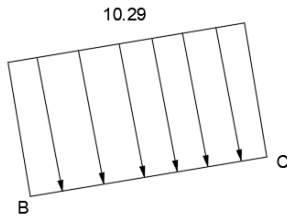


$$M_{AB} = \frac{P * L^2}{12} = \frac{5.19 * 9^2}{12} = 35.03 \text{ kNm}$$

$$M_{BA} = -M_{AB} = -35.03 \text{ kNm}$$

$$Q_0 = \frac{5.19 * 9}{2} = 23.36 \text{ kN} \leftarrow$$

○ Dintel BC

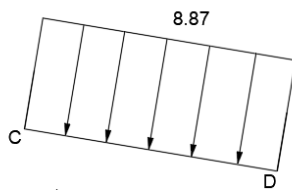


$$M_{BC} = \frac{P * L^2}{12} = \frac{10.29 * 15.21^2}{12} = 198.38 \text{ kNm}$$

$$M_{CB} = -M_{BC} = -198.38 \text{ kNm}$$

$$Q_0 = \frac{10.29 * 15.21}{2} = 78.26 \text{ kN} \curvearrowright$$

○ Dintel BC

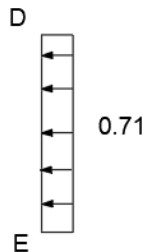


$$M_{CD} = \frac{P * L^2}{12} = \frac{8.87 * 15.21^2}{12} = 171 \text{ kNm}$$

$$M_{DC} = -M_{CD} = -171 \text{ kNm}$$

$$Q_0 = \frac{8.87 * 15.21}{2} = 67.46 \text{ kN} \curvearrowleft$$

○ Pilar AB



$$M_{DE} = \frac{P * L^2}{12} = \frac{0.71 * 9^2}{12} = 4.79 \text{ kNm}$$

$$M_{ED} = -M_{DE} = -4.79 \text{ kNm}$$

$$Q_0 = \frac{0.71 * 9}{2} = 3.2 \text{ kN} \rightarrow$$

- Tabla de momentos de Cross

	A	BA	BC	CB	CD	DC	DE	E
ρ		0.477	0.523	0.5	0.5	0.523	0.477	
M0	35.03	-35.03	198.38	-198.38	171	-171	4.79	-4.79
1R		-77.92	-85.43	13.69	13.69	86.93	79.28	
1T	-38.96		6.85	-42.72	43.47	6.85		39.64
2R								
Mc	-3.93	-112.95	112.95	-184.69	184.69	-84.07	84.07	34.85

- Esfuerzos cortantes debidos a los momentos de primer orden (M)

$$Q_{AB} = 23.36 + \left( -\frac{-3.93 - 112.95}{9} \right) = 23.36(\leftarrow) + 12.99(\rightarrow) = 10.37 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q_{BA} = 23.36 + \left( -\frac{-3.93 - 112.95}{9} \right) = 23.36(\leftarrow) + 12.99(\leftarrow) = 36.35 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q_{BC} = 78.26 + \left( -\frac{112.95 - 184.69}{15.21} \right) = 78.26(\uparrow) + 4.72(\downarrow) = 73.54 \text{ kN } \uparrow$$

$$Q_{CB} = 78.26 + \left( -\frac{112.95 - 184.69}{15.21} \right) = 78.26(\uparrow) + 4.72(\uparrow) = 82.98 \text{ kN } \uparrow$$

$$Q_{CD} = 67.46 + \left( -\frac{184.69 - 84.07}{15.21} \right) = 67.46(\uparrow) + 6.62(\uparrow) = 74.08 \text{ kN } \uparrow$$

$$Q_{DC} = 67.46 + \left( -\frac{184.69 - 84.07}{15.21} \right) = 67.46(\uparrow) + 6.62(\downarrow) = 60.84 \text{ kN } \uparrow$$

$$Q_{DE} = 3.2 + \left( -\frac{84.07 - 34.85}{9} \right) = 3.2(\rightarrow) + 13.21(\rightarrow) = 16.41 \text{ kN } \rightarrow$$

$$Q_{ED} = 3.2 + \left( -\frac{84.07 - 34.85}{9} \right) = 3.2(\rightarrow) + 13.21(\leftarrow) = 10.01 \text{ kN } \leftarrow$$

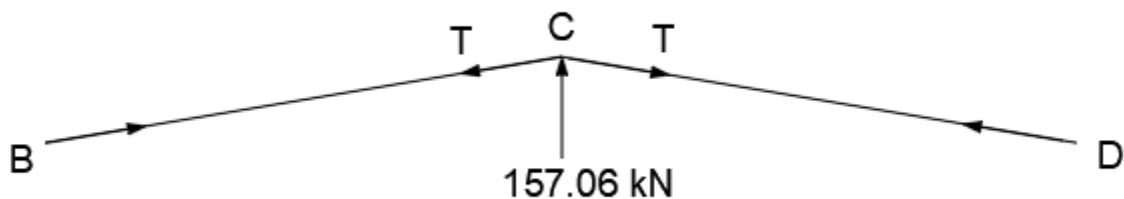
La estructura sufre momentos desplazamientos debidos a las cargas exteriores, y, por tanto, momentos de segundo orden.

Estos momentos de segundo orden no se pueden obtener en un solo paso, ya que existe un desplazamiento de los nudos B y D debido al descenso del nudo C, y otro desplazamiento hacia la derecha, debido a que las cargas exteriores no son simétricas.

- Respecto a los momentos de segundo orden debidos al descenso del nudo C

La cortante total en el nudo C debida a los momentos de segundo orden será:

$$Q_{CB} + Q_{CD} = 82.98 + 74.08 = 157.06 \text{ kN } \uparrow$$



Se obtiene el esfuerzo T:

$$\sum F_v = 0 \rightarrow 157.06 - 2T \text{sen}(9.46) = 0 \rightarrow \frac{157.06}{2 \text{sen}(9.46)} = 477.8 \text{ kN}$$

Esta tensión T actúa en B:

$$B_H = 477.8 \cos(9.46) = 471.3 \text{ kN } \rightarrow$$

Y por tanto en D:

$$D_H = 471.3 \text{ kN } \leftarrow$$

Para obtener la relación entre la deformación horizontal del nudo B y la deformación vertical del nudo C se procede del siguiente modo:

$$\frac{\delta}{15.21} = \frac{\delta'}{2.5} \rightarrow \delta = \frac{\delta' * 15.21}{2.5} \rightarrow \delta = \delta' * 6.084$$

Siendo 15.21 la longitud del dintel, y 2.5 la componente vertical del dintel.

Se supone un momento arbitrario en el dintel BC que produzca un desplazamiento descendente del nudo C:

$$M_{BC} = +100 \text{ kNm}$$

Se sustituye en la expresión anterior:

$$\left\{ \begin{array}{l} M_{BC} = 100 \text{ kNm} = \frac{6 * E * I * \delta}{L_{BC}^2} \rightarrow 100 = \frac{6 * E * I_{BC} * \delta' * 6.084}{L_{BC}^2} \\ M_{AB} = \frac{6 * E * I_{AB} * \delta'}{L_{AB}^2} \end{array} \right.$$

Sustituyendo:

$$\frac{100}{M_{AB}} = \frac{\frac{6 * E * I_{BC} * \delta' * 6.084}{L_{BC}^2}}{\frac{6 * E * I_{AB} * \delta'}{L_{AB}^2}} = \frac{L_{AB}^2 * I_{BC} * 6.084}{L_{BC}^2 * I_{AB}} = \frac{9^2 * 799 * 10^6 * 6.084}{15.21^2 * 432 * 10^6}$$

$$M_{AB} = 25.38 \text{ kNm}$$

- Tabla de momentos de Cross de segundo orden ( $M_1'$ )

	A	BA	BC	CB	CD	DC	DE	E
$\rho$		0.477	0.523	0.5	0.5	0.523	0.477	
M0	-25.38	-25.38	100	100	-100	-100	25.38	25.38
1R		-35.59	-39.03			39.03	35.59	
1T	-17.8			-19.52	19.52			17.8
2R								
Mc	-43.18	-60.97	60.97	80.48	-80.48	-60.97	60.97	43.18

- Cortantes debidas a los momentos de segundo orden ( $M_1'$ )

$$Q'_{BA} = -\frac{-60.97 - 43.18}{9} = 11.57 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q'_{DE} = -\frac{60.97 + 43.18}{9} = 11.57 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q'_{BC} = -\frac{60.97 + 80.48}{2.5} = 56.58 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q'_{DC} = -\frac{-60.97 - 80.48}{2.5} = 56.58 \text{ kN} \rightarrow$$

- Cortante horizontal en B = 11.57 kN ( $\leftarrow$ ) + 56.58 kN ( $\leftarrow$ ) = 68.15 kN ( $\leftarrow$ )

– Cortante horizontal en D = 11.57 kN (→) + 56.58 kN (→) = 68.15 kN(→)

- Respecto a los momentos de segundo orden debidos al desplazamiento hacia la derecha

Para hallar estos momentos, se supone un momento arbitrario que produzca un desplazamiento hacia la derecha:

$$M_{AB} = +100kNm$$

- Tabla de momentos de Cross de segundo orden ( $M_2'$ )

	A	BA	BC	CB	CD	DC	DE	E
$\rho$		0.477	0.523	0.5	0.5	0.523	0.477	
M0	100	100					100	100
1R		-47.7	-52.3			-52.3	-47.7	
1T	-23.85			-26.15	-26.15			-23.85
2R				26.15	26.15			
2T			13.1			13.1		
3R		-6.25	-6.85			-6.85	-6.25	
Mc	76.15	46.05	-46.05	0	0	-46.05	46.05	76.15

- Cortantes debidas a los momentos de segundo orden ( $M_2'$ )

$$Q'_{BA} = -\frac{46.05 + 76.15}{9} = 13.58 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q'_{DE} = -\frac{46.05 + 76.15}{9} = 13.58 \text{ kN} \rightarrow$$

- Fuerza cortante desarrollada en el nivel BD debida a momentos de primer orden (Q)

$$Q_{BA} = 471.3(\rightarrow) + 36.35(\leftarrow) = 434.95(\rightarrow)$$

$$Q_{DE} = 471.3(\leftarrow) + 16.41(\rightarrow) = 454.89(\leftarrow)$$

Entonces:

$$Q = 434.95(\rightarrow) + 454.89(\leftarrow) = 19.94(\leftarrow)$$

- Fuerza cortante desarrollada en el nivel BD debida a momentos de primer orden (Q')

$$Q = Q'_{BA} + Q'_{DE} = 68.15 \text{ kN}(\leftarrow) + 13.58 \text{ kN}(\rightarrow) + 68.15 \text{ kN}(\rightarrow) + 13.58 \text{ kN}(\rightarrow) = 27.16 \text{ kN}(\rightarrow)$$

Primero se estudia el caso del desplazamiento hacia la derecha:

$$19.94 \text{ kN}(\leftarrow) + 27.16 \text{ kN}(\rightarrow) * K = -19.94 + 27.16K = 0 \rightarrow K = 0.734$$

	A	BA	BC	CB	CD	DC	DE	E
Mc	-3.93	-112.95	112.95	-184.69	184.69	-84.07	84.07	34.85
M'2*K	55.89	33.8	-33.8	0	0	-33.8	33.8	55.89
MT	51.96	-79.15	79.15	-184.69	184.69	-117.87	117.87	90.74

- Cortantes

$$Q_{BA} = 23.36 + \left( -\frac{-79.15 + 51.96}{9} \right) = 23.36(\leftarrow) + 3.02(\leftarrow) = 26.38 \text{ kN } \leftarrow$$

$$Q_{DE} = 3.2 + \left( -\frac{117.87 + 90.74}{9} \right) = 3.2(\rightarrow) + 23.18(\rightarrow) = 26.38 \text{ kN } \rightarrow$$

En este paso se han anulado las cortantes en el nivel BD. Ahora se estudian los momentos de segundo orden debidos al descenso del nudo C. En este paso, se suman las cortantes en B y D:

$$Q_{BA} = 26.38 \text{ kN } (\leftarrow) + 471.3(\rightarrow) = 442.92(\rightarrow)$$

Entonces:

$$442.92(\rightarrow) + 68.15 \text{ kN}(\leftarrow) * K = 442.92 - 68.15K = 0 \rightarrow K = 6.5$$

	A	BA	BC	CB	CD	DC	DE	E
Mc	-3.93	-112.95	112.95	-184.69	184.69	-84.07	84.07	34.85
M'1*K	-204.6	-379.17	379.17	570.59	-570.59	-379.17	379.17	204.6
M'2*K	55.89	33.8	-33.8	0	0	-33.8	33.8	55.89
MT	-152.64	-458.32	458.32	385.9	-385.9	-497.04	497.04	295.34

- Fuerzas cortantes

$$Q_{AB} = 23.36 + \left( -\frac{-152.64 - 458.32}{9} \right) = 23.36(\leftarrow) + 67.88(\rightarrow) = 42.52 \text{ kN } \rightarrow$$

$$Q_{BA} = 23.36 + \left( -\frac{-152.64 - 458.32}{9} \right) = 23.36(\leftarrow) + 67.88(\leftarrow) = 91.24 \text{ kN } \leftarrow$$

$$Q_{BC} = 78.26 + \left( -\frac{458.32 + 385.9}{15.21} \right) = 78.26(\uparrow) + 55.5(\uparrow) = 133.76 \text{ kN } \uparrow$$

$$Q_{CB} = 78.26 + \left( -\frac{458.32 + 385.9}{15.21} \right) = 78.26(\uparrow) + 55.5(\downarrow) = 22.76 \text{ kN } \uparrow$$

$$Q_{CD} = 67.46 + \left( -\frac{-385.9 - 497.04}{15.21} \right) = 67.46(\uparrow) + 58.05(\downarrow) = 9.41 \text{ kN } \uparrow$$

$$Q_{DC} = 67.46 + \left( -\frac{-385.9 - 497.04}{15.21} \right) = 67.46(\uparrow) + 58.05(\uparrow) = 125.51 \text{ kN } \uparrow$$

$$Q_{DE} = 3.2 + \left( -\frac{497.04 + 295.34}{9} \right) = 3.2(\rightarrow) + 88.04(\rightarrow) = 91.24 \text{ kN } \rightarrow$$

$$Q_{ED} = 3.2 + \left( -\frac{497.04 + 295.34}{9} \right) = 3.2(\rightarrow) + 88.04(\leftarrow) = 84.84 \text{ kN } \leftarrow$$

Con los datos de los momentos y las cortantes finales, se realizan los diagramas correspondientes:

- Diagrama de fuerzas cortantes

Se calculan las distancias donde se anulan las cortantes:

$$133.76 - 10.29x_1 = 0 \rightarrow x_1 = 13m$$

$$125.51 - 8.87x_2 = 0 \rightarrow x_2 = 14.15m$$

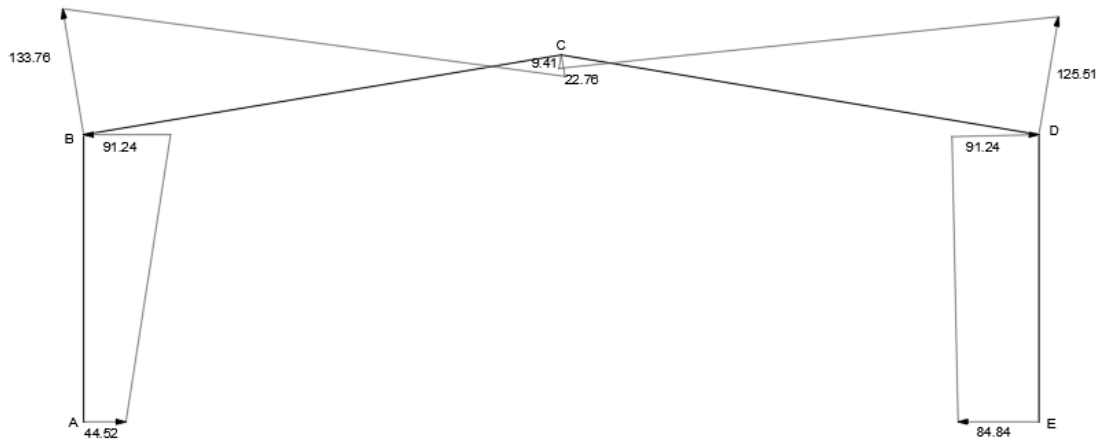


Ilustración 3. Diagrama de fuerzas cortantes.

El diagrama de fuerzas cortantes muestra que el análisis realizado anteriormente es correcto: las fuerzas horizontales y verticales ejercidas sobre el pórtico se equilibran. Se puede apreciar en los nudos B y D, cuya cortante se anula verticalmente.

Se aprecia que el pilar izquierdo es el más solicitado en compresión.

- Diagrama de momentos flectores

Se calculan los momentos máximos y la distancia donde se anulan:

Para el dintel izquierdo:

$$\begin{cases} M_x = -458.32 + 133.76x - \frac{10.29 * x^2}{2} = -5.15 * x^2 + 133.76x - 458.32 \\ M_x = 0 \rightarrow x = 4m ; M_{x=13m} = 410.21 \text{ kNm} \end{cases}$$

Para el dintel derecho:

$$\begin{cases} M_x = -497.04 + 125.51x - \frac{8.87 * x^2}{2} = -4.44 * x^2 + 125.51x - 497.04 \\ M_x = 0 \rightarrow x = 4.76m ; M_{x=14.15m} = 389.94 \text{ kNm} \end{cases}$$

Para el pilar izquierdo:

$$\begin{cases} M_x = 152.64 - 44.52x - \frac{5.19 * x^2}{2} = -2.6 * x^2 - 44.52x + 152.64 \\ M_x = 0 \rightarrow x = 2.93m \end{cases}$$

Para el pilar derecho:

$$\begin{cases} M_x = 295.34 + 84.84x - \frac{0.71 * x^2}{2} = -0.36 * x^2 + 84.84x + 295.34 \\ M_x = 0 \rightarrow x = 3.43m \end{cases}$$

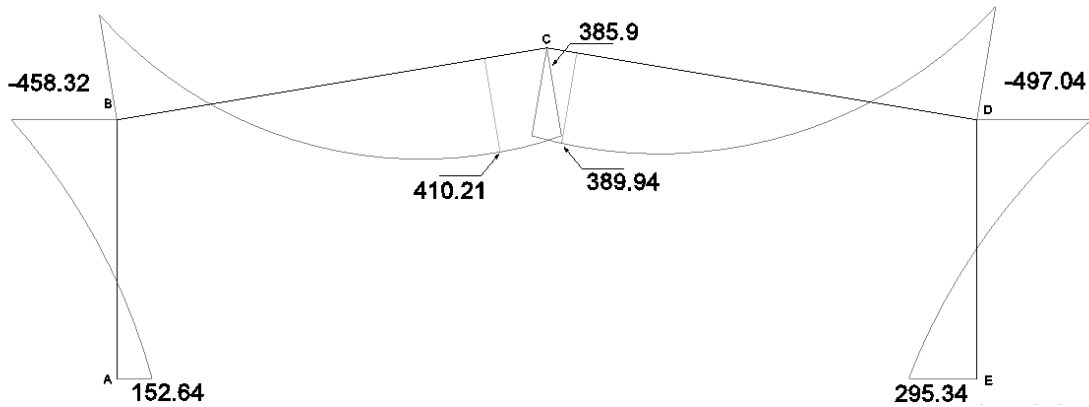


Ilustración 4. Diagrama de momentos flectores.

Los momentos máximos en dinteles se producen cerca del cumbrero C. El pilar y el dintel derechos son los más solicitados, con un momento máximo de 497.04 kNm.

Por tanto, se dimensionarán estos elementos.

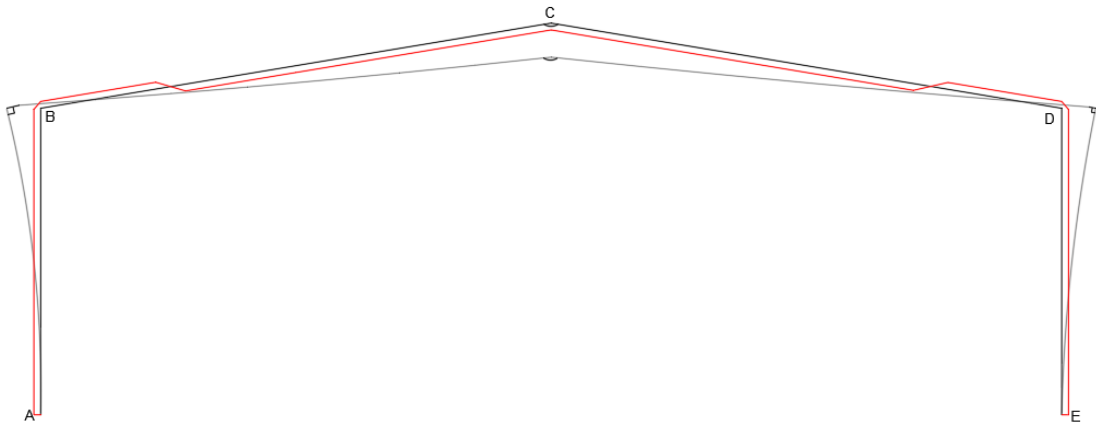


Ilustración 5. Deformada y tracciones



#### 4.1 DIMENSIONAMIENTO

Se procede al dimensionamiento de pilares y dinteles.

##### 4.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS PILARES

El pilar izquierdo está más solicitado en compresión, pero la flexión es mayor en el pilar derecho, y por ello se dimensionará éste.

$$N_{Ed} = 125.51 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 497 \text{ kNm}$$

Se realizan las comprobaciones necesarias para cumplir el CTE. Se ha considerado un **HEB-360** para pilares. Se comprueba:

- Sección (DB-SE-A)

$$Ec. 6.11 \rightarrow \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} \leq 1;$$

$$\frac{125.51 * 10^3}{18100 * \frac{275}{1.05}} + \frac{497 * 10^6}{2400 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.817 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Pieza

$$Ec. 6.51 \rightarrow \frac{N_{Ed}}{x_y * A * f_{yd}} + K_y * \frac{C_{m,y} * M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} \leq 1$$

$$Ec. 6.24 \rightarrow \beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0.145 * (\mu_1 + \mu_2) - 0.265 * \mu_1 * \mu_2}{2 + 0.364 * (\mu_1 + \mu_2) - 0.247 * \mu_1 * \mu_2} \leq 1$$

Ec. 6.26:

$$\mu_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}} = \frac{K_c}{K_c + K_{11}} = \frac{1.008 * 10^{10}}{1.008 * 10^{10} + 1.103 * 10^{10}} = 0.477$$

$$\mu_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}} = \frac{K_c}{K_c} = 1$$

$$K_c(\text{pilar}) = \frac{E * I}{L} = \frac{210 * 10^3 * 432 * 10^6}{9000} = 1.008 * 10^{10}$$

$$K_{11}(\text{dintel}) = \frac{E * I}{L} = \frac{210 * 10^3 * 799 * 10^6}{15210} = 1.103 * 10^{10}$$

De la Ec. 6.24:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0.145 * (0.477 + 1) - 0.265 * 0.477}{2 + 0.364 * (0.477 + 1) - 0.247 * 0.477} = 0.809 \leq 1$$

$$L_k = \beta * L = 0.809 * 9000 = 7281 \text{ mm}$$

Esbeltez (Ec. 6.18):

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I = \left(\frac{\pi}{7281}\right)^2 * (210 * 10^3) * (432 * 10^6) = 16.89 * 10^6 \text{ N}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{18100 * 275}{16.89 * 10^6}} = 0.54 \leq 1$$

Tabla 6.2 → Perfil Laminado en I:

$$\left. \begin{array}{l} h/b = 360/300 = 1.2 \leq 1.2 \\ t < 100\text{mm} \\ \text{Acero S - 275} \end{array} \right\} \rightarrow \text{Eje Y} \rightarrow \text{Curva "b"}$$

Tabla 6.3:

$$\bar{\lambda} = 0.54 \rightarrow x_y = 0.864$$

Tabla 6.9:

$$K_y = 1 + 0.6 * \bar{\lambda}_y * \frac{N_{ed}}{x_y * N_{c,rd}} = 1 + 0.6 * 0.54 * \frac{125.51 * 10^3}{0.864 * 18100 * \frac{275}{1.05}} = 1.01$$

Tabla 6.10 → Momentos debidos a cargas laterales y momentos de extremos

$$C_{m,i} = 0.95 + 0.05 * \alpha_h \rightarrow C_{m,i} = 1$$

$$\alpha_h = \frac{M_h}{M_s} = 1$$

De la ecuación 6.51:

$$\frac{125.51 * 10^3}{0.864 * 18100 * \frac{275}{1.05}} + 1.01 * \frac{1 * 497 * 10^6}{2400 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.829 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Comprobación de pandeo en el eje débil (Z):

$$N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I_z = \left(\frac{\pi}{4500}\right)^2 * (210 * 10^3) * (101 * 10^6) = 10.337 * 10^6 \text{ N}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{18100 * 275}{10.337 * 10^6}} = 0.69 \leq 1$$

$$L_k \rightarrow \text{Biempotrado} \rightarrow 0.5L = 4500\text{mm}$$

Tabla 6.2  $\rightarrow$  Curva "c"

$$\bar{\lambda} = 0.69 \rightarrow x_z = 0.72$$

$$\text{Ec. 6.17} \rightarrow N_{b,Rd} \geq N_{ed} \rightarrow N_{b,Rd} = x_z * A * f_{yd} = 0.72 * 18100 * \frac{275}{1.05} = 3.41 * 10^6 \text{N}$$

$$3413.14 \text{ kN} \geq 125.51 \text{ kN} \rightarrow \text{Cumple}$$

Se comprueba también que el pilar izquierdo, con  $N_{ed} = 133.76 \text{ kN}$  también queda cubierto con este perfil HEB-360.

En el caso de ser necesario unir perfiles, se deberá realizar la unión en la zona más favorable, donde el momento flector es nulo, aproximadamente a 3 m.

#### 4.1.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS DINTELES

Se dimensionarán los dinteles con los valores de esfuerzos del dintel derecho, por ser el más desfavorable.

$$N_{Ed} = 91.24 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 497 \text{ kNm}$$

Se realizan las comprobaciones del CTE para un perfil **HEB 450**:

##### - Sección

$$Ec. 6.11 \rightarrow \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} \leq 1;$$

$$\frac{91.24 * 10^3}{21800 * \frac{275}{1.05}} + \frac{497 * 10^6}{3550 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.55 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

##### - Pieza

$$Ec. 6.51 \rightarrow \frac{N_{Ed}}{x_y * A * f_{yd}} + K_y * \frac{C_{m,y} * M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} \leq 1$$

Tabla 6.1 → Biempotrada desplazable →  $L_k = L = 15210 \text{ mm}$

Esbeltez (Ec. 6.18):

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I = \left(\frac{\pi}{15210}\right)^2 * (210 * 10^3) * (799 * 10^6) = 7.158 * 10^6 \text{ N}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{21800 * 275}{7.158 * 10^6}} = 0.915 \leq 1$$

Tabla 6.2 → Perfil Laminado en I:

$$\left\{ \begin{array}{l} h/b = 450/300 = 1.5 \geq 1.2 \\ t < 40\text{mm} \\ \text{Acero S - 275} \end{array} \right\} \rightarrow \text{Eje Y} \rightarrow \text{Curva "a"}$$

Tabla 6.3:

$$\bar{\lambda} = 0.915 \rightarrow x_y = 0.721$$

Tabla 6.9:

$$K_y = 1 + 0.6 * \bar{\lambda}_y * \frac{N_{Ed}}{x_y * N_{c,rd}} = 1 + 0.6 * 0.915 * \frac{91.24 * 10^3}{0.721 * 21800 * \frac{275}{1.05}} = 1.012$$

Tabla 6.10 → Momentos debidos a cargas laterales y momentos de extremos

$$\alpha = \frac{M_s}{M_h} = \frac{-389.94}{497.04} = -0.78$$

$$C_{m,i} = 0.1 + 0.8 * 0.78 \rightarrow C_{m,i} = 0.724$$

De la ecuación 6.51:

$$\frac{91.24 * 10^3}{0.721 * 21800 * \frac{275}{1.05}} + 1.012 * \frac{0.724 * 497 * 10^6}{3550 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.414 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

En este caso, se ve que la esbeltez  $\bar{\lambda}_y$  es limitante. En esfuerzos combinados de flexión más compresión, no se debe superar  $\bar{\lambda}_y = 1$ . En este caso,  $\bar{\lambda}_y = 0.915$ , y, por tanto, no se probará ningún perfil inferior, aunque las comprobaciones de la sección y de la pieza queden muy sobrados.

En el caso de ser necesario unir perfiles, se deberá realizar la unión en la zona más favorable, donde el momento flector es nulo, a 4 m.

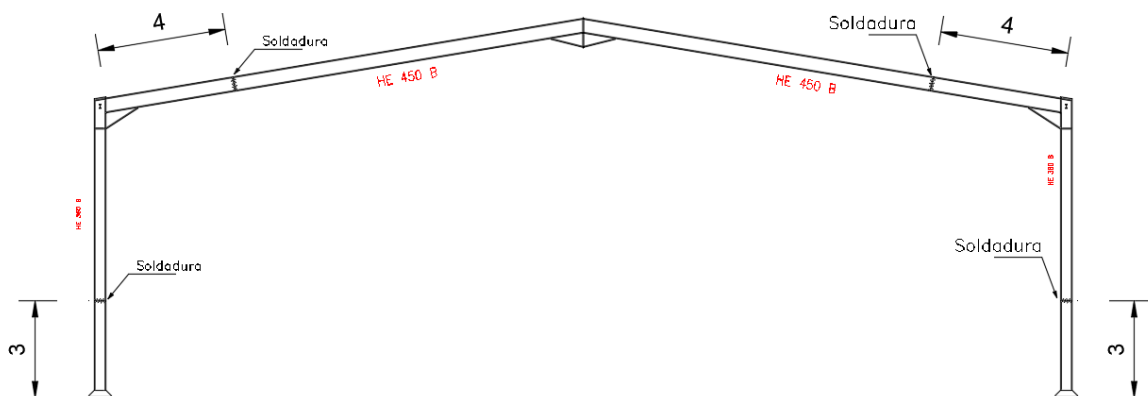


Ilustración 6. Posición de las soldaduras de unión entre perfiles.

En resumen:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Pilares} \rightarrow \text{HEB} - 360 \\ \text{Dinteles} \rightarrow \text{HEB} - 450 \end{array} \right.$$

## 5 ESTUDIO DEL PÓRTICO DEL PRIMER PISO

En la zona de concesionario, se dispondrá de un primer piso para la exposición de vehículos. Éste se situará a 4 metros de altura. Se realizará con un forjado de placas alveolares sobre dinteles y pilares.

Se estudiará un primer diseño, en el que el primer piso **se constituirá como una estructura independiente del pórtico de la nave.**

Las vigas se colocarán longitudinalmente a la nave, con una longitud de 15m (es decir, a TRES vanos). Se coloca una viga cada 10 metros. Las placas apoyarán sobre dichas vigas, y se colocarán transversalmente al eje longitudinal de la nave.

Se calculan las acciones a las que estará sometido el forjado. Éstas serán el peso propio del forjado y la sobrecarga de uso:

DB-SE-AE → Tabla 3.1 → Zona E (Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros):

- Carga uniforme:  $2 \text{ kN/m}^2$
- Carga concentrada:  $20 \text{ kN (1)}$

Alternativamente, la carga concentrada se podrá sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida a la totalidad de la zona de  $2 \text{ kN/m}^2$  para el cálculo de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos.

Por tanto, la sobrecarga de uso sobre el forjado es de  $2 \text{ kN/m}^2 + 2 \text{ kN/m}^2 = 4 \text{ kN/m}^2$

El peso propio del forjado dependerá del canto seleccionado. Para un primer estudio, se supone una placa de 20 cm de canto con 5 cm de capa de compresión, con un peso de  $4.21 \text{ kN/m}^2$ .

En resumen:

- Sobrecarga de uso:  $4 \text{ kN/m}^2 * 1.5 = 6 \text{ kN/m}^2$

Para el peso propio:

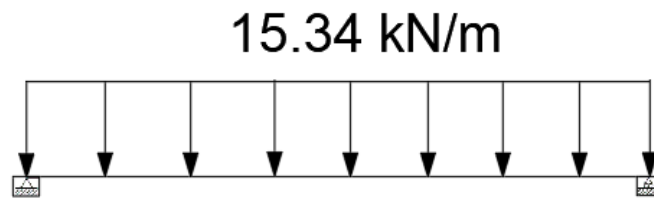
- Placa alveolar + capa de compresión:  $4.21 \text{ kN/m}^2 * 1.35 = 5.68 \text{ kN/m}^2$
- Baldosa cerámica (0.05m de espesor) (CTE):  $0.8 \text{ kN/m}^2 * 1.35 = 1.1 \text{ kN/m}^2$

Peso total:  $6 \text{ kN/m}^2 + 5.68 \text{ kN/m}^2 + 1.1 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{12.78 \text{ kN/m}^2}$

Para la elección de la placa alveolar adecuada, se calculan los momentos y la flecha.

Generalmente, las placas miden 120 cm de ancho. Con este dato, se pasa la carga superficial a lineal.

$$12.78 \text{ kN/m}^2 * 1.2\text{m} = 15.34 \text{ kN/m}$$



De la expresión del momento máximo para una viga biarticulada:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{Q * L^2}{8} = \frac{15.34 \text{ kN/m} * (10\text{m})^2}{8} = 191.75 \text{ kNm}$$

Para calcular el momento último de servicio, se obtienen las cargas características:

$$\text{Peso total: } 4 \text{ kN/m}^2 + 4.21 \text{ kN/m}^2 + 0.8 \text{ kN/m}^2 = 9 \text{ kN/m}^2$$

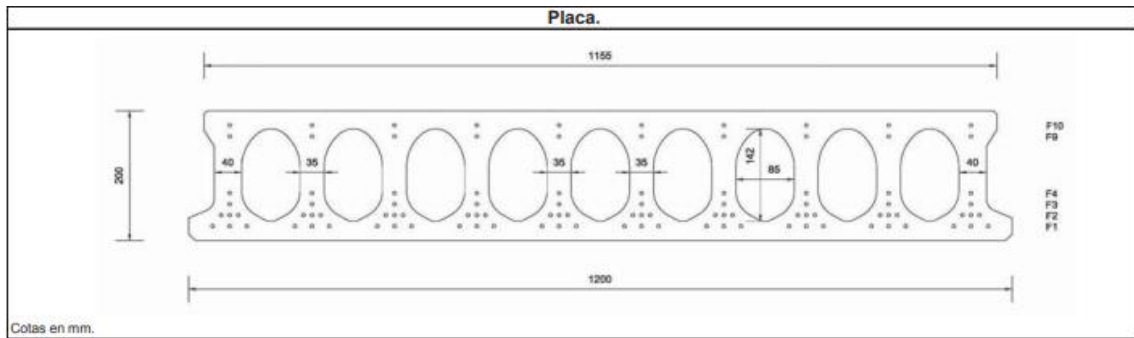
El momento será:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{Q * L^2}{8} = \frac{9 \text{ kN/m} * (10\text{m})^2}{8} = 112.5 \text{ kNm}$$

Flexión positiva, esfuerzo por bandas de 1 metro.															
TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	MOMENTO ULTIMO (m-kNm)	Vu(kNm)				M límite servicio según clase de exposición (m-kNm)			β***	MÓDULO RESISTENTE Wh,ef (mm³)	RIGIDEZ (m²-kNm)		REI	
			SECCIÓN TIPO (1)	SECCIÓN MACIZADA (2)	** ζ	RASANTE Vu(kNm)	Mo	Mo'	Mo2			HOMOG E·Ih	FISURADA E·If	(3)	(4)
20 + 5	T-1	67.76	113	199	1.21	218	21.74	26.38	65.19	2.07	7791240	40643	5876	30	60
	T-2	78.56	117	199	1.21	218	26.36	31.62	71.20	2.07	7807610	40699	6332	30	60
	T-3	88.37	120	199	1.21	218	32.52	37.93	78.74	2.07	7824283	40757	6793	30	60
	T-4	98.59	124	199	1.21	218	38.65	44.22	86.26	2.07	7841165	40816	7260	30	60
	T-5	107.75	127	199	1.21	218	44.75	50.48	93.75	2.07	7858198	40876	7730	30	60
	T-6	116.84	130	199	1.21	218	50.83	56.71	101.22	2.07	7875343	40936	8204	30	60
	T-7	126.42	133	199	1.21	218	56.88	62.93	108.66	2.07	7892572	40997	8683	30	60
	T-8	142.65	139	199	1.21	218	67.22	73.73	121.75	2.07	7919347	41086	9447	30	60
	T-9	159.77	148	199	1.21	218	77.21	84.77	134.44	2.07	7936142	41125	10328	30	60
	T-10	174.27	154	199	1.21	218	87.29	95.29	147.26	2.07	7962734	41213	11188	30	90
	T-11	195.81	161	199	1.21	218	102.25	110.93	166.34	2.07	8002617	41345	12287	30	90
	T-12	212.26	169	199	1.21	218	113.43	122.94	181.58	2.07	8031159	41431	13230	60	90
	T-13	224.07	176	199	1.21	218	92.74	101.35	164.94	2.07	8056002	41501	14065	90	120
	T-14	63.11	113	199	1.21	202	18.60	28.07	61.98	2.07	7776104	40585	9103	90	120
	T-15	82.00	120	199	1.21	202	26.46	38.50	72.58	2.07	7801095	40668	9711	90	120
	T-16	98.96	127	199	1.21	202	36.97	49.91	85.82	2.07	7826747	40750	10324	90	120
	T-17	114.42	133	199	1.21	202	46.51	60.49	98.09	2.07	7849394	40822	10906	90	120
	T-18	129.27	139	199	1.21	202	55.09	70.23	109.38	2.07	7868742	40882	11497	120	120
	T-19	147.49	148	199	1.21	202	66.77	83.77	125.11	2.07	7894385	40958	12245	120	120
	T-20	169.53	159	199	1.21	202	79.32	99.04	143.01	2.07	7919794	41024	13111	120	120

Con los datos anteriores, se escoge un tipo de forjado 20+5.

Se escoge el tipo de placa T-12, que corresponde con el tipo de armado de la placa.



Las armaduras serán:

Descripción de la placa.					
Materiales.					
HORMIGON DE PLACA	HP-40 /S/12	fck=40 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>cm</sub> = 1.50		
HORMIGON VERTIDO EN OBRA	HA-25 /B/20	fck=25 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>cm</sub> = 1.50		
ACERO DE PRETENSAR ALAMBRE 5mm	UNE 36094-97 Y1860 C 5.0 I1	f <sub>pk</sub> =1685 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>sa</sub> = 1.15	alargamiento rot 4%	
ACERO ARMADURA SUPERIOR	B 500S UNE 36-089-94	f <sub>yk</sub> =500 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>sa</sub> = 1.15	alargamiento rot 1%	

Armado de la placa.													
TIPO ARMADO		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
SITUACIÓN DE LAS ARMADURAS	F10								4 φ 5	6 φ 5	6 φ 5	6 φ 5	6 φ 5
	F9	4 φ 5	4 φ 5	4 φ 5	4 φ 5	4 φ 5	4 φ 5	4 φ 5					
	F8												
	F7												
	F6												
	F5												
	F4												
	F3												
	F2												
	F1	10 φ 5	12 φ 5	14 φ 5	16 φ 5	18 φ 5	20 φ 5	22 φ 5	26 φ 5	30 φ 5	30 φ 5	4 φ 5	10 φ 5
TENSION INICIAL	sup	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324
	inf	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324	1324
PERDIDAS TOT. PLAZO INFINITO		16%	17%	17%	17%	18%	18%	19%	19%	20%	21%	22%	24%
TENSION AGRIETAM.	N/mm <sup>2</sup>	0.64	0.73	0.81	0.87	0.89	0.95	1.02	1.18	1.51	1.64	1.87	2.17
TENSION DESTESADO	N/mm <sup>2</sup>	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	28	35

Por tanto, se tiene:

$$M_{\text{último}} = 212.26 \text{ kNm} \geq 191.75 \text{ kNm} \rightarrow \text{Cumple}$$

$$M_{\text{límite servicio}} = 181.58 \text{ kNm} \geq 112.5 \text{ kNm} \rightarrow \text{Cumple}$$

Respecto al momento límite de servicio, se dan tres momentos, que son:

- M<sub>o</sub>= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección.
- M<sub>o'</sub>=momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior.
- Momento para el que se produce fisura de ancho 0.2mm.

Por tanto, la placa seleccionada es adecuada, ya que ni siquiera se alcanza el valor del momento de descompresión de la fibra inferior.

Sin embargo, sería conveniente estudiar un perfil mayor, con un armado más sencillo. Aunque el canto seleccionado, de 20 cm, cumple las comprobaciones, la armadura necesaria para alcanzar dicho canto hará cada placa muy costosa.

Con los valores anteriores, se procede al análisis de los pilares y los dinteles que soportan el forjado.

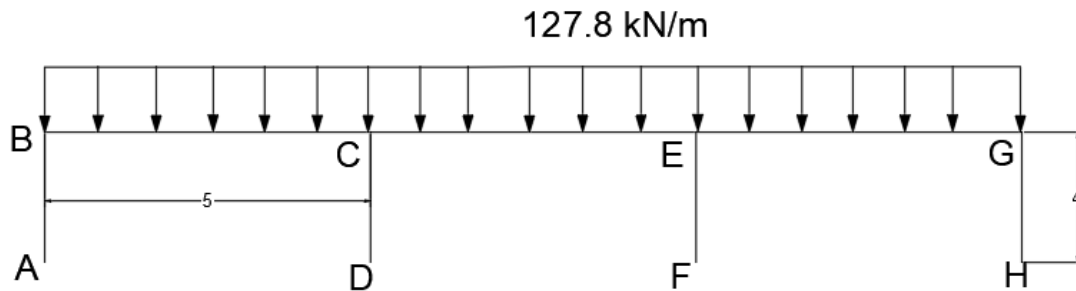


Se analiza la estructura como un pórtico de nudos rígidos. Se tiene una viga de 15 metros de longitud, cargada uniformemente.

La carga es de  $12.78 \text{ kN/m}^2$ . Por tanto, la carga lineal sobre un dintel intermedio, con franja de carga de 10 metros, será:

$$12.78 \text{ kN/m}^2 * 10\text{m} = 127.8 \text{ kN/m}$$

Se tiene la siguiente hipótesis:



Los nudos A, D, F y H están separados 5 metros, y están empotrados. La altura de pilares es de 4 metros.

Se analizará la estructura por el método de Cross.

Se realiza el estudio del pórtico con la hipótesis anterior. Para evitar realizar un predimensionamiento, se toma la relación de inercia a partir de los perfiles seleccionados en Cype:

$$\text{Dinteles} \rightarrow \text{HEB} - 300 \left\{ \begin{array}{l} A = 14900 \text{ mm}^2 \\ I_y = 252 * 10^6 \text{ mm}^4 \\ W_y = 1680 * 10^3 \text{ mm}^3 \end{array} \right.$$

$$\text{Pilares} \rightarrow \text{HEB} - 200 \left\{ \begin{array}{l} A = 7810 \text{ mm}^2 \\ I_y = 57 * 10^6 \text{ mm}^4 \\ W_y = 570 * 10^3 \text{ mm}^3 \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} 57 \rightarrow 1 \rightarrow \text{HEB} - 200 \rightarrow 1 \\ 252 \rightarrow x \rightarrow \text{HEB} - 300 \rightarrow 4.42 \end{array}$$

Se realiza el estudio del pórtico por el **método de Cross**:

- Coeficiente de rigidez K

$$K_{BA} = K_{CD} = K_{EF} = K_{GH} = \frac{1}{4}$$

$$K_{BC} = K_{CE} = K_{EG} = \frac{4.42}{5}$$

- Coefficiente de reparto  $\rho$

$$\rho_{BA} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{4.42}{5}} = 0.22$$

$$\rho_{BC} = \frac{\frac{4.42}{5}}{\frac{1}{4} + \frac{4.42}{5}} = 0.78$$

$$\rho_{CB} = \frac{\frac{4.42}{5}}{\frac{1}{4} + \frac{4.42}{5} + \frac{4.42}{5}} = 0.438$$

$$\rho_{CD} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{4.42}{5} + \frac{4.42}{5}} = 0.124$$

$$\rho_{CE} = \frac{\frac{4.42}{5}}{\frac{1}{4} + \frac{4.42}{5} + \frac{4.42}{5}} = 0.438$$

- Momentos de empotramiento perfecto (momentos de Cross)

o Dinteles

Todos los dinteles están cargados por igual:  $127.8 \text{ kN/m}$

$$M_{BC} = \frac{P * L^2}{12} = \frac{127.8 * 5^2}{12} = 266.25 \text{ kNm}$$

$$M_{CB} = -M_{BC} = -266.25 \text{ kNm}$$

$$Q_0 = \frac{127.8 * 5}{2} = 319.5 \text{ kN} \uparrow$$

- Tabla de momentos de Cross

	A	BA	BC	CB	CD	CE	EC	EF	EG	GE	GH	H	D	F
$\rho$		0.22	0.78	0.438	0.124	0.438	0.438	0.124	0.438	0.78	0.22			
M0			266.25	-266.25		266.25	-266.25		266.25	-266.25				
1R		-58.58	-207.68							207.68	58.58			
1T	-29.29			-103.84					103.84			29.29		
2R				45.48	12.88	45.48	-45.48	-12.88	-45.48					
2T			22.74			-22.74	22.74			-22.74			6.44	-6.44
3R		-5	-17.74	9.96	2.82	9.96	-9.96	-2.82	-9.96	17.74	5			
3T	-2.5		4.98	-8.87		-4.98	4.98		8.87	-4.98		2.5	4.98	-4.98
4R		-1.1	-3.88	6.07	1.72	6.07	-6.07	-1.72	-6.07	3.88	1.1			
4T	-0.55		3.04	-1.94		-3.04	3.04		1.94	-3.04		0.55	0.86	-0.86
5R		-0.67	-2.37	2.18	0.62	2.18	-2.18	-0.62	-2.18	2.37	0.67			
Mc	-32.34	-65.35	65.34	-317.21	18.04	299.18	-299.18	-18.04	317.21	-65.34	65.35	32.34	12.28	-12.28

Se trata de un pórtico simétrico, cargado simétricamente. Por tanto, no se produce desplazamiento.

- Esfuerzos cortantes debidos a los momentos de primer orden (M)

$$Q_{AB} = \left( -\frac{-32.34 - 65.35}{4} \right) = 24.42 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q_{BA} = \left( -\frac{-32.34 - 65.35}{4} \right) = 24.42 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q_{BC} = 319.5 + \left( -\frac{65.34 - 317.21}{5} \right) = 319.5 (\uparrow) + 50.37(\downarrow) = 269.13 \text{ kN} \uparrow$$

$$Q_{CB} = 319.5 + \left( -\frac{65.34 - 317.21}{5} \right) = 319.5 (\uparrow) + 50.37(\uparrow) = 369.87 \text{ kN} \uparrow$$

$$Q_{CD} = \left( -\frac{18.04 + 12.28}{4} \right) = 7.58 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q_{DC} = \left( -\frac{18.04 + 12.28}{4} \right) = 7.58 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q_{CE} = 319.5 + \left( -\frac{299.18 - 299.18}{5} \right) = 319.5 (\uparrow)$$

$$Q_{EC} = 319.5 + \left( -\frac{299.18 - 299.18}{5} \right) = 319.5 (\uparrow)$$

$$Q_{EF} = \left( -\frac{-18.04 - 12.28}{4} \right) = 7.58 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q_{FE} = \left( -\frac{-18.04 - 12.28}{4} \right) = 7.58 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q_{EG} = 319.5 + \left( -\frac{317.21 - 65.34}{5} \right) = 319.5 (\uparrow) + 50.37(\uparrow) = 369.87 \text{ kN} \uparrow$$

$$Q_{GE} = 319.5 + \left( -\frac{317.21 - 65.34}{5} \right) = 319.5 (\uparrow) + 50.37(\downarrow) = 269.13 \text{ kN} \uparrow$$

$$Q_{GH} = \left( -\frac{65.35 + 32.34}{4} \right) = 24.42 \text{ kN} \rightarrow$$

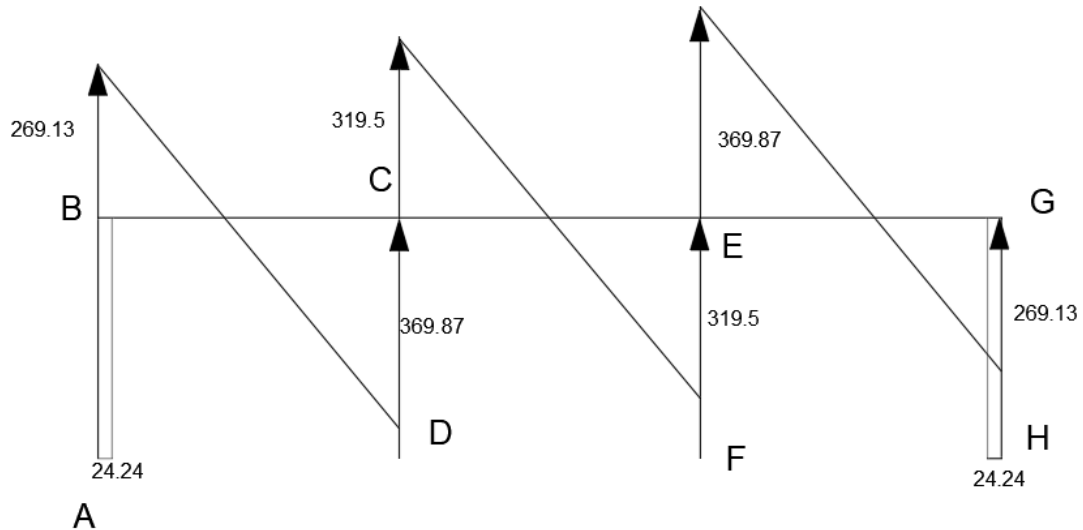
$$Q_{HG} = \left( -\frac{65.35 + 32.34}{4} \right) = 24.42 \text{ kN} \leftarrow$$

- Diagrama de fuerzas cortantes

Se calculan las distancias donde se anulan las cortantes:

$$269.13 - 127.8x_1 = 0 \rightarrow x_1 = 2.1 \text{ m (desde el pilar B y G)}$$

$$319.5 - 127.8x_2 = 0 \rightarrow x_2 = 2.5 \text{ m}$$



El diagrama de fuerzas cortantes muestra que el análisis realizado anteriormente es correcto: las fuerzas verticales ejercidas sobre el pórtico se equilibran. Se puede apreciar en los nudos B y G, cuya cortante se anula verticalmente, y, por tanto, no desplaza.

El esfuerzo de compresión en los pilares exteriores (AB y HG) es de 269.13 kN, mientras que en los pilares intermedios (DC y FE) es de 689.37 kN.

El dintel está sometido a una compresión de 24.24 kN.

Se puede comprobar el equilibrio de fuerzas verticales:

$$127.8 \text{ kN/m} * 15\text{m} = 1917 \text{ kN}$$

$$269.13 \text{ kN} * 2 + 689.37\text{kN} * 2 = 1917 \text{ kN}$$

#### - Diagrama de momentos flectores

Se calculan los momentos máximos y la distancia donde se anulan:

Para el dintel BC:

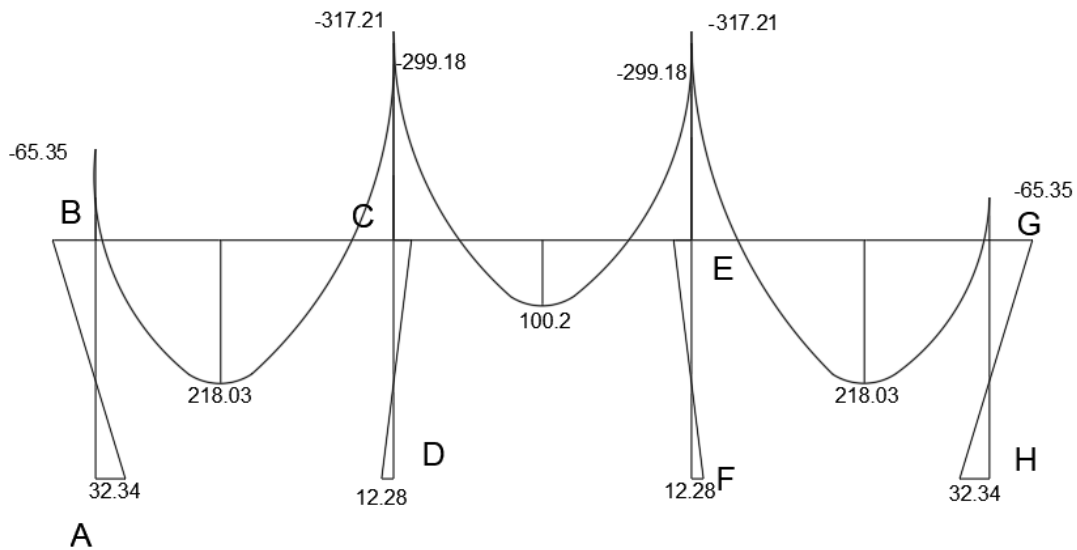
$$\begin{cases} M_x = -65.34 + 269.13x - \frac{127.8 * x^2}{2} = -63.9 * x^2 + 269.13x - 65.34 \\ M_x = 0 \rightarrow \begin{cases} x = 3.95\text{m} \\ x = 0.26 \text{ m} \end{cases} ; M_{x=2.1\text{m}} = 218.03 \text{ kNm} \end{cases}$$

Para el dintel CE:

$$\begin{cases} M_x = -299.18 + 319.5x - \frac{127.8 * x^2}{2} = -63.9 * x^2 + 319.5x - 299.18 \\ M_x = 0 \rightarrow \begin{cases} x = 3.75\text{m} \\ x = 1.25 \text{ m} \end{cases} ; M_{x=2.5\text{m}} = 100.2 \text{ kNm} \end{cases}$$

Para el pilar izquierdo AB:

$$\begin{cases} M_x = 32.34 - 24.24x \\ M_x = 0 \rightarrow x = 1.33\text{m} \end{cases}$$



Los momentos máximos en el dintel se producen en los nudos C y E, con 317.21 kNm. Los momentos máximos en los pilares se producen en los exteriores, en los nudos B y G, con 65.35 kNm.

Los pilares interiores sufren una flexión mucho menor, de 18 kNm en los nudos C y E.

## 5.1 DIMENSIONAMIENTO

Se procede al dimensionamiento de pilares y dinteles.

### 5.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS PILARES

Los pilares exteriores están más solicitados a flexión, pero el esfuerzo de compresión es mucho mayor en los interiores. Parece que el factor limitante puede ser el pandeo, y por tanto, se dimensionarán los pilares DC y FE:

$$N_{Ed} = 689.37 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 18 \text{ kNm}$$

Se realizan las comprobaciones necesarias para cumplir el CTE. Se ha considerado un HEB-200 para pilares. Se comprueba:

- Sección (DB-SE-A)

$$Ec. 6.11 \rightarrow \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} \leq 1;$$

$$\frac{689.37 \cdot 10^3}{7810 \cdot \frac{275}{1.05}} + \frac{18 \cdot 10^6}{570 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1.05}} = 0.458 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Pieza

$$Ec. 6.51 \rightarrow \frac{N_{Ed}}{x_y * A * f_{yd}} + K_y * \frac{C_{m,y} * M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} \leq 1$$

$$Ec. 6.24 \rightarrow \beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0.145 * (\mu_1 + \mu_2) - 0.265 * \mu_1 * \mu_2}{2 + 0.364 * (\mu_1 + \mu_2) - 0.247 * \mu_1 * \mu_2} \leq 1$$

Ec. 6.26:

$$\mu_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}} = \frac{2.9925 * 10^9}{2.9925 * 10^9 + 2 * (1.0584 * 10^{10})} = 0.1239$$

$$\mu_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}} = \frac{K_c}{K_c} = 1$$

$$K_c(\text{pilar}) = \frac{E * I}{L} = \frac{210 * 10^3 * 57 * 10^6}{4000} = 2.9925 * 10^9$$

$$K_{11} = K_{12}(\text{dintel}) = \frac{E * I}{L} = \frac{210 * 10^3 * 252 * 10^6}{5000} = 1.0584 * 10^{10}$$

De la Ec. 6.24:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0.145 * (0.1239 + 1) - 0.265 * 0.1239}{2 + 0.364 * (0.1239 + 1) - 0.247 * 0.1239} = 0.475 \leq 1$$

$$L_k = \beta * L = 0.475 * 4000 = 1900 \text{ mm}$$

Esbeltez (Ec. 6.18):

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I = \left(\frac{\pi}{1900}\right)^2 * (210 * 10^3) * (57 * 10^6) = 32.73 * 10^6 \text{ N}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{7810 * 275}{32.73 * 10^6}} = 0.256 \leq 1$$

Tabla 6.2 → Perfil Laminado en I:

$$\left\{ \begin{array}{l} h/b = 200/200 = 1 \leq 1.2 \\ t < 100\text{mm} \\ \text{Acero S - 275} \end{array} \right\} \rightarrow \text{Eje Y} \rightarrow \text{Curva "b"}$$

Tabla 6.3:

$$\bar{\lambda} = 0.256 \rightarrow x_y \approx 0.96$$

Tabla 6.9:

$$K_y = 1 + 0.6 * \bar{\lambda}_y * \frac{N_{ed}}{x_y * N_{c,rd}} = 1 + 0.6 * 0.256 * \frac{689.37 * 10^3}{0.96 * 7810 * \frac{275}{1.05}} = 1.05$$

Tabla 6.10 → Momentos de extremo

$$C_{m,i} = 0.6 + 0.4 * \Psi \rightarrow C_{m,i} = 0.6 + 0.4 * (-0.495) = 0.402$$

$$M_h = -65.35 \text{ kNm}$$

$$\Psi * M_h = 32.34 \text{ kNm} \rightarrow \Psi = \frac{32.34}{-65.35} = -0.495$$

De la ecuación 6.51:

$$\frac{689.37 * 10^3}{0.96 * 7810 * \frac{275}{1.05}} + 1.05 * \frac{0.402 * 18 * 10^6}{570 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.4 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Comprobación de pandeo en el eje débil (Z):

$$N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I_z = \left(\frac{\pi}{1900}\right)^2 * (210 * 10^3) * (20 * 10^6) = 11.48 * 10^6 \text{ N}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{7810 * 275}{11.48 * 10^6}} = 0.43 \leq 1$$

Tabla 6.2 → Curva "c"

$$\bar{\lambda} = 0.43 \rightarrow x_z = 0.882$$

$$\text{Ec. 6.17} \rightarrow N_{b,Rd} \geq N_{ed} \rightarrow N_{b,Rd} = x_z * A * f_{yd} = 0.882 * 7810 * \frac{275}{1.05} = 1.8 * 10^6 \text{ N}$$

$$1804.11 \text{ kN} \geq 689.37 \text{ kN} \rightarrow \text{Cumple}$$

Se puede observar que el pilar queda sobredimensionado. Esto se debe a que en las fórmulas anteriores solamente se ha comprobado la resistencia a la flexión y a la compresión del perfil seleccionado.

Sin embargo, los pilares sostienen a los dinteles, que están sometidos a grandes esfuerzos cortantes. En el caso de disminuir la sección del pilar, la fuerza cortante aumentaría en el dintel, y, como se verá a continuación, el dintel fallaría.

Una posible alternativa sería aumentar la superficie de contacto entre pilar y dintel mediante cartelas, aunque en este caso se mantendrá el diseño.

5.1.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS DINTELES

$$N_{Ed} = 24.24 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 317.21 \text{ kNm}$$

Se realizan las comprobaciones del CTE:

- Sección

$$\text{Ec. 6.11} \rightarrow \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} \leq 1;$$

$$\frac{24.24 * 10^3}{14900 * \frac{275}{1.05}} + \frac{317.21 * 10^6}{1680 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.73 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Pieza

$$\text{Ec. 6.51} \rightarrow \frac{N_{Ed}}{x_y * A * f_{yd}} + K_y * \frac{C_{m,y} * M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} \leq 1$$

Tabla 6.1 → Biempotrada desplazable →  $L_k = L = 5000 \text{ mm}$

Esbeltez (Ec. 6.18):

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I = \left(\frac{\pi}{5000}\right)^2 * (210 * 10^3) * (252 * 10^6) = 20.89 * 10^6 \text{ N}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{14900 * 275}{20.89 * 10^6}} = 0.44 \leq 1$$

Tabla 6.2 → Perfil Laminado en I:

$$\left\{ \begin{array}{l} h/b = 300/300 = 1 \leq 1.2 \\ t < 100\text{mm} \\ \text{Acero S - 275} \end{array} \right\} \rightarrow \text{Eje Y} \rightarrow \text{Curva "b"}$$

Tabla 6.3:

$$\bar{\lambda} = 0.44 \rightarrow x_y = 0.91$$

Tabla 6.9:

$$K_y = 1 + 0.6 * \bar{\lambda}_y * \frac{N_{Ed}}{x_y * N_{c,rd}} = 1 + 0.6 * 0.44 * \frac{24.24 * 10^3}{0.91 * 14900 * \frac{275}{1.05}} = 1.002$$



Tabla 6.10 → Momentos debidos a cargas laterales y momentos de extremos

$$\alpha = \frac{M_s}{M_h} = \frac{218.03}{-317.21} = -0.687$$

$$C_{m,i} = 0.1 + 0.8 * 0.687 \rightarrow C_{m,i} = 0.65$$

De la ecuación 6.51:

$$\frac{24.24 * 10^3}{0.91 * 14900 * \frac{275}{1.05}} + 1.002 * \frac{0.65 * 317.21 * 10^6}{1680 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.476 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

En este caso, se ve que la sección es limitante.

Probablemente pudiera servir un perfil inferior teniendo en cuenta solamente las comprobaciones anteriores, pero debido a que el dintel está sometido a unos grandes esfuerzos cortantes, se realizará una comprobación:

DB-SE-A → 6.2.4 "Resistencia de las secciones a corte"

Se debe comprobar que:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$EC. 6.4 \rightarrow V_{c,Rd} = A_V * \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$A_V \rightarrow$  "Perfiles en I o H cargados paralelamente al alma"

$$A_V = A - 2 * b * t_f + (t_w + 2r) * t_f$$

$$A_V = 14900 - 2 * 300 * 19 + (11 + 2 * 27) * 19 = 4735 \text{ mm}^2$$

De la ecuación 6.4:

$$V_{c,Rd} = 4735 * \frac{275/1.05}{\sqrt{3}} = 715.98 \text{ kN}$$

Entonces:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{689.37}{715.98} = 0.96 \leq 1$$

Se puede ver que la sollicitación de cortante en la viga es limitante.

No se puede colocar un pilar con un perfil menor, ya que, si aumenta la sollicitación de cortante (689.37 kN), se superaría la resistencia de la sección a cortante.

A pesar de que la relación  $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}}$  está muy cercana al límite, en la realidad dicha relación no quedaría tan próxima a 1, debido a que en el análisis realizado no se tiene en cuenta la dimensión finita de los nudos. En el análisis teórico, se ha supuesto la totalidad de la cortante actuando en el nudo, cuando en la realidad, dicha cortante estaría dividida en dos partes, una a cada lado de la unión.

Según el CTE, DB-SE-A, 6.2.8, apartado 2, como la cortante de cálculo  $V_{Ed}$  es mayor que la mitad de la resistencia de la sección a cortante, se comprobará el momento flector de cálculo frente al resistente obtenido, según la ecuación 6.12:

$$\text{Para secciones I o H} \rightarrow M_{V,Rd} = \left( W_{pl} - \frac{\rho * A_v^2}{4 * t_w} \right) * f_{yd} \leq M_{0,Rd}$$

Siendo:

$$\rho = \left( 2 * \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right)^2$$

Entonces:

$$\rho = (2 * 0.96 - 1)^2 = 0.8464$$

$$M_{V,Rd} = \left( 1870 * 10^3 - \frac{0.8464 * 4735^2}{4 * 11} \right) * \frac{275}{1.05} = 112.47 \text{ kNm}$$

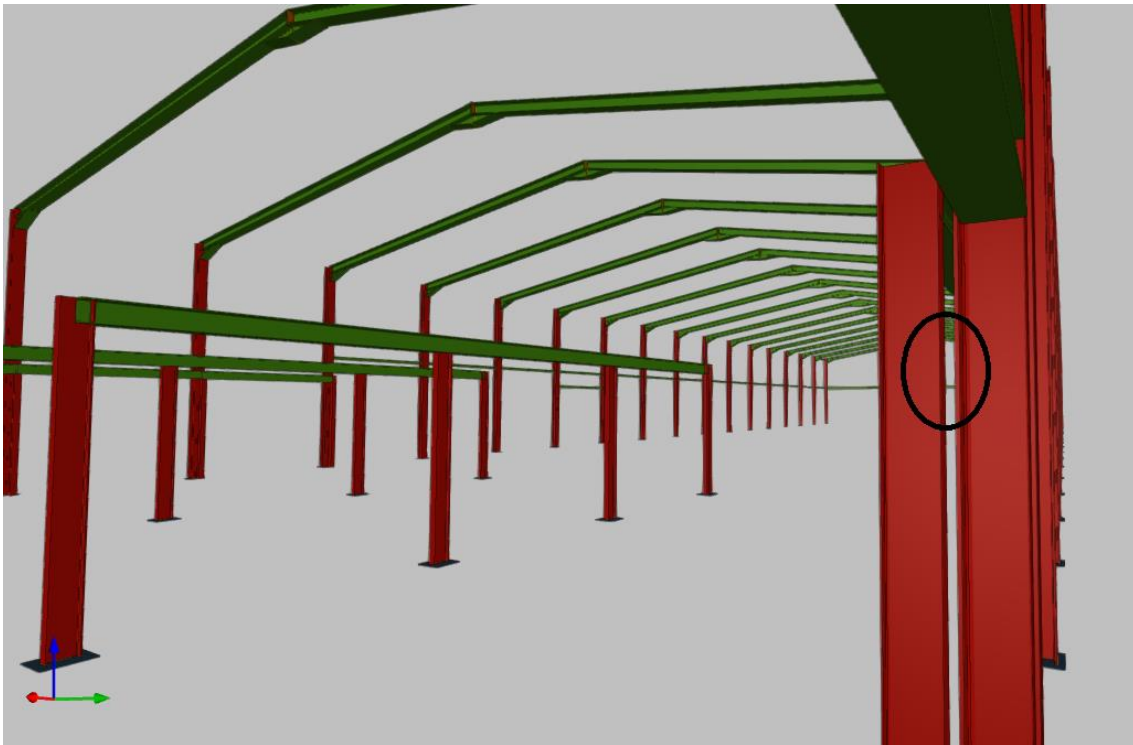
Se comprueba que:

$$M_{0,Rd} = W_{pl,Rd} * f_{yd} = 1870 * 10^3 * \frac{275}{1.05} = 491.07 \text{ kNm}$$

$$112.47 \text{ kNm} \leq 491.07 \text{ kNm} \rightarrow \text{Cumple}$$

### **La disposición anterior cumple todas las comprobaciones.**

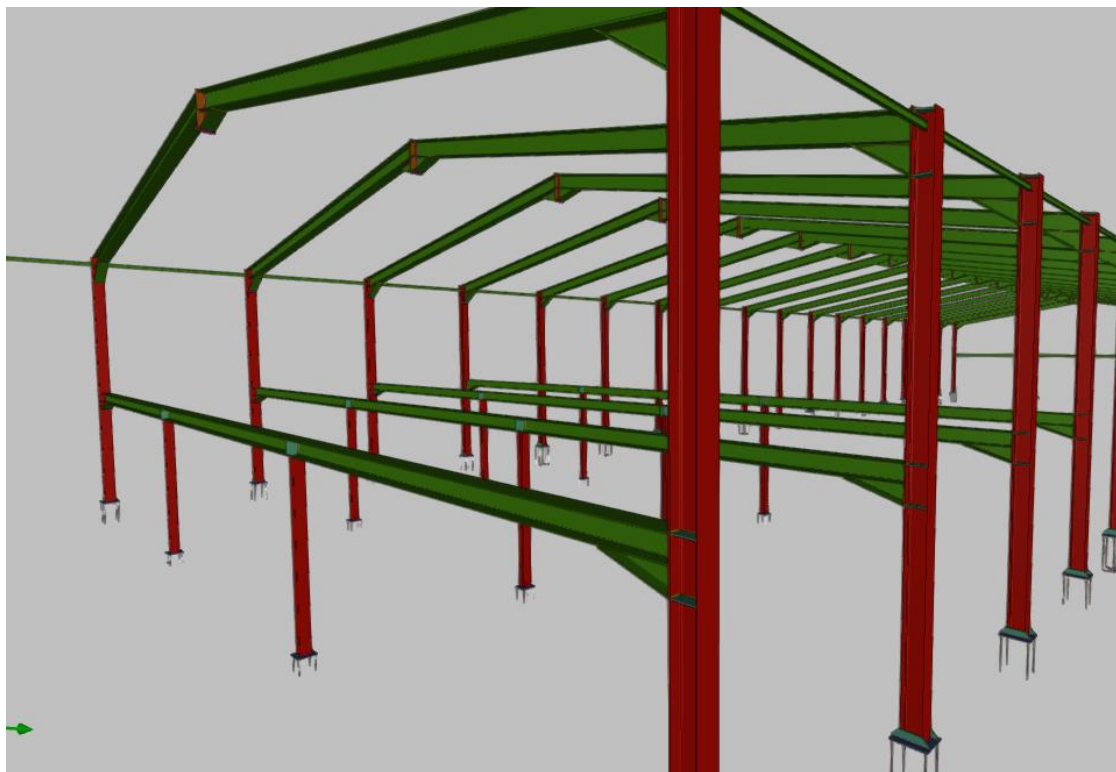
Sin embargo, la disposición de la estructura portante del forjado tiene poco sentido, debido a la construcción de una estructura completamente independiente del pórtico.



*Ilustración 7. La estructura del primer piso es independiente del pórtico de la nave.*

Por tanto, aunque esta disposición funcionaría y cumple las comprobaciones, se procede al diseño de una disposición más realista y eficiente.

Se estudia la estructura de la siguiente manera:



*Ilustración 8. Estructura del primer piso, con vigas unidas a pilares del pórtico.*

Se colocan los dinteles que soportan el forjado entre pórticos, apoyados en pilares intermedios y en los pórticos de la nave. La altura de los dinteles será igualmente de 4 m. La distancia entre apoyos es de 10 m. La viga mide 30 m.

Se calculan las acciones a las que estará sometido el forjado. Como en el caso anterior, éstas serán el peso propio del forjado y la sobrecarga de uso:

DB-SE-AE → Tabla 3.1 → Zona E (Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros):

- Carga uniforme:  $2 \text{ kN/m}^2$
- Carga concentrada:  $20 \text{ kN}$  (1)
  - o (1) *Alternativamente, la carga concentrada se podrá sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida a la totalidad de la zona de  $2 \text{ kN/m}^2$  para el cálculo de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos.*

Por tanto, la sobrecarga de uso sobre el forjado es de  $2 \text{ kN/m}^2 + 2 \text{ kN/m}^2 = 4 \text{ kN/m}^2$

El peso propio del forjado dependerá del canto seleccionado. A diferencia del caso anterior, se va a comprobar una placa de mayor canto con una armadura más sencilla. Se supone una placa de 25 cm de canto y 5 cm de capa de compresión:

Peso del forjado ( $\text{kN/m}^2$ ):	4.76
Acero armadura superior:	B 500S o B 500SD UNE 36-069-94
Armadura de reparto mínima:	ME 20 x 30 A r 5 - 5 B 500 T 5x2.30 UNE 36092:1995
Área armado mínima:	428 $\text{mm}^2$

En resumen:

- Sobrecarga de uso:  $4 \text{ kN/m}^2 * 1.5 = 6 \text{ kN/m}^2$

Para el peso propio:

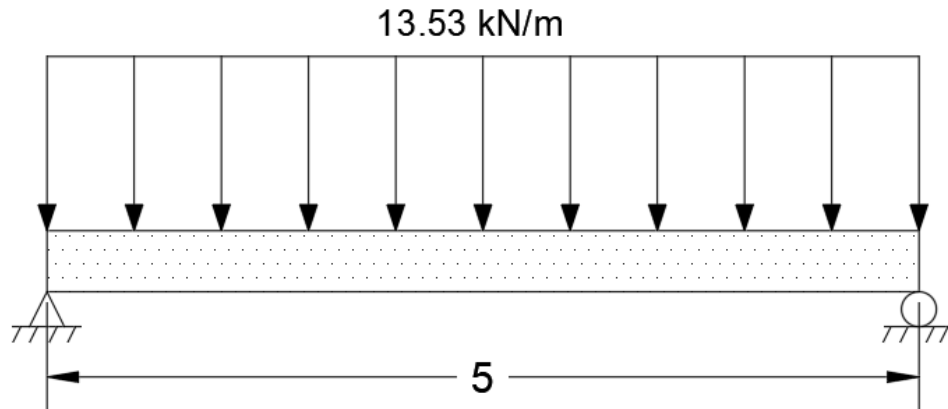
- Placa alveolar + capa de compresión:  $4.76 \text{ kN/m}^2 * 1.35 = 6.43 \text{ kN/m}^2$
- Baldosa cerámica (0.05m de espesor) (CTE):  $0.8 \text{ kN/m}^2 * 1.35 = 1.1 \text{ kN/m}^2$

Peso total:  $6 \text{ kN/m}^2 + 6.43 \text{ kN/m}^2 + 1.1 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{13.53 \text{ kN/m}^2}$

Para la elección de la placa alveolar adecuada, se calculan los momentos y la flecha.

La carga por bandas de 1 m será:

$$13.53 \text{ kN/m}^2 * 1\text{m} = 13.53 \text{ kN/m}$$



*Ilustración 9. Carga sobre la losa alveolar.*

De la expresión del momento máximo para una viga biarticulada:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{Q * L^2}{8} = \frac{13.53 \text{ kN/m} * (5\text{m})^2}{8} = 42.28 \text{ kNm}$$

Para calcular el momento último de servicio, se obtienen las cargas características:

$$\text{Peso total: } 4 \text{ kN/m}^2 + 4.76 \text{ kN/m}^2 + 0.8 \text{ kN/m}^2 = 9.56 \text{ kN/m}^2$$

El momento será:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{Q * L^2}{8} = \frac{9.56 \text{ kN/m} * (5\text{m})^2}{8} = 29.88 \text{ kNm}$$

Con los datos anteriores, se selecciona la placa:

Flexión positiva, esfuerzo por bandas de 1 metro.															
TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	MOMENTO ULTIMO (m·kNm)	Vu(kNm)				M límite servicio según clase de exposición (m·kNm)			$\beta^{***}$	MODULO RESISTENTE $W_{pl,yf}$ (mm <sup>3</sup> )	RIGIDEZ (m <sup>2</sup> ·kN/m)		REI	
			SECCIÓN TIPO (1)	SECCIÓN MACIZADA (2)	** $\zeta$	RASANTE Vu(kNm)	Mo	Mo'	Mo2			HOMOG E·Ih	FISURADA E·If <sub>o</sub>	(3)	(4)
25 + 5	T-1	109.22	154	239	1.15	266	39.61	45.16	100.26	1.88	10886829	67960	11919	30	60
	T-2	122.06	158	239	1.15	266	46.21	52.19	108.53	1.88	10908354	68051	12690	30	60
	T-3	134.52	162	239	1.15	266	53.79	59.96	117.79	1.88	10930116	68142	13467	30	60
	T-4	146.83	166	239	1.15	266	61.36	67.71	127.02	1.88	10952054	68235	14251	30	60
	T-5	169.40	174	239	1.15	266	76.41	83.14	145.42	1.88	10996303	68422	15456	30	60
	T-6	191.54	181	239	1.15	266	89.75	96.94	162.06	1.88	11032740	68571	16647	30	60
	T-7	202.24	189	239	1.15	266	94.66	102.72	168.53	1.88	11029638	68526	17562	30	60
	T-8	221.24	196	239	1.15	266	107.77	116.28	184.95	1.88	11065703	68672	18950	30	90
	T-9	241.83	202	239	1.15	266	120.79	129.77	201.28	1.88	11101822	68818	20332	30	90
	T-10	258.91	209	239	1.15	266	132.51	141.99	216.29	1.88	11134066	68945	21685	60	90
	T-11	275.31	215	239	1.15	266	142.88	152.88	229.92	1.88	11162387	69053	22875	60	90
	T-12	291.19	221	239	1.15	266	153.09	163.61	243.41	1.88	11190682	69161	24061	90	120
	T-13	304.84	227	239	1.15	266	161.64	172.76	255.19	1.88	11211227	69231	25171	90	120
	T-14	314.53	233	239	1.15	266	142.32	152.70	239.11	1.88	11231822	69301	26239	90	120
	T-15	114.68	158	239	1.15	249	40.41	52.60	102.61	1.88	10880408	67917	19282	90	120
	T-16	135.82	166	239	1.15	249	53.15	66.61	118.65	1.88	10915379	68058	20300	90	120
	T-17	156.38	174	239	1.15	249	64.92	79.44	133.69	1.88	10943708	68167	21251	120	120
	T-18	174.46	181	239	1.15	249	76.59	92.18	148.63	1.88	10972054	68276	22198	120	120
	T-19	191.70	189	239	1.15	249	87.13	103.85	162.43	1.88	10996845	68368	23097	120	120
	T-20	216.52	199	239	1.15	249	101.16	119.67	181.32	1.88	11028686	68480	24218	120	120

Ilustración 10. Elección del tipo de placa alveolar.

Se muestra que la armadura necesaria será T-1, la más básica, abaratando la placa.

Por tanto, se tiene:

$$M_{\text{último}} = 109.22 \text{ kNm} \geq 42.28 \text{ kNm} \rightarrow \text{Cumple}$$

$$M_{\text{límite servicio}} = 39.61 \text{ kNm} \geq 29.88 \text{ kNm} \rightarrow \text{Cumple}$$

Respecto al momento límite de servicio, se dan tres momentos, que son:

- Mo= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección.
- Mo'=momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior.
- Momento para el que se produce fisura de ancho 0.2mm.

Por tanto, la placa seleccionada es adecuada, ya que ni siquiera se alcanza el valor del momento de descompresión de la fibra inferior.

Se procede al análisis de los pilares y los dinteles que soportan el forjado.

Se analiza la estructura como un pórtico de nudos rígidos. Se tiene una viga de 30 metros de longitud, cargada uniformemente.

La carga es de  $13.53 \text{ kN/m}^2$ . Por tanto, la carga lineal sobre un dintel intermedio, con franja de carga de 5 metros, será:

$$13.53 \text{ kN/m}^2 * 5\text{m} = 67.65 \text{ kN/m}$$

Se tiene la siguiente hipótesis:

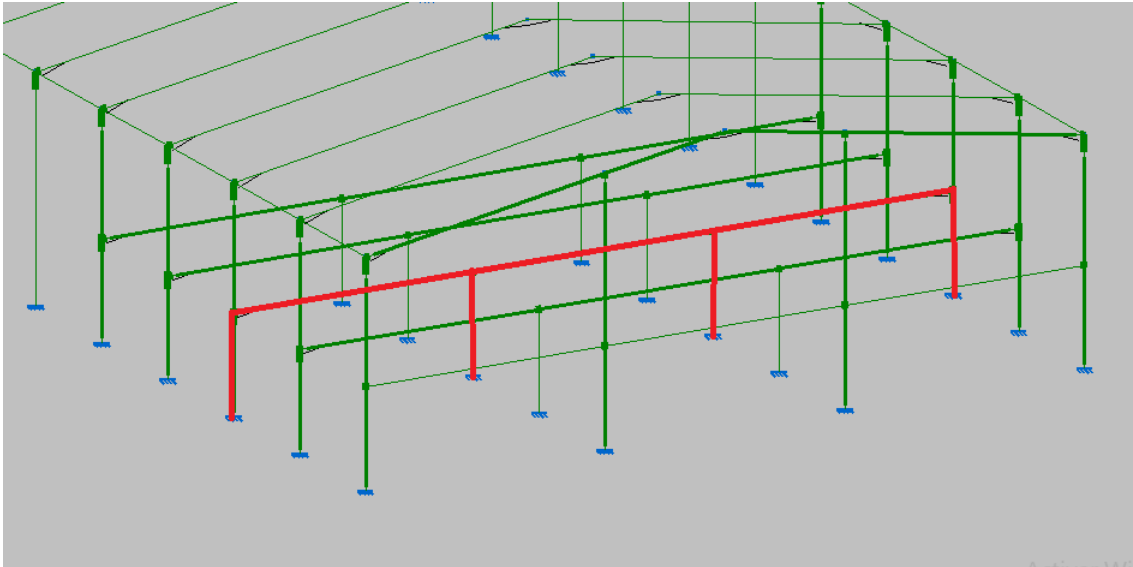


Ilustración 11. Pórtico intermedio de estudio.

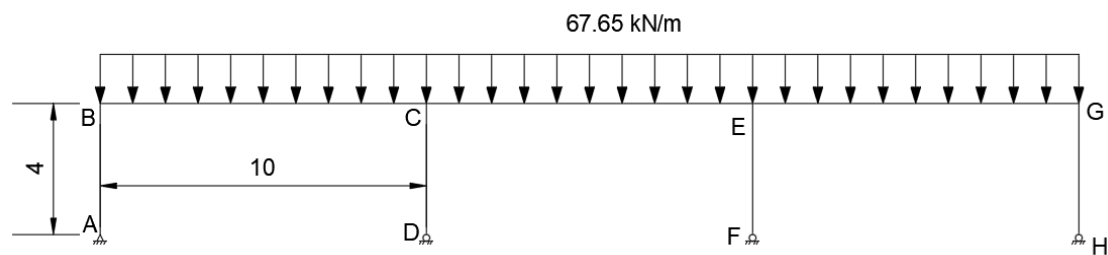


Ilustración 12. Vigas y pilares del primer piso.

Los nudos A, D, F y H están separados 10 metros, y están empotrados. La altura de pilares es de 4 metros.

Se analizará la estructura por el método de Cross.

Se realiza el estudio del pórtico con la hipótesis anterior. Para evitar realizar un predimensionamiento, se toma la relación de inercia a partir de los perfiles seleccionados en Cype:

$$\text{Dinteles} \rightarrow \text{HEB} - 340 \left\{ \begin{array}{l} A = 17100 \text{ mm}^2 \\ I_y = 367 * 10^6 \text{ mm}^4 \\ W_y = 2160 * 10^3 \text{ mm}^3 \end{array} \right.$$

$$\text{Pilares} \rightarrow \text{IPE} - 300 \left\{ \begin{array}{l} A = 5380 \text{ mm}^2 \\ I_y = 83.6 * 10^6 \text{ mm}^4 \\ W_y = 557 * 10^3 \text{ mm}^3 \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} 83.6 \rightarrow 1 \rightarrow \text{IPE} - 300 \rightarrow 1 \\ 367 \rightarrow x \rightarrow \text{HEB} - 340 \rightarrow 4.4 \end{array}$$

Se realiza el estudio del pórtico por el **método de Cross:**

- Coeficiente de rigidez K

$$K_{BA} = K_{CD} = K_{EF} = K_{GH} = \frac{1}{4}$$

$$K_{BC} = K_{CE} = K_{EG} = \frac{4.4}{10}$$

- Coeficiente de reparto  $\rho$

$$\rho_{BA} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{4.4}{10}} = 0.36$$

$$\rho_{BC} = \frac{\frac{4.4}{10}}{\frac{1}{4} + \frac{4.4}{10}} = 0.64$$

$$\rho_{CB} = \frac{\frac{4.4}{5}}{\frac{1}{4} + \frac{4.4}{10} + \frac{4.4}{10}} = 0.39$$

$$\rho_{CD} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{4.4}{10} + \frac{4.4}{10}} = 0.22$$

$$\rho_{CE} = \frac{\frac{4.4}{10}}{\frac{1}{4} + \frac{4.4}{10} + \frac{4.4}{10}} = 0.39$$

- Momentos de empotramiento perfecto (momentos de Cross)

- o Dinteles

El dintel está cargado uniformemente:  $67.65 \text{ kN/m}$

$$M_{BC} = \frac{P * L^2}{12} = \frac{67.65 * 10^2}{12} = 563.75 \text{ kNm}$$

$$M_{CB} = -M_{BC} = -563.75 \text{ kNm}$$

$$Q_0 = \frac{67.65 * 10}{2} = 338.25 \text{ kN} \uparrow$$



- Tabla de momentos de Cross

	A	BA	BC	CB	CD	CE	EC	EF	EG	GE	GH	H	D	F
$\rho$		0.36	0.64	0.39	0.22	0.39	0.39	0.22	0.39	0.64	0.36			
M0			563.75	-563.75		563.75	-563.75		563.75	-563.75				
1R		-202.95	-360.8							360.8	202.95			
1T	-101.48			-180.4					180.4			101.48		
2R				70.36	39.69	70.36	-70.36	-39.69	-70.36					
2T			35.18			-35.18	35.18			-35.18			19.85	-19.85
3R		-12.66	-22.52	13.72	7.74	13.72	-13.72	-7.74	-13.72	22.52	12.66			
3T	-6.33		4.98	-8.87		-4.98	4.98		8.87	-4.98		6.33	3.87	-3.87
4R		-1.79	-3.19	5.4	3.05	5.4	-5.4	-3.05	-5.4	3.19	1.79			
4T	-0.9		2.7	-1.6		-2.7	2.7		1.6	-2.7		0.9	1.53	-1.53
5R		-0.97	-1.73	1.68	0.95	1.68	-1.68	-0.95	-1.68	1.73	0.97			
Mc	-108.71	-218.37	218.37	-663.46	51.43	612.05	-612.05	-51.43	663.46	-218.37	218.37	108.71	25.25	-25.25

Se trata de un pórtico simétrico, cargado simétricamente. Por tanto, no se produce desplazamiento.

- Esfuerzos cortantes debidos a los momentos de primer orden (M)

$$Q_{AB} = \left( -\frac{-108.71 - 218.37}{4} \right) = 81.77 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q_{BA} = \left( -\frac{-108.71 - 218.37}{4} \right) = 81.77 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q_{BC} = 338.25 + \left( -\frac{218.37 - 663.46}{10} \right) = 338.25 (\uparrow) + 44.51(\downarrow) = 293.74 \text{ kN} \uparrow$$

$$Q_{CB} = 338.25 + \left( -\frac{218.37 - 663.46}{10} \right) = 319.5 (\uparrow) + 44.51(\uparrow) = 382.76 \text{ kN} \uparrow$$

$$Q_{CD} = \left( -\frac{51.43 + 25.25}{4} \right) = 19.17 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q_{DC} = \left( -\frac{51.43 + 25.25}{4} \right) = 19.17 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q_{CE} = 338.25 + \left( -\frac{612.05 - 612.05}{10} \right) = 338.25 (\uparrow)$$

$$Q_{EC} = 338.25 + \left( -\frac{612.05 - 612.05}{10} \right) = 338.25 (\uparrow)$$

$$Q_{EF} = \left( -\frac{-51.43 - 25.25}{4} \right) = 19.17 \text{ kN} \leftarrow$$

$$Q_{FE} = \left( -\frac{-51.43 - 25.25}{4} \right) = 19.17 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q_{EG} = 338.25 + \left( -\frac{663.46 - 218.37}{10} \right) = 338.25 (\uparrow) + 44.51(\uparrow) = 382.76 \text{ kN} \uparrow$$

$$Q_{GE} = 338.25 + \left( -\frac{663.46 - 218.37}{10} \right) = 338.25 (\uparrow) + 44.51(\downarrow) = 293.74 \text{ kN } \uparrow$$

$$Q_{GH} = \left( -\frac{218.37 + 108.71}{4} \right) = 81.77 \text{ kN } \rightarrow$$

$$Q_{HG} = \left( -\frac{218.37 + 108.71}{4} \right) = 81.77 \text{ kN } \leftarrow$$

- Diagrama de fuerzas cortantes

Se calculan las distancias donde se anulan las cortantes:

$$293.74 - 67.65x_{BC} = 0 \rightarrow x_{BC} = 4.34 \text{ m (desde el pilar B y G)}$$

$$338.25 - 67.65x_{CE} = 0 \rightarrow x_{CE} = 5 \text{ m}$$

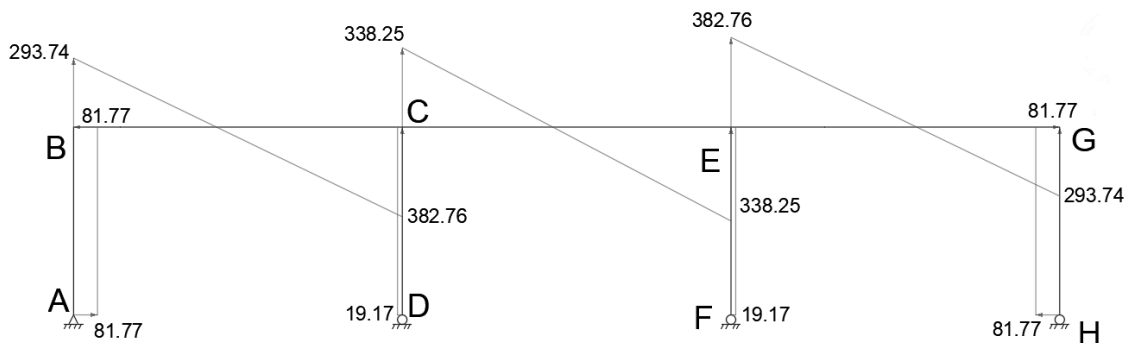


Ilustración 13. Diagrama de fuerzas cortantes.

El diagrama de fuerzas cortantes muestra que el análisis realizado anteriormente es correcto: las fuerzas verticales ejercidas sobre el pórtico se equilibran. Se puede apreciar en los nudos B y G, cuya cortante se anula verticalmente, y, por tanto, no desplaza.

El esfuerzo de compresión en los pilares exteriores (AB y HG) es de 293.74 kN, mientras que en los pilares intermedios (DC y FE) es de 721 kN.

El dintel está sometido a una compresión de 81.77 kN.

Se puede comprobar el equilibrio de fuerzas verticales:

$$67.65 \text{ kN/m} * 30\text{m} = 2029.5 \text{ kN}$$

$$293.74 \text{ kN} * 2 + 721.01 \text{ kN} * 2 = 2029.5 \text{ kN}$$

- Diagrama de momentos flectores

Se calculan los momentos máximos y la distancia donde se anulan:

Para el dintel BC:

$$\begin{cases} M_x = -218.37 + 293.74x - \frac{67.65x^2}{2} = -33.83x^2 + 293.74x - 218.37 \\ M_x = 0 \rightarrow \begin{cases} x = 7.86m \\ x = 0.82m \end{cases}; M_{x=4.34m} = 419.25 \text{ kNm} \end{cases}$$

Para el dintel CE:

$$\begin{cases} M_x = -612.05 + 338.25x - \frac{67.65x^2}{2} = -33.83x^2 + 338.25x - 612.05 \\ M_x = 0 \rightarrow \begin{cases} x = 7.63m \\ x = 2.37m \end{cases}; M_{x=5m} = 233.45 \text{ kNm} \end{cases}$$

Para el pilar izquierdo AB:

$$\begin{cases} M_x = 108.71 - 81.77x \\ M_x = 0 \rightarrow x = 1.33m \end{cases}$$

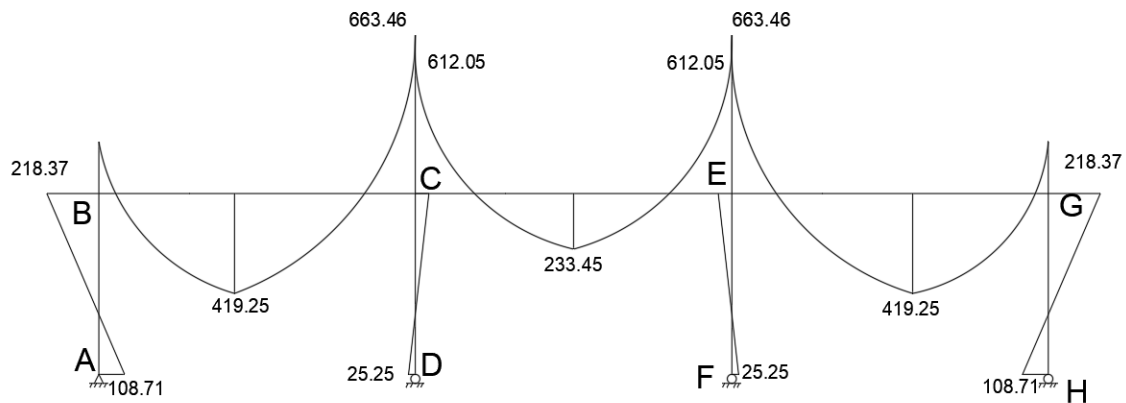


Ilustración 14. Diagrama de momentos flectores.

Los momentos máximos en el dintel se producen en los nudos C y E, con 663.46 kNm. Los momentos máximos en los pilares se producen en los exteriores, en los nudos B y G, con 218.37 kNm.

Los pilares interiores sufren una flexión mucho menor, de 51.43 kNm en los nudos C y E.

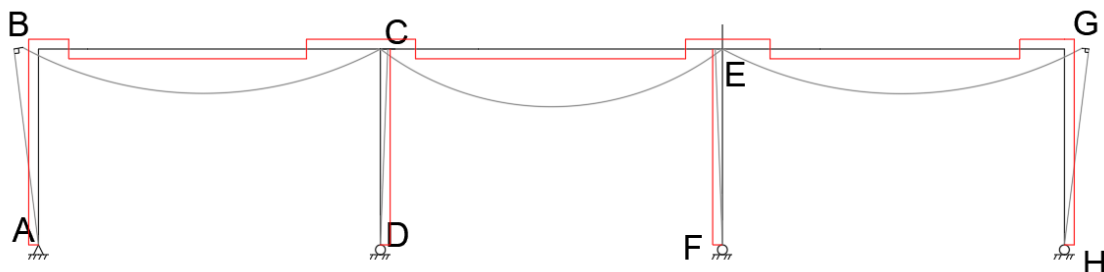


Ilustración 15. Deformada y tracciones.

## 5.2 DIMENSIONAMIENTO

Se procede al dimensionamiento de pilares y dinteles.

### 5.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS PILARES

Los pilares exteriores están más solicitados a flexión, pero el esfuerzo de compresión es mucho mayor en los interiores. Parece que el factor limitante puede ser el pandeo, y por tanto, se dimensionarán los pilares DC y FE:

$$N_{Ed} = 721 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 51.43 \text{ kNm}$$

Se realizan las comprobaciones necesarias para cumplir el CTE. Se ha considerado un IPE-300 para pilares. Se comprueba:

#### - Sección (DB-SE-A)

$$Ec. 6.11 \rightarrow \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} \leq 1;$$

$$\frac{721 * 10^3}{5380 * \frac{275}{1.05}} + \frac{51.43 * 10^6}{557 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.86 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

#### - Pieza

$$Ec. 6.51 \rightarrow \frac{N_{Ed}}{x_y * A * f_{yd}} + K_y * \frac{C_{m,y} * M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} \leq 1$$

$$Ec. 6.24 \rightarrow \beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0.145 * (\mu_1 + \mu_2) - 0.265 * \mu_1 * \mu_2}{2 + 0.364 * (\mu_1 + \mu_2) - 0.247 * \mu_1 * \mu_2} \leq 1$$

Ec. 6.26:

$$\mu_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}} = \frac{4.389 * 10^9}{4.389 * 10^9 + 2 * (7.707 * 10^9)} = 0.22$$

$$\mu_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}} = \frac{K_c}{K_c} = 1$$

$$K_c(\text{pilar}) = \frac{E * I}{L} = \frac{210 * 10^3 * 83.6 * 10^6}{4000} = 4.389 * 10^9$$

$$K_{11} = K_{12}(\text{dintel}) = \frac{E * I}{L} = \frac{210 * 10^3 * 367 * 10^6}{10000} = 7.707 * 10^9$$

De la Ec. 6.24:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0.145 * (0.22 + 1) - 0.265 * 0.22}{2 + 0.364 * (0.22 + 1) - 0.247 * 0.22} = 0.468 \leq 1$$

$$L_k = \beta * L = 0.468 * 4000 = 1872 \text{ mm}$$

Esbeltez (Ec. 6.18):

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I = \left(\frac{\pi}{1872}\right)^2 * (210 * 10^3) * (83.6 * 10^6) = 49.44 * 10^6 \text{ N}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{5380 * 275}{49.44 * 10^6}} = 0.17 \leq 1$$

Tabla 6.3:

$$\bar{\lambda} = 0.17 \rightarrow x_y \approx 1$$

Tabla 6.9:

$$K_y = 1 + 0.6 * \bar{\lambda}_y * \frac{N_{ed}}{x_y * N_{c,rd}} = 1 + 0.6 * 0.17 * \frac{721 * 10^3}{5380 * \frac{275}{1.05}} = 1.05$$

Tabla 6.10 → Momentos de extremo

$$C_{m,i} = 0.6 + 0.4 * \Psi \rightarrow C_{m,i} = 0.6 + 0.4 * (-0.39) = 0.44$$

$$M_h = -51.43 \text{ kNm}$$

$$\Psi * M_h = 25.25 \text{ kNm} \rightarrow \Psi = \frac{25.25}{-51.43} = -0.39$$

De la ecuación 6.51:

$$\frac{721 * 10^3}{5380 * \frac{275}{1.05}} + 1.05 * \frac{0.44 * 51.43 * 10^6}{557 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.675 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Comprobación de pandeo en el eje débil (Z):

$$N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I_z = \left(\frac{\pi}{1872}\right)^2 * (210 * 10^3) * (6.04 * 10^6) = 3.57 * 10^6 \text{ N}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{5380 * 275}{3.57 * 10^6}} = 0.64 \leq 1$$

Tabla 6.2 → Curva “b”

$$\bar{\lambda} = 0.64 \rightarrow x_z = 0.816$$

$$\text{Ec. 6.17} \rightarrow N_{b,Rd} \geq N_{ed} \rightarrow N_{b,Rd} = x_z * A * f_{yd} = 0.816 * 5380 * \frac{275}{1.05} = 1.15 * 10^6 N$$

$$1149.78 \text{ kN} \geq 721 \text{ kN} \rightarrow \text{Cumple}$$

$$\frac{721 \text{ kN}}{1149.78 \text{ kN}} = 0.63 \rightarrow \text{El perfil trabaja al 63\% en su eje débil.}$$

Se puede observar que el pilar queda sobredimensionado. Como se explicó en el cálculo del pórtico anterior, esto se debe a que en las fórmulas anteriores solamente se ha comprobado la resistencia a la flexión y a la compresión del perfil seleccionado.

Los pilares sostienen a los dinteles, los cuales están sometidos a grandes esfuerzos cortantes debido a que apoyan en una pequeña superficie. En el caso de disminuir la sección del pilar, la fuerza cortante aumentaría en el dintel. En el dimensionamiento del dintel, se comprobará su sollicitación a cortante.

Una posible alternativa sería aumentar la superficie de contacto entre pilar y dintel mediante cartelas.

## 5.2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS DINTELES

$$N_{Ed} = 81.77 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 663.46 \text{ kNm}$$

Se realizan las comprobaciones del CTE para perfil HEB-340.

### - Sección

$$\text{Ec. 6.11} \rightarrow \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} \leq 1;$$

$$\frac{81.77 * 10^3}{17100 * \frac{275}{1.05}} + \frac{663.46 * 10^6}{2160 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 1.2 \leq 1 \rightarrow \text{No cumple}$$

Debido a que Cype tiene en cuenta la dimensión finita de los nudos, el perfil HEB-340 cumple. Sin embargo, analíticamente, es necesario comprobar un perfil mayor:

$$\text{Dinteles} \rightarrow \text{HEB} - 400 \left\{ \begin{array}{l} A = 19800 \text{ mm}^2 \\ I_y = 577 * 10^6 \text{ mm}^4 \\ W_y = 2880 * 10^3 \text{ mm}^3 \end{array} \right.$$

$$\frac{81.77 * 10^3}{19800 * \frac{275}{1.05}} + \frac{663.46 * 10^6}{2880 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.9 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

- Pieza

$$\text{Ec. 6.51} \rightarrow \frac{N_{Ed}}{x_y * A * f_{yd}} + K_y * \frac{C_{m,y} * M_{y,Ed}}{W_y * f_{yd}} \leq 1$$

Tabla 6.1  $\rightarrow$  Biempotrada desplazable  $\rightarrow L_k = L = 10000 \text{ mm}$

Esbeltez (Ec. 6.18):

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 * E * I = \left(\frac{\pi}{10000}\right)^2 * (210 * 10^3) * (577 * 10^6) = 11.96 * 10^6 \text{ N}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{19800 * 275}{11.96 * 10^6}} = 0.675 \leq 1$$

Tabla 6.2  $\rightarrow$  Perfil Laminado en I:

$$\left\{ \begin{array}{l} h/b = 300/300 = 1 \leq 1.2 \\ t < 100\text{mm} \\ \text{Acero S - 275} \end{array} \right\} \rightarrow \text{Eje Y} \rightarrow \text{Curva "b"}$$

Tabla 6.3:

$$\bar{\lambda} = 0.675 \rightarrow x_y = 0.795$$

Tabla 6.9:

$$K_y = 1 + 0.6 * \bar{\lambda}_y * \frac{N_{Ed}}{x_y * N_{c,rd}} = 1 + 0.6 * 0.675 * \frac{81.77 * 10^3}{0.795 * 19800 * \frac{275}{1.05}} = 1.008$$

Tabla 6.10  $\rightarrow$  Momentos debidos a cargas laterales y momentos de extremos

$$\alpha = \frac{M_s}{M_h} = \frac{419.25}{-663.46} = -0.63$$

$$C_{m,i} = 0.1 + 0.8 * 0.63 \rightarrow C_{m,i} = 0.604$$

De la ecuación 6.51:

$$\frac{81.77 * 10^3}{0.795 * 19800 * \frac{275}{1.05}} + 1.008 * \frac{0.604 * 663.46 * 10^6}{2880 * 10^3 * \frac{275}{1.05}} = 0.56 \leq 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

En este caso, se ve que la sección (Ec. 6.11) es limitante.

Debido a que el dintel está sometido a unos grandes esfuerzos cortantes, se realizará una comprobación:

DB-SE-A → 6.2.4 "Resistencia de las secciones a corte"

Se debe comprobar que:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$\text{Ec. 6.4} \rightarrow V_{c,Rd} = A_V * \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$A_V \rightarrow$  "Perfiles en I o H cargados paralelamente al alma"

$$A_V = A - 2 * b * t_f + (t_w + 2r) * t_f$$

$$A_V = 19800 - 2 * 300 * 24 + (13.5 + 2 * 27) * 24 = 7020 \text{ mm}^2$$

De la ecuación 6.4:

$$V_{c,Rd} = 7020 * \frac{275/1.05}{\sqrt{3}} = 1061.5 \text{ kN}$$

Entonces:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{721}{1061.5} = 0.68 \leq 1$$

Según el CTE, DB-SE-A, 6.2.8, apartado 2, como la cortante de cálculo  $V_{Ed}$  es mayor que la mitad de la resistencia de la sección a cortante, se comprobará el momento flector de cálculo frente al resistente obtenido ( $M_{V,Rd} \leq M_{0,Rd}$ ), según la ecuación 6.12:

$$\text{Para secciones I o H} \rightarrow M_{V,Rd} = \left( W_{pl} - \frac{\rho * A_v^2}{4 * t_w} \right) * f_{yd} \leq M_{Ed}$$

Siendo:

$$\rho = \left( 2 * \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right)^2$$



Entonces:

$$\rho = (2 * 0.68 - 1)^2 = 0.1296$$

$$M_{V,Rd} = \left( 3240 * 10^3 - \frac{0.1296 * 7020^2}{4 * 13.5} \right) * \frac{275}{1.05} = 817.6 \text{ kNm}$$

Se comprueba que:

$$M_{0,Rd} = W_{pl,Rd} * f_{yd} = 3240 * 10^3 * \frac{275}{1.05} = 848.57 \text{ kNm}$$

$$817.6 \text{ kNm} \leq 848.57 \text{ kNm} \rightarrow \text{Cumple}$$

### 5.2.3 COMPROBACIÓN DE LA FLECHA

Se realiza una pequeña comprobación de la flecha máxima que se produce en las vigas.

Para una viga continua como esta, en la que existen 3 vanos y 4 apoyos, es necesario obtener la expresión de la flecha máxima a partir de ecuaciones de resistencia de materiales, mediante el segundo teorema de Mohr o el de la doble integración.

Sin embargo, como la viga se encuentra uniformemente cargada, se puede hacer una pequeña aproximación, considerando un vano de la viga como si estuviera biempotrada.

La flecha máxima será:

$$f_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{10000}{300} = 33.3 \text{ mm}$$

Se realiza un cálculo aproximado:

$$f_{z,max} = \frac{1}{384} * \frac{q_z * l^4}{E * I_y} = \frac{1}{384} * \frac{47.8 * (10000^4)}{210000 * (577 * 10^6)} = 10.27 \text{ mm}$$

Se puede ver que la flecha máxima, en el caso de que la viga estuviera biempotrada, sería de 10.27 mm.

Además, el programa Cype muestra un valor de flecha máxima de 14.27 mm.

Con ambos datos, se puede afirmar que la viga seleccionada cumple el estado límite de servicio.

En el caso de ser necesario unir perfiles, se deberá realizar la unión en la zona más favorable, donde el momento flector es nulo, a 2 m y a 2.5 m.

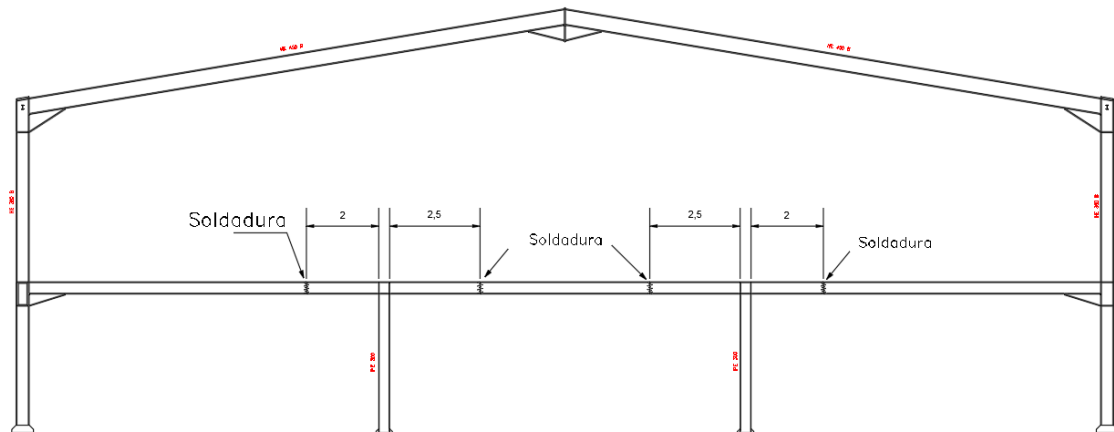


Ilustración 16. Posición de las soldaduras para unión entre perfiles.

En resumen:

{ **Pilares** → **IPE – 300**  
  { **Dinteles** → **HEB – 400**

## 6 CIMENTACIONES

En este apartado se comprueba analíticamente la cimentación aportada por Cype.

El objetivo de colocar elementos de cimentación entre la estructura portante y el terreno, es aumentar la superficie de contacto entre ambos, y así no sobrepasar la capacidad portante del terreno.

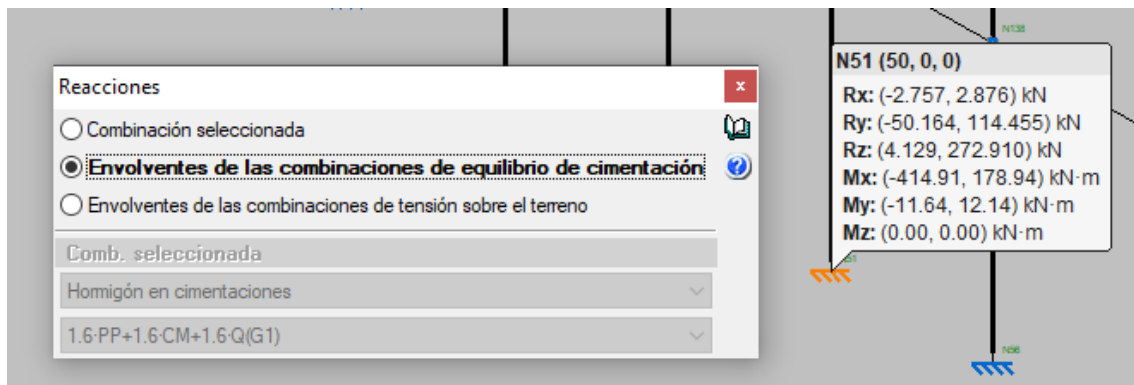
La cimentación se soluciona con un conjunto de zapatas aisladas con vigas de atado. En este proyecto se realizan tres tipos de zapatas:

- Zapata 300x300x125, para pilares HEB 360.
- Zapata 165x165x40, para pilares HEB 300.
- Zapata 420x420x95, para pilares HEB 450.

Lo ideal sería tener todas las zapatas del mismo tamaño. En este caso es inviable, por la diferencia de tamaños que requieren las solicitaciones. Si dichas solicitaciones fueran más parecidas, se colocarían todas las zapatas del mismo tipo, igualando todas a la mayor.

Los esfuerzos a los que se somete la cimentación, en su combinación más desfavorable, la aporta Cype en su apartado "reacciones". La hipótesis más desfavorable para dinteles y pilares no tiene por qué ser la misma que para la cimentación.

Para encontrar la hipótesis más desfavorable, se selecciona en Cype "reacciones". Se obtiene el dato más desfavorable del apartado "envolventes de las combinaciones de equilibrio de cimentación". Este apartado ofrece los mayores esfuerzos a los que se somete la cimentación, es decir, da el esfuerzo cortante máximo, el momento máximo y el axil máximo. Sin embargo, estos datos no forman parte de la misma hipótesis. Por tanto, es necesario buscar cuál es la combinación más desfavorable para la zapata.



La envolvente ofrece las siguientes reacciones máximas:

$$M_{ed} = -414.91 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = 272.91 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 114.46 \text{ kN}$$

Encontrar la hipótesis más desfavorable es complejo, debido a que una combinación puede ser más desfavorable para el vuelco, otra puede serlo para la resistencia del

terreno, etc. Por tanto, se trata de buscar la combinación más desfavorable para la comprobación que quede más comprometida.

Como se trata de una nave industrial, en la que los momentos flectores son muy importantes, la excentricidad de los esfuerzos puede provocar que se ejerza más presión que la que el terreno puede admitir.

La excentricidad de la zapata se define como el momento entre la compresión a la que se somete:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}}$$

Cuanto mayor sea dicha relación, más desfavorable será la hipótesis.

Se busca la combinación más desfavorable, una a una, tratando de encontrar aquella con la que cype ha dimensionado la zapata.

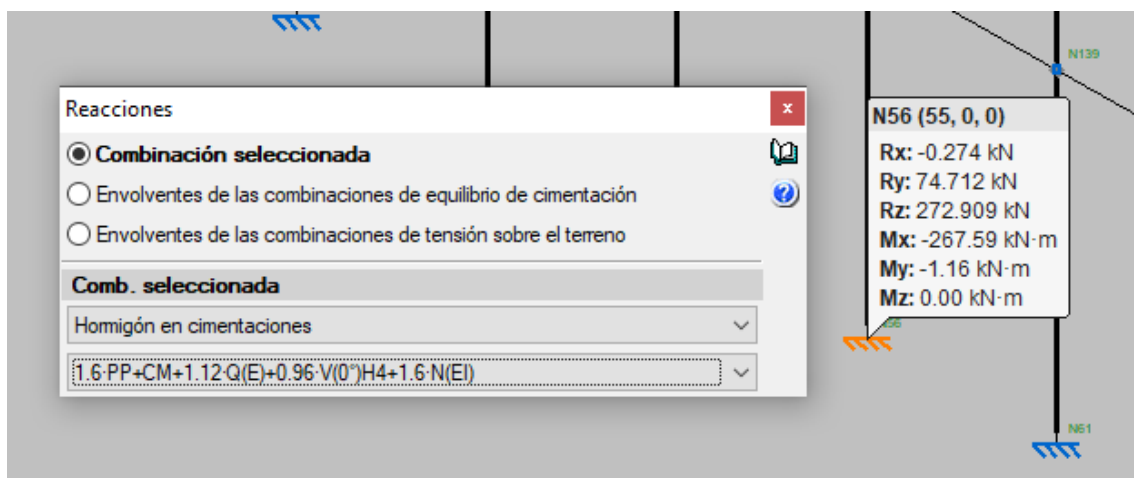


Ilustración 17. Reacciones del apoyo para la combinación  $1.6PP+1.12Q+0.96V(0^\circ)+1.6N$

Se encuentra la combinación:

$$1.6PP + 1.12Q + 0.96V(0^\circ) + 1.6N$$

Sus reacciones:

$$M_{ed} = -267.59 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = 272.91 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 74.71 \text{ kN}$$

Se trata de la misma combinación que es pésima para dinteles y pilares: viento en presión a  $0^\circ$  o  $180^\circ$  (zona 1 o 3), con succión interior, y nieve como acción principal.

Los valores son diferentes, debido a que se aplican los coeficientes de mayoración del cálculo de hormigón.

Los materiales que forman la zapata son:

- Hormigón: HA-25. Por tanto, la resistencia característica es  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$  según la EHE.
- Acero: B-400 S, con  $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$ .

Sobre las zapatas actúan los esfuerzos de la hipótesis más desfavorable, a través de las placas de anclaje. Sus dimensiones son:

- Placa 700x600x25, para pilares HEB 360.
- Placa 350x350x15, para pilares HEB 300.
- Placa 900x750x35, para pilares HEB 450.

La resistencia característica del terreno es de  $200 \text{ kN/m}^2$ .

Se trata de zapatas cuadradas, de lado 3 m, con un canto de 1.25 m.

Las normas que rigen las cimentaciones son:

- CTE, DB SE-C Cimientos.
- EHE, Artículo 58, "Elementos de cimentación".

Las comprobaciones a realizar según el DB SE-C Cimientos son:

### COMPROBACIÓN AL VUELCO.

$$M (\text{estabilizador}) \geq M (\text{desestabilizador})$$

$$(N + P) \cdot (a'/2) \cdot \gamma_E \geq (M + V \cdot h) \cdot \gamma_E$$

Tabla 2.1 CTE/DB-SE-C

-Situación persistente o transitoria:

$$\gamma_E = 0.9$$

$$\gamma_E = 1.8$$

-Situación extraordinaria:

$$\gamma_E = 1.2$$

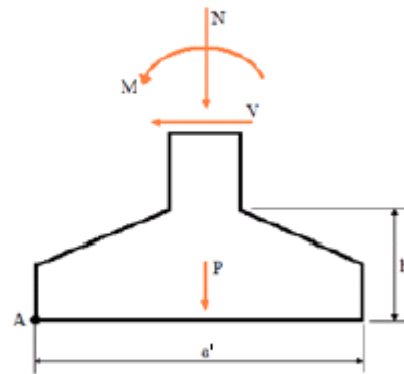


Figura 6.

**COMPROBACIÓN AL DESLIZAMIENTO.**

Sólo en zapatas aisladas no arriostradas, sometidas a acciones horizontales.

-Sobre terrenos granulares (arenas):

$$(N + P) \cdot \operatorname{tg} \varphi_d \geq \gamma \cdot V$$

-Sobre terrenos cohesivos (arcillas):

$$(N + P) \cdot \operatorname{tg} \varphi_d + A \cdot C_d \geq \gamma \cdot V$$

Siendo:

$$\varphi_d = 2/3 \varphi$$

$\varphi$  = ángulo de rozamiento interno del terreno

$$C_d = 0.5 \cdot C$$

C = valor de cálculo de la cohesión

A = superficie de a base de la zapata

$\gamma$  = coeficiente de seguridad al deslizamiento:

-situación persistente o transitoria = 1.5

-situación extraordinaria = 1.1

*Ilustración 18. Expresiones para la comprobación al deslizamiento.*

En el apartado 4.1.1 “Zapatas aisladas”, punto 5, la norma afirma que “las zapatas aisladas se podrán unir entre sí mediante vigas de atado o soleras, que tendrán como objeto principal evitar desplazamientos laterales”. Por tanto, se considerará que, al colocar vigas de atado entre zapatas aisladas, no existirá deslizamiento.

**COMPROBACIÓN DE TENSIONES EN EL TERRENO.**

Se pueden dar dos situaciones con respecto a la excentricidad,  $e = M/N$  :

1ª.-  $e \leq a' / 6 \Rightarrow$  RECOMENDABLE

Las presiones sobre el suelo siguen la Ley de NAVIER.

$$\sigma_t = \frac{N}{a'} \pm \frac{6 \cdot M}{a'^2}$$

$$\text{Siendo, } \sigma_{t1} = \frac{N}{a'} + \frac{6 \cdot M}{a'^2}$$

$$\sigma_{t2} = \frac{N}{a'} - \frac{6 \cdot M}{a'^2}$$

Como  $\sigma_{t2} > 0$ , toda la sección está comprimida.

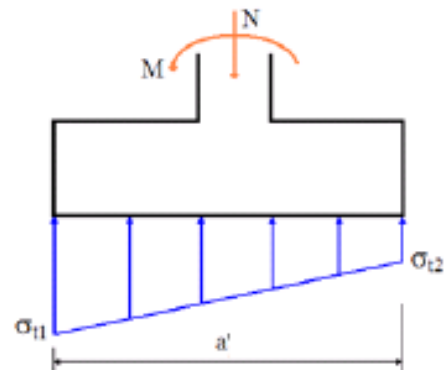


Figura 7.

Se deberá cumplir que:  $\frac{3\sigma_{t1} + \sigma_{t2}}{4} \leq \sigma_{adm,t}$

2ª.-  $e > a' / 6 \Rightarrow$  La resultante sale fuera del tercio central.

La respuesta del terreno pasa de trapecial a triangular.

$$\sigma_t = \frac{2N}{3\left(\frac{a'}{2} - e\right)}$$

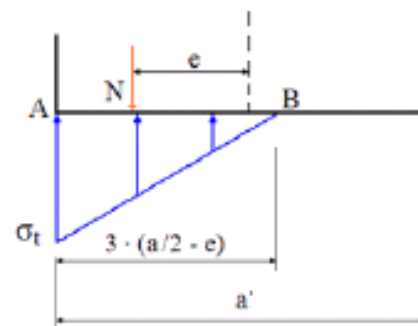


Ilustración 19. Expresiones para las comprobaciones en el terreno.

Por otro lado, también se puede realizar la comprobación de tensiones en el terreno de la siguiente manera:

2/ Cuando para cualquier situación de dimensionado exista excentricidad de la resultante de las acciones respecto al centro geométrico del cimiento, se deben realizar las comprobaciones pertinentes de los estados últimos de hundimiento, adoptando un cimiento equivalente de las siguientes dimensiones (véase Figura 4.12):

a) ancho equivalente,  $B^* = B - 2 \cdot e_B$

b) largo equivalente,  $L^* = L - 2 \cdot e_L$

Siendo:

$e_B$  y  $e_L$  las excentricidades según las dos direcciones ortogonales de la zapata, supuesta de sección rectangular en planta (véase Figura 4.12).

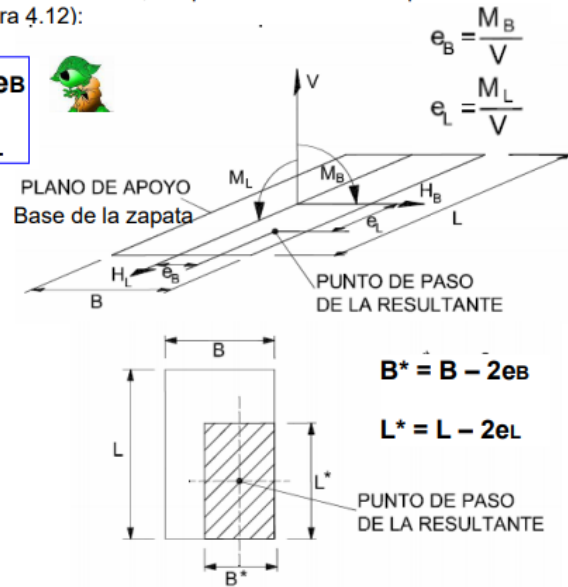


Tabla 15. Expresiones para el cálculo de longitudes equivalentes en zapata con excentricidad de carga (Tomás Cabrera, UPM).

La imagen anterior se obtiene de los apuntes del profesor Tomás Cabrera, de la Universidad Politécnica de Madrid.

La norma del hormigón, EHE, aporta el cálculo necesario de la cimentación como elemento que se dimensiona para resistir las cargas actuantes y las reacciones inducidas, y para ello será necesario que las sollicitaciones actuantes sobre los elementos de cimentación se transmiten íntegramente al terreno.

Por tanto, el procedimiento a seguir será utilizar el DB SE-C para calcular la zapata como sólido rígido que transmite esfuerzos al terreno, y, por otro lado, seguir el EHE para calcular la armadura necesaria en la zapata.

Las sollicitaciones anteriores son de cálculo. Es necesario conocer las cargas características para poder aplicar los coeficientes correspondientes mas adelante. Las acciones estarán ponderadas con un coeficiente intermedio de 1.4.

$$M'_{ed} = \frac{267.59 \text{ kNm}}{1.4} = 191.14 \text{ kNm}$$

$$N'_{ed} = \frac{272.91 \text{ kN}}{1.4} = 194.93 \text{ kN}$$

$$V'_{ed} = \frac{74.71 \text{ kN}}{1.4} = 53.36 \text{ kN}$$

Se utilizarán los coeficientes:

- Minoración de resistencia del hormigón:  $\gamma_c = 1.5$
- Minoración de resistencia del acero:  $\gamma_s = 1.15$
- Mayoración de acciones: Depende de la comprobación a realizar.

Los coeficientes de seguridad que se utilizan vienen recogidos en la tabla 2.1:



Tabla 2.1. Coeficientes de seguridad parciales

Situación de dimensionado	Tipo	Materiales		Acciones	
		$\gamma_R$	$\gamma_M$	$\gamma_E$	$\gamma_F$
Persistente o transitoria	Hundimiento	3,0 <sup>(1)</sup>	1,0	1,0	1,0
	Deslizamiento	1,5 <sup>(2)</sup>	1,0	1,0	1,0
	Vuelco <sup>(2)</sup>				
	Acciones estabilizadoras	1,0	1,0	0,9 <sup>(3)</sup>	1,0
	Acciones desestabilizadoras	1,0	1,0	1,8	1,0
	Estabilidad global	1,0	1,8	1,0	1,0
	Capacidad estructural	- <sup>(4)</sup>	- <sup>(4)</sup>	1,6 <sup>(5)</sup>	1,0
	Pilotes				
	Arrancamiento	3,5	1,0	1,0	1,0
	Rotura horizontal	3,5	1,0	1,0	1,0
Pantallas	Estabilidad fondo excavación	1,0	2,5 <sup>(6)</sup>	1,0	1,0
	Sifonamiento	1,0	2,0	1,0	1,0
	Rotación o traslación				
	Equilibrio límite	1	1,0	0,6 <sup>(7)</sup>	1,0
	Modelo de Winkler	1	1,0	0,6 <sup>(7)</sup>	1,0
	Elementos finitos	1,0	1,5	1,0	1,0

Tabla 16. Coeficientes de seguridad para el cálculo de cimientos.

Entonces, la tensión admisible en compresión para el hormigón será:

$$\sigma_{adm,c} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25 * 10^3 \text{ kN/m}^2}{1.5} = 16.67 \text{ MPa} = 16.67 * 10^3 \text{ kN/m}^2$$

Y la tensión admisible para la armadura (acero B-400S, con  $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$ ):

$$\sigma_{adm,s} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400 * 10^3 \text{ kN/m}^2}{1.15} = 347.83 \text{ MPa} = 347.83 * 10^3 \text{ kN/m}^2$$

Del DB SE- AE Acciones en la edificación, anejo C, se obtiene el peso específico del hormigón:

$$\text{Hormigón normal + armado} = 24 \text{ kN/m}^3 + 1 \text{ kN/m}^3 (\text{armadura})$$

Por tanto, el peso de la zapata será:

$$3\text{m} * 3\text{m} * 1.25\text{m} = 11.25 \text{ m}^3$$

$$11.25 \text{ m}^3 * 25 \text{ kN/m}^3 = 281.25 \text{ kN}$$

La zapata puede ser de dos tipos: rígida o flexible.

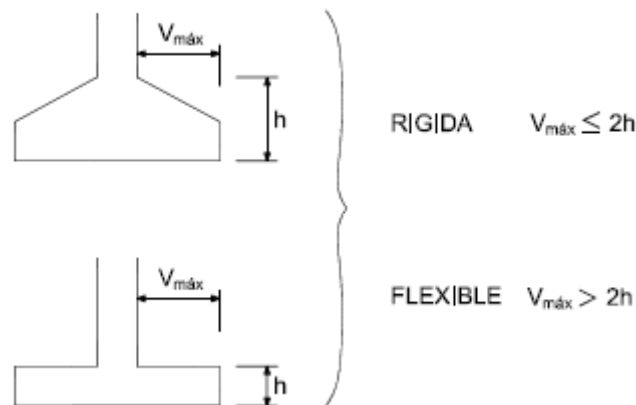


Ilustración 20. Tipo de zapata.

Se tiene en cuenta la dimensión de la placa de anclaje, ya que  $V_{m\acute{a}x}$  es la distancia del extremo de la zapata al extremo de la placa:

Entonces:

$$V_{m\acute{a}x} = 150 - 35 = 115 \leq 2 * h = 250 \rightarrow \text{Zapata rígida}$$

## 6.1 COMPROBACIÓN AL VUELCO

$$M(\text{estabilizador}) \geq M(\text{desestabilizador})$$

$$(N + P) * \left(\frac{a'}{2}\right) * \gamma_E \geq (M + V * h) * \gamma_E'$$

Siendo:

- N: Fuerza vertical a la que es sometida la zapata.
- M: Momento aplicado.
- V: Fuerza cortante aplicada.
- P: Peso propio.
- $a'$ : Dimensiones de la base.
- h: Dimensiones del canto.

Se comprueba:

$$M(\text{estabilizador}) = (194.93 + 281.25) * \left(\frac{3}{2}\right) * 0.9 = 642.84 \text{ kNm}$$

$$M(\text{desestabilizador}) = (191.14 + 53.36 * 1.25) * 1.8 = 464.11 \text{ kNm}$$

$$642.84 \text{ kNm} \geq 464.11 \text{ kNm} \rightarrow \text{Cumple.}$$

## 6.2 COMPROBACIÓN DE TENSIONES EN EL TERRENO

Se realizan las comprobaciones expuestas anteriormente.

$$\text{Ancho equivalente } B^* = B - 2 * e_B$$

$$\text{Largo equivalente } L^* = L - 2 * e_L$$

$$B^* = L^*, \text{ ya que } B = L$$

La excentricidad es:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{191.14}{194.93} = 0.98$$

$$B^* = 3 - 2 * 0.98 = 1.04m$$

$$\frac{N}{B^* * L^*} \leq \sigma_{adm}$$

Considerando que el hormigón pesa  $25 \text{ kN/m}^3$ :

$$\frac{194.93}{1.04 * 1.04} \text{ kN/m}^2 = 180.22 \text{ kN/m}^2 \leq 200 \rightarrow \text{Cumple}$$

Se realiza la otra comprobación:

$$e = 0.98m \geq \frac{a'}{6} = 0.5m$$

La resultante sale fuera del tercio central. La respuesta del terreno pasa de trapecial a triangular. La tensión será:

$$Q = \frac{2 * N}{3 * \left(\frac{a'}{2} - e\right)} = \frac{2 * 194.93}{3 * \left(\frac{3}{2} - 0.98\right)} = 249.91 \text{ kN/m}$$

Se multiplica el denominador por el ancho de la zapata, para obtener la tensión:

$$\sigma_t = \frac{249.91 \text{ kN/m}}{3m} = 83.3 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_t \leq \sigma_{adm} \rightarrow 83.3 \text{ kN/m}^2 \leq 200 \text{ kN/m}^2 * 1.25 \rightarrow \text{Cumple.}$$

### 6.3 COMPROBACIÓN EHE

Se debe comprobar el punzonamiento, cortante y tensiones. No se comprueba el punzonamiento y la cortante, al tratarse de una zapata rígida.

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{N_{Ed} + N_{PP}}{A} = \frac{194.93 + 281.25}{3 * 3} = 52.91 \text{ kN/m}^2$$

$$52.91 \text{ kN/m}^2 \leq 200 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Cumple}$$

### 6.4 CÁLCULO DEL ARMADO DE LA ZAPATA

En este apartado se comprueba si la armadura de acero calculada por Cype cumple los requisitos de la norma EHE.

La zapata apoya sobre el terreno (no tiene pilotes), por tanto, en cumplimiento del apartado 58.8.1, el canto total mínimo en el borde del elemento de cimentación de hormigón armado no será inferior a 25 cm.

Siguiendo la recomendación del apartado 58.8.2, el diámetro mínimo de las armaduras no será inferior a 12 mm.

Para zapatas rectangulares sometidas a flexocompresión recta, el modelo a utilizar es el de bielas y tirantes:

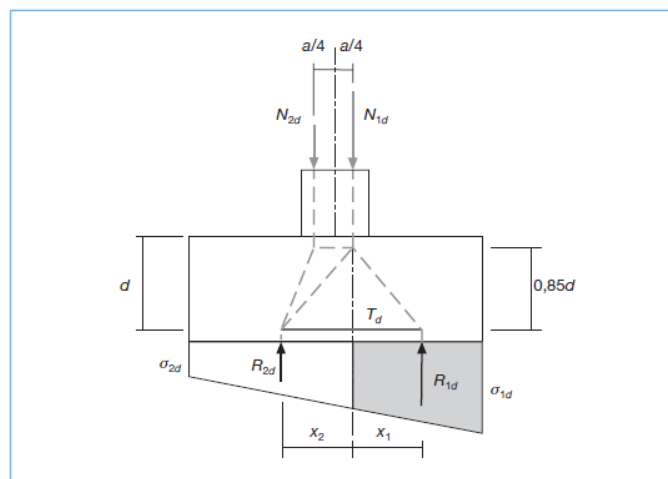
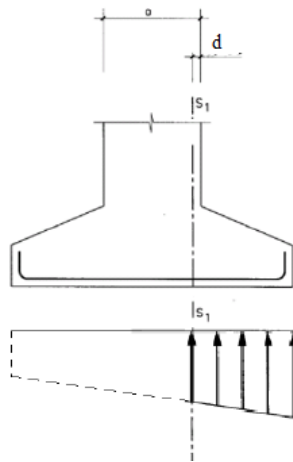


Ilustración 21. Método de bielas y tirantes.

En la imagen se muestra que la respuesta del terreno es trapezoidal. Por tanto, no se puede utilizar este método. Para el caso de carga excéntrica mayor de  $\frac{a'}{6}$ , cuya resultante de tensiones bajo el terreno es triangular, se deberá utilizar el **método de flexión**. Dicho método es el utilizado para el cálculo de zapatas flexibles. No es necesario realizar las comprobaciones de cortante y punzonamiento que se realizan en las cimentaciones flexibles.

El método de flexión se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Se toma una sección de referencia S1, perpendicular a la base de la zapata (vertical), y su superficie será la sección total de la zapata. Es paralela a la cara del soporte (viga) y se sitúa por detrás de ésta, a la mitad de la distancia entre la cara del soporte y el borde de la placa de acero, para soportes metálicos sobre placas de anclaje de acero.
- Se determina el momento de cálculo en la sección de referencia S1. El momento esta provocado por las tensiones del terreno, situadas entre la sección de referencia y el borde de la zapata. Se debe descontar el momento en sentido contrario debido al peso propio de la zapata, y del peso del terreno situado sobre ella.
- Se procede al cálculo de la armadura longitudinal. Se calcula la zapata a flexión simple, de acuerdo con los principios generales de cálculo de secciones sometidas a solicitaciones normales (art. 42º de la EHE). A continuación, se determina el valor de la capacidad mecánica de la armadura  $U_0$ .



La distancia “d” será:

$$d = \frac{700/2 - 360/2}{2} = 85 \text{ mm}$$

Siendo:

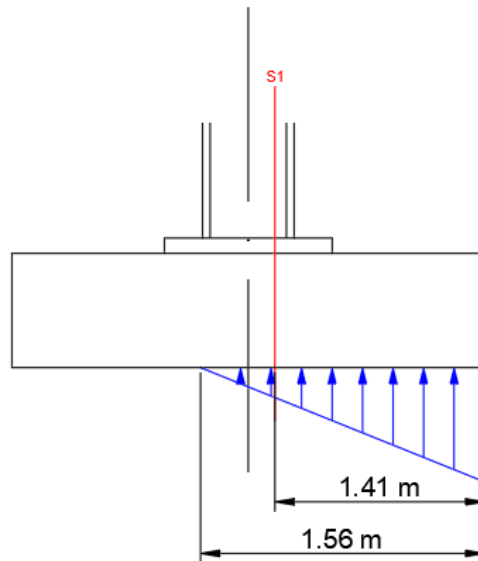
- $700/2$ : Mitad de la placa de anclaje 700x600x25.
- $360/2$ : Mitad de la dimensión del pilar HEB 360.

Por tanto, la distancia de la sección de referencia al borde de la zapata será:

$$1500 - 360/2 + 85 = 1405 \text{ mm} \approx 1.41\text{m}$$

La longitud en la que se aplican las cargas:

$$L = 3 * \left( \frac{a'}{2} - e \right) = 3 * (1.5 - 0.98) = 1.56\text{m}$$



Se calcula el momento en S1. La carga en el borde de la zapata calculada anteriormente:

$$Q = \frac{2 * N}{3 * \left(\frac{a'}{2} - e\right)} = \frac{2 * 194.93}{3 * \left(\frac{3}{2} - 0.98\right)} = 249.91 \text{ kN/m}$$

Por equivalencia de triángulos, la carga aplicada en S1 es:

$$\arctan(\alpha) = \frac{249.91}{1560} = 0.16$$

$$\tan(\alpha) = \frac{\text{sen}(\alpha)}{\text{cos}(\alpha)} \rightarrow \text{sen}(\alpha) = 0.16 * (1560 - 1410) = 24 \text{ kN/m}$$

Se obtiene el momento producido por el rectángulo de fuerzas, de lado  $24 \text{ kN/m}$ . En una viga en ménsula:

$$M_{\text{máx}} = \frac{q * a^2}{2} = \frac{24 * 1.41^2}{2} = 23.86 \text{ kNm}$$

El momento del triángulo, de base  $249.91 \text{ kN/m} - 24 \text{ kN/m} = 225.91 \text{ kN/m}$ :

$$M_{\text{máx}} = \frac{q * a^2}{3} = \frac{225.91 * 1.41^2}{3} = 149.38 \text{ kNm}$$

El momento total será la suma de los anteriores:

$$M_{\text{máx}} = 23.86 \text{ kNm} + 149.38 \text{ kNm} = 173.24 \text{ kNm}$$

Respecto a la separación entre barras, se deberá cumplir lo expuesto en la EHE, artículos 69.4.1 (separación mínima), y 42.3.1 (separación máxima).

- Separación horizontal máxima:

$$S_{h,máx} \leq 30cm$$

- Separación horizontal mínima:

$$S_{h,min} \geq 2cm$$

$$S_{h,min} \geq \emptyset \text{ (diámetro de las barras)}$$

$$S_{h,min} \geq 0.8 * D \text{ (diámetro máximo del árido)}$$

Se comprueba el resultado que ofrece Cype:

<b>ZAPATA AISLADA</b>	
Arranque :	N36
<b>Materiales</b>	
Hormigón	: HA-25, Control Estadístico
Acero	: B 400 S, Control Normal
Tensión admisible en situaciones persistentes	: 0.200 MPa
Tensión admisible en situaciones accidentales	: 0.300 MPa
<b>Geometría</b>	
Zapata cuadrada	
Anchura	: 300.0 cm
Canto	: 125.0 cm
<b>Armado</b>	
Sup X	: 18Ø16c/16, Sup Y: 18Ø16c/16
Inf X	: 18Ø16c/16, Inf Y: 18Ø16c/16
Se cumplen todas las comprobaciones	
<b>Tensiones sobre el terreno</b>	
Tensión media en situaciones persistentes	: 0.112 MPa
Tensión máxima en situaciones persistentes	: 0.224 MPa
<b>Esfuerzos de cálculo</b>	
Momento X/Y	: 74.52 / 295.63 kN·m
Cortante X/Y	: 8.37 / 27.67 kN

Ilustración 22. Datos de la zapata.

La armadura consta de 18 barras, de 16 mm de diámetro, separadas 16 cm.

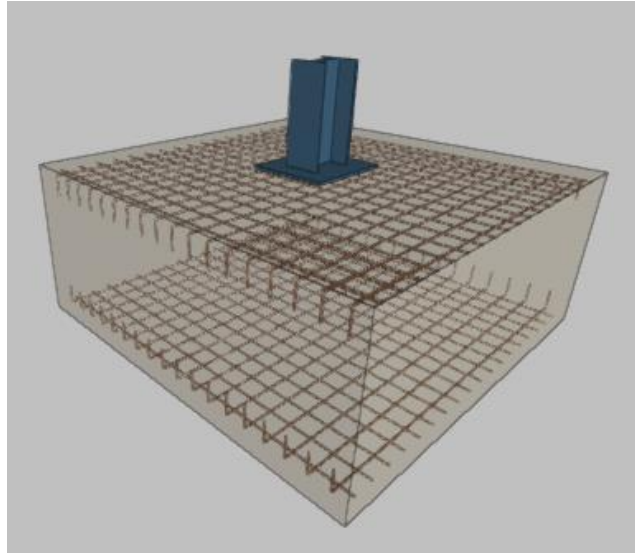


Ilustración 23. Aspecto del armado de la zapata.

Si se supone que el recubrimiento es del 20% de  $h$ :

$$\text{canto útil} = d = h - 0.2 * h = 1.25\text{m} - 0.2 * 1.25\text{m} = 1\text{m}$$

Para saber si se requiere armadura superior, se debe comprobar:

$$U_0 = 0.85 * f_{cd} * b * d = 0.85 * 16.67 * 3 * 1 = 42.51 \text{ kN}$$

$$M_d \leq \delta \geq 0.375 * U_0 * d \rightarrow 267.59 \geq 15.94 \rightarrow \text{Se requiere armadura sup.}$$

Se comprueba la cuantía mecánica:

$$A_s * f_{yd} \geq \frac{0.25 * b * h}{6} * f_{cd}$$

$$\frac{0.25 * b * h}{6} * f_{cd} = \frac{0.25 * 3000 * 3000}{6} * 16.67 * 10^3 = 375 * 10^3$$

$$A_s * f_{yd} = 375 * 10^3 \rightarrow \frac{375 * 10^3}{400/1.15} = 1078.13 \text{ mm}^2$$

El cálculo de Cype ofrece una  $A_s$ :

$$18 * \frac{\pi * 16^2}{4} = 3619.11 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Cumple}$$

Además, el programa diseña la zapata con armado longitudinal y transversal, con armadura superior e inferior. Esto se debe a que la zapata debe resistir otro tipo de sollicitaciones. De manera analítica, se debería estudiar cada combinación de acciones en la zapata y comprobar la más desfavorable para cada dirección.



A continuación, se estudia el anclaje de las barras al hormigón. Entre estos dos materiales debe existir una buena adherencia.

Las longitudes necesarias de anclaje se definen en el punto 69.5.1.2 de la EHE. La longitud básica de anclaje  $I_b$  depende de las propiedades de adherencia de las barras, y de la posición que estas ocupan en la pieza de hormigón.

En este caso, al tener patillas que forman  $90^\circ$  con la horizontal, se considera posición tipo I, "adherencia buena".

La longitud básica de anclaje en prolongación recta en posición I, necesaria para anclar una fuerza  $A_s * f_{yd}$  de una barra, suponiendo una tensión constante de adherencia  $\tau_{bd}$ , será:

$$I_b = \frac{\emptyset * f_{yd}}{4 * \tau_{bd}}$$

La tensión de adherencia  $\tau_{bd}$  depende del diámetro de las barras, las características resistentes del hormigón y de la propia longitud  $I_b$ . Si las características de adherencia están certificadas oficialmente en el anejo C de la UNE EN 10080, se puede obtener  $\tau_{bd}$  en el apartado 32.2 de la Instrucción, y, por tanto, para una posición I de adherencia buena, la longitud básica de anclaje será:

$$I_{bI} = m * \emptyset^2 \leq \frac{f_{yk}}{20} * \emptyset$$

Donde:

- $\emptyset$ : Diámetro de la barra (mm).
- $m$ : Coeficiente numérico, obtenido de la tabla siguiente.
- $f_{yk}$ : Límite elástico del acero (MPa)
- $I_{bI}$ : Longitud básica de anclaje en posición I.

**Tabla 69.5.1.2.a**

Resistencia característica del hormigón (N/mm <sup>2</sup> )	m	
	B 400 S B 400 SD	B 500 S B 500 SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥ 50	0,7	1,0

Tabla 17. Coeficiente "m" en función del tipo de acero utilizado.

Entonces:

$$I_{bl} = 1.2 * 16^2 \leq \frac{400}{20} * 16 = 307.2 \leq 320$$

Para el cálculo de la tensión de adherencia  $\tau_{bd}$ :

En el caso de que las características de adherencia de las barras se comprueben a partir de la geometría de corrugas conforme a lo establecido en el método general definido en el apartado 7.4 de la norma UNE-EN 10080, el valor de  $\tau_{bd}$  es:

$$\tau_{bd} = 2,25\eta_1\eta_2f_{ctd}$$

donde:

$f_{ctd}$  Resistencia a tracción de cálculo de acuerdo con el apartado 39.4. A efectos de cálculo no se adoptará un valor superior al asociado a un hormigón de resistencia característica 60 N/mm<sup>2</sup> excepto si se demuestra mediante ensayos que la resistencia media de adherencia puede resultar mayor que la obtenida con esta limitación.

$\eta_1$  Coeficiente relacionado con la calidad de la adherencia y la posición de la barra durante el hormigonado.

$\eta_1 = 1,0$  para adherencia buena  
 $\eta_1 = 0,7$  para cualquier otro caso.

$\eta_2$  Coeficiente relacionado con el diámetro de la barra:

$\eta_2 = 1$  para barras de diámetro  $\phi \leq 32$  mm  
 $\eta_2 = (132 - \phi)/100$  para barras de diámetro  $\phi > 32$  mm.

*Ilustración 24. Tensión de adherencia  $\tau_{bd}$ .*

Entonces:

$f_{ctd}$  se obtiene del apartado 39.4:

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} * \frac{f_{ct,k}}{\gamma_c}$$

El coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón se obtuvo anteriormente:

$$\gamma_c = 1.5$$

$\alpha_{ct}$  es un factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón. El EHE adopta, con carácter general, el valor de  $\alpha_{ct} = 1$

$f_{ct,k}$  es la resistencia característica del hormigón a tracción, según el apartado 39.1 “definiciones”, como:

$$f_{ct,k} = 0.7 * f_{ct,m}$$

Siendo:

$$f_{ct,m} = 0.3 * f_{ck}^{2/3}, \quad \text{para } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

Por tanto:

$$f_{ct,m} = 0.3 * 25^{2/3} = 2.57 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,k} = 0.7 * f_{ct,m} = 1.8 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} * \frac{f_{ct,k}}{\gamma_c} = 1 * \frac{1.8}{1.5} = 1.2$$

$$\tau_{bd} = 2.25 * 1 * 1 * 1.2 = 2.7 \text{ Mpa}$$

Entonces, la longitud básica de anclaje:

$$l_b = \frac{\emptyset * f_{yd}}{4 * \tau_{bd}} = \frac{16 * 400 / 1.15}{4 * 1.2} = 1159.42 \text{ mm}$$

Además, se puede reducir este valor en un 30%, por tener barras transversales soldadas, además de ganchos o patillas.

La longitud neta de anclaje se define como:

$$l_{b,neto} = l_b * \beta * \frac{\sigma_{sd}}{f_{yd}} \equiv l_b * \beta * \frac{A_s}{A_{s,real}}$$

donde:

- $\beta$  Factor de reducción definido en la tabla 69.5.1.2.b.
- $\sigma_{sd}$  Tensión de trabajo de la armadura que se desea anclar, en la hipótesis de carga más desfavorable, en la sección desde la que se determinará la longitud de anclaje.
- $A_s$  Armadura necesaria por cálculo en la sección a partir de la cual se ancla la armadura
- $A_{s,real}$  Armadura realmente existente en la sección a partir de la cual se ancla la armadura

Tabla 69.5.1.2.b. Valores de  $\beta$

Tipo de anclaje	Tracción	Compresión
Prolongación recta	1	1
Patilla, gancho y gancho en U	0,7 (*)	1
Barra transversal soldada	0,7	0,7

(\*) Si el recubrimiento de hormigón perpendicular al plano de doblado es superior a  $3\emptyset$ . En caso contrario  $\beta = 1$ .

En cualquier caso,  $l_{b,neto}$  no será inferior al valor indicado en 69.5.1.1.

Ilustración 25. Longitud de anclaje.

$$l_{b,neto} = l_b * \beta * 1 = 1159.42 \text{ mm} * 0.7 = 811.59 \text{ mm}$$

La norma exige que las longitudes de anclaje no sean inferiores a:

$$- 10 * \emptyset = 160 \text{ mm}$$

- 150 mm
- $\frac{1}{3}$  de  $I_b = 386.47 \text{ mm}$

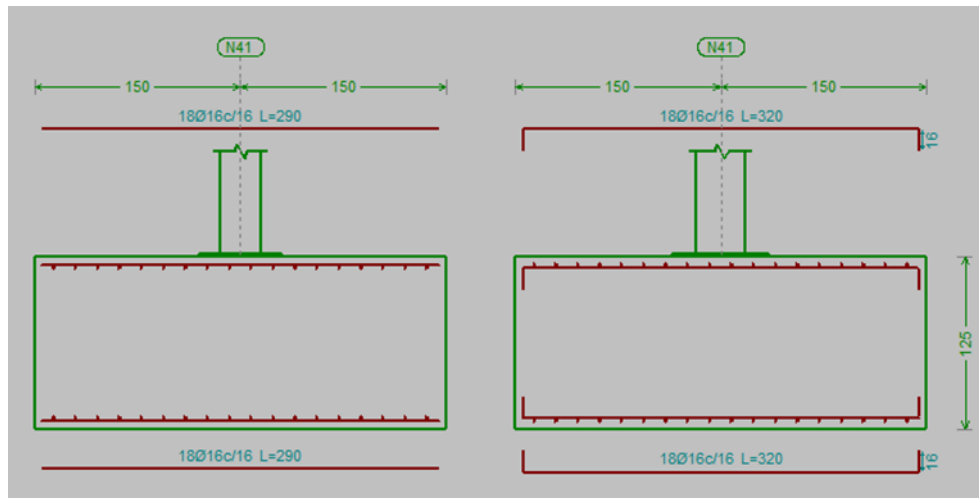


Ilustración 26. Armadura de la zapata.

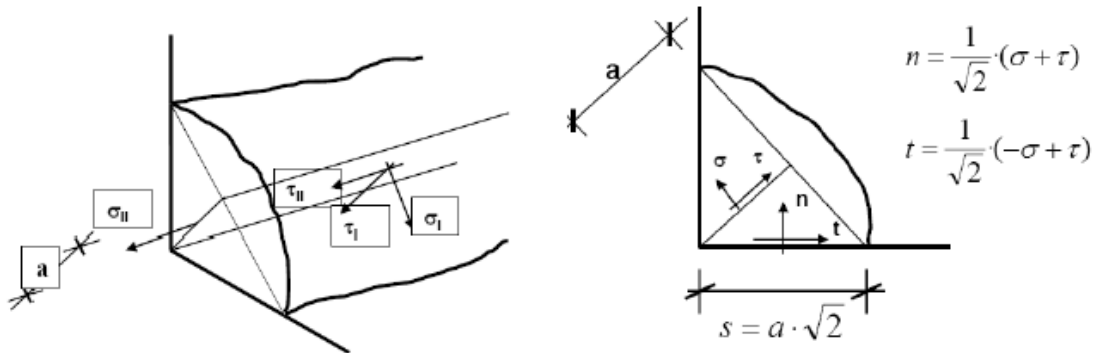
Las armaduras calculadas por Cype tienen 3200 mm, y, por tanto, **cumplen** de sobra la sollicitación calculada.

La combinación de acciones comprobada para las zapatas es la más desfavorable, pero no es única. Podría parecer que, colocando una zapata corrida, sería posible disminuir las dimensiones de la zapata. Sin embargo, no se puede colocar ese tipo de zapatas, ya que no cumpliría otro tipo de combinación de acciones.

## 7 UNIONES

Se procede al cálculo de las uniones del pórtico. Todas ellas serán uniones soldadas, excepto la unión de la placa de anclaje a la zapata, que será atornillada.

Se tendrá en cuenta la siguiente base de cálculo:



Por tanto, se tiene la terna de tensiones  $n, t_n, t_a$ , y el objetivo es pasar a la terna  $\sigma_{\perp}, \tau_{\perp}, \tau_{II}$ .

Si se realiza el equilibrio de fuerzas:

$$\sigma_{\perp} = \frac{n + t_n}{\sqrt{2}}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{t_n - n}{\sqrt{2}}$$

$$\tau_{II} = t_a$$

Cualquier tensión es igual a un momento respecto a un momento resistente:

$$n = \frac{M}{W}$$

A su vez, el módulo resistente será una inercia respecto a una distancia:

$$W = \frac{I}{d}$$

Existen tres tipos de cordones:

- Tipo 1 → Cordones del exterior del ala.
- Tipo 2 → Cordones del interior del ala.
- Tipo 3 → Cordones del alma.



Se utiliza la siguiente tabla para predimensionar los cordones:

Espesor de la pieza mm	Garganta a	
	Valor máximo mm	Valor mínimo mm
4.0 - 4.2	2.5	2.5
4.3 - 4.9	3.0	2.5
5.0 - 5.6	3.5	2.5
5.7 - 6.3	4.0	2.5
6.4 - 7.0	4.5	2.5
7.1 - 7.7	5.0	3.0
7.8 - 8.4	5.5	3.0
8.5 - 9.1	6.0	3.5
9.2 - 9.9	6.5	3.5
10.0-10.6	7.0	4.0
10.7-11.3	7.5	4.0
11.4-12.0	8.0	4.0
12.1-12.7	8.5	4.5
12.8-13.4	9.0	4.5
13.5-14.1	9.5	5.0
14.2-15.5	10.0	5.0
15.6-16.9	11.0	5.5
17.0-18.3	12.0	5.5
18.4-19.7	13.0	6.0
19.8-21.2	14.0	6.0
21.3-22.6	15.0	6.5
22.7-24.0	16.0	6.5
24.1-25.4	17.0	7.0
25.5-26.8	18.0	7.0
26.9-28.2	19.0	7.5
28.3-31.1	20.0	7.5
31.2-33.9	22.0	8.0
34.0-36.0	24.0	8.0

Tabla de valores orientativos máximos y mínimos aplicables de espesor de garganta de la soldadura en función del espesor de las piezas a soldar.

DB-SE-A → Tabla 8.1 → Acero S275 →  $\begin{cases} f_u = 430 \text{ N/mm}^2, \text{ siendo:} \\ \beta_w = 0.85 \end{cases}$

- $f_u$  → Resistencia última a la tracción de la pieza más débil de la unión
- $\beta_w$  → Coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

Se realiza la comprobación de la ecuación 8.23:

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{M2}}$$

Y también:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\beta_w}$$

## 7.1 UNIÓN PILAR-DINTEL

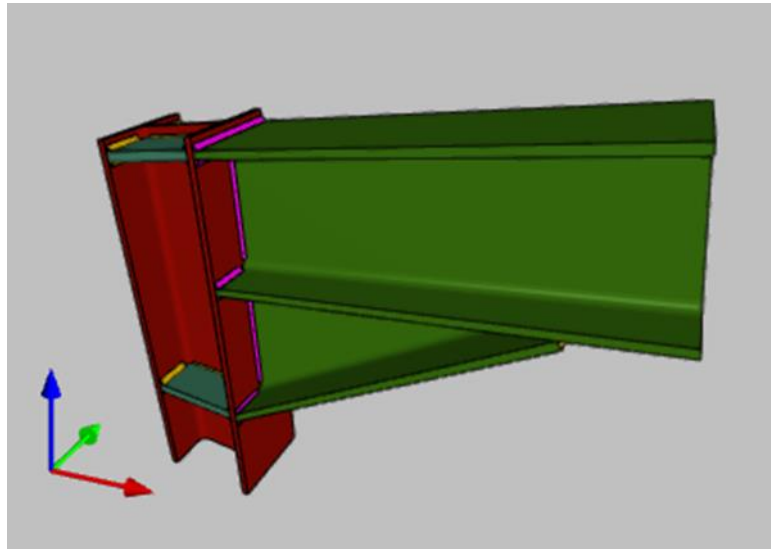


Ilustración 27. Unión pilar-dintel.

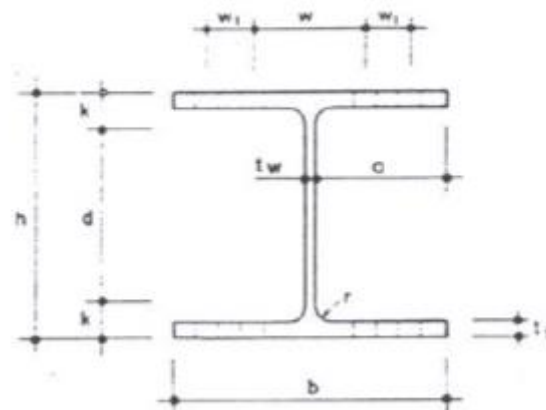
Los esfuerzos a los que se somete la unión son:

$$M = 497 \text{ kNm}$$

$$V = 133.76 \text{ kN}$$

Se ha combinado el momento flector máximo (en la unión de pilar y dintel derechos) con la cortante máxima (en la unión pilar y dintel izquierdos), para quedar del lado de la seguridad y comprobar que la soldadura será capaz de soportar los máximos esfuerzos de flexión y cortante.

Las dimensiones de las piezas a unir son:



HEB	m kg/m	p kN/m	Dimensiones de los perfiles					Datos constructivos						Superficie	
			h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r mm	d mm	k mm	a mm	w mm	w <sub>t</sub> mm	d <sub>max</sub> mm	S <sub>m</sub> m <sup>2</sup> /m	S <sub>m</sub> m <sup>2</sup> /t
100	20,4	0,204	100	100	6	10	12	56	22	47	56		M12	0,567	27,8
120	26,7	0,267	120	120	6,5	11	12	74	23	56	66		M16	0,686	25,7
140	33,7	0,337	140	140	7	12	12	92	24	66	76		M20	0,805	23,9
160	42,6	0,426	160	160	8	13	15	104	28	76	86		M20	0,918	21,5
180	51,2	0,512	180	180	8,5	14	15	122	29	85	100		M24	1,04	20,3
200	61,3	0,613	200	200	9	15	18	134	33	95	110		M24	1,15	18,8
220	71,5	0,715	220	220	9,5	16	18	152	34	105	120		M24	1,27	17,8
240	83,2	0,832	240	240	10	17	21	164	38	115	96	35	M24	1,38	16,6
260	93,0	0,930	260	260	10	17,5	24	176	42	125	106	40	M24	1,50	16,1
280	103	1,03	280	280	10,5	18	24	196	42	134	110	45	M24	1,62	15,7
300	117	1,17	300	300	11	19	27	208	46	144	120	45	M27	1,73	14,8
320	127	1,27	320	300	11,5	20,5	27	224	48	144	120	45	M27	1,77	13,9
340	134	1,34	340	300	12	21,5	27	242	49	144	120	45	M27	1,81	13,5
360	142	1,42	360	300	12,5	22,5	27	260	50	143	120	45	M27	1,85	13,0
400	155	1,55	400	300	13,5	24	27	298	51	143	120	45	M27	1,93	12,4
450	171	1,71	450	300	14	26	27	344	53	143	120	45	M27	2,03	11,9
500	187	1,87	500	300	14,5	28	27	390	55	142	120	45	M27	2,12	11,3
550	199	1,99	550	300	15	29	27	438	56	142	120	45	M27	2,22	11,2
600	212	2,12	600	300	15,5	30	27	486	57	142	120	45	M27	2,32	11,0
650	225	2,25	650	300	16	31	27	534	58	142	120	45	M27	2,42	10,8
700	241	2,41	700	300	17	32	27	582	59	141	126	45	M27	2,52	10,5
800	262	2,62	800	300	17,5	33	30	674	63	141	130	40	M27	2,71	10,4
900	291	2,91	900	300	18,5	35	30	770	65	140	130	40	M27	2,91	10,0
1000	314	3,14	1000	300	19	36	30	868	66	140	130	40	M27	3,11	9,9

Ilustración 28. Características de los perfiles HEB

Se han colocado cartelas, con el objetivo de aumentar el canto de la viga en su unión con el pilar, donde el momento flector es máximo.

Dicha cartela no se ha colocado para soportar la cortante en las uniones, y por tanto, se comprobará únicamente la unión de dintel-pilar, y en el caso de no verificarse, se comprobaría la unión en su conjunto, con la cartela.

### Cordones

Se predimensiona el cordón según la tabla de valores orientativos de cordón.

$$\text{Como } t_w = 14 \text{ mm} \rightarrow a = 8 \text{ mm}$$

Se aplicará  $a_1 = a_2 = a_3 = 8 \text{ mm}$

Aplicando Steiner, la inercia  $I$  del conjunto será:

$$I = 2 * \left( \frac{L_1 * a_1^3}{12} + L_1 * a_1 * \left( \frac{h_1}{2} + \frac{a_1}{2} \right)^2 \right) + 4 * \left( \frac{L_2 * a_2^3}{12} + L_2 * a_2 * \left( \frac{h_2}{2} - \frac{a_2}{2} \right)^2 \right) + 2 * \frac{a_3 * L_3^3}{12}$$

Y el momento resistente de la zona más lejana (y por tanto, más desfavorable):

$$W = \frac{I}{\frac{h_1}{2} + \frac{a_1}{2}}$$

Entonces:

$$I = 2 * \left( \frac{300 * 8^3}{12} + 300 * 8 * \left( \frac{450}{2} + \frac{8}{2} \right)^2 \right) + 4 * \left( \frac{116 * 8^3}{12} + 116 * 8 * \left( \frac{398}{2} - \frac{8}{2} \right)^2 \right) + 2 * \frac{8 * 344^3}{12}$$

$$I = 447.19 * 10^6 \text{ mm}^4$$



$$W = \frac{447.19 * 10^6}{\frac{450}{2} + \frac{8}{2}} = 2 * 10^6 \text{ mm}^3$$

- Cordones tipo 1

$$n_1 = \frac{M}{W} = \frac{497 * 10^6}{2 * 10^6} = 248.5 \text{ MPa}$$

$$t_{n1} = t_{a1} = 0$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{n + t_n}{\sqrt{2}} = \frac{248.5}{\sqrt{2}} = 175.72 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{t_n - n}{\sqrt{2}} = \frac{-248.5}{\sqrt{2}} = -175.72 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = t_{a1} = 0$$

Se realiza la comprobación de la ecuación 8.23:

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W * \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{co} = \sqrt{175.72^2 + 3(175.72^2)} \leq \frac{430}{0.85 * 1.25} \rightarrow 351.44 \text{ MPa} \leq 404.71 \text{ MPa} \rightarrow \text{Cumple}$$

Y también:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\beta_W} \rightarrow 175.72 \leq \frac{430}{0.85} \rightarrow \text{Cumple}$$

- Cordones tipo 2

Se puede obtener  $n_2$  a partir de  $n_1$  por equivalencia de triángulos:

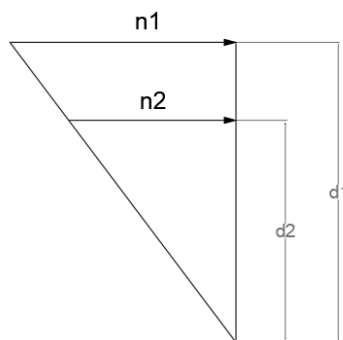


Ilustración 29. Equivalencia de triángulos.

$$\left\{ \begin{array}{l} d_1 = \frac{h_1}{2} + \frac{a_1}{2} \\ d_2 = \frac{h_2}{2} - \frac{a_2}{2} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{n_1}{\frac{h_1}{2} + \frac{a_1}{2}} = \frac{n_2}{\frac{h_2}{2} - \frac{a_2}{2}}$$

Se despeja  $n_2$ :

$$n_2 = \frac{\left(\frac{h_2}{2} - \frac{a_2}{2}\right) * n_1}{\frac{h_1}{2} + \frac{a_1}{2}} = n_1 * \frac{h_2 - a_2}{h_1 + a_1}$$

Por tanto:

$$n_2 = n_1 * \frac{h_2 - a_2}{h_1 + a_1} = 248.5 * \frac{398 - 8}{450 + 8} = 211.6 \text{ MPa}$$

$$t_{n2} = t_{a2} = 0$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{n + t_n}{\sqrt{2}} = \frac{211.6}{\sqrt{2}} = 149.62 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{t_n - n}{\sqrt{2}} = \frac{-211.6}{\sqrt{2}} = -149.62 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = t_{a2} = 0$$

Se realiza la comprobación de la ecuación 8.23:

$$\sigma_{co} = \sqrt{149.62^2 + 3(149.62^2)} \leq \frac{430}{0.85 * 1.25} \rightarrow 299.24 \text{ MPa} \leq 404.71 \text{ MPa} \rightarrow \text{Cumple}$$

Y también:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\beta_w} \rightarrow 149.62 \leq \frac{430}{0.85} \rightarrow \text{Cumple}$$

### - Cordones tipo 3

Como en el caso anterior, por igualación de triángulos se obtiene  $n_3$  en función de  $n_1$ :

$$n_3 = n_1 * \frac{L_3}{h_1 + a_1} = 248.5 * \frac{344}{450 + 8} = 186.65 \text{ MPa}$$

$$t_{n3} = 0$$

$$t_{a3} = \frac{V_{Ed}}{2 * a_3 * L_3} = \frac{133.76 * 10^3}{2 * 8 * 344} = 24.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{n + t_n}{\sqrt{2}} = \frac{186.65}{\sqrt{2}} = 131.98 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{t_n - n}{\sqrt{2}} = \frac{-186.65}{\sqrt{2}} = -131.98 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = t_{a3} = 24.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{co} = \sqrt{131.94^2 + 3(131.94^2 + 24.3^2)} \leq \frac{430}{0.85 * 1.25} \rightarrow 267.29 \text{ MPa} \leq 404.71 \text{ MPa}$$

→ *Cumple*

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\beta_w} \rightarrow 131.94 \leq \frac{430}{0.85} \rightarrow \text{Cumple}$$

Se puede ver que la unión del pilar y el dintel cumple de manera muy sobrada. El cordón más desfavorable, el tipo 1, trabaja con un coeficiente:

$$\frac{351.44}{404.71} = 0.87$$

En realidad, este cordón no está solicitado al 87%, ya que la cartela también asume parte del esfuerzo.

Por tanto, la unión entre el pilar y el dintel es correcta.

## 7.2 UNIÓN DINTEL-DINTEL

Como en el caso anterior, no se tendrá en cuenta la cartela para observar si se comprueban los cordones de los dinteles por sí solos.

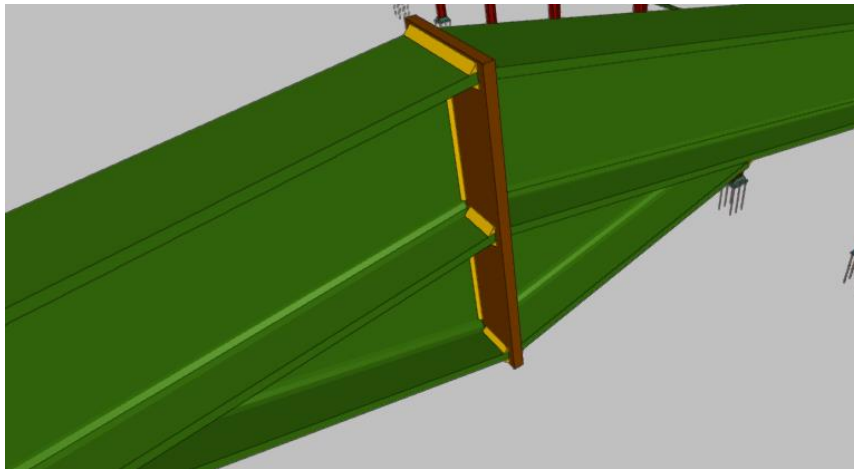


Ilustración 30. Unión entre dinteles.

Se colocará una placa de unión o placa de testa entre los dinteles, con un espesor de, al menos, el espesor del alma de las piezas a unir (14mm).

Se diferenciarán los mismos tipos de cordones que en caso anterior, tipo 1, 2 y 3.

Los esfuerzos a los que se somete la unión son:

$$M = 385.9 \text{ kNm}$$

$$V = 22.76 \text{ kN}$$

Como se puede ver, los esfuerzos a los que está sometida esta unión son menores que en la unión de pilar-dintel. Los cordones realizados en esta unión son iguales que

ese caso. Por este motivo, se puede afirmar que la unión cumple, sin necesidad de realizar la comprobación local de los cordones.

### 7.3 PLACA DE ANCLAJE

Se procede al cálculo de una placa de anclaje del pórtico.

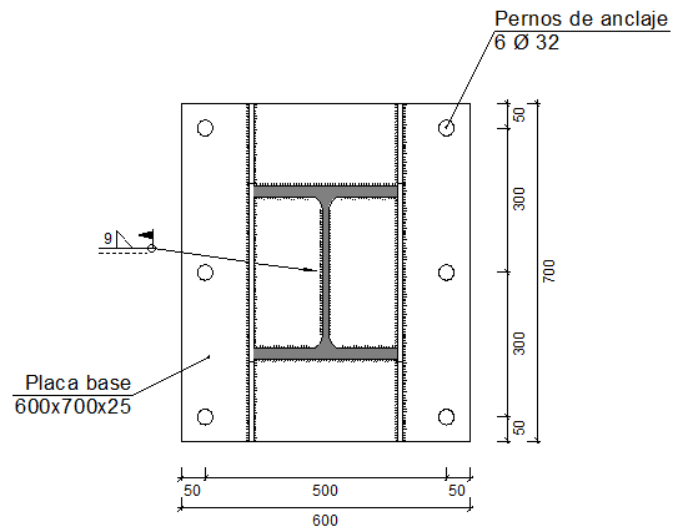


Ilustración 31. Placa de anclaje.

Se pueden obtener los valores máximos de los esfuerzos a los que la placa está sometida a través de Cype.

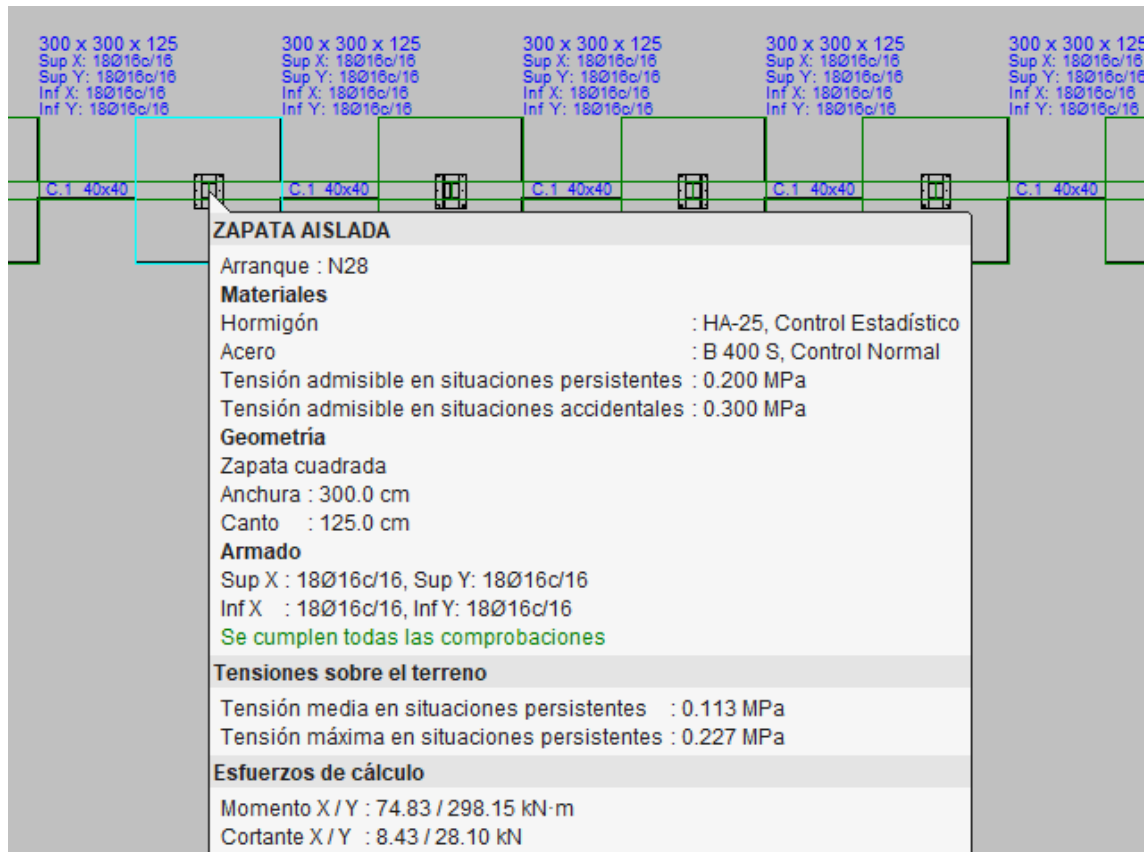


Ilustración 32. Solicitaciones en el apoyo.

Entonces:

$$M_{ed} = 298.15 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = 273.02 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 28.10 \text{ kN}$$

El esfuerzo  $N_{ed}$  se obtiene también de Cype, del apartado “reacciones”, y del menú “envolventes de las combinaciones de equilibrio de cimentación”.

Las solicitaciones anteriores son de cálculo. Para calcular la placa de anclaje, se requieren los coeficientes del hormigón. Por tanto, ponderaremos las acciones con un coeficiente intermedio de  $\gamma=1.4$ , ya que hay acciones mayoradas con  $\gamma=1.5$  (variables), y  $\gamma=1.35$  (permanentes).

$$M'_{ed} = \frac{298.15 \text{ kNm}}{1.4} = 212.96 \text{ kNm}$$

$$N'_{ed} = \frac{273.02 \text{ kN}}{1.4} = 195 \text{ kN}$$

$$V'_{ed} = \frac{28.10 \text{ kN}}{1.4} = 20.07 \text{ kN}$$

Se utilizará un hormigón H-25 para las zapatas. Por tanto, la resistencia característica es  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$  según la EHE.

Se utilizarán los coeficientes:

- Minoración de resistencia del hormigón:  $\gamma_c = 1.5$
- Minoración de resistencia del acero:  $\gamma_s = 1.15$
- Mayoración de acciones:  $\gamma_f = 1.6$  (persistente o accidental).

Entonces, la tensión admisible en compresión para el hormigón será:

$$\sigma_{adm,c} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25 * 10^3 \text{ kN/m}^2}{1.5} = 16.67 \text{ MPa} = 16.67 * 10^3 \text{ kN/m}^2$$

Y la tensión admisible para los pernos de anclaje (acero B-400S, con  $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$ ):

$$\sigma_{adm,s} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400 * 10^3 \text{ kN/m}^2}{1.15} = 347.83 \text{ MPa} = 347.83 * 10^3 \text{ kN/m}^2$$

Las solicitaciones serán:

$$M_{ed} = 212.96 \text{ kNm} * 1.6 = 340.74 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = 195 \text{ kN} * 1.6 = 312 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 20.07 \text{ kN} * 1.6 = 32.11 \text{ kN}$$

Se comprueba la placa dada por Cype.

Las características de la placa son:

- X = b=600 mm
- Y =a= 700 mm
- Espesor: 25 mm

Se comprueba que la placa no transmita mayores esfuerzos a la cimentación de los que el hormigón pueda soportar. Para ello, se calcula la excentricidad de los esfuerzos en la base del pilar.

$$e = \frac{M}{N} = \frac{212.96 \text{ kNm}}{195 \text{ kN}} = 1.1 \text{ m}$$

La excentricidad es muy grande, mayor que la mitad de la placa. En casos de estructuras con fuerte excentricidad, la norma permite una ley de repartición uniforme en una zona x próxima al borde comprimido, de valor  $\sigma_c$ , cuya longitud debe ser la cuarta parte de la longitud de la placa "a".

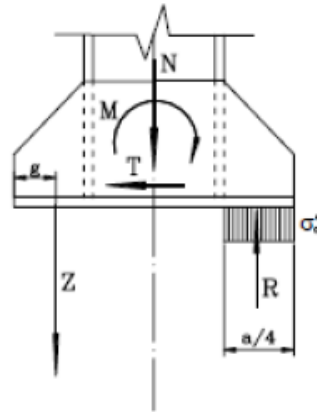


Ilustración 33. Repartición uniforme de la carga en  $a/4$

De las ecuaciones de equilibrio se obtiene la siguiente expresión:

$$\sigma_c = \frac{N_d * \left( e_0 + \frac{a}{2} - g \right)}{\frac{a}{4} * b * \left( 7 * \frac{a}{8} - g \right)}$$

Siendo “g” la distancia de las tracciones al borde libre. Cype da un valor de  $g = 50\text{mm}$ . Sustituyendo:

$$\sigma_c = \frac{312 \text{ kN} \left( 1.1\text{m} + \frac{0.7\text{m}}{2} - 0.05\text{m} \right)}{\frac{0.7\text{m}}{4} * 0.6\text{m} * \left( 7 * \frac{0.7\text{m}}{8} - 0.05\text{m} \right)} = 7395.6 \text{ kN/m}^2 \text{ (MPa)}$$

Por lo tanto, se comprueba:

$$16.67 \text{ MPa} \geq 7.4 \text{ MPa} \rightarrow \sigma_{adm,c} \geq \sigma_c \rightarrow \text{Cumple}$$

#### - Cálculo de las cartelas

Se disponen cartelas en la base del pilar para asegurar el empotramiento, así como para disminuir el espesor necesario de la placa de anclaje.

Se calcula el momento en la placa:

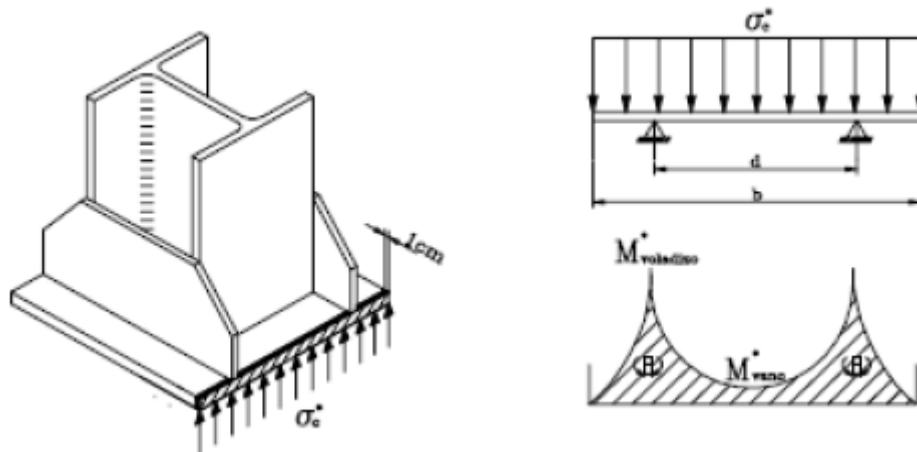


Ilustración 34. Momentos en placa de anclaje con cartelas.

$$M_{voladizo} = \frac{(b-d)^2}{8} * \sigma_c = \frac{(0.6-0.3)^2}{8} * 7395.6 = 83.2 \text{ kNm}$$

$$M_{vano} = \frac{b * (2 * d - b)}{8} * \sigma_c = \frac{0.6 * (2 * 0.3 - 0.6)}{8} * 7395.6 = 0 \text{ kNm}$$

Se utiliza el momento mayor ( $M_{voladizo}$ ) para comprobar que la tensión de la placa debida al momento flector sea menor que el límite de fluencia del acero. La placa se construye con acero S-275, con  $\sigma_{S275} = 275 \text{ MPa}$

$$\sigma = \frac{6 * M}{1 * t^2} = \frac{6 * 83.2}{t^2} \leq \left(\frac{275}{1.05}\right) 10^3$$

Despejando el espesor t:

$$\sqrt{\frac{6 * M}{\sigma}} = \sqrt{\frac{6 * 83.2}{261.9 * 10^3}} = 0.0437 \text{ m} = 4.37 \text{ cm}$$

Para comprobar la hipótesis de Cype, se escoge un espesor de 2.5 cm.

Las cartelas aumentan el módulo resistente del conjunto, y por tanto disminuye las tensiones. El sistema tendrá las siguientes dimensiones:



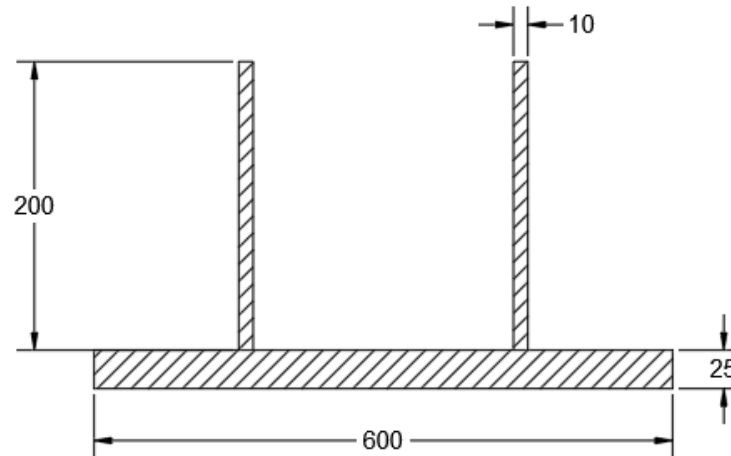


Ilustración 35. Dimensiones de la placa de anclaje.

Las cotas están en mm.

El módulo resistente será:

$$W = \frac{I}{d}$$

El centro de gravedad será:

$$Y_G = \frac{(600 * 25 * 12.5) + (2 * 10 * 200 * (100 + 12.5))}{(600 * 25) + (2 * 10 * 200)} = 33.55 \text{ mm}$$

Aplicando Steiner, la inercia  $I$  del conjunto será:

$$I = \left( \frac{600 * 25^3}{12} + (600 * 25) * (33.55 - 12.5)^2 \right) + 2 * \left( \frac{10 * 200^3}{12} + (10 * 200) * (100 + 25 - 33.55)^2 \right) = 54.21 * 10^6 \text{ mm}^4$$

La distancia entre el centro de gravedad y la zona más alejada del conjunto:

$$d = 100 + 25 - 33.55 = 91.45 \text{ mm}$$

El módulo resistente será:

$$W = \frac{54.21 * 10^6 \text{ mm}^4}{91.45 \text{ mm}} = 592.78 * 10^3 \text{ mm}^3$$

Si se considera que la placa está empotrada en el ala del pilar, el vuelo "v" será:

$$v = \frac{700 - 360}{2} = 170 \text{ mm}$$

La distancia del centro de las cargas al empotramiento:

$$m = v - \frac{a}{2} = 170 - \frac{175}{2} = 82.5 \text{ mm}$$

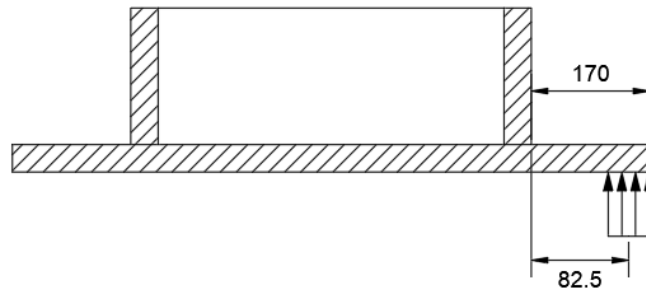


Ilustración 36. Distancia al centro de las cargas

Si se considera una carga puntual en el centro de gravedad de las cargas distribuidas, el momento respecto al empotramiento será:

$$M = \sigma_c * \frac{a}{4} * b * m = 7395.6 * \frac{0.7}{4} * 0.6 * 82.5 * 10^{-3} = 64.06 \text{ kNm}$$

Conociendo este momento, se comprueba que las cargas exteriores no superan el límite de resistencia del material:

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd};$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{W} = \frac{64.06 * 10^6}{592.78 * 10^3} = 108.07 \text{ MPa} \leq \frac{275}{1.05} \rightarrow \text{Cumple}$$

Se comprueba la cortadura:

$$T = \sigma_c * \frac{a}{4} * b = 7395.6 * \frac{0.7}{4} * 0.6 = 776.54 \text{ kN}$$

La tensión tangencial de la sección será:

$$\text{Teorema de Zhuravski} \rightarrow \tau_{xy} = \frac{T_y * m_z}{b * I_z}$$

$m_z \rightarrow$  Momento estático de la sección que queda por encima del C. D. G

$b \rightarrow$  Ancho de la fibra de estudio (ancho carlela)

$$m_z = 2 * \left( 1 * (100 + 25 - 33.55) * \left( \frac{100 + 25 - 33.55}{2} \right) \right) = 8363.1 \text{ mm}^3$$

Entonces:

$$\tau_{xy} = \frac{T_y * m_z}{b * I_z} = \frac{776.54 * 10^3 * 8363.1}{2 * 10 * 54.21 * 10^6} = 5.99 \approx 6 \text{ MPa} \leq \frac{\sigma_u}{\sqrt{3}}$$

$$6 \text{ MPa} \leq 158.77 \text{ MPa} \rightarrow \text{Cumple}$$

Se comprueba la placa a esfuerzos combinados:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{Ed}^2 + 3 * \tau_{xy}^2} \leq \sigma_u$$

$$\sigma = \sqrt{108.07^2 + 3 * 6^2} = 108.57 \leq \frac{275}{1.05} \rightarrow \text{Cumple}$$

#### 7.4 UNIÓN PLACA DE ANCLAJE-ZAPATA

En este apartado, se dimensiona y comprueba la unión entre la placa de anclaje y la zapata de hormigón mediante pernos.

##### - Cálculo de los pernos de anclaje

Los calculan los pernos para soportar esfuerzos de tracción, producidos por los momentos en el pilar. Fijarán la placa de anclaje a la zapata de hormigón.

Para calcular la tracción "Z" que soportan los pernos, se utiliza la siguiente expresión:

$$Z = -N + \frac{M + N(0.5 * a - g)}{0.875 * a - g} = -312 + \frac{340.74 + 312 * (0.5 * 0.7 - 0.05)}{0.875 * 0.7 - 0.05} = 460.16 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción por tornillo: DB SE-A → Ec. 8.12

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}}$$

-  $A_s$  → Área resistente a tracción del tornillo.

Para tornillos de calidad 5.6, la tensión de rotura  $f_u$  será:

Tabla 4.3 Características mecánicas de los aceros de los tornillos, tuercas y arandelas

Clase	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Tensión de límite elástico $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	640	900
Tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

$$f_{u(5.6)} = 500 \text{ MPa}$$

Se despeja el área:

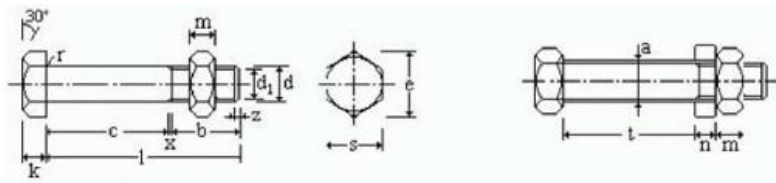
$$A_s * n = \frac{460.16 * 10^3 * 1.25}{0.9 * 500} = 1278.2 \text{ mm}^2$$

En la placa se colocan 6 tornillos, pero dos de ellos se encuentran en compresión, y otros dos se encuentran en el centro de la placa, por lo que no serán solicitados en tracción:

$$A_s * n = 1278.2 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s = \frac{1278.2 \text{ mm}^2}{2} = 639.1 \text{ mm}^2 \rightarrow 6.39 \text{ cm}^2$$

Esto quiere decir que cada tornillo tendría un diámetro:

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{6.39 * 4}{\pi}} \rightarrow d = 2.85 \text{ cm}$$



Tornillo tipo	Vástago					Cabeza				Diámetro del agujero a mm	Área neta del núcleo An cm²	Área resistente Ar cm²
	Diámetro de la caña d mm	Diámetro interior d1 mm	Longitud roscada b mm	Longitud de la salida x mm	Longitud del chaflán z mm	Espesor k mm	Medida entre caras s mm	Medida entre aristas e mm	Radio del acuerdo r mm			
T 10	10	8.160	17.5	2.5	1.7	7	17	19.6	0.5	11	0.523	0.580
T 12	12	9.853	19.5	2.5	2.0	8	19	21.9	1.0	13	0.762	0.843
T 16	16	13.546	23.0	3.0	2.5	10	24	27.7	1.0	17	1.440	1.570
T 20	20	16.933	25.0	4.0	3.0	13	30	34.6	1.0	21	2.250	2.750
(T 22)	22	18.933	28.0	4.0	3.3	14	32	36.9	1.0	23	2.820	3.030
T 24	24	20.319	29.5	4.5	4.0	15	36	41.6	1.0	25	3.240	3.530
(T 27)	27	23.319	32.5	4.5	4.0	17	41	47.3	1.0	28	4.270	4.560
T 30	30	25.706	35.0	5.0	5.0	19	46	53.1	1.0	31	5.190	5.610
(T 33)	33	28.706	38.0	5.0	5.0	21	50	57.7	1.0	34	6.470	6.940
T 36	36	31.093	40.0	6.0	6.0	23	55	63.5	1.0	37	7.590	8.170

Se recomienda no utilizar los tornillos cuyo tipo figura entre paréntesis.

Ilustración 37. Características de los tornillos.

Cype da como resultado un tornillo T-32. Sin embargo, no es una medida normalizada. Se escogería un tornillo T-33, debido a que el área resistente  $A_r$  debe ser mayor que  $A_s$ . Sin embargo, se recomienda no utilizar este tipo de tornillo.

Se podría colocar un tornillo más por fila, por lo que ahora el área de tracción se reparte entre tres tornillos:

$$A_s = \frac{1278.2 \text{ mm}^2}{3} = 426.1 \text{ mm}^2 \rightarrow 4.26 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4.26 * 4}{\pi}} \rightarrow d = 2.33 \text{ cm}$$

En este caso, se podría colocar un tornillo T-27, aunque de nuevo no se recomienda. De todas formas, Cype avisa de que la colocación de un tornillo más en la fila no cumple la comprobación de tensión de Von Mises local.

- ABAJO:	Calculado: 3481.42	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 317.779 MPa	No cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Información adicional:		

Ilustración 38. Error en Cype al colocar más pernos.

Por tanto, se podrá utilizar cualquier tornillo mayor del T-33. En este caso, se colocarán 6 tornillos T-36 con una calidad 5.6.

A continuación, se estudia la longitud de anclaje necesaria.

Los diámetros nominales de las barras corrugadas que cumplen la UNE-EN 10080, son los que se muestran en la imagen, obtenida del apartado 32.2 del EHE:

A los efectos de esta Instrucción, sólo podrán emplearse barras o rollos de acero corrugado soldable que sean conformes con UNE-EN 10080.

Los posibles diámetros nominales de las barras corrugadas serán los definidos en la serie siguiente, de acuerdo con la tabla 6 de la UNE-EN 10080:

**32.2**  
**BARRAS Y ROLLOS**  
**DE ACERO CORRUGADO**  
**SOLDABLE**

6 – 8 – 10 – 12 – 14 – 16 – 20 – 25 – 32 y 40 mm

Ilustración 39. Diámetros de barras corrugadas.

Se escoge la barra de  $\varnothing = 32\text{mm}$ , ya que tiene el área resistente necesaria.

La longitud básica de anclaje será (EHE- 69.5.1.2 → Barras en posición I):

$$L_{bl} = m * \varnothing^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \varnothing$$

Donde:

- $m$  → Coeficiente en función del tipo de acero.
- $\varnothing$  → Diámetro de la barra
- $f_{yk}$  → Límite elástico garantizado de la barra.

**Tabla 69.5.1.2.a**

Resistencia característica del hormigón (N/mm <sup>2</sup> )	m	
	B 400 S B 400 SD	B 500 S B 500 SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥ 50	0,7	1,0

Tabla 18. Coeficiente "m" en función del tipo de acero.

Según la tabla 69.5.1.2.a, para un hormigón HA-25 y un acero B 500 S,  $m = 1.5$ .

Entonces:

$$L_{bl} = 1.5 * 32^2 \geq \frac{500}{20} * 32 = 1536mm \geq 800mm$$

Si se colocan patillas o ganchos:

$$L_{b,neto} = L_b * \beta * \frac{A_s}{A_{s,real}}$$

Se obtiene el valor de  $\beta$  (factor de reducción) de la tabla 69.5.1.2.b:

**Tabla 69.5.1.2.b**  
Valores de  $\beta$

Tipo de anclaje	Tracción	Compresión
Prolongación recta	- 1	1
Patilla, gancho y gancho en U	0,7 (*)	1
Barra transversal soldada	0,7	0,7

(\*) Si el recubrimiento de hormigón perpendicular al plano de doblado es superior a  $3\phi$ . En caso contrario  $\beta = 1$ .

Por tanto,  $\beta = 0.7$ :

$$L_{b,neto} = 1536 * 0.7 * 1 = 1075.2mm$$

Según el apartado 69.5.1.1, la longitud neta de anclaje:

La longitud neta de anclaje definida en 69.5.1.2 y 69.5.1.4 no podrá adoptar valores inferiores al mayor de los tres siguientes:

- 10  $\phi$ ;
- 150 mm;
- La tercera parte de la longitud básica de anclaje para barras traccionadas y los dos tercios de dicha longitud para barras comprimidas.

Entonces, de la expresión del apartado 69.5.1.2:

$$L_b = \frac{\phi * f_{yd}}{4 * \tau_{bd}}$$

En el caso de que las características de adherencia de las barras se comprueben a partir de la geometría de corrugas conforme a lo establecido en el método general definido en el apartado 7.4 de la norma UNE-EN 10080, el valor de  $\tau_{bd}$  es:

$$\tau_{bd} = 2,25\eta_1\eta_2f_{ctd}$$

donde:

$f_{ctd}$  Resistencia a tracción de cálculo de acuerdo con el apartado 39.4. A efectos de cálculo no se adoptará un valor superior al asociado a un hormigón de resistencia característica 60 N/mm<sup>2</sup> excepto si se demuestra mediante ensayos que la resistencia media de adherencia puede resultar mayor que la obtenida con esta limitación.

$\eta_1$  Coeficiente relacionado con la calidad de la adherencia y la posición de la barra durante el hormigonado.

$\eta_1 = 1,0$  para adherencia buena  
 $\eta_1 = 0,7$  para cualquier otro caso.

$\eta_2$  Coeficiente relacionado con el diámetro de la barra:

$\eta_2 = 1$  para barras de diámetro  $\phi \leq 32$  mm  
 $\eta_2 = (132 - \phi)/100$  para barras de diámetro  $\phi > 32$  mm.

*Ilustración 40. Adherencia entre barra y hormigón.*

Entonces:

$f_{ctd}$  se obtiene del apartado 39.4:

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} * \frac{f_{ct,k}}{\gamma_c}$$

El coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón se obtuvo anteriormente:

$$\gamma_c = 1.5$$

$\alpha_{ct}$  es un factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón. El EHE adopta, con carácter general, el valor de  $\alpha_{ct} = 1$

$f_{ct,k}$  es la resistencia característica del hormigón a tracción, según el apartado 39.1 "definiciones", como:

$$f_{ct,k} = 0.7 * f_{ct,m}$$

Siendo:

$$f_{ct,m} = 0.3 * f_{ck}^{2/3}, \quad \text{para } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

Por tanto:

$$f_{ct,m} = 0.3 * 25^{2/3} = 2.57 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,k} = 0.7 * f_{ct,m} = 1.8 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} * \frac{f_{ct,k}}{\gamma_c} = 1 * \frac{1.8}{1.5} = 1.2$$

$$\tau_{bd} = 2.25 * 1 * 1 * 1.2 = 2.7 \text{ Mpa}$$

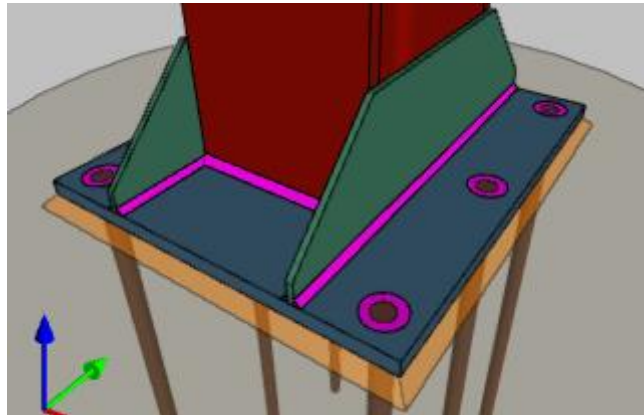
Entonces:

$$L_b = \frac{\emptyset * f_{yd}}{4 * \tau_{bd}} = \frac{32 * \frac{500}{1.15}}{4 * 2.7} = \mathbf{1288.24 \text{ mm}}$$



## 7.5 UNIÓN PILAR-PLACA DE ANCLAJE

Se realiza el cálculo y comprobación de la unión entre el pilar HEB 360 del pórtico y la placa de anclaje. Se soluciona con soldaduras.



La hipótesis más desfavorable para los cordones coincide con la más desfavorable para el pórtico, y por tanto, se tomarán los valores de la combinación del pórtico para calcular los cordones de soldadura.

Por tanto, los esfuerzos a los que se somete la unión son:

$$M = 295.34 \text{ kNm}$$

$$V = 84.84 \text{ kN}$$

Se predimensiona el cordón según la tabla de valores orientativos de cordón.

$$\text{Como } t_w = 12.5 \text{ mm} \rightarrow a = 8 \text{ mm}$$

Se aplicará  $a_1 = a_2 = a_3 = 8 \text{ mm}$

Aplicando Steiner, la inercia  $I$  del conjunto será:

$$I = 2 * \left( \frac{L_1 * a_1^3}{12} + L_1 * a_1 * \left( \frac{h_1}{2} + \frac{a_1}{2} \right)^2 \right) + 4 * \left( \frac{L_2 * a_2^3}{12} + L_2 * a_2 * \left( \frac{h_2}{2} - \frac{a_2}{2} \right)^2 \right) + 2 * \frac{a_3 * L_3^3}{12}$$

Y el momento resistente de la zona más lejana (y por tanto, más desfavorable):

$$W = \frac{I}{\frac{h_1}{2} + \frac{a_1}{2}}$$

Entonces:

$$I = 2 * \left( \frac{300 * 8^3}{12} + 300 * 8 * \left( \frac{360}{2} + \frac{8}{2} \right)^2 \right) + 4 * \left( \frac{116 * 8^3}{12} + 116 * 8 * \left( \frac{315}{2} - \frac{8}{2} \right)^2 \right) + 2 * \frac{8 * 260^3}{12}$$

$$I = 207.85 * 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W = \frac{207.85 * 10^6}{\frac{360}{2} + \frac{8}{2}} = 1.13 * 10^6 \text{ mm}^3$$

- Cordones tipo 1

$$n_1 = \frac{M}{W} = \frac{295.34 * 10^6}{1.13 * 10^6} = 261.36 \text{ MPa}$$

$$t_{n1} = t_{a1} = 0$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{n + t_n}{\sqrt{2}} = \frac{261.36}{\sqrt{2}} = 184.8 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{t_n - n}{\sqrt{2}} = \frac{-261.36}{\sqrt{2}} = -184.8 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = t_{a1} = 0$$

Se realiza la comprobación de la ecuación 8.23:

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W * \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{co} = \sqrt{184.8^2 + 3(184.8^2)} \leq \frac{430}{0.85 * 1.25} \rightarrow 320.37 \text{ MPa} \leq 404.71 \text{ MPa} \rightarrow \text{Cumple}$$

Y también:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\beta_W} \rightarrow 184.8 \leq \frac{430}{0.85} \rightarrow \text{Cumple}$$

- Cordones tipo 2

Se puede obtener  $n_2$  a partir de  $n_1$ , como en el caso de la unión de pilar y dintel.

Por tanto:

$$n_2 = n_1 * \frac{h_2 - a_2}{h_1 + a_1} = 261.36 * \frac{315 - 8}{360 + 8} = 218.04 \text{ MPa}$$

$$t_{n2} = t_{a2} = 0$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{n + t_n}{\sqrt{2}} = \frac{218.04}{\sqrt{2}} = 154.18 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{t_n - n}{\sqrt{2}} = \frac{-218.04}{\sqrt{2}} = -154.18 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = t_{a2} = 0$$

Se realiza la comprobación de la ecuación 8.23:

$$\sigma_{co} = \sqrt{154.18^2 + 3(154.18^2)} \leq \frac{430}{0.85 * 1.25} \rightarrow 308.36 \text{ MPa} \leq 404.71 \text{ MPa} \rightarrow \text{Cumple}$$

Y también:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\beta_w} \rightarrow 154.18 \leq \frac{430}{0.85} \rightarrow \text{Cumple}$$

- Cordones tipo 3

Como en el caso anterior, por igualación de triángulos se obtiene  $n_3$  en función de  $n_1$ :

$$n_3 = n_1 * \frac{L_3}{h_1 + a_1} = 261.36 * \frac{260}{360 + 8} = 184.66 \text{ MPa}$$

$$t_{n3} = 0$$

$$t_{a3} = \frac{V_{Ed}}{2 * a_3 * L_3} = \frac{84.84 * 10^3}{2 * 8 * 260} = 20.39 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{n + t_n}{\sqrt{2}} = \frac{184.66}{\sqrt{2}} = 130.57 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{t_n - n}{\sqrt{2}} = \frac{-184.66}{\sqrt{2}} = -130.57 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II} = t_{a3} = 20.39 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{co} = \sqrt{130.57^2 + 3(130.57^2 + 20.39^2)} \leq \frac{430}{0.85 * 1.25} \rightarrow 261.93 \text{ MPa} \leq 404.71 \text{ MPa}$$

→ *Cumple*

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\beta_w} \rightarrow 130.57 \leq \frac{430}{0.85} \rightarrow \text{Cumple}$$

Se puede ver que la unión del pilar y el dintel cumple de manera muy sobrada. El cordón más desfavorable, el tipo 1, trabaja con un coeficiente:

$$\frac{320.37}{404.71} = 0.79$$

Por tanto, la unión trabajará al 79% en la hipótesis más desfavorable para los cordones de soldadura.

BÉJAR, JULIO DE 2021.

Fdo.

Francisco José Hernández Gallego.

Ingeniero mecánico.

# CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE CYPE

ANEJO 4

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

## Contenido

1	COMPARATIVA.....	1
2	PILAR-PÓRTICO INTERMEDIO .....	3
3	PILAR HASTIAL.....	13
4	PILAR DEL PRIMER PISO.....	20
5	VIGA DEL PRIMER PISO (I).....	25
6	VIGA DEL PRIMER PISO (II).....	34
7	UNIÓN DINTEL-PILAR.....	45
8	UNIÓN DINTEL-DINTEL .....	50
9	UNIÓN PILAR DEL PÓRTICO-PLACA DE ANCLAJE(I) .....	51
10	UNIÓN PILAR DEL PÓRTICO-PLACA DE ANCLAJE (II) .....	53
11	UNIÓN PILAR DEL PRIMER PISO-PLACA DE ANCLAJE .....	60
12	UNIÓN VIGA 1 PISO-PILAR DEL PÓRTICO.....	65
13	ZAPATA PÓRTICO INTERMEDIO .....	75
14	ZAPATA DE PILAR HASTIAL.....	83
15	ZAPATA DEL PRIMER PISO .....	88
16	VIGA DE ATADO.....	92

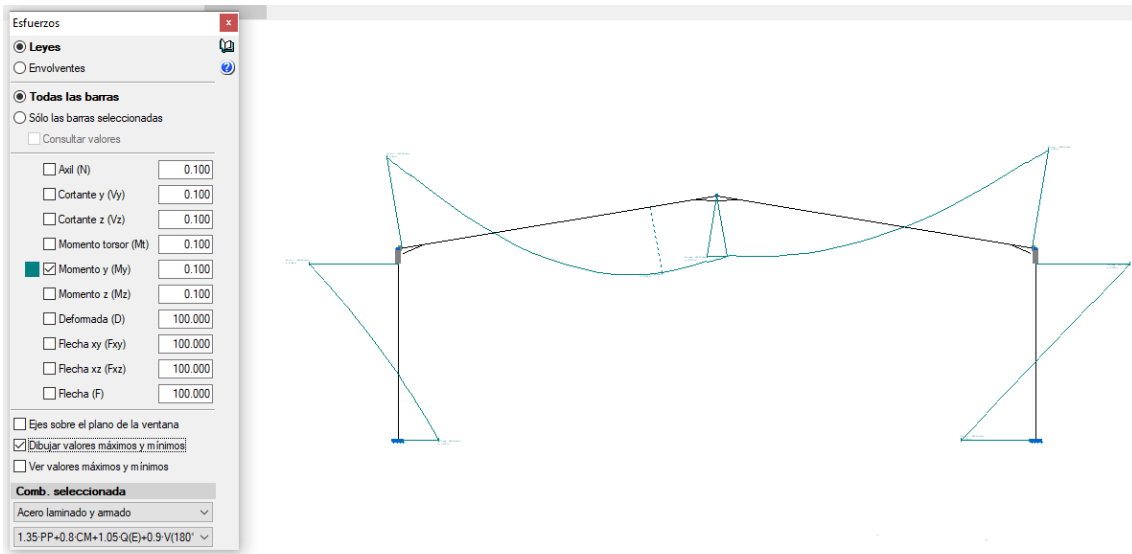


Ilustración 1. Diagrama de flectores del pórtico dado por Cype.

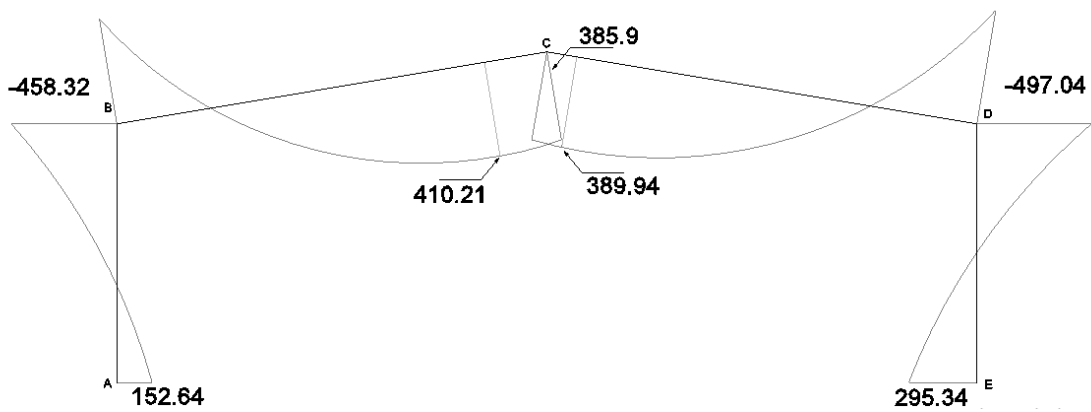


Ilustración 2. Diagrama de flectores obtenido analíticamente.

MOMENTO MÁXIMO OBTENIDO EN CYPE	459.81 kNm
MOMENTO MÁXIMO OBTENIDO ANALÍTICAMENTE	497.04 kNm

Ilustración 3. Momentos obtenidos.

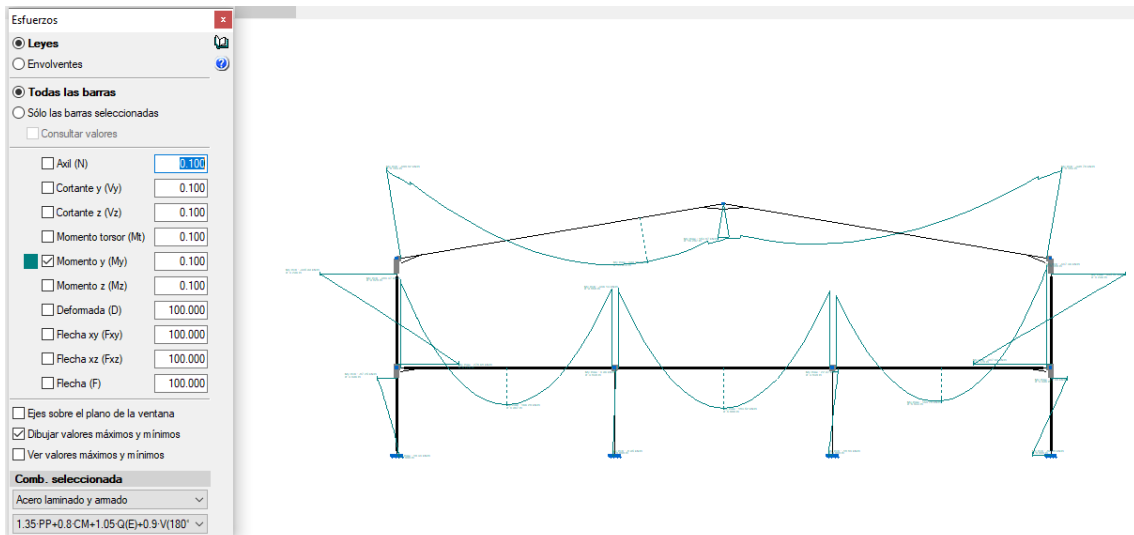


Ilustración 4. Diagrama de flectores del 1 piso dado por Cype.

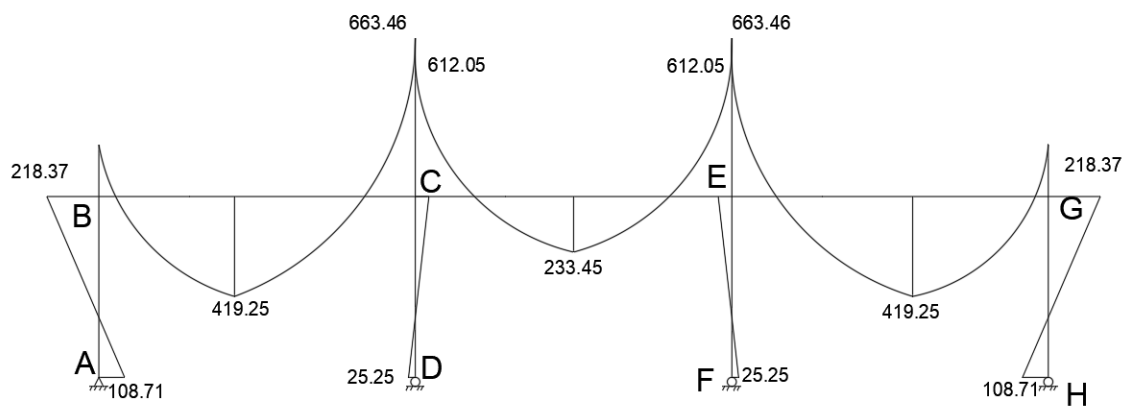


Ilustración 5. Diagrama de flectores del 1 piso obtenido analíticamente.

MOMENTO MÁXIMO OBTENIDO EN CYPE	559.82 kNm
MOMENTO MÁXIMO OBTENIDO ANALÍTICAMENTE	663.46 kNm

Ilustración 6. Momentos obtenidos.

Se puede ver que hay algunas variaciones en los valores de los momentos máximos. Se debe principalmente a dos motivos:

- Analíticamente no se tiene en cuenta la dimensión finita de los nudos.
- Analíticamente no se han considerado las cartelas en el cálculo.

En el caso de las vigas del 1º piso, en Cype se han obtenido perfiles HEB-340, mientras que en el cálculo analítico ha sido necesario disponer de perfiles HEB-400.



Barra N36/N37

Perfil: HE 360 B Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N36	N37	9.000	180.60	43190.00	10140.00	298.34
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		9.000	9.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N36/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 8.296 m η = 1.2	x: 0 m η = 14.4	x: 8.296 m η = 74.0	x: 0 m η = 3.6	x: 8.295 m η = 12.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 8.296 m η = 79.6	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 79.6
Notación: $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$  : 1.36 ✓

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase** : 1

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

**A** : 180.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub>** : 2594.61 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub>** : 11051.40 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2594.61} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{43190.00} \text{ cm}^4$$

$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{10140.00} \text{ cm}^4$$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{298.34} \text{ cm}^4$$

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{2883000.00} \text{ cm}^6$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$G$ : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{9.000} \text{ m}$$

$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{9.000} \text{ m}$$

$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$i_o$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : \underline{17.18} \text{ cm}$$

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{15.46} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{7.49} \text{ cm}$$

$y_o, z_o$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$25.20 \leq 181.57 \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{315.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.50} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{39.38} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{67.50} \text{ cm}^2$$

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 8.296 m del nudo N36, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{56.33} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción  $N_{t,Rd}$  viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.053} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.144} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N36, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{240.07} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión  $N_{c,Rd}$  viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{1664.43} \text{ kN}$$

Donde:

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

**χ**: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.81}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.37}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_y} : \underline{0.79}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{1.71}$$

**α**: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\mathbf{\alpha_y} : \underline{0.34}$$

$$\mathbf{\alpha_z} : \underline{0.49}$$

**λ̄**: Esbeltez reducida.

$$\mathbf{\bar{\lambda}_y} : \underline{0.66}$$

$$\mathbf{\bar{\lambda}_z} : \underline{1.36}$$

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$\mathbf{N_{cr}} : \underline{2594.61} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N_{cr,y}} : \underline{11051.40} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N_{cr,z}} : \underline{2594.61} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\mathbf{N_{cr,T}} : \underline{\infty}$$

### Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{\eta} : \underline{0.740} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 8.296 m del nudo N36, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{501.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 8.296 m del nudo N36, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{194.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{677.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{MO}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N36, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2$ .

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{9.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N36, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{9.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{260.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

**Clase :** 1

**$W_{pl,z}$ :** Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

**$W_{pl,z}$  :** 1032.00 cm<sup>3</sup>

**$f_{yd}$ :** Resistencia de cálculo del acero.

**$f_{yd}$  :** 252.38 MPa

Siendo:

**$f_y$ :** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**$f_y$  :** 265.00 MPa

**$\gamma_{Mo}$ :** Coeficiente parcial de seguridad del material.

**$\gamma_{Mo}$  :** 1.05

### Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

**$\eta$  :** 0.123 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 8.295 m del nudo N36, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

**$V_{Ed}$ :** Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**$V_{Ed}$  :** 108.46 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  **$V_{c,Rd}$**  viene dado por:

**$V_{c,Rd}$  :** 882.47 kN

Donde:

**$A_v$ :** Área transversal a cortante.

**$A_v$  :** 60.56 cm<sup>2</sup>

Siendo:

**$A$ :** Área bruta de la sección transversal de la barra.

**$A$  :** 180.60 cm<sup>2</sup>

**$b$ :** Ancho de la sección.

**$b$  :** 300.00 mm

**$t_f$ :** Espesor del ala.

**$t_f$  :** 22.50 mm

**$t_w$ :** Espesor del alma.

**$t_w$  :** 12.50 mm

**$r$ :** Radio de acuerdo entre ala y alma.

**$r$  :** 27.00 mm

**$f_{yd}$ :** Resistencia de cálculo del acero.

**$f_{yd}$  :** 252.38 MPa

Siendo:

**$f_y$ :** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**$f_y$  :** 265.00 MPa

**$\gamma_{Mo}$ :** Coeficiente parcial de seguridad del material.

**$\gamma_{Mo}$  :** 1.05

### Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$20.88 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.88}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

### **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.35} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{141.23} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{315.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$103.23 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{103.23} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$1.35 \text{ kN} \leq 1028.91 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.35} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$$

**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.774} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.796} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.545} \quad \checkmark$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 8.296 m del nudo N36, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{153.44} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{501.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{677.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{260.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

**A**: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1032.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y$ ,  $k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.13}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.37}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.66}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.36}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$$103.23 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{103.23} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

#### **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

#### **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

#### **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

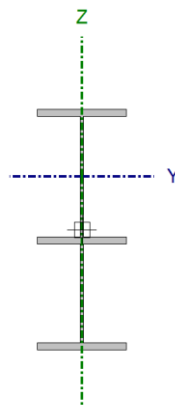
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N32/N35

**Perfil: HE 450 B, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.00 m. Cartela final inferior: 1.00 m.)**  
**Material: Acero (S275)**

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas <sup>(1)</sup>						
		Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(3)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(4)</sup> (mm)
N32	N35	15.207	341.65	289401.68	17577.46	653.55	0.00	176.02

*Notas:*  
<sup>(1)</sup> Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N32)  
<sup>(2)</sup> Inercia respecto al eje indicado  
<sup>(3)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme  
<sup>(4)</sup> Coordenadas del centro de gravedad



	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.08	0.50	0.08	1.00
L <sub>K</sub>	1.200	7.603	1.200	15.207
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000
C <sub>1</sub>	-		1.000	

*Notación:*  
β: Coeficiente de pandeo  
L<sub>K</sub>: Longitud de pandeo (m)  
C<sub>m</sub>: Coeficiente de momentos  
C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ̄	λ <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	V <sub>Z</sub>	V <sub>Y</sub>	M <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>Z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>Y</sub>
N32/N35	x: 0.183 m λ̄ < 2.0 Cumple	x: 0.183 m λ <sub>w</sub> ≤ λ <sub>w,máx</sub> Cumple	x: 1.182 m η = 1.3	x: 1.182 m η = 3.5	x: 1.184 m η = 88.9	x: 1.182 m η < 0.1	x: 1.184 m η = 10.5	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 1.184 m η = 91.9	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 91.9

*Notación:*  
λ̄: Limitación de esbeltez  
λ<sub>w</sub>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
N: Resistencia a tracción  
N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión  
M<sub>Y</sub>: Resistencia a flexión eje Y  
M<sub>Z</sub>: Resistencia a flexión eje Z  
V<sub>Z</sub>: Resistencia a corte Z  
V<sub>Y</sub>: Resistencia a corte Y  
M<sub>Y</sub>V<sub>Z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
M<sub>Z</sub>V<sub>Y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
NM<sub>Y</sub>M<sub>Z</sub>: Resistencia a flexión y axil combinados  
NM<sub>Y</sub>M<sub>Z</sub>V<sub>Y</sub>V<sub>Z</sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión  
M<sub>t</sub>V<sub>Z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
M<sub>t</sub>V<sub>Y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

*Comprobaciones que no proceden (N.P.):*  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  
<sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(4)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ̄ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

λ̄ : 1.15 ✓

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :** 1

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

**A :** 350.27 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 265.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :** 7011.97 kN

El axil crítico de pandeo elástico N<sub>cr</sub> es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

- a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.  $N_{cr,y} : \underline{122313.81} \text{ kN}$
- b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.  $N_{cr,z} : \underline{253015.64} \text{ kN}$
- c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.  $N_{cr,T} : \underline{7011.97} \text{ kN}$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{341175.79} \text{ cm}^4$
$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{17578.86} \text{ cm}^4$
$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{659.19} \text{ cm}^4$
$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{20556137.21} \text{ cm}^6$
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
$G$ : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000} \text{ MPa}$
$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{7.603} \text{ m}$
$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{1.200} \text{ m}$
$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{15.207} \text{ m}$
$i_o$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_o : \underline{32.00} \text{ cm}$

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{31.21} \text{ cm}$
	$i_z : \underline{7.08} \text{ cm}$
$y_o, z_o$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$57.98 \leq 286.94 \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.	$h_w : \underline{811.65} \text{ mm}$
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w : \underline{14.00} \text{ mm}$
$A_w$ : Área del alma.	$A_w : \underline{113.63} \text{ cm}^2$
$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : \underline{78.00} \text{ cm}^2$
$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k : \underline{0.30}$
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000} \text{ MPa}$
$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$

Siendo:

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.182 m del nudo N32, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

 $N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{69.88} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción  $N_{t,Rd}$  viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{5501.90} \text{ kN}$$

Donde:

 $A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

 $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.026} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.182 m del nudo N32, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

 $N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{144.11} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión  $N_{c,Rd}$  viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{5501.90} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>Mo</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

### Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{4088.29} \text{ kN}$$

Donde:

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**χ:** Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.94}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$$\chi_T : \underline{0.74}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.63}$$

$$\phi_z : \underline{0.51}$$

$$\phi_T : \underline{0.89}$$

**α:** Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

**λ̄:** Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.45}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.19}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.77}$$

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{9756.13} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{28641.10} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{168687.99} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,T</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{9756.13} \text{ kN}$$

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.433} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.889} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.184 m del nudo N32, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{163.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.184 m del nudo N32, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{434.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1004.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{3982.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo  $M_{b,Rd}$  viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{1004.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{489.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{3982.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$\chi_{LT}$ : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{1.00}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.49}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.51}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{1.42}$$

$\alpha_{LT}$ : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$ : Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.27}$$

$M_{cr}$ : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{35141.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{653.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral  $M_{cr}$  se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

$M_{LTV}$ : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{7823.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{617.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{LTW}$ : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{34259.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{213.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$ : Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{3550.67} \text{ cm}^3$$

$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{11720.00} \text{ cm}^4$$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{447.97} \text{ cm}^4$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$G$ : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

$L_c^+$ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.200} \text{ m}$$

$L_c^-$ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{15.207} \text{ m}$$

$C_1$ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$ : Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{8.19} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{8.19} \text{ cm}$$



**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.182 m del nudo N32, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$ .

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.182 m del nudo N32, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{302.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{1198.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.105} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.184 m del nudo N32, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{122.46} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1161.03} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{79.68} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

$b$ : Ancho de la sección.

$$b : \underline{300.00} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{26.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{14.00} \text{ mm}$$

$r$ : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{27.00} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

#### **Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$24.57 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{24.57}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$\epsilon$ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

#### **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

#### **Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$112.70 \text{ kN} \leq 880.91 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : \underline{112.70} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : \underline{1761.82} \text{ kN}$

### **Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

### **Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.456} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.919} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.721} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.184 m del nudo N32, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{129.66} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{434.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{5501.90} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{1004.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{302.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### **Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

**A**: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{3982.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1198.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.79}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

$\chi_y, \chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.94}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

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

$$\chi_{LT} : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.45}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.19}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$$112.70 \text{ kN} \leq 880.91 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{112.70} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1761.82} \text{ kN}$$

### **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

### **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

### **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N102/N134

Perfil: HE 450 B Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N102	N134	4.000	218.00	79890.00	11720.00	447.97
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.50	0.50	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		2.000	2.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N102/N134	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 4.8	x: 0 m η = 86.2	x: 0 m η = 3.9	x: 0 m η = 14.2	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 93.9	η < 0.1	η = 0.5	x: 0 m η = 14.3	η = 0.2	<b>CUMPLE</b> η = 93.9
Notación: $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez λ <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.																

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$  : 0.31 ✓

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase** : 1

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

**A** : 218.00 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 265.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub>** : 60727.68 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub>** : 413953.42 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{60727.68} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{79890.00} \text{ cm}^4$$

$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{11720.00} \text{ cm}^4$$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{447.97} \text{ cm}^4$$

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{5258000.00} \text{ cm}^6$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$G$ : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{2.000} \text{ m}$$

$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{2.000} \text{ m}$$

$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$i_o$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : \underline{20.50} \text{ cm}$$

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{19.14} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{7.33} \text{ cm}$$

$y_o, z_o$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$28.43 \leq 200.93 \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{398.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{14.00} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{55.72} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{78.00} \text{ cm}^2$$

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.046} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N102, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{252.22} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión  $N_{c,Rd}$  viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{5501.90} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

**$f_{yd}$** : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

**$f_y$** : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**$\gamma_{M0}$** : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo  $N_{b,Rd}$  en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{5287.36} \text{ kN}$$

Donde:

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

**$f_{yd}$** : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

**$f_y$** : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**$\gamma_{M1}$** : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**$\chi$** : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$



Siendo:

 $\alpha$ : Coeficiente de imperfección elástica. $\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida. $N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$\chi_z : 0.96$

$\phi_y : 0.50$

$\phi_z : 0.57$

$\alpha_y : 0.21$

$\alpha_z : 0.34$

$\bar{\lambda}_y : 0.12$

$\bar{\lambda}_z : 0.31$

$N_{cr} : 60727.68 \text{ kN}$

$N_{cr,y} : 413953.42 \text{ kN}$

$N_{cr,z} : 60727.68 \text{ kN}$

$N_{cr,T} : \infty$

**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.862 \checkmark$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N102, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$ . $M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : 695.93 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N102, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.05 \cdot Q(E) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ . $M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- : 866.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$M_{c,Rd} : 1004.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

**Clase** : 1

 $W_{pl,y}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y} : 3982.00 \text{ cm}^3$

 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$

Siendo:

 $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : 265.00 \text{ MPa}$

 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : 1.05$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.039} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N102, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{11.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N102, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4$ .

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{11.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{302.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{1198.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.142} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N102, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{165.24} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1161.03} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{79.68} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

$b$ : Ancho de la sección.

$$b : \underline{300.00} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{26.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{14.00} \text{ mm}$$

$r$ : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{27.00} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

#### **Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$24.57 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{24.57}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$\epsilon$ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

#### **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 4.54 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$V_{c,Rd}$  : 2364.62 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 162.28 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$A$  : 218.00 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.

$d$  : 398.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 14.00 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 252.38 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 265.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

### **Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

**165.24 kN ≤ 580.52 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 165.24 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$  : 1161.03 kN

### **Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

**4.54 kN ≤ 1182.31 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{4.54} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{2364.62} \text{ kN}$$

### Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.939} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.924} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.596} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N102, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.05 \cdot Q(E) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)1.$$

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{220.76} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{866.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{11.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{5501.90} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{1004.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{302.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

**A**: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{218.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{3982.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1198.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y$ ,  $k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.96}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.12}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.31}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$$165.24 \text{ kN} \leq 579.59 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{165.24} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1159.18} \text{ kN}$$

### Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{25.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{172.30} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 265.00 MPa

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{Mo}$  : 1.05

### Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.143 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N102, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 165.24 kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  : 0.10 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido  $V_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$  : 1159.18 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$  : 1161.03 kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$  : 0.58 MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 172.30 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 252.38 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 265.00 MPa

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{Mo}$  : 1.05

### Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.002 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 4.54 kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  : 0.04 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido  $V_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{2363.10} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{2364.62} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.23} \text{ MPa}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{172.30} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$



Barra N106/N107

<b>Perfil: IPE 300</b>							
<b>Material: Acero (S275)</b>							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N106	N107	4.000	53.80	8356.00	604.00	19.92
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	0.75	0.50	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	2.980	2.000	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N106/N107	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 85.2	x: 3.83 m η = 17.7	x: 0 m η = 0.8	η = 3.7	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.83 m η = 90.6	η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 90.6
Notación: $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$  : 1.02 ✓

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :** 2

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

**A :** 53.80 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :** 1409.69 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :** 43296.97 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1409.69} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{8356.00} \text{ cm}^4$$

$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{604.00} \text{ cm}^4$$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{19.92} \text{ cm}^4$$

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{126000.00} \text{ cm}^6$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$G$ : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{2.000} \text{ m}$$

$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{2.980} \text{ m}$$

$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$i_0$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{12.91} \text{ cm}$$

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{12.46} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.35} \text{ cm}$$

$y_0, z_0$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$39.24 \leq 254.33 \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{278.60} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{19.78} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{16.05} \text{ cm}^2$$

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.495} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.852} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N106, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(E) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H3$ .

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{698.17} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión  $N_{c,Rd}$  viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1409.05} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{53.80} \text{ cm}^2$$

**$f_{yd}$** : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

**$f_y$** : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$\gamma_{M0}$** : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo  $N_{b,Rd}$  en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{819.47} \text{ kN}$$

Donde:

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{53.80} \text{ cm}^2$$

**$f_{yd}$** : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

**$f_y$** : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**$\gamma_{M1}$** : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

**$\chi$** : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\chi_z : \underline{0.58}$$

$$\phi_y : \underline{0.52}$$

$$\phi_z : \underline{1.16}$$

 $\alpha$ : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

 $\bar{\lambda}$ : Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.18}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.02}$$

 $N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1409.69} \text{ kN}$$

 $N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{43296.97} \text{ kN}$$

 $N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1409.69} \text{ kN}$$

 $N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.177} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.830 m del nudo N106, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$ . $M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{29.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.830 m del nudo N106, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.05 \cdot Q(E) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$ . $M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{22.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{164.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,y}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{628.00} \text{ cm}^3$$

 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

 $f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

 $\gamma_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N106, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N106, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{32.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{125.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.037} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{14.24} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{388.15} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{25.67} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{53.80} \text{ cm}^2$$

$b$ : Ancho de la sección.

$$b : \underline{150.00} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{10.70} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$$

$r$ : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$35.01 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{35.01}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$\epsilon$ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{514.41} \text{ kN}$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : \underline{34.02} \text{ cm}^2$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.  $A : \underline{53.80} \text{ cm}^2$

$d$ : Altura del alma.  $d : \underline{278.60} \text{ mm}$

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

### **Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

**14.24 kN ≤ 194.08 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : \underline{14.24} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : \underline{388.15} \text{ kN}$

### **Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

**0.06 kN ≤ 257.21 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 0.06 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$  : 514.41 kN

### Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.605 ✓

$\eta$  : 0.605 ✓

$\eta$  : 0.906 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.830 m del nudo N106, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(E) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$  : 683.72 kN

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$  : 19.62 kN·m

$M_{z,Ed}^+$  : 0.00 kN·m

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

**Clase** : 2

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$  : 1409.05 kN

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$  : 164.48 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$  : 32.74 kN·m

### Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

**A**: Área de la sección bruta.

**A** : 53.80 cm<sup>2</sup>

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$  : 628.00 cm<sup>3</sup>

$W_{pl,z}$  : 125.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M1}$  : 1.05

$k_y$ ,  $k_z$ : Coeficientes de interacción.

$k_y$  : 1.00



$$k_z : \underline{2.17}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y, \chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.58}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.18}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.02}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$$14.24 \text{ kN} \leq 194.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{14.24} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{388.15} \text{ kN}$$

### **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

### **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

### **Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.75} \quad \checkmark$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\text{A} : \underline{170.90} \text{ cm}^2$$

**$f_y$ :** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**$N_{cr}$ :** Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{8033.46} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico  $N_{cr}$  es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\text{N}_{cr,y} : \underline{30392.85} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\text{N}_{cr,z} : \underline{8033.46} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

**$I_y$ :** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$\text{I}_y : \underline{36660.00} \text{ cm}^4$$

**$I_z$ :** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\text{I}_z : \underline{9690.00} \text{ cm}^4$$

**$I_t$ :** Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\text{I}_t : \underline{262.85} \text{ cm}^4$$

**$I_w$ :** Constante de alabeo de la sección.

$$\text{I}_w : \underline{2454000.00} \text{ cm}^6$$

**E:** Módulo de elasticidad.

$$\text{E} : \underline{210000} \text{ MPa}$$

**G:** Módulo de elasticidad transversal.

$$\text{G} : \underline{81000} \text{ MPa}$$

**$L_{ky}$ :** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$\text{L}_{ky} : \underline{5.000} \text{ m}$$

**$L_{kz}$ :** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$\text{L}_{kz} : \underline{5.000} \text{ m}$$

**$L_{kt}$ :** Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$\text{L}_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

**$i_0$ :** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\text{i}_0 : \underline{16.47} \text{ cm}$$

Siendo:

**$i_y, i_z$ :** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\text{i}_y : \underline{14.65} \text{ cm}$$

$$\text{i}_z : \underline{7.53} \text{ cm}$$

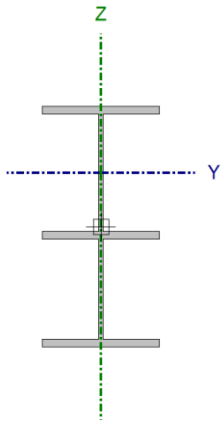
**$y_0, z_0$ :** Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\text{y}_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$\text{z}_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Barra N115/N129

**Perfil: HE 340 B, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.00 m. Cartela final inferior: 1.00 m.)**  
**Material: Acero (S275)**



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas <sup>(1)</sup>					
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(3)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(4)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(4)</sup> (mm)
N115	N129	10.000	265.76	134883.67	14531.14	376.81	0.00	137.24

**Notas:**  
<sup>(1)</sup> Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N115)  
<sup>(2)</sup> Inercia respecto al eje indicado  
<sup>(3)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme  
<sup>(4)</sup> Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.50	0.50	0.00	0.00
L <sub>K</sub>	5.000	5.000	0.000	0.000
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000
C <sub>1</sub>	-		1.000	

**Notación:**  
β: Coeficiente de pandeo  
L<sub>K</sub>: Longitud de pandeo (m)  
C<sub>m</sub>: Coeficiente de momentos  
C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N115/N129	x: 9.82 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 9.82 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.15 m $\eta = 4.2$	x: 8.821 m $\eta = 6.7$	x: 0.15 m $\eta = 91.0$	x: 0.15 m $\eta = 0.2$	x: 0.15 m $\eta = 41.5$	x: 0.15 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.15 m $\eta = 94.5$	$\eta < 0.1$	x: 8.821 m $\eta = 0.2$	x: 0.15 m $\eta = 41.5$	x: 0.15 m $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 94.5$

**Notación:**  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción  
N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión  
M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión eje Y  
M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión eje Z  
V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z  
V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y  
M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión y axil combinados  
NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión  
M<sub>t</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
M<sub>t</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$  : **0.77** ✓

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :** 1

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

**A :** 270.27 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 265.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :** 12047.45 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :** 127430.11 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{12047.45} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{153706.79} \text{ cm}^4$$

$I_z$ : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{14531.68} \text{ cm}^4$$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{378.97} \text{ cm}^4$$

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{9627475.80} \text{ cm}^6$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$G$ : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{5.000} \text{ m}$$

$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{5.000} \text{ m}$$

$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$i_o$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : \underline{24.95} \text{ cm}$$

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{23.85} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{7.33} \text{ cm}$$

$y_o, z_o$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$50.76 \leq 253.08 \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{609.11} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.00} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{73.09} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{64.50} \text{ cm}^2$$

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.042} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N115, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{182.90} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción  $N_{t,Rd}$  viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{4313.19} \text{ kN}$$

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{170.90} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.046} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.067} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 8.821 m del nudo N115, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.05 \cdot Q(E) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{199.04} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión  $N_{c,Rd}$  viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{4313.19} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{170.90} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N<sub>b,Rd</sub>** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{2989.11} \text{ kN}$$

Donde:

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{170.90} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

**γ<sub>M1</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

**χ**: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.93}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.69}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_y} : \underline{0.61}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{0.92}$$

**α**: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\mathbf{\alpha_y} : \underline{0.34}$$

$$\mathbf{\alpha_z} : \underline{0.49}$$

**λ̄**: Esbeltez reducida.

$$\mathbf{\bar{\lambda}_y} : \underline{0.39}$$

$$\mathbf{\bar{\lambda}_z} : \underline{0.75}$$

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$\mathbf{N_{cr}} : \underline{8033.46} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N_{cr,y}} : \underline{30392.85} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N_{cr,z}} : \underline{8033.46} \text{ kN}$$

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\mathbf{N_{cr,T}} : \underline{\infty}$$

### Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{\eta} : \underline{0.910} \checkmark$$

Para flexión positiva:

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N115, para la combinación de acciones  $1.35\cdot PP+1.35\cdot CM+1.5\cdot Q(E)+0.9\cdot V(180^\circ)H3$ .

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{553.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{607.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2408.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

### **Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N115, para la combinación de acciones  $0.8\cdot PP+0.8\cdot CM+1.5\cdot V(270^\circ)H2$ .

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N115, para la combinación de acciones  $0.8\cdot PP+0.8\cdot CM+1.5\cdot V(90^\circ)H1$ .

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{248.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{985.70} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

### Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.415} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N115, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(E)+0.9·V(180°)H3.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{339.07} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{817.30} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{56.09} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{170.90} \text{ cm}^2$$

$b$ : Ancho de la sección.

$$b : \underline{300.00} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{21.50} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.00} \text{ mm}$$

$r$ : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{27.00} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

### Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:



$$20.25 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.25}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

### **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N115, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1970.90} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{135.26} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{170.90} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{297.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.00} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$339.07 \text{ kN} \leq 408.65 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(E) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{339.07} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{817.30} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$0.06 \text{ kN} \leq 985.45 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1970.90} \text{ kN}$$

**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.936} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.945} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.593} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N115, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(E) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H1$ .

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{142.19} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{548.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{4313.19} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{607.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{248.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

**A**: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{170.90} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{2408.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{985.70} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y$ ,  $k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.04}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$\chi_y$ ,  $\chi_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.69}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.39}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.75}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

### **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(E) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$$339.07 \text{ kN} \leq 408.61 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{339.07} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{817.21} \text{ kN}$$

### **Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 8.821 m del nudo N115, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{17.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{122.26} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

### **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.415} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N115, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(E) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H3$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{339.07} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido  $V_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{817.21} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  
 $\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$  : 817.30 kN  
 $\tau_{T,Ed}$  : 0.04 MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$W_T$  : 122.26 cm<sup>3</sup>  
 $f_{yd}$  : 252.38 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  
 $\gamma_{MO}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$f_y$  : 265.00 MPa  
 $\gamma_{MO}$  : 1.05

### Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N115, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM+1.5·V(270°)H2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 0.06 kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  : 0.02 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido  $V_{pl,T,Rd}$  viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$  : 1969.97 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  
 $\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$  : 1970.90 kN  
 $\tau_{T,Ed}$  : 0.17 MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$W_T$  : 122.26 cm<sup>3</sup>  
 $f_{yd}$  : 252.38 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  
 $\gamma_{MO}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$f_y$  : 265.00 MPa  
 $\gamma_{MO}$  : 1.05

## Comprobaciones

1) Pilar HE 360 B

– Panel

### Esbeltez del alma del pilar (CTE DB SE-A, 6.3.3.4.)

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

$$25.20 \leq 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$d_{wc}$ : Canto del alma

$$d_{wc} : \frac{315}{\text{mm}}$$

$t_{wc}$ : Espesor del alma.

$$t_{wc} : \frac{12.5}{\text{mm}}$$

$$\varepsilon : \frac{0.92}{\text{mm}}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \frac{275.00}{\text{N/mm}^2}$$

### Resistencia a cortante del alma del pilar (CTE DB SE-A 8.8.6)

Debe cumplirse:

$$1385.97 \text{ kN} \leq 1586.50 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$V_{wp,Ed}$ : Esfuerzo cortante de cálculo.

$$V_{wp,Ed} : \frac{1385.97}{\text{kN}}$$

$V_{wp,Rd}$ : Resistencia plástica de cálculo a cortante del alma

$$V_{wp,Rd} : \frac{1586.50}{\text{kN}}$$

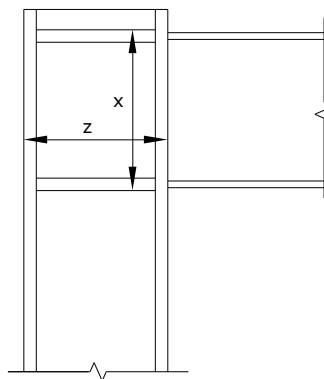
Donde:

$A_{vc}$ : Área sometida a cortante

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{\text{N/mm}^2}$$

Dirección	$A_{vc}$ (mm <sup>2</sup> )	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	4500	518.23	612.40	84.62
x	11658	1385.97	1586.50	87.36



– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$63.73 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{-63.73} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$ : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{-216.04} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$ : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{113} \text{ mm}$$

$\tau$ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.05} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$ : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{0.17} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$ : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{113} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor

$$t : \underline{30.0} \text{ mm}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$77.25 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{77.25} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$ : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{261.89} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$ : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{113} \text{ mm}$$

$\tau$ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$ : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{0.01} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$ : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{113} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor

$$t : \underline{30.0} \text{ mm}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$63.62 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{-63.62} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$ : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{-215.66} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$ : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{113} \text{ mm}$$

$\tau$ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$ : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$ : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{113} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor

$$t : \underline{30.0} \text{ mm}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador inferior

#### Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$77.40 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{77.40} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$ : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{262.38} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$ : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{113} \text{ mm}$$

$\tau$ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.05} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$ : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{0.17} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$ : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{113} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor

$$t : \underline{30.0} \text{ mm}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

– Ala

#### Cortante en el ala por los rigidizadores (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$206.07 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$



Donde:

$\sigma$ : Tensión normal	$\sigma$ : <u>206.07</u> N/mm <sup>2</sup>
$\tau$ : Tensión tangencial	$\tau$ : <u>0.00</u> N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ : Tensión de límite elástico.	$f_y$ : <u>275.00</u> N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	$\gamma_{M0}$ : <u>1.05</u>

## Cordones de soldadura

### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo ( $\alpha$ ) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

### Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- $\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
- $f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- $\sigma_{\perp}$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- $\sigma_{\parallel}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
- $\tau_{\perp}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- $\tau_{\parallel}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

### Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	13	113	22.5	80.54
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	265	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	13	113	22.5	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	13	113	22.5	80.54				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	265	12.5	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	13	113	22.5	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	261	12.5	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> )	$\tau_{  }$ (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	47.5	56.1	0.1	108.2	28.04	47.5	14.49	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	82.6	143.0	37.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	63.0	63.0	0.0	126.1	32.67	63.0	19.22	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	100.4	173.8	45.05	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	47.5	56.0	0.0	108.0	27.99	47.5	14.47	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	82.4	142.7	36.99	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	63.2	63.2	0.1	126.3	32.73	63.2	19.25	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	100.5	174.2	45.13	0.0	0.00	410.0	0.85

## 2) Viga HE 450 B

– Alma

## Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$$0.38 \leq 1 \quad \checkmark$$

Donde:

 $F_{Ed}$ : Valor de cálculo de la carga concentrada,

$F_{Ed} : 426.86 \text{ kN}$

 $F_{b,Rd}$ : Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.

$F_{b,Rd} : 1124.62 \text{ kN}$

La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:

$L_{ef} : 307.00 \text{ mm}$

$\chi_F : 1.00$

$$\bar{\lambda}_F : \underline{0.41}$$

$$F_{cr} : \underline{7921.54} \text{ kN}$$

Los valores de  $l_y$  y de  $k_F$  dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:

- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

$$k_F : \underline{6.08}$$

$$l_y : \underline{307}$$

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

$$m_1 : \underline{21.43}$$

(cabe aproximar  $\bar{\lambda}_F$  con la obtenida usando  $m_2=0$  para aproximar  $l_y$ )

$$m_2 : \underline{0.00}$$

Donde:

$s_s$ : Longitud de la entrega rígida de la carga.  
 $t_w$ : Espesor del alma.  
 $t_f$ : Espesor del ala.  
 $f_{yw}$ : Tensión de límite elástico del alma.  
 $f_{yb}$ : Tensión de límite elástico del ala.  
 $E$ : Módulo de elasticidad.  
 $d$ : distancia entre alas

$$s_s : \underline{14} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{14} \text{ mm}$$

$$t_f : \underline{26} \text{ mm}$$

$$f_{yw} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yb} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$$E : \underline{210000.0} \text{ N/mm}^2$$

$$d : \underline{398} \text{ mm}$$

## Cordones de soldadura

### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo ( $\alpha$ ) comprendido entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

### Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_{\perp}$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{\parallel}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_{\perp}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{\parallel}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	13	300	22.5	80.54				
Soldadura del alma	En ángulo	7	349	14.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	13	300	22.5	80.54				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	7	442	14.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	13	300	22.5	57.08				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	10	1000	14.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	18	300	26.0	66.55				
<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 ala superior	49.7	42.1	0.2	88.3	22.88	49.7	15.16	410.0	0.85
Soldadura del alma	39.8	39.8	13.1	82.8	21.46	39.8	12.14	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.1	0.2	0.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	45.4	45.4	13.1	93.7	24.27	45.4	13.85	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	35.6	65.4	0.0	118.8	30.77	59.9	18.26	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	6.9	12.0	3.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

## Comprobaciones

### 1) Chapa frontal

#### Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

La comprobación no procede.

#### Resistencia de las secciones a flexión (CTE DB SE-A, 6.2.6)

La comprobación no procede.

#### Interacción de esfuerzos en secciones (CTE DB SE-A, 6.2.8)

La comprobación no procede.

#### Giro admisible de la chapa frontal (Criterio de CYPE)

La comprobación no procede.

### 2) Viga (a) HE 450 B

– Alma

#### Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$$0.11 \leq 1 \quad \checkmark$$

Donde:

$F_{Ed}$ : Valor de cálculo de la carga concentrada,

$$F_{Ed} : \underline{127.87} \text{ kN}$$

$F_{b,Rd}$ : Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.

$$F_{b,Rd} : \underline{1124.62} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:

$$L_{ef} : \underline{307.00} \text{ mm}$$

$$\chi_F : \underline{1.00}$$

$$\bar{\lambda}_F : \underline{0.41}$$

$$F_{cr} : \underline{7921.54} \text{ kN}$$

Los valores de  $I_y$  y de  $k_F$  dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:

- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

$$k_F : \underline{6.08}$$

$$I_y : \underline{307}$$

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

$$m_1 : \underline{21.43}$$

(cabe aproximar  $\bar{\lambda}_F$  con la obtenida usando  $m_2=0$  para aproximar  $I_y$ )

$$m_2 : \underline{0.00}$$

Donde:

$s_s$ : Longitud de la entrega rígida de la carga.

$$s_s : \underline{14} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{14} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{26} \text{ mm}$$

$f_{yw}$ : Tensión de límite elástico del alma.

$$f_{yw} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$f_{yb}$ : Tensión de límite elástico del ala.

$$f_{yb} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.0} \text{ N/mm}^2$$

$d$ : distancia entre alas

$$d : \underline{398} \text{ mm}$$

## Cordones de soldadura

### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo ( $\alpha$ ) comprendido entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

### Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_{\perp}$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{\parallel}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_{\perp}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{\parallel}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	13	300	26.0	80.54				
Soldadura del alma	En ángulo	7	349	14.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	13	300	26.0	80.54				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	7	382	14.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	13	300	26.0	76.01				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	10	1000	14.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	18	300	26.0	66.55				
<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 ala superior	32.4	38.2	0.2	73.7	19.10	35.2	10.72	410.0	0.85
Soldadura del alma	30.9	30.9	0.6	61.8	16.02	30.9	9.42	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	9.8	11.5	0.0	22.3	5.77	11.6	3.53	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	25.7	25.7	0.6	51.5	13.33	25.7	7.84	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	26.4	33.8	0.0	64.2	16.63	30.6	9.32	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	1.1	1.9	0.49	0.0	0.01	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

### 3) Viga (b) HE 450 B

– Alma

#### Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$$0.11 \leq 1 \quad \checkmark$$

Donde:

$F_{Ed}$ : Valor de cálculo de la carga concentrada,

$$F_{Ed} : \underline{127.87} \text{ kN}$$

$F_{b,Rd}$ : Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.

$$F_{b,Rd} : \underline{1124.62} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:

$$L_{ef} : \underline{307.00} \text{ mm}$$

$$\chi_F : \underline{1.00}$$

$$\bar{\lambda}_F : \underline{0.41}$$

$$F_{cr} : \underline{7921.54} \text{ kN}$$

Los valores de  $l_y$  y de  $k_F$  dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:

- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

$$k_F : \underline{6.08}$$

$$l_y : \underline{307}$$

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

$$m_1 : \underline{21.43}$$

(cabe aproximar  $\bar{\lambda}_F$  con la obtenida usando  $m_2=0$  para aproximar  $l_y$ )

$$m_2 : \underline{0.00}$$

Donde:

$s_s$ : Longitud de la entrega rígida de la carga.

$$s_s : \underline{14} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{14} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{26} \text{ mm}$$

$f_{yw}$ : Tensión de límite elástico del alma.

$$f_{yw} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$f_{yb}$ : Tensión de límite elástico del ala.

$$f_{yb} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.0} \text{ N/mm}^2$$

$d$ : distancia entre alas

$$d : \underline{398} \text{ mm}$$

## Cordones de soldadura

### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.



Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo ( $\alpha$ ) comprendido entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

### Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	13	300	26.0	80.54				
Soldadura del alma	En ángulo	7	349	14.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	13	300	26.0	80.54				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	7	382	14.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	13	300	26.0	76.01				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	10	1000	14.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	18	300	26.0	66.55				
<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. (%)		
Soldadura del ala superior	32.4	38.3	0.2	73.8	19.12	35.2	10.73	410.0	0.85
Soldadura del alma	30.9	30.9	0.8	61.9	16.04	30.9	9.43	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	9.8	11.5	0.0	22.3	5.77	11.6	3.53	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	25.8	25.8	0.8	51.5	13.36	25.8	7.85	410.0	0.85

<b>Comprobación de resistencia</b>									
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 de la cartela	26.4	33.8	0.0	64.3	16.66	30.6	9.34	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	1.1	1.9	0.49	0.0	0.01	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

## Comprobaciones

1) Pilar HE 360 B

### Cordones de soldadura

#### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo ( $\alpha$ ) comprendido entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

#### Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	9	1589	12.5	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> )	$\tau_{  }$ (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:		
-Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm		
-Pernos: 6Ø32 mm L=90 cm Patilla a 90 grados		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
-Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x35x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 301 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 32 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 320.03 kN Calculado: 279.65 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 224.02 kN Calculado: 19.17 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 320.03 kN Calculado: 307.04 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 253.71 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 318.256 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 419.05 kN Calculado: 17.27 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 260.69 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 260.793 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 258.441 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 259.745 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 329.18	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 328.039	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3740.5	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3722.19	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		
Información adicional:		

## Referencia:

- Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm
- Pernos: 6Ø32 mm L=90 cm Patilla a 90 grados
- Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada
- Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x35x10.0)

## Comprobación

## Valores

## Estado

- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.315

## Cordones de soldadura

**Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).**

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $a > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $a < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

**Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).**

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_{\perp}$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{\parallel}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_{\perp}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{\parallel}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

**Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (CTE DB SE-A 8.6.3).**

En uniones a tope con penetración parcial la resistencia de cálculo se determinará como la de los cordones de soldadura en ángulo, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) el espesor de garganta será la profundidad de la penetración que se pueda conseguir de forma estable, que se debe determinar mediante evidencia experimental previa.

para el caso de que se tenga preparación de bordes en U, V, J o recto, se tomará como espesor de garganta el canto nominal de la preparación menos 2,0 mm, a menos que se puedan justificar experimentalmente valores superiores.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	700	10.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	700	10.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	14	101	25.0	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. (%)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 155): 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	210.3	364.3	94.40	0.0	0.00	410.0	0.85

## Comprobaciones

1) Pilar HE 360 B

### Cordones de soldadura

#### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo ( $\alpha$ ) comprendido entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

#### Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	9	1589	12.5	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> )	$\tau_{  }$ (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:		
-Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 600 mm Espesor: 22 mm		
-Pernos: 4Ø25 mm L=115 cm Prolongación recta		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
-Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x85x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 420 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 115 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 245.75 kN Calculado: 167.44 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 172.02 kN Calculado: 47.95 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 245.75 kN Calculado: 235.94 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 157.12 kN Calculado: 155.45 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 359.233 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 43.31 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 118.371 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 115.92 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 141.204 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 141.204 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1159.17	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1202.14	Cumple
- Arriba:	Calculado: 10340.5	Cumple
- Abajo:	Calculado: 10340.5	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		
Información adicional:		



## Referencia:

- Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 600 mm Espesor: 22 mm
- Pernos: 4Ø25 mm L=115 cm Prolongación recta
- Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada
- Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x85x9.0)

## Comprobación

## Valores

## Estado

- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.311

## Cordones de soldadura

**Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).**

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $a > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $a < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

**Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).**

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_{\perp}$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{\parallel}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_{\perp}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{\parallel}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

**Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (CTE DB SE-A 8.6.3).**

En uniones a tope con penetración parcial la resistencia de cálculo se determinará como la de los cordones de soldadura en ángulo, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) el espesor de garganta será la profundidad de la penetración que se pueda conseguir de forma estable, que se debe determinar mediante evidencia experimental previa.

para el caso de que se tenga preparación de bordes en U, V, J o recto, se tomará como espesor de garganta el canto nominal de la preparación menos 2,0 mm, a menos que se puedan justificar experimentalmente valores superiores.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	600	9.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	600	9.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	11	79	22.0	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 y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 155): 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	219.9	380.9	98.71	0.0	0.00	410.0	0.85

## Comprobaciones

1) Pilar IPE 300

### Cordones de soldadura

#### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo ( $\alpha$ ) comprendido entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

#### Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	1023	7.1	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. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

## 2) Placa de anclaje

Referencia:		
-Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: 1(100x30x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 43.3 Calculado: 43.3	Cumple Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 41.03 kN Calculado: 10.05 kN Máximo: 28.72 kN Calculado: 3.89 kN Máximo: 41.03 kN Calculado: 15.61 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 64.32 kN Calculado: 11.75 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 67.8974 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 150.86 kN Calculado: 3.61 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 163.347 MPa Calculado: 162.945 MPa Calculado: 259.667 MPa Calculado: 259.929 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 10653.4 Calculado: 10672.4 Calculado: 6410.91 Calculado: 6403.86	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: 66.7894 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia:		
-Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm		
-Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
-Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: 1(100x30x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.243		
- Punto de tensión local máxima: (0.15, 0.295)		

## Cordones de soldadura

### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $a > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $a < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

### Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

### Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (CTE DB SE-A 8.6.3).

En uniones a tope con penetración parcial la resistencia de cálculo se determinará como la de los cordones de soldadura en ángulo, teniendo en cuenta lo siguiente:

- el espesor de garganta será la profundidad de la penetración que se pueda conseguir de forma estable, que se debe determinar mediante evidencia experimental previa.

para el caso de que se tenga preparación de bordes en U, V, J o recto, se tomará como espesor de garganta el canto nominal de la preparación menos 2,0 mm, a menos que se puedan justificar experimentalmente valores superiores.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador x-x (y = -153): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	300	5.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = -153): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	100	5.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = -153): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	--	150	5.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = 153): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	300	5.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = 153): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	--	100	5.0	90.00			
Rigidizador x-x (y = 153): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	--	150	5.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	70	5.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	85	5.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	70	5.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	--	85	5.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	4	50	16.0	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 = -153): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = -153): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = -153): Soldadura del borde superior a la pieza	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = 153): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = 153): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = 153): Soldadura del borde superior a la pieza	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.					410.0	0.85		

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 de los pernos a la placa base	0.0	0.0	116.9	202.5	52.47	0.0	0.00	410.0	0.85

## Comprobaciones

1) Pilar HE 360 B

– Panel

### Esbeltez del alma del pilar (CTE DB SE-A, 6.3.3.4.)

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

$$25.20 \leq 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$d_{wc}$ : Canto del alma

$$d_{wc} : \frac{315}{\text{mm}}$$

$t_{wc}$ : Espesor del alma.

$$t_{wc} : \frac{12.5}{\text{mm}}$$

$$\varepsilon : \frac{0.92}{\text{mm}}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \frac{275.00}{\text{N/mm}^2}$$

### Resistencia a cortante del alma del pilar (CTE DB SE-A 8.8.6)

Debe cumplirse:

$$1868.39 \text{ kN} \leq 2291.56 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$V_{wp,Ed}$ : Esfuerzo cortante de cálculo.

$$V_{wp,Ed} : \frac{1868.39}{\text{kN}}$$

$V_{wp,Rd}$ : Resistencia plástica de cálculo a cortante del alma

$$V_{wp,Rd} : \frac{2291.56}{\text{kN}}$$

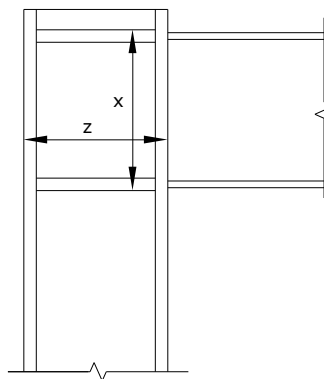
Donde:

$A_{vc}$ : Área sometida a cortante

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{\text{N/mm}^2}$$

Dirección	$A_{vc}$ (mm <sup>2</sup> )	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	9000	967.83	1224.81	79.02
x	16839	1868.39	2291.56	81.53





– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$162.02 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{-162.02} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$ : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{-402.77} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$ : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{113} \text{ mm}$$

$\tau$ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$ : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$ : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{113} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor

$$t : \underline{22.0} \text{ mm}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$154.28 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{154.28} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$ : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{383.54} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$ : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{113} \text{ mm}$$

$\tau$ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$ : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$ : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{113} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor

$$t : \underline{22.0} \text{ mm}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$162.02 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{-162.02} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$ : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{-402.78} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$ : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{113} \text{ mm}$$

$\tau$ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$ : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$ : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{113} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor

$$t : \underline{22.0} \text{ mm}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador inferior

#### Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$154.28 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{154.28} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$ : Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{383.53} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$ : Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{113} \text{ mm}$$

$\tau$ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$ : Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$ : Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{113} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor

$$t : \underline{22.0} \text{ mm}$$

$f_y$ : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

– Ala

#### Cortante en el ala por los rigidizadores (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$168.01 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

$\sigma$ : Tensión normal	$\sigma$ : <u>168.01</u> N/mm <sup>2</sup>
$\tau$ : Tensión tangencial	$\tau$ : <u>0.00</u> N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ : Tensión de límite elástico.	$f_y$ : <u>275.00</u> N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_{MO}$ : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.	$\gamma_{MO}$ : <u>1.05</u>

## Cordones de soldadura

### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo ( $\alpha$ ) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si  $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

### Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

- $\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.
- $f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- $\sigma_{\perp}$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- $\sigma_{\parallel}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
- $\tau_{\perp}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- $\tau_{\parallel}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

### Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	22.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	22.0	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	22.0	90.00				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	22.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00				
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	9	1648	12.5	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 del rigidizador superior a las alas	114.6	114.6	0.0	229.1	59.38	114.6	34.93	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	154.3	267.3	69.27	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	109.1	109.1	0.0	218.2	56.54	109.1	33.26	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	147.0	254.5	65.96	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	114.6	114.6	0.0	229.1	59.38	114.6	34.93	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	154.3	267.3	69.27	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	109.1	109.1	0.0	218.2	56.54	109.1	33.26	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	146.9	254.5	65.96	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

## 2) Viga HE 340 B

– Alma

## Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$$0.31 \leq 1 \quad \checkmark$$

Donde:

 $F_{Ed}$ : Valor de cálculo de la carga concentrada,

$F_{Ed} : 263.40 \text{ kN}$

 $F_{b,Rd}$ : Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.

$F_{b,Rd} : 848.57 \text{ kN}$

La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:

$L_{ef} : 270.00 \text{ mm}$

$$\chi_F : \underline{1.00}$$

$$\bar{\lambda}_F : \underline{0.39}$$

$$F_{cr} : \underline{6646.32} \text{ kN}$$

Los valores de  $I_y$  y de  $k_F$  dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:

- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

$$k_F : \underline{6.04}$$

$$I_y : \underline{270}$$

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

$$m_1 : \underline{25.00}$$

(cabe aproximar  $\bar{\lambda}_F$  con la obtenida usando  $m_2=0$  para aproximar  $I_y$ )

$$m_2 : \underline{0.00}$$

Donde:

$s_s$ : Longitud de la entrega rígida de la carga.

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_f$ : Espesor del ala.

$f_{yw}$ : Tensión de límite elástico del alma.

$f_{yb}$ : Tensión de límite elástico del ala.

$E$ : Módulo de elasticidad.

$d$ : distancia entre alas

$$s_s : \underline{12} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{12} \text{ mm}$$

$$t_f : \underline{22} \text{ mm}$$

$$f_{yw} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yb} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

$$E : \underline{210000.0} \text{ N/mm}^2$$

$$d : \underline{297} \text{ mm}$$

## Cordones de soldadura

### Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo ( $\alpha$ ) comprendido entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si  $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$  No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.

- si  $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$  Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

**Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).**

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

$\beta_w$ : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

$f_u$ : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_{\perp}$ : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{\parallel}$ : tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_{\perp}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{\parallel}$ : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	21.5	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	6	243	12.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	21.5	90.00				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	6	283	12.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	11	300	21.5	72.72				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	8	1000	12.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	15	300	21.5	72.72				
<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 ala superior	104.3	104.3	0.0	208.5	54.04	104.3	31.79	410.0	0.85
Soldadura del alma	88.1	88.1	54.6	200.0	51.83	88.1	26.86	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.3	0.4	0.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	83.7	83.7	54.6	192.2	49.82	83.7	25.52	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	84.2	114.4	0.0	215.3	55.80	103.0	31.41	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	34.8	60.3	15.61	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Referencia: N38 Dimensiones: 300 x 300 x 125 Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Tensiones sobre el terreno:</b> <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.113992 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.147935 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.227984 MPa	Cumple Cumple Cumple
<b>Vuelco de la zapata:</b> <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: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 3646.5 % Reserva seguridad: 47.6 %	Cumple Cumple
<b>Flexión en la zapata:</b> - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 73.65 kN·m Momento: 299.18 kN·m	Cumple Cumple
<b>Cortante en la zapata:</b> - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 8.34 kN Cortante: 28.25 kN	Cumple Cumple
<b>Compresión oblicua en la zapata:</b> - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 101.3 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
<b>Canto mínimo:</b> <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 125 cm	Cumple
<b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b> - N38:	Mínimo: 90 cm Calculado: 117 cm	Cumple
<b>Cuantía geométrica mínima:</b> <i>Criterio de CYPE</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple Cumple
<b>Cuantía mínima necesaria por flexión:</b> <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Diámetro mínimo de las barras:</b> <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple

Referencia: N38 Dimensiones: 300 x 300 x 125 Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Separación mínima entre barras:</b> <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Longitud de anclaje:</b> <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Longitud mínima de las patillas:</b> - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Referencia: N100		
Dimensiones: 420 x 420 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0505215 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0338445 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.102122 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: 7290.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 4.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 122.23 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 755.42 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 69.36 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 489.32 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 115.8 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N100:	Mínimo: 85 cm Calculado: 87 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
	Máximo: 30 cm	

Referencia: N100 Dimensiones: 420 x 420 x 95 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 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: 16 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm Calculado: 94 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 17 cm Calculado: 94 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 101 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 94 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 94 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N116 Dimensiones: 165 x 165 x 40 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Tensiones sobre el terreno:</b> <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.192276 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.197573 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.218567 MPa	Cumple Cumple Cumple
<b>Vuelco de la zapata:</b> <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: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 683.3 % Reserva seguridad: 86864.4 %	Cumple Cumple
<b>Flexión en la zapata:</b> - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 103.08 kN·m Momento: 121.74 kN·m	Cumple Cumple
<b>Cortante en la zapata:</b> - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 155.10 kN Cortante: 181.58 kN	Cumple Cumple
<b>Compresión oblicua en la zapata:</b> - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 1816.1 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
<b>Canto mínimo:</b> <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
<b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b> - N116:	Mínimo: 30 cm Calculado: 32 cm	Cumple
<b>Cuantía geométrica mínima:</b> <i>Criterio de CYPE</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple Cumple
<b>Cuantía mínima necesaria por flexión:</b> <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0021 Mínimo: 0.0018 Mínimo: 0.002	Cumple Cumple
<b>Diámetro mínimo de las barras:</b> - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i> - Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: N116		
Dimensiones: 165 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, 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
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: 25 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 25 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N23-N28] (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 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</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 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

# INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO

ANEJO 5

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

## Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN .....	2
2.1	Exigencias.....	2
2.2	Dimensionamiento de la red de agua fría.....	7
2.2.1	Derivación del servicio público.....	10
2.2.2	Derivación del servicio de los trabajadores.....	11
2.3	Dimensionamiento de la red de ACS .....	12
2.4	Contribución solar .....	13

## 1 **INTRODUCCIÓN**

En este apartado, se dimensiona manualmente la instalación de abastecimiento de agua para la nave industrial.

La presión inicial de cálculo es la presión de la acometida. A partir de los datos obtenidos de la empresa suministradora, se tiene una presión inicial mínima de 30 metros de columna de agua (mca). Por tanto, como la presión es menor de 50 mca, no es necesaria una válvula reductora de presión.

Para el cálculo de la instalación, se toma como referencia el DB HS, y en concreto, a la exigencia básica HS 4, relativa al suministro de agua.

La instalación se dimensiona para ser capaz de suministrar un caudal de agua a una velocidad determinada a los elementos de la instalación. Por tanto, la red se proyecta en función del caudal y de la velocidad requeridos.

La instalación de abastecimiento suministra agua a:

ZONA	ELEMENTO	NÚMERO
Servicio público	Lavabo	2
	Urinario	1
	Inodoro	3
Servicio trabajadores	Lavabo	4
	Urinario	2
	Inodoro	2
	Ducha	3
Taller mecánica	Grifo	1
Taller pintura	Grifo	1
Taller chapa	Grifo	1
Lavadero vehículos	Lavadero	3

*Tabla 1. Aparatos receptores*

Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones proyectadas deberán realizarse mediante un proyecto específico de modificación, siempre que se amplíe el número o capacidad de los receptores.

Se suministrará agua caliente sanitaria (ACS) al vestuario de los trabajadores, mediante un termo eléctrico.



## 2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

### 2.1 Exigencias.

Para el cálculo y dimensionamiento de la instalación, se tomará como referencia el DB HS Salubridad, HS4, Suministro de agua.

A partir de la tabla 2.1 del HS4, se obtienen los caudales mínimos para cada tipo de aparato:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Según el punto 2.1.3, 2, la presión mínima en grifos comunes debe ser de 100 kPa, es decir, 10 mca, y en los fluxores y calentadores, 150 kPa. Además, la presión máxima en cualquier punto de la instalación no será superior a 500 kPa (50 mca).

El cálculo de la instalación se realiza mediante tramos. Así, se van sumando los aparatos de cada tramo para obtener la presión y caudal finales, y, con estos datos, comprobar si la instalación cumple la normativa y las exigencias. Los tramos están definidos en el plano correspondiente.

Se aplica un coeficiente de simultaneidad a los tramos. Se debe a que no todos los aparatos funcionarán simultáneamente. Así, este coeficiente aplicado a los tramos depende de los aparatos instalados antes del tramo de estudio. Se realiza con la siguiente fórmula:

$$k_p = \frac{1.2}{\sqrt{n-1}}$$

Siendo:

- $k_p$  → Coeficiente de simultaneidad.
- $n$  → Número de puntos de agua fría instalados.

Entonces:

$$Q_p = k_p * Q_t$$

Siendo:

- $Q_p$  → Caudal punta.
- $Q_t$  → Caudal total.

Para el caudal de ACS, se considera una ducha y un lavabo simultáneamente.

Por tanto, se obtiene la siguiente tabla:

TRAMO	Qmáx (l/s)	nº elementos	Coef. Simultaneidad. (kp)	Qpunta (l/s)
1--2	0.20	1	1.00	0.20
2--3	0.40	2	1.00	0.40
3--4	0.60	3	0.85	0.51
4--5	0.80	4	0.69	0.55
5--6	1.00	5	0.60	0.60
6--7	1.20	6	0.54	0.64
7--8	1.30	7	0.49	0.64
8--9	1.40	8	0.45	0.63
9--10	1.50	9	0.42	0.64
10--11	1.60	10	0.40	0.64
11--12	2.87	17	0.30	0.86
12--13	3.52	23	0.26	0.90
13--14	3.52	23	0.26	0.90

*Tabla 2. Caudal punta de cada tramo (l)*

Se puede ver que, con el coeficiente de simultaneidad, disminuye notablemente el caudal. En concreto, disminuye hasta un cuarto del caudal máximo.

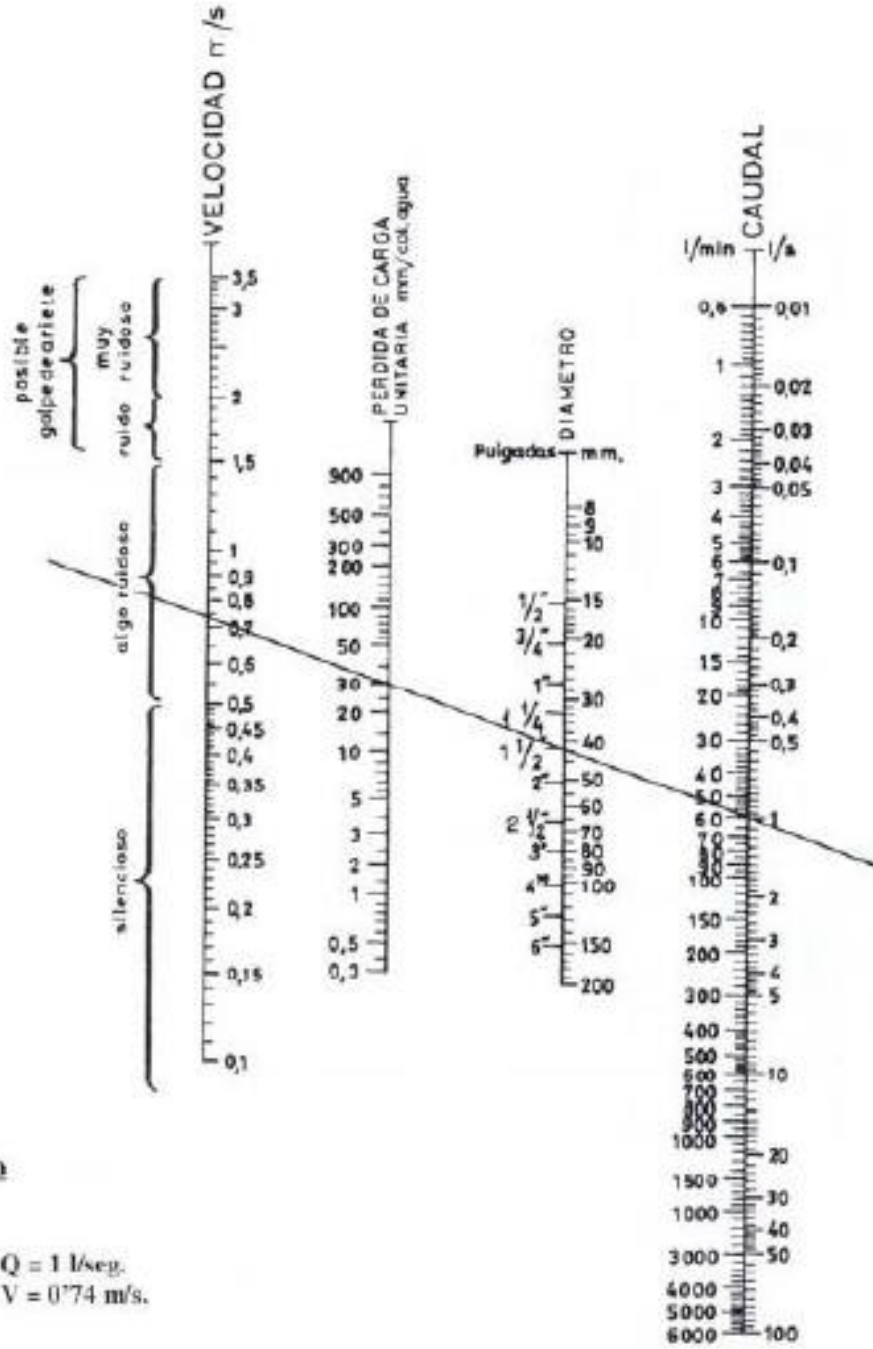
Parece probable que se requiera más caudal. Por tanto, se pondrá un coeficiente de simultaneidad mínimo de 0.5, ya que es muy probable que la mitad de las instalaciones funcionen simultáneamente.

TRAMO	Qmáx (l/s)	nº elementos	Coef. Simultaneidad. (kp)	Qpunta (l/s)
1--2	0.20	1.00	1.00	0.20
2--3	0.40	2.00	1.00	0.40
3--4	0.60	3.00	0.85	0.51
4--5	0.80	4.00	0.69	0.55
5--6	1.00	5.00	0.60	0.60
6--7	1.20	6.00	0.54	0.64
7--8	1.30	7.00	0.50	0.65
8--9	1.40	8.00	0.50	0.70
9--10	1.50	9.00	0.50	0.75
10--11	1.60	10.00	0.50	0.80
11--12	2.87	18.00	0.50	1.43
12--13	3.52	24.00	0.50	1.76
13--14	3.52	24.00	0.50	1.76

Tabla 3. Caudal punta de cada tramo (II).

Se obtiene un  $Q_p$  de 1.76 l/s, más razonable que 0.9 l/s.

Para dimensionar las conducciones se utilizan las siguientes tablas:



**EJEMPLO**

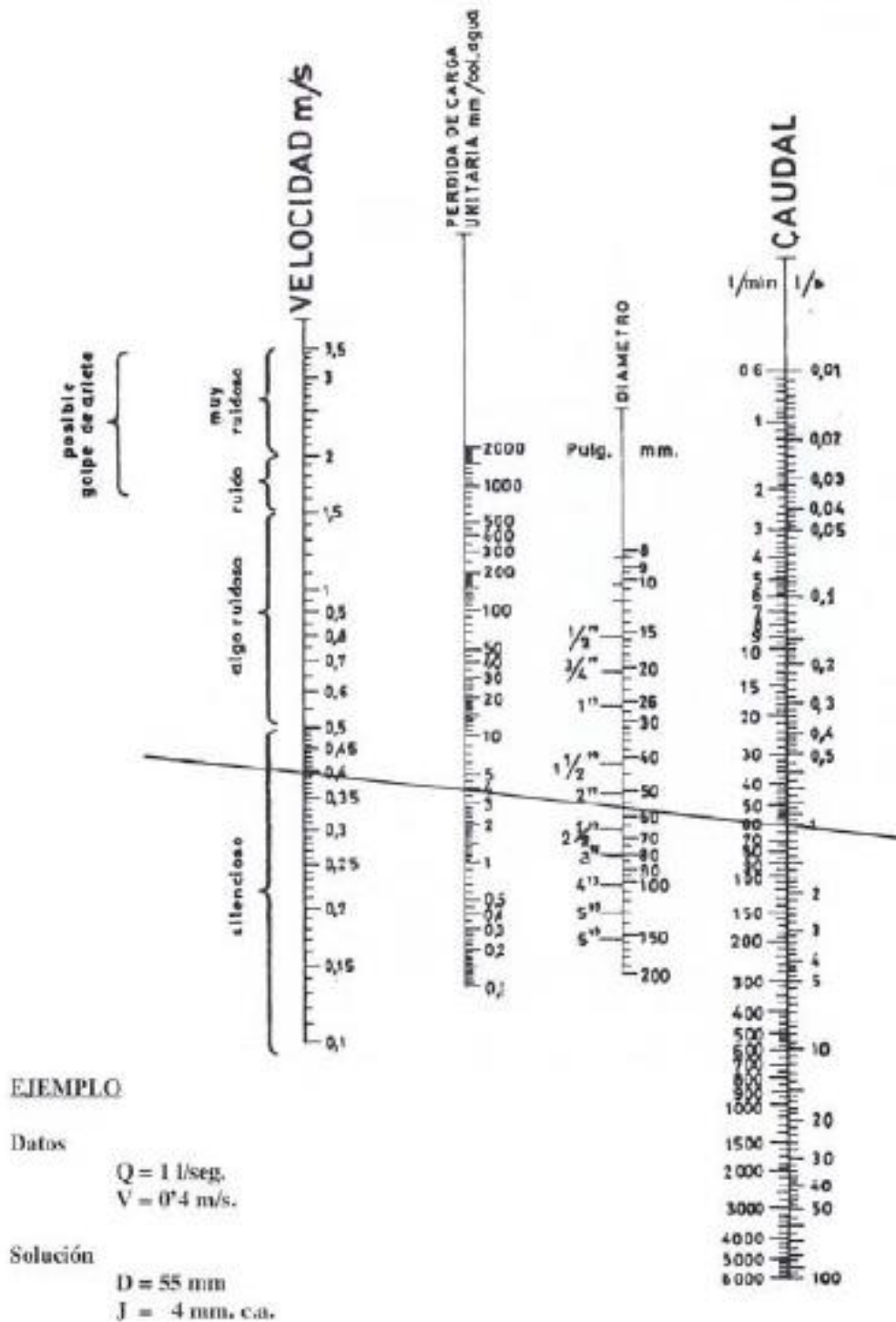
**Datos**

$Q = 1$  l/seg.  
 $V = 0.74$  m/s.

**Solución**























$D = 1 \frac{1}{2}$ "  
 $J = 30$  mm, c.a.

Ábaco para el cálculo de tuberías de acero



Abaco para el cálculo de tuberías de cobre

Además, se utiliza la siguiente tabla de longitudes equivalentes para elementos de conducciones hidráulicas:

Clase de resistencia aislada	Diámetros de las tuberías (mm)	Diámetros de las tuberías (mm)											
		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	4 100	5 125	6 150
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,25
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
	codo o curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,63
	curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97	2,61	3,43
	codo de 90°	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,94	3,99
	"te" de 45°	1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
	"te" arqueada o de curvas ("pantalones")	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60
	"te" confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
	"te" derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
	válvula retención de batiente de pistón	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65	3,40	4,85	6,60	8,30
	válvula retención paso de escuadra	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0	42,0	51,0
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09	1,44	1,70
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80	10,8	13,1
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	39,0	47,5
	válvula de escuadra o ángulo (abierto)	1,90	2,55	3,35	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
	válvula de asiento de paso recto	—	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	—	—	—	—	—
	intercambiador	—	—	—	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	—	—	—
	radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	radiador con valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70	14,00	15,00
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00	11,00	12,00
	contador	general 4,5 m.c.d.a. individual o divisionario 10 m.c.d.a.											

## 2.2 Dimensionamiento de la red de agua fría.

A continuación, se procede a dimensionar la instalación.

Se comienza desde el punto de suministro, el punto 14, y se continua por la instalación hasta llegar al último punto, y comprobar el caudal y la presión finales.

La velocidad se obtiene a partir del caudal y del diámetro seleccionado:

$$c = \frac{Q}{S} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Con la información anterior, se realizan los cálculos y se mide la presión en los tramos. La información se muestra en la tabla siguiente:

Tramo	Q	D	Velocidad d	j	L	Le accesorios	Lt (L+Le)	J (Lt*j)	Pi (inicial)	Pi-J	h	Pf (final)
	l/s	mm	m/s	mca/m	m	m	m	mca	mca	mca	mca	mca
14-13	1.76	40	1.4	0.09	10	Te paso recto	0.5	15.88	1.43	30.00	28.57	28.57
						2 Válvula compuerta =	0.88					
						Contador	4.5					
13-12	1.76	40	1.4	0.09	20	Válvula compuerta	0.44	21.50	1.94	28.57	26.64	26.64
						Válvula retención de batiente	1.5					
12-11	1.43	32	1.8	0.1	0.54	Te paso recto	0.4	1.79	0.18	26.64	26.46	26.46
						Reducción	0.85					
11-10	0.8	32	1.0	0.04	0.28	Te paso recto	0.4	0.68	0.03	26.46	26.43	26.43
10-9	0.75	32	0.9	0.04	0.9	Te paso recto	0.4	1.30	0.05	26.43	26.38	26.38
9-8	0.7	32	0.9	0.03	0.9	Te paso recto	0.4	1.30	0.04	26.38	26.34	26.34
8-7	0.65	25	1.3	0.075	0.9	Te paso recto	0.3	1.85	0.14	26.34	26.20	26.20
						Reducción	0.65					
7-6	0.64	25	1.3	0.075	31.5	Te paso recto	0.3	31.80	2.39	26.20	23.81	23.81
6-5	0.6	25	1.2	0.07	4.7	Te paso recto	0.3	5.00	0.35	23.81	23.46	23.46
5-4	0.55	20	1.8	0.19	15.3	Reducción	0.5	16.00	3.04	23.46	20.42	20.42
						Te paso recto	0.2					
4-3	0.51	20	1.6	0.15	15.4	Te paso recto	0.2	15.60	2.34	20.42	18.08	18.08
3-2	0.4	20	1.3	0.1	5	Te paso recto	0.2	5.65	0.57	18.08	17.52	17.52
						Curva 90	0.45					
2-1	0.2	20	0.6	0.05	12	Te paso recto	0.2	13.10	0.66	17.52	16.86	-4.00
						2 Curva 90	0.9					

Tabla 4. Presión de los tramos

La instalación se diseña para tener una velocidad de oscila entre 1 y 2 m/s.

El primer tramo, el 14-12, se realiza con tubería de acero, y el resto, con cobre. La tubería está enterrada a una profundidad de medio metro (0.5 m).

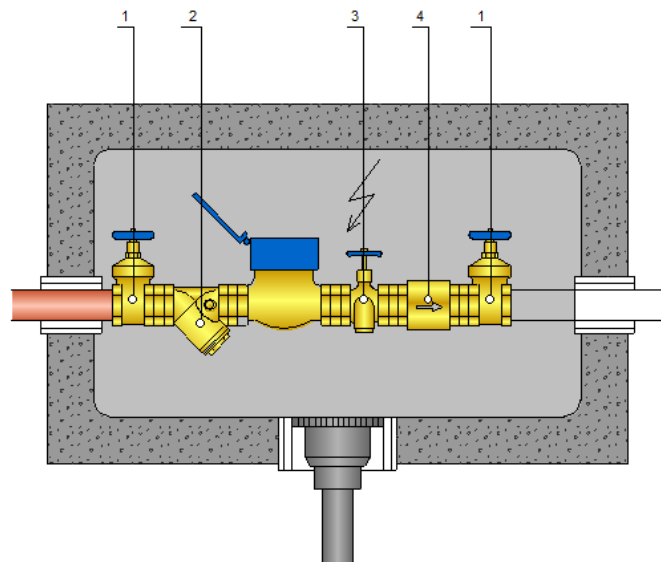


Ilustración 1. Detalle constructivo de la acometida (tramo 14-13)

- 1: Válvula de compuerta
- 2: Filtro retenedor de residuos.
- 3: Grifo de comprobación.
- 4: Válvula de retención.

Las dimensiones de la arqueta donde estará situado el contador dependen del diámetro de la tubería que lo abastece. Viene recogido en la tabla 4.1 del HS4:

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

Tabla 5. Diámetro de la arqueta del contador.

Para un diámetro de 40 mm, se debe situar una arqueta de 130x60x50 cm.

Para realizar la tabla anterior, se comienza estudiando el punto donde se produce la acometida de la red general, el punto 14. Se conoce el caudal, y se selecciona un diámetro de tubería de 40 mm, lo que produce una velocidad de 1.4 m/s. En función del tipo de material de la tubería, y de la velocidad del fluido, se tienen unas pérdidas de carga "j". Se obtienen de las tablas descritas anteriormente.

Por otra parte, se consideran los accesorios que existen en el tramo. En este caso en concreto, hay una "te de paso recto", que corresponde a la acometida, un contador general, y dos válvulas colocadas delante y detrás del contador. Estos accesorios también producen pérdidas de carga, que se traducen en una longitud equivalente. Con todos estos datos, se obtiene la longitud equivalente total que, multiplicada por las pérdidas de carga, se obtienen las pérdidas totales. Si a la presión inicial se le restan las pérdidas, se obtiene la presión en el final del tramo. Además, se resta o se suma la diferencia de cotas.

Se procede de la misma manera en todos los tramos, hasta llegar al final (tramo 2-1), donde se obtiene la mínima presión y, por tanto, la más desfavorable.

Se comprueba que la presión final de la instalación es de 12.86 mca, lo que supera lo descrito por la norma, 10 mca. Se debe tener en cuenta que dicha presión se obtiene bajo la hipótesis de que no se están utilizando más del 50% de los aparatos. Si se utilizaran más simultáneamente, la presión podría disminuir por debajo de lo exigible por la norma. Aun así, se supone que el tiempo de uso de más de la mitad de los aparatos será corto.

Se comprueba si la presión es correcta en la zona interior que puede ser más desfavorable: las duchas. Se considera el punto 11' como el punto más alto de la última ducha. Por tanto:

TRAMO	Q <sub>máx</sub> (l/s)	nº elementos	Coef. Simultaneidad. (kp)	Q <sub>punta</sub> (l/s)
11-11'	1.43	7	0.49	0.70

Tabla 6. Caudal punta de la ducha más lejana

Con el caudal punta, se dimensiona y se comprueba:



Tramo	Q	D	Velocidad	j	L	Le accesorios		Lt (L+Le)	J (Lt*j)	Pi (inicial)	Pi-J	h	Pf (final)
	l/s	mm	m/s	mca/m	m	m		m	mca	mca	mca	mca	mca
11-11'	0.7	25	1.4	0.1	12.59	Te paso recto	0.5	14.19	1.42	26.46	25.04	-2.00	23.04
					Reductor	0.65							
					Curva 90	0.45							

Tabla 7. Presión de la ducha más lejana

Con un diámetro de 25 mm, se puede observar que la presión en la última ducha sería de 23.04 mca, por lo que es más que suficiente.

Las derivaciones a los aparatos que no están definidas anteriormente deberán tener el diámetro mínimo que establece el HS4 en la tabla 4.2:

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1.40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20

Tabla 8. Diámetro de las derivaciones a los aparatos.

### 2.2.1 Derivación del servicio público.

Se comienza desde el punto de suministro, el punto 12, y se continua por la instalación hasta llegar al último punto, un lavabo, y comprobar la presión y caudal finales. La finalidad es conocer los diámetros necesarios.

Se tiene:

- Lavabos (x2) = 0.2 l/s
- Urinarios (x1) = 0.15 l/s
- Inodoro (x3) = 0.3 l/s
- TOTAL = 0.65 l/s

Se considera un coeficiente de simultaneidad:

$$k_p = \frac{1.2}{\sqrt{n-1}} = \frac{1.2}{\sqrt{6-1}} = 0.67 \approx 0.7$$

Se obtiene el caudal punta del tramo:

$$Q_p = k_p * Q_t = 0.7 * 0.65 = 0.5 \text{ l/s}$$

Mediante el ábaco para el cálculo de tuberías de acero, para una velocidad de 1 m/s, se obtiene una tubería de 25 mm.

### 2.2.2 Derivación del servicio de los trabajadores

Se comienza desde el punto de suministro, el punto 11.

Se tiene:

- Duchas (x3) = 0.6 l/s
- Urinarios (x2) = 0.3 l/s
- Inodoro (x2) = 0.2 l/s
- Acumulador ACS: 0.165 l/s  $\approx$  0.2 l/s
- TOTAL = 1.3 l/s

Para el acumulador de ACS se había considerado una ducha y un lavabo simultáneamente.

Se considera un coeficiente de simultaneidad:

$$k_p = \frac{1.2}{\sqrt{n-1}} = \frac{1.2}{\sqrt{8-1}} = 0.45 \approx 0.5$$

Se obtiene el caudal punta del tramo:

$$Q_p = k_p * Q_t = 0.5 * 0.651.3 = 0.65 \text{ l/s}$$

Mediante el ábaco para el cálculo de tuberías de acero, para una velocidad de 1 m/s, se obtiene una tubería de 30 mm. Sin embargo, esta no es una medida usual. Se instalará una tubería de cobre de diámetro 32 mm.

### 2.3 Dimensionamiento de la red de ACS

El agua caliente sanitaria (ACS), se obtiene mediante un termo eléctrico de acumulación. Este tipo de aparatos debe mantener el agua a una temperatura entre 55 y 60 °C, para evitar la aparición de la bacteria legionela.

La red de distribución de ACS no necesita estar dotada de una red de retorno, ya que la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado es menor de 15 m. El punto más lejano de ACS es un lavabo del servicio de los trabajadores, que está a 8 m aproximadamente.

En las zonas donde discurren tuberías de agua fría y agua caliente, ambas deben distanciarse al menos 4 cm, y la tubería de agua fría siempre estará por debajo de la de ACS.

Se debe considerar la pérdida de carga en el acumulador. Si se asemeja a una caldera con valvulería, para un diámetro descrito anteriormente de 25 mm, la pérdida de carga a través del aparato será de 5.6 mca. La presión inicial es aproximadamente la correspondiente al punto 11, es decir 26.43 mca.

De manera aproximada, se estiman unas pérdidas en el tramo “11-acumulador”, tal que la presión inicial en la entrada del acumulador es de 20 mca.

Desde el acumulador se abastece a los lavabos y duchas. El punto más desfavorable puede ser el último lavabo. Se analiza de manera aproximada las pérdidas:

$$20 - 0.76 (\text{codo}) - 3.6 (\text{te derivación ramal}) = \mathbf{15.64 \text{ mca}} \geq \mathbf{10\text{mca}} \rightarrow \mathbf{Cumple}$$

A continuación, se calcula la capacidad necesaria del acumulador para dar servicio a los elementos que, en principio, deben funcionar simultáneamente. Se considera lo siguiente:

- Caudal de agua utilizado en ducha de 5 minutos: 100 L.
- Caudal de agua utilizado en lavado de manos: 20 L.

El aparato suministra ACS a los lavabos del aseo de empleados, así como a las tres duchas. Se coloca un **acumulador de 200 l**. Con esta capacidad, se podrá suministrar ACS en las horas punta, en las que es posible que dos trabajadores se duchen simultáneamente, o que uno se duche y otro utilice el lavabo.

Se selecciona un termo eléctrico para el servicio de ACS “**JUNKERS Elacell 200 L**” mural vertical, con 200 l de capacidad y 2.2 kW de potencia, o similar.



Ilustración 2. junkers elacell 200 l.

## 2.4 Contribución solar

El DB HE-4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” es de aplicación en este proyecto. Es necesario colocar algún sistema que contribuya a la generación de ACS como apoyo al termo eléctrico para cumplir el DB.

Se realizan los cálculos necesarios para cumplir con las exigencias básicas que se establecen en los diferentes apartados del DB HE-4.

De la tabla 3.3 del HE-4 se obtiene la zona climática de Alcorcón (Madrid).

MADRID	Alcalá de Henares	IV
	Alcobendas	IV
	Alcorcón	IV
	Aranjuez	IV
	Arganda del Rey	IV

Tabla 9. Zona climática de Alcorcón (Madrid)

A continuación, se obtiene la contribución solar mínima, en %, suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule:

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Tabla 10. Contribución solar mínima, en %. Caso Efecto Joule.

La contribución mínima deberá ser del 70%.

La demanda total de agua caliente sanitaria se refiere a ACS a una temperatura de 60°C.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 11. Demanda de ACS de referencia, en l/d

La demanda de ACS diaria se considera que estará alrededor de 150 l. Sin embargo, parece que esta tabla no contempla las duchas.

Se realiza el cálculo de la superficie de captación necesaria mediante "Konstruir".

La tipología de edificio es: **Fábricas y talleres**

En el establecimiento se prevén 10 personas. Con un consumo previsto de 15 litros por persona. La Temperatura de utilización prevista es de 45 °C. Al ser la temperatura de utilización distinta de 60°, se compensa la demanda con la siguiente formula:

$$D(45\text{ }^{\circ}\text{C}) = D(60\text{ }^{\circ}\text{C}) * \frac{60 - 12}{45 - 12}$$

$$\text{Demanda a } 45\text{ }^{\circ}\text{C} = 21.82\text{ l/persona}$$

$$\text{Demanda total} = 218\text{ l/día}$$

DATOS GEOGRÁFICOS	
Provincia:	MADRID
Latitud de cálculo:	40°
Zona Climática :	IV

Tabla 12. Datos geográficos.

El % de ocupación se considera del 100% todo el año.

Cálculo de la demanda energética:

	CÁLCULO ENERGÉTICO											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días por mes:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Consumo de agua [L/día]:	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218
Tª. media agua red [°C]:	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6
Incremento Ta. [°C]:	39	38	36	34	33	32	31	32	33	34	36	39
Deman. Ener. [KWh]:	306	269	282	258	259	243	243	251	250	267	273	306
<b>Total demanda energética anual: 3.206 KWh</b>												

Tabla 13. Demanda energética anual.

DATOS DEL CAPTADOR SELECCIONADO		Factor de eficiencia óptica	0,769
Modelo	<b>CALORAMA 2310V-S</b>	Coefficiente global de pérdidas	3,313 W/(m².°C)
Dimensiones:	1,098 m x 2,10 m.	Área Útil	1,99 m².

**3 captadores con un área útil de captación de 5.97 m2. Volumen de acumulación ACS de 420 l**

Datos de posición	
Inclinación:	10 °
Desorientación con el sur:	-90 °

Pérdidas en el caso Integración arquitectónica	
Pérdidas por inclinación. (optima 40°)	10,29%
Pérdidas por desorientación con el sur:	28,35%
Pérdidas por sombras	0 %

Tabla 14. Captador seleccionado.

	CALCULO ENERGÉTICO MEDIANTE EL METODO F-CHART											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rad. horiz. [kWh/m2-mes]:	57,66	82,32	117,18	156,60	180,11	195,90	223,82	199,02	140,70	98,27	62,40	50,84
Coef. K. incl[10°] lat[40°]	1,14	1,11	1,08	1,05	1,03	1,02	1,03	1,06	1,10	1,14	1,17	1,16
Rad. inclin. [kWh/m2-mes]:	47,10	65,47	90,68	117,81	132,92	143,17	165,18	151,15	110,89	80,27	52,31	42,26
Deman. Ener. [KWh]:	306	269	282	258	259	243	243	251	250	267	273	306
Ener. Ac. Cap. [KWh/mes]:	197	274	380	493	557	599	692	633	464	336	219	177
D1=EA/DE	0,64	1,02	1,35	1,91	2,15	2,47	2,85	2,52	1,85	1,26	0,80	0,58
K1	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
K2	0,80	0,83	0,85	0,89	0,88	0,84	0,83	0,78	0,81	0,87	0,86	0,79
Ener. Per. Cap. [KWh/mes]:	1.083	998	1.083	1.058	1.050	909	896	841	888	1.061	1.080	1.050
D2=EP/DE	3,54	3,71	3,84	4,10	4,06	3,75	3,69	3,35	3,55	3,98	3,95	3,44
f	0,36	0,60	0,77	0,99	1,06	1,15	1,22	1,18	0,99	0,72	0,45	0,32
EU=f*DE	110	162	217	254	274	280	298	297	249	192	123	96
<b>Total producción energética útil anual: 2.552 KWh</b>												

Tabla 15. Método F-Chart

## Resultados:

RESULTADO OBTENIDOS	
Total demanda energética anual:	3.206 KWh
Total producción energética útil anual:	2.552 KWh
Factor F anual aportado de:	<b>80%</b>

EXIGENCIAS DEL CTE	
Zona climática tipo:	IV
Sistema de energía de apoyo tipo:	Efecto Joule: electricidad mediante efecto Joule.
Contribución Solar Mínima:	<b>70%</b>

EXIGENCIAS DEL CTE Respecto al límite de pérdidas por orientación o inclinación			
	Orien. e incl.	Sombras.	Total
Pérdida permitidas en CTE. Caso Integración arquitectónica	40%	20%	50%
Pérdida en el proyecto	38,64%	0,00%	38,64%

	CÁLCULO ENERGÉTICO											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Deman. Ener.[kWh/mes]:	306	269	282	258	259	243	243	251	250	267	273	306
Ener. Util cap.[kWh/mes]:	110	162	217	254	274	280	298	297	249	192	123	96
% ENERGIA APORTADA	36%	60%	77%	99%	106%	115%	122%	118%	99%	72%	45%	32%

Tabla 16. Resultados del cálculo mediante "konstruir".

Existen meses en el que se produce más del 110% de la energía demandada.

Además, existen 3 meses consecutivos que se produzca más de un 100% de la energía demandada. Habrá que realizar alguna de las acciones correctoras que indica el CTE en su apartado 2.1.4.

Por tanto, se deberá dotar a la instalación la posibilidad de disipar dichos excedentes, a través de equipos específicos, o mediante la circulación nocturna del circuito primario.

La disposición de los captadores de muestran en el plano de cubierta.

BÉJAR, JULIO DE 2021.

Fdo.

Francisco José Hernández Gallego.

Ingeniero mecánico.



# INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

ANEJO 6

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

## Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>AGUAS RESIDUALES Y FECALAS</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2</b>	<b>AGUAS PLUVIALES</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ARQUETAS</b> .....	<b>8</b>

## 1 **INTRODUCCIÓN**

En este apartado, se dimensiona la instalación de evacuación de aguas para la nave industrial.

El sistema de evacuación de aguas residuales es una necesidad complementaria a la red de agua fría, con misión higienizadora para dar salida a estas aguas al exterior. Debe ir recogiendo los distintos vertidos para llevarlos a la red de alcantarillado del municipio. Desde aquí, el destino final suele ser la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).

El tipo de aguas que existirán en la nave serán:

- Aguas residuales o amarillas: procedentes de aparatos sanitarios, excepto inodoros y placas turcas.
- Aguas fecales o negras: procedentes de inodoros o placas turcas, con alto contenido en bacterias, materias sólidas y elementos orgánicos.
- Aguas pluviales o blancas: Procedentes de la lluvia o de la nieve, generalmente bastante limpias.
- Aguas residuales industriales: son las propias del trabajo realizado en el taller. Tendrá alto contenido en grasas, aceites y elementos combustibles. Formarán parte de las aguas residuales.

Los datos iniciales de caudal serán los calculados en el apartado de abastecimiento de agua.

Para el cálculo y dimensionamiento de la instalación, se tomará como referencia el DB HS Salubridad, HS5, Evacuación de aguas.

### EXIGENCIAS

La norma, en su apartado 2.6, no permite la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales. Por tanto, para las aguas residuales industriales se instalará un sistema de separación de grasas.

Se disponen cierres hidráulicos en la instalación, para evitar la entrada de aire de ésta a los locales ocupados con los que comunica, sin afectar al flujo de residuos.

La instalación debe tener el trazado más sencillo posible, con distancias y pendientes que faciliten la evacuación de residuos y ser autolimpiables.

Los diámetros de las tuberías deben tener las dimensiones adecuadas para transportar los caudales previsibles, en condiciones seguras.

Las redes deben diseñarse para que sean accesibles para su mantenimiento o reparación, para lo cual se cuenta con arquetas o registros.

## 2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

Para el dimensionamiento de la instalación, se tendrá en cuenta:

- Aplicación de un procedimiento de dimensionado para un sistema separativo, es decir, se dimensiona la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e independiente, y posteriormente mediante las oportunas conversiones, dimensionar un sistema mixto.
- Se utiliza el método de adjudicación del número de unidades de desagüe (UD) a cada aparato sanitario en función de que el uso sea público o privado.

La instalación se compondrá de dos colectores horizontales en los laterales de la nave, que darán servicio a las aguas pluviales y residuales. Este colector se coloca entre las arquetas a pie de bajante, en el exterior. A él se conectarán los colectores horizontales de los servicios, la derivación individual del lavadero de vehículos, lavabos individuales, y los sumideros sifónicos que se encuentran en los talleres.

La red se diseña para que la máxima cantidad de elementos esté en el exterior, donde es más fácil y barato reparar averías.

### 2.1 AGUAS RESIDUALES Y FECALES

Se procede al cálculo de las unidades de desagüe. Para ello se utiliza la tabla 4.1:

**Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	-	-	50
	Suspendido	-	2	40
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	-	8	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Se obtienen las UDs de los aparatos descritos en el apartado de abastecimiento, así como el diámetro de desagüe de cada aparato, excepto en la zona de taller de mecánica y de chapa. Los grifos de estas zonas solamente tienen el objetivo de abastecer las necesidades del taller (relleno de depósitos de agua del vehículo, uso de bayetas, etc.). Por tanto, dichos grifos no tendrán desagüe.

Las UDs de los aparatos son:

ZONA	ELEMENTO	NÚMERO	UD	D(mm)
Servicio público	Lavabo	2	4	40
	Urinario	1	2	40
	Inodoro	3	15	100
Servicio trabajadores	Lavabo	4	8	40
	Urinario	2	4	40
	Inodoro	2	10	100
	Ducha	3	9	50
Taller pintura	Grifo	1	2	40
Lavadero vehículos	Lavadero	3	9	50

Todo lo anterior es válido para ramales individuales de 1.5 m como máximo (Pto. 3 del apartado 4.1.1.1).

En la tabla se puede ver que los inodoros siempre conectarán con un manguetón de 100 mm, incluso cuando por las UD fuera necesario colocar un diámetro menor. Además, estos manguetones nunca conectarán con los botes sífónicos. Los manguetones conectarán en todo caso con un colector horizontal.



Tabla 1. Forma de conectar derivaciones individuales al colector.

Como se muestra en la imagen anterior, las derivaciones individuales de lavabos o duchas irán conectados a un bote sífónico, que desaguará en el colector general. Sin embargo, el manguetón se conecta directamente al colector.

En ambos servicios se dispone de bote sífónico. Dicho bote sífónico tendrá tantas entradas como aparatos que desagüen en él. El diámetro de salida del sífón tendrá las dimensiones que se obtengan de la tabla 4.3:

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

- Bote sifónico servicio público → 2 lavabos → 4 UD's → El diámetro mínimo será de 50 mm.
- Bote sifónico servicio trabajadores → 4 lavabos + 3 duchas → 17 UD's → El diámetro mínimo será de 75 mm.

Por razones constructivas, no es posible colocar un único bote sifónico en el servicio de los trabajadores, debido a que las derivaciones individuales sobrepasarían 1.5 m. Por tanto, se colocan dos botes sifónicos; uno para las duchas y otro para los lavabos.

Lo mismo ocurre con los servicios públicos. También se colocarán dos botes sifónicos, sirviendo a un solo lavabo. Se podría evitar colocar el bote sifónico en el caso de que los lavabos dispongan de sifón individual.

Además, aunque constructivamente fuese posible, la norma no permite colocar un único bote sifónico para dos cuartos de baño diferentes.

Entonces:

- Bote sifónico servicio público → 1 lavabo → 2 UD's → El diámetro mínimo será de 40 mm.
- Bote sifónico duchas → 3 duchas → 9 UD's → El diámetro mínimo será de 63 mm.
- Bote sifónico lavabos del servicio de trabajadores → 4 lavabos → 8 UD's → El diámetro mínimo será de 63 mm.

Los urinarios deberán tener un sistema de sifón, ya que no van conectados al bote sifónico.

Los lavaderos de vehículos disponen de un sumidero sifónico. Los lavaderos deberán tener cierta inclinación para desaguar en el sumidero.

También se colocan sumideros en la zona de taller, sin UD's definidos, por lo que se considerará que la unión del sumidero y del colector general será de 40 mm. Servirán para la recogida de líquidos que caigan de vehículos, o de limpieza.

En el laboratorio de pintura (almacén), se dispone de un bote sifónico que une el lavabo con el colector general. Tendrá 40 mm.

Todas las tomas de abastecimiento de agua y de saneamiento se encuentran en la planta baja. Por esta razón no existen bajantes, solo colectores horizontales de aguas residuales.

La salida de los botes sifónicos, así como los manguetones y la red de evacuación de los urinarios se conectan directamente a los colectores horizontales.

A primera vista, se podría colocar un único colector horizontal para conectar los botes sifónicos y los manguetones de los servicios públicos y de los servicios de los trabajadores. Sin embargo, constructivamente resulta complicado. La distancia que existiría entre botes sifónicos y colector horizontal sería mucho mayor del límite marcado por la norma, de 2 m (punto 3.3.1.2.c) Por tanto, se colocan dos colectores horizontales, uno para cada servicio.

Estos colectores se unen al colector general de aguas residuales y pluviales mediante una arqueta, con un ángulo entre el colector y la salida mayor de 90°, con el fin de

evacuar en el sentido de las aguas del colector general. Se colocarán dos arquetas contiguas, una para cada colector de aguas residuales.

Las dimensiones de estos colectores se describen en el plano correspondiente. Al estar enterradas, deben tener una pendiente del 2% como mínimo.

Es necesario que la instalación esté ventilada. De no ser así, existirían succiones en la instalación, y, por tanto, no funcionaría. Además, se romperían los cierres hidráulicos. Se realiza un subsistema de ventilación primaria. Para ello, los colectores de los servicios se unen, y ascienden hasta la cubierta. El inicio del colector general también está ventilado. La ventilación primaria tendrá el mismo diámetro que el colector de la que es prolongación (pto. 4.4.1).

La salida de la ventilación primaria se prolonga al menos 1.3 m por encima de la cota de la cubierta, al ser una cubierta no transitable. Además, no estará situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación, y la sobrepasa en altura.

La norma HS4 sobre salubridad, en su apartado 5.1.2.1 obliga que la arqueta que contiene al contador general esté construida de tal forma que una fuga de agua de la instalación no afecte al resto del edificio, y para ello exige que esté impermeabilizada y que cuente con un desagüe en el fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe estará compuesto de un sumidero sifónico. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si es capaz de absorber dicho caudal, y si no, se hará directamente a la red de alcantarillado.

La red de abastecimiento está diseñada para ofrecer un caudal punta de 1.76 l/s. Para absorber dicho caudal se instalará un colector entre el sumidero y la arqueta de paso más cercana, de 200 mm de diámetro.

## 2.2 AGUAS PLUVIALES

Para el cálculo del número de sumideros, canalones y bajantes, se sigue el punto 4.2.

El número de sumideros mínimo será, según la tabla 4.6:

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

Si se disponen 7 bajantes de aguas pluviales por cada agua de la cubierta, habrá uno cada 15 m. Las bajantes centrales tienen un área de influencia de:

$$A_{central} = 15m * 15m = 225 m^2$$

$$A_{esquinas} = 7.5m * 15m = 113 m^2$$

Si se colocan tantos sumideros en el canalón como bajantes existen, no se cumpliría la norma. Por otro lado, si se colocan más bajantes, sería necesario colocar más arquetas (una por cada bajante), lo que aumentaría el precio de la instalación.

La solución adoptada será colocar un sumidero cada 5 m de canalón, y así cada sumidero tendrá un área de influencia:

$$A_{infl} = 15m * 5m = 75 m^2$$

Y de esta manera se cumple la norma. Los sumideros que no dispongan de bajante se conectarán a la bajante más cercana. La norma no exige que la bajante tenga la misma superficie de influencia que el sumidero.

Los canalones se diseñan en función de la tabla 4.7, así como de las condiciones del apartado 4.2.2:

**Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Diámetro nominal del canalón (mm)
0.5 %	Pendiente del canalón			
	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

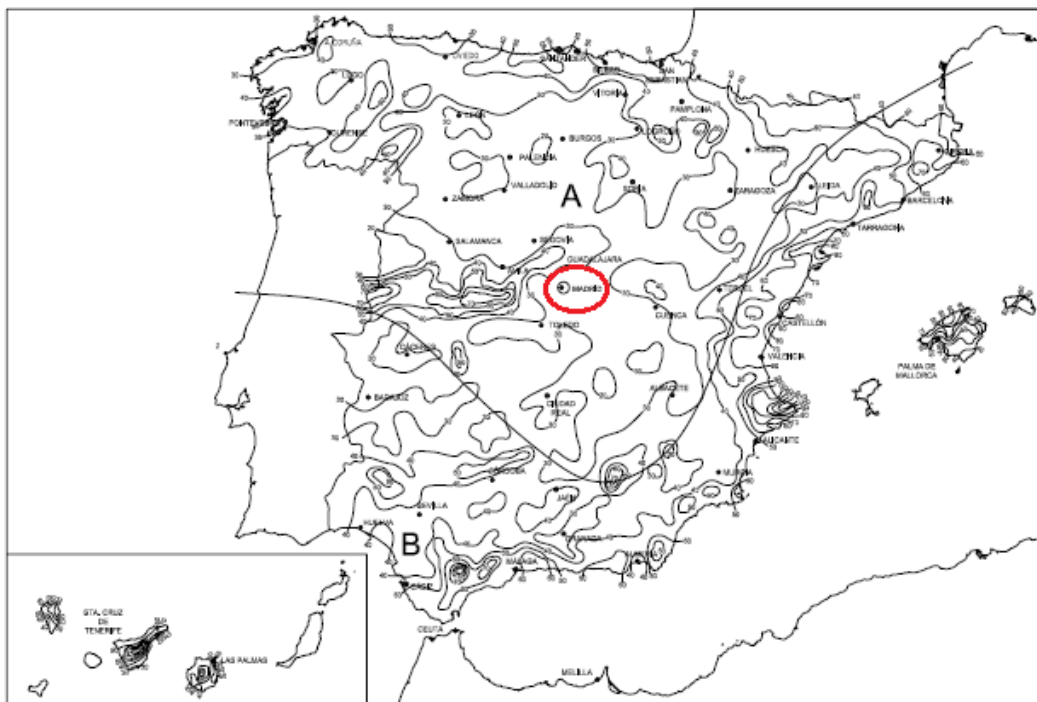
Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h (véase el Anexo B), debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = i / 100 \tag{4.1}$$

siendo

i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

Para un régimen de intensidad pluviométrica diferente, se obtiene “i” del anexo B, tabla B.1.



**Tabla B.1**  
**Intensidad Pluviométrica i (mm/h)**

<b>Isoveta</b>	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<b>Zona A</b>	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
<b>Zona B</b>	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Tabla 2. Mapa de isoyetas e intensidad pluviométrica.



Alcorcón (Madrid) → Isoyeta A → 30 →  $i = 90$

Por tanto:

$$f = \frac{90}{100} = 0.9$$

Se corrige el área de influencia de la parte central:

$$225 \text{ m}^2 * 0.9 = \mathbf{203 \text{ m}^2}$$

Para la zona de esquinas:

$$113 \text{ m}^2 * 0.9 = \mathbf{102 \text{ m}^2}$$

Por tanto, se colocarán canalones semicirculares de 200 mm de diámetro, con una pendiente del 1%. En las zonas de esquina, se podrá colocar un canalón de 150 mm de diámetro. El aumento de la pendiente podría reducir el diámetro, pero repercute en la estética.

La bajante se dimensiona con la tabla 4.8:

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Entonces:

- Bajantes centrales: 90 mm.
- Bajantes de esquina: 63 mm.

Se ha aplicado el factor “f” calculado anteriormente, a la superficie de la cubierta.

- Dimensionamiento de los colectores de aguas pluviales

Es la sección de tubería que conecta la arqueta a pie de bajante con la siguiente arqueta a pie de bajante (véase el plano correspondiente).

Se utiliza para el dimensionamiento la tabla 4.9:

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

- Dimensionamiento de los colectores de tipo mixto

Se deben transformar las unidades de desagüe correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas, y sumarse a las aguas pluviales.

Para un número de UD menor o igual que 250, la superficie equivalente es de  $90 \text{ m}^2$ .

El diámetro del colector se obtiene también de la tabla 4.9. Se suma cada tramo al colector general. Las dimensiones de cada tramo, así como la superficie a la que sirven, se definen en el plano correspondiente.

### 3 ARQUETAS

Cada colector que acometa a una arqueta lo hará en el sentido de las aguas, con un ángulo mayor de  $90^\circ$ .

La norma obliga a colocar una arqueta a pie de bajante. Por tanto, se instalará una arqueta en cada bajante de aguas pluviales. Estas arquetas no serán sifónicas.

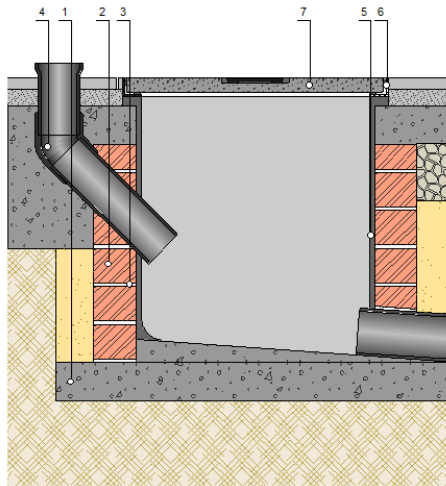


Ilustración 1. Arqueta a pie de bajante.

- 1: Hormigón HM/30/B/20/I+Qb.
- 2: Ladrillo cerámico macizo.
- 3: Mortero industrial, con cemento de categoría M-5.
- 4: Codo de  $45^\circ$ .
- 5: Mortero industrial, con cemento categoría M-15.
- 6: Elementos del cierre hermético.
- 7: Tapa de hormigón prefabricada.

La norma exige que la instalación de colectores enterrados disponga de registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m. Dichos registros se solucionan con arquetas. Solamente es necesario colocar una arqueta de paso.

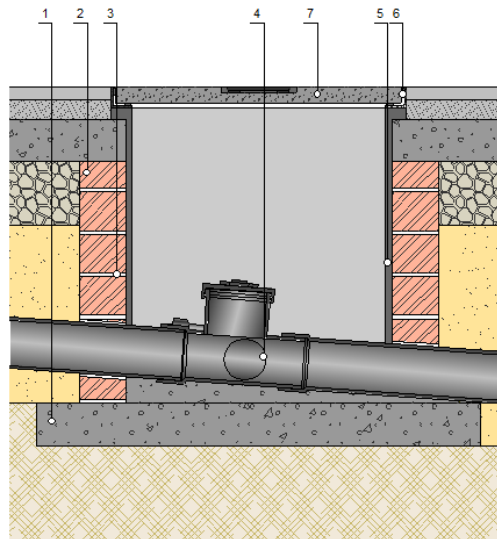


Ilustración 2. Arqueta de paso.

- 4: Colector de PVC.

La norma exige que las arquetas sean sifónicas en los encuentros de los conductos enterrados de aguas pluviales y residuales. Por tanto, las dos arquetas que unen los colectores de aguas residuales de los servicios públicos y privados, serán sifónicas.

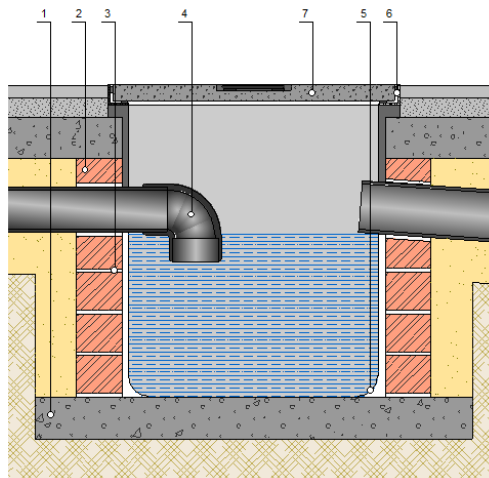


Ilustración 3. Arqueta sifónica.

- 4: Codo de 87,5°.

Se prevé que las aguas residuales del edificio pueden transportar una cantidad excesiva de grasa, o de líquidos combustibles, por la naturaleza del trabajo realizado en la nave. Como todas las áreas pueden evacuar agua contaminada con grasa, incluso los servicios, se instala una arqueta que sea separadora de grasas. Será sifónica, y fácilmente practicable. Debe tener una abertura de ventilación, por lo que se instalará en el exterior de la nave. En cumplimiento del punto 3.3.1.5.2.e, se dispone al final de la red horizontal, previo al pozo de resalto y a la acometida.

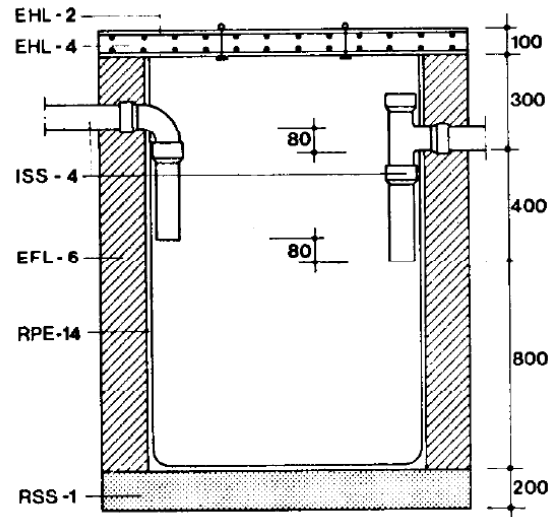


Ilustración 4. Arqueta separadora de grasas.

- ISS-4: Tubería de PVC de diámetro 250 mm.

La diferencia entre la cota del extremo final de la instalación y la del punto de acometida es mayor de 1 m. Se dispondrá un pozo de resalto como elemento de conexión de la red interior de evacuación y de la red exterior de alcantarillado.

Se dimensionan las arquetas con la tabla 4.13:

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Se muestran las dimensiones de cada arqueta en el plano correspondiente.

Por peligros de lluvias torrenciales o desbordamiento del sistema de alcantarillado, se colocará una válvula antirretorno entre el colector de salida y la acometida con el alcantarillado, para evitar la penetración de agua del exterior en la nave.

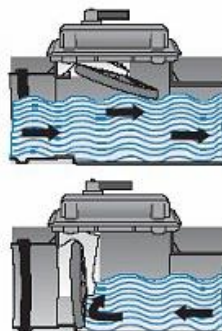


Ilustración 5. Válvula antirretorno de aguas residuales, entre acometida y alcantarillado.

BÉJAR, JULIO DE 2021.

Fdo.

Francisco José Hernández Gallego.

Ingeniero mecánico.

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO 7

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

## Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	DESCRIPCIÓN .....	1
3	PREVISIÓN DE CARGAS .....	3
3.1	SUBCUADRO DE FUERZA.....	3
3.2	SUBCUADRO DE ILUMINACIÓN .....	4
3.3	SUBCUADRO DE TOMAS DE CORRIENTE.....	6
4	CÁLCULOS .....	6
4.1	CÁLCULO DE LA ACOMETIDA .....	6
4.2	CÁLCULO DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	9
4.3	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.....	16

## **1 INTRODUCCIÓN**

En este anexo, se proyecta la red eléctrica de baja y media tensión necesaria para aportar la energía necesaria a los distintos elementos alimentados por electricidad que se encuentran en la nave industrial. Todos los cálculos son estimativos, ya que la propiedad podrá sustituir dichos elementos en función de las necesidades.

Se calcula la sección de cable necesaria. Con ella, se comprueba si la caída de tensión es admisible.

El proyecto cumplirá el “Reglamento electrotécnico para baja tensión, REBT”, y las “Instrucciones técnicas complementarias” que sean de aplicación.

La instalación contará de línea de alimentación, derivación individual, un cuadro general de mando y protección y subcuadros. Cada subcuadro tendrá tantos circuitos como sea necesario.

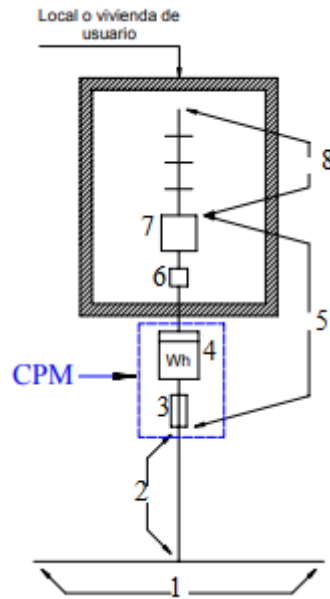
## **2 DESCRIPCIÓN**

El suministro eléctrico de la nave se realiza a través de la acometida. Esta línea es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la nave. Por el trazado y características de la red, la acometida será subterránea. Por tanto, este tipo de instalación se realizará de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-07. Además, se tendrán en cuenta las separaciones mínimas indicadas en dicha instrucción, en los cruces y paralelismos con otras canalizaciones de agua, y otros conductores de energía eléctrica.

En este caso, el enlace entre el edificio y la línea general se realiza a través de la caja de protección y medida (CPM).

Según la ITC-BT-12, para la instalación de un solo usuario se podrán simplificar las instalaciones de enlace, al coincidir en un mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la línea general de alimentación. Por tanto, solamente se tiene un fusible en la CPM.



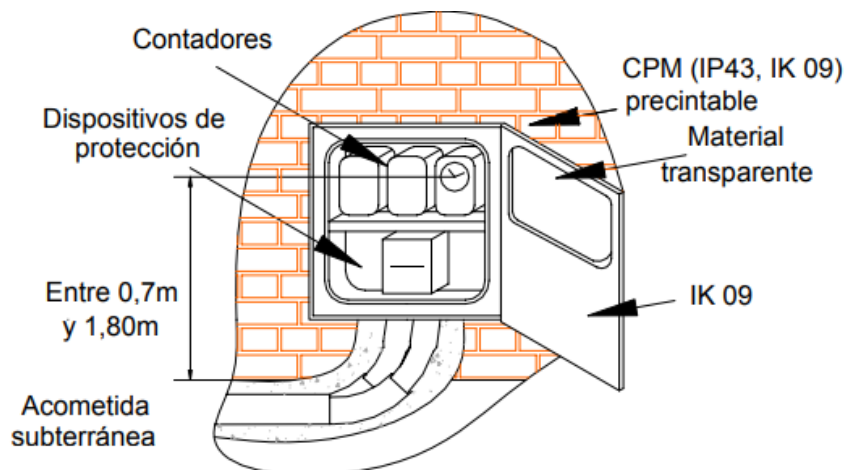


- 1. Red de distribución.
- 2. Acometida.
- 3. Fusible de seguridad.
- 4. Contador.
- 5. Derivación individual.
- 6. Caja para interruptor de control de potencia.
- 7. Dispositivos generales de mando y protección
- 8. Instalación interior.

La CPM incluye, en primer lugar, un elemento de protección de las líneas generales de alimentación, señala el principio de la propiedad de las instalaciones, y será un fusible general, y un elemento de medida del consumo eléctrico: el contador.

La CPM se instalará sobre la fachada exterior. La ubicación concreta será de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se suministra una corriente trifásica de 400V.



La derivación individual es la que parte de la CPM y suministra energía eléctrica a la instalación. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección, en el cuadro general de mando y protección (CGMP). Los tubos y canales de la derivación individual, así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21. Los elementos de protección son un interruptor magnetotérmico, y un interruptor diferencial.

La caída máxima de tensión para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, será de 1.5%.

La conducción será de aluminio o cobre y estará enterrada. El tipo de aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE).

Según la ITC-BT-15, para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0.6/1 kV.

La distancia de la derivación dependerá de la elección de la ubicación del CGMP. Se optará preferentemente por la sala de máquinas.

### **3 PREVISIÓN DE CARGAS**

Como se ha dicho anteriormente, se realiza una estimación inicial de los aparatos y elementos que forman parte de la instalación.

Se instalarán ciertas tomas de corriente monofásicas y trifásicas.

La instalación se divide en tres subcuadros: de fuerza, de alumbrado, y de tomas de corriente. Cada subcuadro tendrá circuitos individuales.

No todos los aparatos funcionan simultáneamente. Para corregir la sección de conductor necesario, se establece un coeficiente de simultaneidad.

Las cargas previstas en cada subcuadro son las siguientes:

#### **3.1 SUBCUADRO DE FUERZA**

SUBCUADRO DE FUERZA				
EQUIPO	POTENCIA (kW)	TENSIÓN	UNIDADES	TOTAL
Bomba de calor climatización	15	400	1	15
Termo ACS	2.2	230	1	2.2
Puertas rápida apertura	1.2	400	3	3.6
Cabina de pintura	11	400	2	22
Compresor de 7CV	5.2	400	1	5.2
Elevador de columna	2.2	400	7	15.4
Equilibradora de neumáticos	0.75	230	1	0.75
Montador de neumáticos	1.1	230	1	1.1
Recarga vehículos eléctricos	7	400	1	7
Montacargas	8	400	1	8
TOTAL				80.25

Se considera un coeficiente de simultaneidad del 80%. Por tanto:

$$Potencia\ absorbida\ total \rightarrow 80.25 * 0.8 = 64.2\ kW$$

### 3.2 SUBCUADRO DE ILUMINACIÓN

Se han considerado luminarias LED en toda la instalación, con el objetivo de reducir los consumos y aumentar la eficiencia energética.

Las luminarias de las oficinas, servicios, vestuarios, sala de descanso y almacenes tendrán una potencia eléctrica de 20.7 W, y se colocarán tantas unidades como sea necesario para obtener aproximadamente 300 lx, valor adecuado para la iluminación de estos espacios. Serán ENDO ERK1021W\_FAD815X, o similar.

DESIGN BASE LIGHT  
ERK1021W\_FAD815X  
ENDO

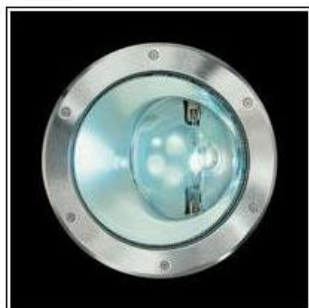


Las luminarias del concesionario serán colgadas, de 35.7 kW, marca ASTZ DSP51 o similar.

En la zona de talleres, se colocan iluminarias colgadas de 500 W, modelo V-TAC 500W LED 6400K 5608 o similar, y para aumentar el nivel lumínico, se colocan también luminarias de 21 W colocadas en los pilares laterales, marca CASTALDI BOOK IP20 SINK 21W SLED o similar.

Se instalan 3 luminarias en el exterior para iluminar, desde el suelo, el concesionario. Serán de 70 W, marca ARES MAXIPETRA 092914 o similar.

MAXIPETRA  
092914  
ARES



Para iluminar las zonas exteriores, se instalan farolas de tipo LED, de unos 100 W, marca CU PHOSCO LIGHTIING P862-64 o similar.

Por último, para iluminar los lavaderos de vehículos, se instala un foco en cada uno de 26 W, marca ARES ALICE 820917 o similar. Se instalarán estos mismos focos en las puertas exteriores del taller.

	SUBCUADRO DE ILUMINACIÓN					
	SALA	EQUIPO	POTENCIA (W)	TENSIÓN	UNIDADES	TOTAL
CONCESIONARIO/ OFICINAS	Of. Director	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	6	124.2
	Of. Vend.1	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	5	103.5
	Of. Vend.2	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	5	103.5
	Servicios	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	4	82.8
	Recepción	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	4	82.8
	Of. Admin.	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	4	82.8
Concesionario	ASTZ DSP51	35.7	230	40	1428	
TALLER MECÁNICA	Sala Máquinas	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	1	20.7
	Sala Descanso	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	4	82.8
	Vestuario	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	5	103.5
	Servicios	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	6	124.2
	Almacén	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	6	124.2
	Techo	V-TAC 500W LED 6400K 5608	500	230	6	3000
Lateral	CASTALDI BOOK IP20 SINK 21W SLED	21	230	10	210	
TALLER PINTURA	Almacén	ENDO ERK1021W_FAD815X	20.7	230	3	62.1
	Techo	V-TAC 500W LED 6400K 5608	500	230	6	3000
	Lateral	CASTALDI BOOK IP20 SINK 21W SLED	21	230	5	105
TALLER CHAPA	Techo	V-TAC 500W LED 6400K 5608	500	230	4	2000
	Lateral	CASTALDI BOOK IP20 SINK 21W SLED	21	230	4	84
EXTERIOR	Ext. Conc.	ARES MAXIPETRA 092914	70	230	3	210
	Ext. Lavadero	ARES ALICE 820917	26	230	3	78
	Ilum. Ext. Puertas	ARES ALICE 820917	26	230	3	78
	Ilum. Ext. Nave	CU PHOSCO LIGHTIING P862-64	98	230	6	588
	Luz emergencia	LED NICELUX	3	230	15	45
	TOTAL					11923.1

Se considera un coeficiente de simultaneidad del 80%. Por tanto:

$$Potencia absorbida total \rightarrow 11923.1 * 0.8 = 9538.48 W = 9.54 kW$$

### 3.3 SUBCUADRO DE TOMAS DE CORRIENTE

Se instalan diferentes tomas de corriente monofásica por todo el edificio. Se instalarán 4 tomas en cada despacho, servicio, o sala de descanso. Además, se considerarán 10 en cada taller.

Se instalarán además tomas de corriente trifásica en los talleres. Se considerará que existen 4 en el taller de mecánica, 2 en el de pintura, y 4 en el de chapa.

SUBCUADRO DE TOMAS DE CORRIENTE				
EQUIPO	POTENCIA (kW)	TENSIÓN	UNIDADES	TOTAL
Monofásica	1.5	230	70	105
Trifásica	5	400	10	50
TOTAL				155

Se considera un coeficiente de simultaneidad del 80%. Por tanto:

$$\text{Potencia absorbida total} \rightarrow 155 * 0.8 = 124 \text{ kW}$$

### RESUMEN

RESUMEN	
SUBCUADRO	POTENCIA (kW)
Fuerza	80.25
Iluminación	11.92
Tomas de corriente	155
TOTAL	247.17
TOTAL CON COEFICIENTE (80%)	197.736

Se realizarán los cálculos suponiendo una potencia absorbida simultánea de 200 kW.

## 4 CÁLCULOS

### 4.1 CÁLCULO DE LA ACOMETIDA

Se tienen los datos:

- Potencia P = 200 kW
- Factor de potencia  $\cos\phi$ : 0.9
- Tensión: 400 V
- Longitud: 20 m
- Situación: Enterrado.

Según la ITC-BT-11, la caída de tensión máxima admisible será la que la empresa distribuidora tenga establecida, en su reparto de caídas de tensión en los elementos que constituyen la red, para que en la caja o cajas generales de protección (en este caso, la caja de protección y medida) esté dentro de los límites establecidos por el Reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Se consulta la caída máxima establecida por la compañía suministradora "Iberdrola", en su "manual técnico de distribución, especificación particular, red subterránea de baja tensión, acometidas". En cumplimiento del citado documento, la elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder el 5%.

Según la misma norma, las características de los cables serán:

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipo XZ1 (S), según NI 56.37.01, de las características siguientes:

Conductor	Aluminio.
Secciones	50 - 95 - 150 y 240 mm <sup>2</sup> .
Tensión asignada	0,6/1 kV.
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE).
Cubierta	Poliolefina (Z1).

El dimensionamiento de la acometida se calcula con el ITC-BT-07, por estar enterrada.

La intensidad que circula por el cable será:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\varphi \rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\varphi} = \frac{200 * 10^3}{\sqrt{3} * 400 * 0.9} = 320.75 \text{ A}$$

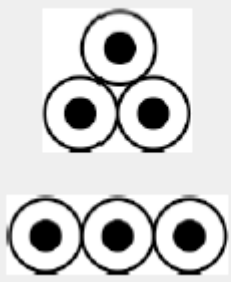

El manual técnico de Iberdrola ofrece los siguientes valores orientativos:

Intensidades admisibles

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	125	125
95	191	200
150	253	290
240	336	390

Según la tabla, se escoge una sección de 240 mm<sup>2</sup>, en aluminio.

Sin embargo, según la ITC-BT-07:

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Se podría seleccionar una sección de 150 mm<sup>2</sup>, con una intensidad máxima de 330 A.

$$\frac{320.75 \text{ A}}{330 \text{ A}} * 100 = 97.2 \%$$

Con esta sección, el conductor estaría trabajando al 97.2%. Además, al haberse aplicado un coeficiente de simultaneidad de 0.8, podría llegar a superarse la intensidad máxima.

El manual técnico no permite seleccionar una sección de 185 mm<sup>2</sup>, que cumpliría todas las solicitudes con un mayor margen de seguridad. Por tanto, se selecciona el cable de 240 mm<sup>2</sup> en aluminio, con una intensidad máxima de 430 A.

La caída de tensión (e) se define como la variación de tensión a lo largo de la longitud del conductor. Para una corriente trifásica:

$$e = \frac{P * L}{\gamma * S * V}$$

Donde:

- P: Potencia (W).
- L: Longitud del conductor.
- $\gamma$ : Conductividad del material.
- S: Sección del conductor.
- V: Tensión.

La conductividad se puede obtener de la siguiente tabla, obtenida de la guía técnica de aplicación, anexo 2:

Material	$\gamma_{20}$	$\gamma_{70}$	$\gamma_{90}$
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Conductividades,  $\gamma$ , (en  $m/\Omega mm^2$ ) para el cobre y el aluminio, a distintas temperaturas.

Entonces:

$$e = \frac{200 * 10^3 * 20}{35 * 240 * 400} = 1.2 V$$

La caída máxima admitida:

$$400 * \frac{5}{100} = 20 V$$

$$1.2 V \leq 20 V \rightarrow \text{Cumple}$$

Para el diámetro del neutro, el manual técnico establece: "las líneas principales de la red subterránea de distribución serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro, con secciones  $150 mm^2$  y  $240 mm^2$  para fases, siendo de  $95 mm^2$  y  $150 mm^2$  para neutros, respectivamente". Por tanto, el neutro será de  $150 mm^2$ .

El diámetro de la canalización se obtiene de la tabla:

*Diámetro de los tubos y sección eficaz mínima canales protectoras en función de la sección del conductor (suministro trifásico)*

Sección nominal conductor ( $mm^2$ )	Sección eficaz mínima canales protectoras ( $mm^2$ )			Diámetro exterior de los tubos (mm)								
				Montaje superficial			Empotrado			Enterrado		
	ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K	
	5U	5U	1P(*)	5U	5U	1P	5U	5U	1P	5U	5U	1P
6	393	933	865	32	40	40	32	50	40	50	50	50
10	647	1.240	1.128	40	50	50	40	50	50	63	63	63
16	919	1.625	1.695	50	63	63	50	63	63	63	63	63
25	1.457	2.139	2.304	63	63	75	63	63	75	75	75	90
35	1.916	2.635	3.007	63	75		75	75	75	90	90	90
50	2.705	3.478	4.211	75						110	110	110
70	3.584	4.724								125	125	125
95	4.637	5.639								125	125	125
120		7.272								140	140	140
150		9.275								160	160	160
185		10.893								180	180	180
240		13.514								200	200	200

Nota: U: Cable unipolar  
P: Cable 5 conductores  
(\*) Para este sistema particular de instalación, por coincidencia en su trazado se pueden colocar varias derivaciones individuales en el interior del mismo canal protector, en cuyo caso se multiplica la sección eficaz por el número de derivaciones individuales.

El diámetro del tubo será de 200 mm.

Entonces, se escoge un conductor de aluminio **RZ1-K (AS) 3(1x240) + 1x150 N**, con nivel de aislamiento 0.6/1 kV XLPE, con intensidad máxima 430 A.

#### 4.2 CÁLCULO DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL



Se tienen los datos:

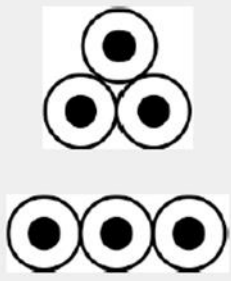

- Potencia P = 200 kW
- Factor de potencia  $\cos\varphi$ : 0.9
- Tensión: 400 V
- Longitud: 43.5 m
- Situación: Enterrado.

La intensidad que circula por el cable será:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\varphi \rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\varphi} = \frac{200 * 10^3}{\sqrt{3} * 400 * 0.9} = 320.75 A$$

Por motivos de diseño, para que la CGPM esté situada en la sala de máquinas, la derivación individual debe medir 43.5 m. Al contrario que en la acometida, se puede seleccionar cobre o aluminio. Se tratará de ver qué material ofrece un presupuesto más reducido.

Para el cobre, se calcula la sección de cable necesaria, según la tabla:

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

$$320.75A \rightarrow 120 \text{ mm}^2$$

El diámetro del neutro se obtiene a partir del diámetro de los conductores de fase. Se obtiene de la tabla 1 del ITC-BT-08:

Sección de los conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Sección nominal del conductor neutro (mm <sup>2</sup> )	
	Redes aéreas	Redes subterráneas
16	16	16
25	25	16
35	35	16
50	50	25
70	50	35
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

Por tanto, será de 70 mm<sup>2</sup>.

$$e = \frac{P * L}{\gamma * S * V}$$

Para el cobre a una temperatura de 20 °C:

$$e = \frac{200 * 10^3 * 43.5}{56 * 120 * 400} = 3.94V$$

El límite era del 1.5%:

$$400 * \frac{1.5}{100} = 6V$$

Por tanto:

$$3.94V \leq 6V \rightarrow \text{Cumple}$$

Se calcula con aluminio. Se selecciona un cable de 185 mm<sup>2</sup>:

$$e = \frac{200 * 10^3 * 43.5}{35 * 185 * 400} = 3.36 V$$

$$3.36V \leq 6V \rightarrow \text{Cumple}$$

Con la ayuda del programa Arquímedes, se comparan ambas opciones:

- Cobre: RZ1-K (AS) 3(1x120): 24.56 €/m

$$24.56 \text{ €/m} * 43.5 \text{ m} = 1068.36 \text{ €}$$

- Aluminio: RZ1-K (AS) 3(1x185): 10.16 €/m

$$10.16 \text{ €/m} * 43.5 \text{ m} = 441.96 \text{ €}$$

La selección del aluminio ahorrará 626.4 euros.

Por tanto, el cable seleccionado será de aluminio **RZ1-K (AS) 3(1x185) + 1x95 N**, con nivel de aislamiento 0.6/1 kV XLPE, con intensidad máxima 375 A.

Se procede de igual manera con el resto de líneas. Los resultados son los siguientes:

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	ΔU (%)	ΔU <sub>sc</sub> (%)	Canaliz. (mm)	I <sub>ccmáx</sub> (kA)	Pdc (kA)	I <sub>ccmin</sub> (kA)	I <sub>m</sub> (kA)	I <sub>d</sub> (A)	Sens. dif. (mA)
Acometida	3F+N	198712	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x120) + 1x95	287	350	354	0.45	-	Tubo 150 mm	12	-	4.01	-	-	-
DI-CPM	3F+N	198712	1	43.5	SZ1-K (AS+) Cca-s1b,d1,a1 4(1x240) + TTx120	287	350	360	0.49	-	Tubo 200 mm	10.5	20	2.97	2.2	-	-

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	ΔU (%)	ΔU <sub>sc</sub> (%)	Canaliz. (mm)	I <sub>ccmáx</sub> (kA)	Pdc (kA)	I <sub>ccmin</sub> (kA)	I <sub>m</sub> (kA)	I <sub>d</sub> (A)	Sens. dif. (mA)
Subcuadro de iluminación	F+N	12090	1	10	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x10)	52.4	63	68	0.99	1.49	Tubo 25 mm	5.31	10	2.67	0.3	-	-
Subcuadro de tomas de corriente	3F+N	158000	1	10	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G150	228	240	241	0.15	0.64	Tubo 200 mm	8.64	10	2.76	2.4	-	-
Subcuadro de fuerza	3F+N	78300	1	10	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x70)	114	160	202	0.15	0.64	Tubo 63 mm	8.64	10	2.63	1.6	-	-

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	ΔU (%)	ΔU <sub>s,c</sub> (%)	Canaliz. (mm)	I <sub>cc</sub> <sub>máx</sub> (kA)	P <sub>dc</sub> (kA)	I <sub>cc</sub> <sub>mín</sub> (kA)	I <sub>m</sub> (kA)	I <sub>d</sub> (A)	Sens. dif. (mA)
Oficina Director	F+N	124	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.54	10	49	0.03	1.52	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	30
Oficina vendedor 1	F+N	124	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.54	10	49	0.03	1.52	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	30
Oficina vendedor 2	F+N	124	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.54	10	49	0.03	1.52	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	30
Oficina administración	F+N	124	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.54	10	49	0.03	1.52	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	30
Servicios	F+N	124	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.54	10	49	0.03	1.52	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	30
Recepción	F+N	124	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.54	10	49	0.03	1.52	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	30
General concesionario	F+N	1430	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx10	6.19	10	68	0.21	1.7	Tubo 32 mm	3.95	6	1.47	0.1	9.2	30
Sala máquinas	F+N	21	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.09	10	49	0.01	1.49	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	100
Sala descanso	F+N	83	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.36	10	49	0.02	1.51	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	100
Vestuario	F+N	104	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.45	10	49	0.03	1.51	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	100
Almacén	F+N	124	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.54	10	49	0.03	1.52	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	100
Servicios	F+N	124	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.54	10	49	0.03	1.52	Tubo 32 mm	3.95	6	1.14	0.1	9.2	100
Techo	F+N	3000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	13	40	91	0.28	1.77	Tubo 32 mm	3.95	6	1.73	0.4	9.2	100
Laterales	F+N	210	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	0.91	10	91	0.02	1.51	Tubo 32 mm	3.95	6	1.73	0.1	9.2	100
Almacén	F+N	62	1	40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x6 + TTx6	0.27	10	49	0.03	1.52	Tubo 32 mm	3.95	6	0.71	0.1	9.2	30
Techo	F+N	3000	1	40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	13	40	91	0.56	2.05	Tubo 32 mm	3.95	6	1.27	0.4	9.2	30
Laterales	F+N	105	1	40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	0.45	10	91	0.02	1.51	Tubo 32 mm	3.95	6	1.27	0.1	9.2	30
Techo	F+N	2000	1	70	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	8.66	10	91	0.65	2.14	Tubo 32 mm	3.95	6	0.9	0.1	9.2	30
Laterales	F+N	84	1	70	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	0.36	10	91	0.03	1.51	Tubo 32 mm	3.95	6	0.9	0.1	9.2	30
Ext. concesionario	F+N	210	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	0.91	10	91	0.02	1.51	Tubo 32 mm	3.95	6	1.73	0.1	9.2	30
Lavadero	F+N	78	1	60	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	0.34	10	91	0.02	1.51	Tubo 32 mm	3.95	6	1	0.1	9.2	30
Puertas exteriores	F+N	78	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	0.34	10	91	0.01	1.49	Tubo 32 mm	3.95	6	1.73	0.1	9.2	30
Ext. Nave	F+N	588	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x16 + TTx16	2.55	10	91	0.05	1.54	Tubo 32 mm	3.95	6	1.73	0.1	9.2	30
Emergencia	F+N	45	1	80	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	0.19	10	49	0.04	1.53	Tubo 32 mm	3.95	6	0.41	0.1	9.1	300

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>e</sub> (A)	ΔU (%)	ΔU <sub>s,c</sub> (%)	Canaliz. (mm)	I <sub>cc</sub> max (kA)	Pdc (kA)	I <sub>cc</sub> min (kA)	I <sub>m</sub> (kA)	I <sub>d</sub> (A)	Sens. dif. (mA)
Oficina director	F+N	6000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	26	50	68	0.91	1.56	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Oficina vendedor 1	F+N	6000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	26	50	68	0.91	1.56	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Oficina vendedor 2	F+N	6000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	26	50	68	0.91	1.56	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Recepción	F+N	6000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	26	50	68	0.91	1.56	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Oficina administrativo	F+N	6000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	26	50	68	0.91	1.56	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Concesionario	F+N	6000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	26	50	68	0.91	1.56	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Servicios	F+N	3000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	13	50	68	0.45	1.09	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Servicios	F+N	3000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	13	50	68	0.45	1.09	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Vestuario	F+N	3000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	13	50	68	0.45	1.09	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Sala de descanso	F+N	3000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	13	50	68	0.45	1.09	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Sala de máquinas	F+N	6000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	26	50	68	0.91	1.56	Tubo 32 mm	5.03	10	1.83	0.5	9.2	30
Almacén	F+N	6000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	26	50	68	0.91	1.56	Tubo 32 mm	5.03	15	1.83	0.5	9.2	30
Trifásico mecánica	3F+N	20000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x25 + TTx16	28.9	50	92	0.19	0.84	Tubo 90 mm	8.28	15	1.89	0.5	9.2	30
Monofásico mecánica	F+N	15000	1	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x25 + TTx16	65	80	121	0.94	1.58	Tubo 32 mm	5.03	6	2.58	0.8	9.2	30
Trifásico pintura	3F+N	10000	1	40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x25 + TTx16	14.4	32	103	0.19	0.83	Tubo 90 mm	8.28	15	1.41	0.3	9.2	30
Monofásico pintura	F+N	15000	1	40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x25 + TTx16	65	80	121	1.88	2.52	Tubo 32 mm	5.03	6	1.88	0.8	9.2	30
Almacén	F+N	3000	1	40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x10 + TTx16	13	32	68	0.9	1.54	Tubo 32 mm	5.03	6	1.16	0.3	9.2	30
Trifásico chapa	3F+N	20000	1	70	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x25 + TTx16	28.9	80	103	0.67	1.31	Tubo 90 mm	8.28	10	1.01	0.8	9.2	30
Monofásico chapa	F+N	15000	1	70	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x25 + TTx16	65	80	121	3.28	3.93	Tubo 32 mm	5.03	6	1.32	0.8	9.2	30

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I <sub>B</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	ΔU (%)	ΔU <sub>ac</sub> (%)	Canaliz. (mm)	I <sub>cc,máx</sub> (kA)	Pdc (kA)	I <sub>cc,min</sub> (kA)	I <sub>m</sub> (kA)	I <sub>d</sub> (A)	Sens. dif. (mA)
Bomba de calor	3F+N	18750	0.9	40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G35	30.1	50	131	0.27	0.91	Tubo 50 mm	8.04	10	1.5	0.5	9.2	100
Termo	F+N	2200	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G16	9.53	50	91	0.2	0.84	Tubo 32 mm	4.87	10	2.18	0.5	9.2	100
Puerta	3F+N	1500	0.9	10	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x16)	2.17	50	80	0.01	0.65	Tubo 32 mm	8.04	10	2.07	0.5	9.2	30
Puerta	3F+N	1500	0.9	30	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x16)	2.17	50	80	0.03	0.67	Tubo 32 mm	8.04	10	1.4	0.5	9.2	30
Puerta	3F+N	1500	0.9	50	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x16)	2.17	50	80	0.06	0.7	Tubo 32 mm	8.04	10	1.05	0.5	9.2	30
Cabina	3F+N	13750	0.9	40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G25	19.9	50	106	0.27	0.91	Tubo 50 mm	8.04	10	1.38	0.5	9.2	30
Cabina	3F+N	13750	0.9	40	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G25	19.9	50	106	0.27	0.91	Tubo 50 mm	8.04	10	1.38	0.5	9.2	30
Compresor	3F+N	6500	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G25	9.38	50	106	0.06	0.7	Tubo 50 mm	8.04	10	1.83	0.5	9.2	100
Elevador	3F+N	2750	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	3.97	50	80	0.04	0.68	Tubo 32 mm	8.04	10	1.67	0.5	9.2	30
Elevador	3F+N	2750	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	3.97	50	80	0.04	0.68	Tubo 32 mm	8.04	10	1.67	0.5	9.2	30
Elevador	3F+N	2750	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	3.97	50	80	0.04	0.68	Tubo 32 mm	8.04	10	1.67	0.5	9.2	30
Elevador	3F+N	2750	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	3.97	50	80	0.04	0.68	Tubo 32 mm	8.04	10	1.67	0.5	9.2	30
Elevador	3F+N	2750	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	3.97	50	80	0.04	0.68	Tubo 32 mm	8.04	10	1.67	0.5	9.2	30
Elevador	3F+N	2750	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	3.97	50	80	0.04	0.68	Tubo 32 mm	8.04	10	1.67	0.5	9.2	30
Elevador	3F+N	2750	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	3.97	50	80	0.04	0.68	Tubo 32 mm	8.04	10	1.67	0.5	9.2	30
Equilibrador + montador neumáticos	F+N	2312.5	0.9	30	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	10	10	68	0.52	1.16	Tubo 32 mm	4.87	10	1.39	0.1	9.2	100
Recarga vehículos eléctricos	3F+N	7000	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	10.1	50	80	0.11	0.75	Tubo 32 mm	8.04	10	1.67	0.5	9.2	30
Montacargas	3F+N	2875	0.9	20	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G16	4.15	50	80	0.04	0.68	Tubo 32 mm	8.04	10	1.67	0.5	9.2	100

La mayor caída de tensión está en el subcuadro de tomas de corriente, en concreto, las tomas monofásicas del taller de chapa, con una caída de 3.93 V. Se comprueba si cumple:

$$230 * \frac{5}{100} = 11.5 V \geq 3.93V \rightarrow \text{Cumple}$$

### 4.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

El cable seleccionado para la acometida será de aluminio **RZ1-K (AS) 3(1x240) + 1x150 N**, y tendrá unos 20 m.

El cable seleccionado para la derivación individual será de aluminio **RZ1-K (AS) 3(1x185) + 1x95 N**, y tendrá 43.5 m.

La intensidad de cortocircuito,  $I_{CC}$ , será:

$$I_{CC} = \frac{V}{R}$$

Se calcula la resistencia de la línea:

$$R_{ACOMETIDA} = \frac{\rho * L}{S} = \frac{0.029 * 20}{240} = 0.0024 \Omega$$

$$R_{DERIVACIÓN} = \frac{\rho * L}{S} = \frac{0.029 * 43.5}{185} = 0.007 \Omega$$

$$R_{TOTAL} = 0.01 \Omega$$

Por tanto:

$$I_{CC} = \frac{400}{0.01} = 40000 A = 40 kA$$

BÉJAR, JULIO DE 2021.

Fdo.

Francisco José Hernández Gallego.

Ingeniero mecánico.

# INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

ANEJO 8

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO



## Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	SECTOR 1 .....	3
2.1	Riesgo intrínseco. ....	3
2.2	Exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción.....	7
2.3	Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.....	8
2.4	Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.....	9
2.5	Evacuación de los establecimientos industriales. ....	9
2.6	Almacenamientos.....	11
2.7	Instalaciones de protección contra incendios.....	11
3.	SECTOR 2 .....	14
3.1	Compartimentación en sectores de incendio. ....	14
3.2	Locales y zonas de riesgo especial.....	14
3.3	Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.....	15
3.4	Evacuación de ocupantes.....	15
3.4.1	Cálculo de la ocupación.....	15
3.4.2	Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación .....	16
3.4.3	Dimensionado de los medios de evacuación. ....	16
3.4.4	Puertas situadas en recorridos de evacuación. ....	17
3.4.5	Señalización de los medios de evacuación.....	17
3.5	Instalaciones de protección contra incendios.....	17
3.5.1	Extintores. ....	17
3.5.2	Señalización de instalaciones. ....	17
3.6	Intervención de los bomberos.....	18
3.7	Resistencia al fuego de la estructura.....	19

## 1. INTRODUCCIÓN

**Para la zona de taller, se cumplirá el Real Decreto 2267/2004 del 3 de diciembre,** por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI).

Tiene por objeto conseguir un grado SUFICIENTE de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial. Esto quiere decir que en la norma se establecen los requisitos mínimos exigibles a un establecimiento industrial.

Según el Capítulo 1, artículo 2, punto 1.c, el ámbito de aplicación del reglamento contiene “los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.” Por tanto, este proyecto debe cumplir la norma.

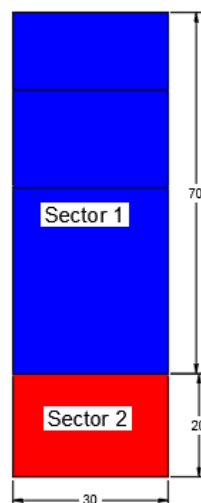
A su vez, se debe cumplir el Decreto 31/2003, de 13 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de Madrid. Sin embargo, se puede ver en dicho decreto:

En materia de seguridad industrial se estará a lo dispuesto en el Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

El Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, es el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, sustituido por el Real Decreto 2267/2004 del 3 de diciembre. Por tanto, la normativa autonómica obliga al cumplimiento de la norma estatal.

**Para los sectores no industriales, se cumplirá el CTE, DB-SI.**

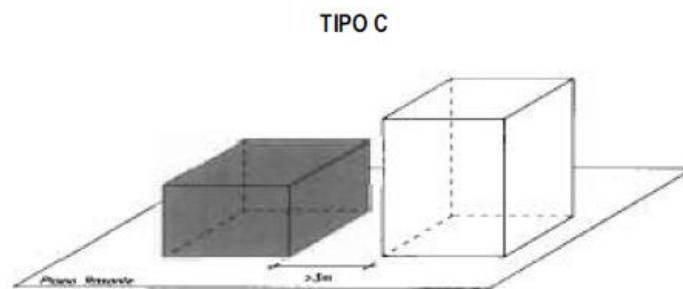
Según el Capítulo 1, artículo 3, punto 2, suponemos el concesionario como zona comercial superior a  $250 m^2$ , y, por tanto, cumple con los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial. Sin embargo, la zona de oficinas, ubicada en el concesionario, ocupa  $100 m^2$ , menos de  $250 m^2$ , y, por tanto, no se puede considerar un sector independiente. Estará dentro de la zona comercial.



Las longitudes de cada sector (en metros) se muestran en la imagen.

El anexo 1, punto 2 “características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno”, establece que el presente proyecto es de tipo C:

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.



## 2. SECTOR 1

### 2.1 Riesgo intrínseco.

El objetivo es conocer el riesgo intrínseco del sector 1.

Para ello es necesario conocer el valor de la densidad de carga de incendio. Depende del tipo de proceso industrial, y del tipo y tamaño del almacenamiento.

Se puede utilizar la siguiente fórmula, obtenida del punto 3.2 del anexo 1:

3.2 El nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio se evaluará:

1. Calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} K R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde:

$Q_s$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$G_i$  = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

$q_i$  = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

$C_i$  = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

$R_a$  = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

$A$  = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

Como se puede ver, en la ecuación se tiene en cuenta la cantidad de cada combustible, en kg. Es muy complicado conocer la cantidad de combustibles almacenados. Por tanto, la norma permite el uso de la siguiente expresión, que no tiene en cuenta dicha cantidad:

2. Como alternativa a la fórmula anterior se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_s$ , del sector de incendio aplicando las siguientes expresiones.

a) Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde:

$Q_s$ ,  $C_i$ ,  $R_a$  y  $A$  tienen la misma significación que en el apartado 3.2.1 anterior.

$q_{si}$  = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$S_i$  = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego,  $q_{si}$  diferente, en m<sup>2</sup>.

Los valores de la densidad de carga de fuego media,  $q_{si}$ , pueden obtenerse de la tabla 1.2.

Los valores de la densidad de carga de fuego los ofrece la misma norma, en la tabla 1.2 del mismo anexo.

Además, para almacenes se aplica:

b) Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{s,i} C_i h_i s_i}{A} R_s \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde:

$Q_s$ ,  $C_i$ ,  $R_s$  y  $A$  tienen la misma significación que en el apartado 3.2.1 anterior.

$q_{s,i}$  = carga de fuego, aportada por cada  $m^3$  de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en  $MJ/m^3$  o  $Mcal/m^3$ .

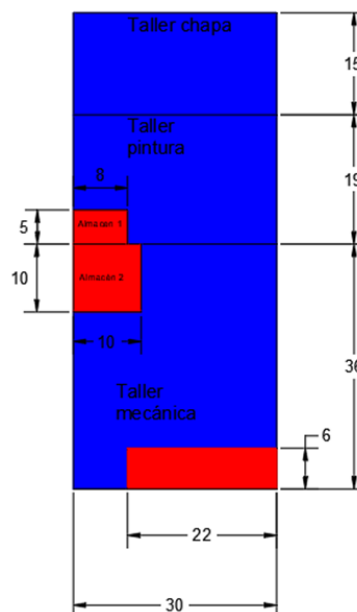
$h_i$  = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

$s_i$  = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en  $m^2$ .

Los valores de la carga de fuego, por metro cúbico  $q_{s,i}$ , aportada por cada uno de los combustibles, pueden obtenerse de la tabla 1.2.

Para el sector 1, se diferencian las siguientes zonas:

- Taller de mecánica y taller de chapa: se considerarán iguales.
- Taller de pintura.
- Almacén 1: Almacén del taller de pintura. Su altura será de 4m.
- Almacén 2: Almacén del taller de mecánica. Su altura será de 4m.



De la tabla 1.2 se obtienen los siguientes datos:

Actividad	Fabricación y venta		Almacenamiento	
	Qs	Ra	qv	Ra
	MJ/m2		MJ/m3	
Taller de pintura	500	1.5	2900	1.5
Automóviles, reparación	300	1	-	-
Automóviles, almacén de accesorios	-	-	800	1.5

El coeficiente  $C_i$  se obtiene de la tabla 1.1:

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, $C_i$		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1</li> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>1</sub>, en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.</li> <li>- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.</li> <li>- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>2</sub> en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.</li> <li>- Sólidos que emiten gases inflamables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.</li> </ul>
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

En los almacenes pueden existir diversos combustibles, tales como gasolina en el de mecánica, o disolventes en el de pintura. Por tanto, se escoge el factor más desfavorable:

$$C_i = 1.6$$

Con los datos anteriores, se calcula la densidad de carga de fuego.

$$Q_{S,Talleres} = \frac{\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot Ra = \frac{(500 \cdot 378 \cdot 1.6) + (300 \cdot 1298 \cdot 1.6)}{1676} \cdot 1.5 = 828.26 \left(\frac{MJ}{m^2}\right)$$

Se puede ver que se utiliza  $Ra = 1.5$  para todo el taller, a pesar de que es el coeficiente del taller de pintura únicamente. Esto se debe a que la norma obliga a utilizar el coeficiente más desfavorable, en el caso de que la zona con el mayor coeficiente utilice más del 10% de la superficie total.

$$Q_{S,Almacenes} = \frac{\sum q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot S_i}{A} \cdot Ra = \frac{(2900 \cdot 1.6 \cdot 4 \cdot 28) + (800 \cdot 1.6 \cdot 4 \cdot 60)}{140} \cdot 1.5 = 8859.43 \left(\frac{MJ}{m^2}\right)$$

Para saber la ocupación del almacén  $s_i$ , consideramos un porcentaje del total:

- Pintura: 70%.  $\rightarrow 40 * 0.7 = 28 \text{ m}^2$
- Mecánica: 60%  $\rightarrow 100 * 0.6 = 60 \text{ m}^2$

Para conocer el riesgo intrínseco del sector completo:

3.3 El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, a los efectos de la aplicación de este reglamento, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_e$ , de dicho edificio industrial.

$$Q_e = \frac{\sum_i Q_{si} A_i}{\sum_i A_i} \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde:

$Q_e$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$Q_{si}$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$A_i$  = superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m<sup>2</sup>.

$$Q_e = \frac{\sum Q_{si} * A_i}{\sum A_i} = \frac{(828.26 * 1676) + (8859.43 * 140)}{1816} = 1447.4 \text{ (MJ/m}^2\text{)}$$

Con este dato, comprobamos el riesgo intrínseco:

TABLA 1.3

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>	
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Se puede ver que se tiene un **nivel de riesgo intrínseco medio, 4**, ya que:

$$1275 \leq 1447.4 \leq 1700$$

A continuación, se comprueba el Anexo II, que define los requisitos constructivos según la configuración, la ubicación y el nivel de riesgo intrínseco.

Con el valor del riesgo intrínseco se comprueba la superficie máxima:

TABLA 2.1  
MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA ADMISIBLE DE CADA SECTOR DE INCENDIO

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
	1 2000	6000	SIN LÍMITE
	2 1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
	3 500	3500	5000
	4 400	3000	4000
	5 300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
		2000	3000
		1500	2500
		NO ADMITIDO	2000
			2000

Para el caso de una nave de tipo C, la máxima superficie admisible es de 4000 m<sup>2</sup>. La nave tiene 2700 m<sup>2</sup>, y, por tanto, **cumple**.

## **2.2 Exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción**

a. Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- Suelos:  $C_{FL-S1}(M2)$  o más favorable.
- Paredes y techos:  $C_{-S3 d0}(M2)$  o más favorable.
- Los lucernarios que no sean continuos o instalaciones para eliminación de humo que se instalen en las cubiertas serán al menos de clase  $D_{S2-d0}(M3)$  o más favorable.
- Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán  $C_{-S3 d0}(M2)$

b. Productos incluidos en paredes y cerramientos.

Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1 de la norma, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

Será aplicable a este proyecto, porque es una nave con un riesgo intrínseco medio.

c. Otros productos



Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, deben ser de clase  $C_{-s3 a0}(M1)$ .

Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A 1 (M0).

d. Justificación de un producto

Para que un producto de construcción alcance la reacción al fuego exigida, se acreditará mediante ensayo de tipo o certificado de conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

La clasificación será conforme con la norma UNE-EN 1350-1. Los distintos productos deben contener con carácter obligatorio el marcado "CE".

### **2.3 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.**

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrán un valor inferior al indicado en la tabla siguiente:

TABLA 2.2  
ESTABILIDAD AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Para la estructura principal de cubiertas ligeras, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, si su fallo no causa daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de la sectorización de incendios implantada y, su riesgo es medio o alto, y disponga de sistema de extracción de humos, se adoptará una resistencia R 15 (EF-15).

TABLA 2.3

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Sin embargo, la norma permite no justificar la estabilidad al fuego de la estructura en los establecimientos industriales de una sola planta, situados en edificios de tipo C, separados al menos 10 m de límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas.

La planta de concesionario tiene dos plantas. Por tanto, a pesar de que en este sector no existe ninguna planta superior, se considerará, en principio, una resistencia al fuego:

- Estructura: R 60.
- Cubierta: R-15.

Se estudiará la parte del concesionario aisladamente.

#### **2.4 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.**

La resistencia al fuego de toda la medianería será, como mínimo, EI 180.

Como la medianería que compartimenta sectores de incendio (fábrica que separa el concesionario del taller) acomete a una fachada, dicha fachada tendrá una resistencia al fuego de, al menos, la mitad de la exigida en la medianería, es decir, EI 90, en una franja de, al menos, 1 m.

Como la medianería que compartimenta sectores de incendio (fábrica que separa el concesionario del taller) acomete a la cubierta, dicha cubierta tendrá una resistencia al fuego de, al menos, la mitad de la exigida en la medianería, es decir, EI 90, en una franja de, al menos, 1 m.

Las puertas de paso entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos, igual a la mitad exigida al elemento que separa ambos sectores de incendio, es decir, EI 90.

#### **2.5 Evacuación de los establecimientos industriales.**

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de establecimientos industriales, se determinará su ocupación P:

$$P = 1.1 * p, \text{ para } p \leq 100$$

En este caso, se va a suponer una ocupación:

- Taller de mecánica: 7 trabajadores
- Taller de pintura: 4 trabajadores
- Taller de chapa: 4 trabajadores

Se consideran 15 trabajadores en los talleres. Sin embargo, se debe tener en cuenta que existirán más personas en el interior de los talleres, que no llevan a cabo trabajos

propios de taller, como mantenimiento, personas en prácticas, limpieza, etc. Por tanto, se aplicará un factor de 1.5, y, por tanto, se consideran 23 trabajadores.

$$P = 1.1 * 23 = 26$$

La evacuación debe satisfacer las condiciones siguientes:

- Elementos de evacuación: origen, recorrido, altura, y salidas, se definen en el DB-SI.

La nave tendrá tres salidas.

Las puertas del interior del taller serán eléctricas, de apertura ascendente, y de actuación por botón. Por tanto, dichas puertas se pueden asemejar a “automáticas”, por ser eléctricas y no de apertura manual.

Según el apartado 6 del DB-SI 3, para puertas peatonales automáticas dispondrán de un sistema que, en caso de fallo en el suministro eléctrico, abra y mantenga la puerta abierta, o bien permita su abatimiento en el sentido de la evacuación por simple empuje.

Se considera que el dispositivo de apertura mediante pulsador satisface la norma, al tratarse de evacuación de zonas ocupas por personas que en su mayoría están familiarizados con la puerta considerada.

- Número y disposición de las salidas: Además del cumplimiento del DB-SI, se ampliará con lo siguiente: las distancias máximas de evacuación no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro:

<i>Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas</i>		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

(\*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(\*\*) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(\*\*\*) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Por tanto, para dos salidas alternativas, **la distancia máxima será de 50m.**

Las puertas son eléctricas, de apertura por botón. La anchura de las salidas es de 5m.

- Señalización e iluminación: de acuerdo al DB-SI, como la distancia de observación a los medios de protección contra incendios de utilización manual está entre 20 y 30 m, se debe señalar mediante la señal definida en la UNE 23033-1, cuyo tamaño será de 594 x 594 mm. La señal deberá ser visible incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Por otro lado, las salidas de la nave tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”.

- La norma obliga a la disposición de un sistema de evacuación de humos para sectores con actividad de producción de riesgo intrínseco medio y superficie mayor de 2000 m<sup>2</sup>.

## 2.6 Almacenamientos

La nave tiene un sistema de almacenaje manual. Para este tipo:

Nivel de riesgo intrínseco	Sistema de almacenaje independiente o autoportante operado manualmente					
	Tipo A		Tipo B		Tipo C	
	Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua	
	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ
Riesgo bajo	R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige	No se exige	No se exige
Riesgo medio	R60(EF-60)	R30(EF-30)	R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige
Riesgo alto			R60(EF-60)	R30(EF-30)	R30(EF-30)	R15(EF-15)

Para riesgo medio, si no se colocan rociadores automáticos de agua, se exige una resistencia al fuego de los elementos portantes de R 15.

Las dimensiones de las estanterías no tendrán más limitación que la correspondiente al sistema de almacenaje diseñado. Además, dichas estanterías deben cumplir:

- Estar ancladas sólidamente al suelo. Por tanto, deberán estar atornilladas.
- Disponer de toma de tierra.
- Desde la parte superior de la mercancía almacenada deberá existir un hueco mínimo libre hasta el techo de 1m.

## 2.7 Instalaciones de protección contra incendios.

No será necesaria la instalación de un sistema automático de detección de incendios, ya que el edificio industrial de clase C con riesgo intrínseco medio, tiene una superficie menos a 3000 m<sup>2</sup>.

Será necesaria la instalación de un sistema manual de alarma de incendio, ya que no es obligada la instalación de un sistema automático de detección de incendios. Se colocarán en los talleres, en los almacenes, y también un pulsador junto a cada salida de evacuación. La distancia máxima hasta un pulsador de incendios será de 25 m.

Según la tabla 3.1 del anexo 3, punto 7, no será necesaria la instalación de hidrantes exteriores.

Se colocarán extintores portátiles según la siguiente tabla:

TABLA 3.1  
DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE EXTINTORES PORTÁTILES EN SECTORES DE INCENDIO CON CARGA DE FUEGO APORTADA POR COMBUSTIBLES DE CLASE A

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21 A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)

**Para riesgo intrínseco medio, se colocará un extintor de eficacia mínima 21 A para un área máxima de 200 m<sup>2</sup>.**

El emplazamiento de los extintores portátiles permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, **estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio**, y **la distancia máxima horizontal**, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, **no supere 15m**.

La norma obliga a la instalación de sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE) por estar situados en un edificio tipo C, con riesgo intrínseco medio, y superficie mayor de 1000 m<sup>2</sup>.

El tipo de BIE será: DN 45mm, con un tiempo de autonomía de 60 minutos.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

\* Se admitirá BIE 25 mm como toma adicional del 45mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

El caudal unitario será el correspondiente a aplicar a la presión dinámica disponible en la entrada de la BIE, cuando funcionen simultáneamente el número de BIE indicado, el factor "K" del conjunto, proporcionado por el fabricante del equipo. Los diámetros equivalentes mínimos serán 10 mm para BIE de 25 y 13 mm para las BIE de 45 mm.

Se deberá comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a dos bar ni superior a cinco bar, y, si fuera necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión.

No será necesaria la instalación de sistemas columna seca (la altura de evacuación no es mayor de 15m), ni sistemas de rociadores automáticos (superficie menor de 3500m<sup>2</sup>).

Como la ocupación es mayor a 25 personas, se instala un sistema de alumbrado de emergencia. Se colocarán luces de emergencia en las salidas, cerca de los elementos de extinción de incendios y en el interior de los almacenes, y estancias (servicios, vestuarios, etc.)

El alumbrado de emergencia debe tener 1 lux como mínimo a nivel de suelo. Se considera que colocando lámparas "LED NICELUX" de 200 lux, se cumple la norma.

### 3. **SECTOR 2**

El sector 2 corresponde con la zona de concesionario. Como se indicó anteriormente, esta zona se comprobará con el DB-SI, por tratarse de una zona no industrial. Dicho documento básico establece las reglas y procedimientos para cumplir las exigencias básicas de seguridad contra incendios. Por tanto, son reglas de “mínimos”.

#### 3.1 **Compartimentación en sectores de incendio.**

En la tabla 1.1 se establecen las condiciones para la compartimentación en sectores de incendio.

El concesionario se puede asemejar a “uso previsto comercial”.

**Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio**

<b>Uso previsto del edificio o establecimiento</b>	<b>Condiciones</b>
En general	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todo <i>establecimiento</i> debe constituir sector de incendio diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea <i>Residencial Vivienda</i>, los establecimientos cuya superficie construida no exceda de 500 m<sup>2</sup> y cuyo uso sea <i>Docente, Administrativo o Residencial Público</i>.</li> <li>- Toda zona cuyo <i>uso previsto</i> sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del <i>establecimiento</i> en el que esté integrada debe constituir un <i>sector de incendio</i> diferente cuando supere los siguientes límites: <ul style="list-style-type: none"> <li>Zona de <i>uso Residencial Vivienda</i>, en todo caso.</li> <li>Zona de alojamiento<sup>(1)</sup> o de <i>uso Administrativo, Comercial o Docente</i> cuya superficie construida exceda de 500 m<sup>2</sup>.</li> <li>Zona de <i>uso Pública Concurrencia</i> cuya ocupación exceda de 500 personas.</li> <li>Zona de <i>uso Aparcamiento</i> cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup> <sup>(2)</sup>.</li> <li>Cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de vestíbulos de <i>independencia</i>.</li> </ul> </li> <li>- Un espacio diáfano puede constituir un único <i>sector de incendio</i> que supere los límites de superficie construida que se establecen, siempre que al menos el 90% de ésta</li> </ul>

La zona de oficinas no supera los 500 m<sup>2</sup>. Por tanto, no se tratará como un sector de incendios independiente.

De la tabla 1.2 se obtiene la resistencia mínima al fuego de paredes, techo y puertas de la zona de concesionario. Deberá ser EI 90.

#### 3.2 **Locales y zonas de riesgo especial.**

En la tabla 2.1 se clasifican los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios. En el concesionario está la zona de oficinas.

No hay ninguna similitud con los locales descritos en la tabla. En la zona de oficinas no existe ninguna zona de almacén ni archivo de documentos. Por tanto, no existirán zonas de riesgo especial.

En el caso de que se opte por variar la función de alguna sala de la zona de oficinas, para convertir dicho espacio en un archivo o almacén de material de oficina, no sería necesario tampoco considerar dicho espacio como zona de riesgo especial, ya que la sala más grande es la del director, con 80 m<sup>3</sup>.

En el caso de que en el futuro se opte por unir varias salas retirando tabiquería, se deberá realizar un estudio específico para considerar el riesgo intrínseco al nuevo espacio.

### **3.3 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.**

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1. Para “zonas ocupables”:

Situación del elemento	Revestimientos <sup>(1)</sup>	
	De techos y paredes <sup>(2) (3)</sup>	De suelos <sup>(2)</sup>
Zonas ocupables <sup>(4)</sup>	C-s2,d0	E <sub>FL</sub>
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C <sub>FL</sub> -s1

Tabla 1. Reacción al fuego de elementos constructivos

- Revestimiento techo y paredes: C-s2, d0.
- Suelos: E<sub>FL</sub>.

### **3.4 Evacuación de ocupantes.**

#### 3.4.1 Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona.

<i>Comercial</i>	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	plantas diferentes de las anteriores	5
	En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	5

- Áreas de ventas en las que no sea previsible gran afluencia de público, como exposición y venta de vehículos:  $5 \text{ m}^2/\text{persona}$ .

La ocupación para uso previsto “administrativo”, será de  $10 \text{ m}^2/\text{persona}$

Por tanto, la ocupación de la zona comercial será:

- Área del concesionario ( $950 \text{ m}^2$ ): 190 personas.
- Área de oficinas ( $80 \text{ m}^2$ ): 8 personas.

A pesar de que parece poco probable que 190 personas permanezcan al mismo tiempo en el concesionario, se realizarán los cálculos posteriores con este dato.

Por tanto, el aforo del concesionario será de 198 personas



### 3.4.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

En la zona de concesionario existe una única salida (la propia del concesionario). Según la tabla 3.1, se debe cumplir:

- La ocupación no debe exceder de 100 personas.
- La longitud de los recorridos de evacuación no excede de 25 m.

Como la ocupación excede de 100 personas, de deben disponer dos salidas del recinto. Por tanto, se considerará la puerta que comunica el concesionario con el taller como salida del recinto.

### 3.4.3 Dimensionado de los medios de evacuación.

Se dimensionan los elementos de evacuación, según la tabla 4.1:

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ <sup>(1)</sup> $\geq 0,80$ m <sup>(2)</sup> La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. <sup>(6)</sup>	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. <sup>(7)</sup> Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas <sup>(8)</sup> para evacuación descendente para evacuación ascendente	$A \geq P / 160$ <sup>(9)</sup> $A \geq P / (160-10h)$ <sup>(9)</sup>
Escaleras protegidas Pasillos protegidos	$E \leq 3 S + 160 A_s$ <sup>(9)</sup> $P \leq 3 S + 200 A$ <sup>(9)</sup>
En zonas al aire libre: Pasos, pasillos y rampas Escaleras	$A \geq P / 600$ <sup>(10)</sup> $A \geq P / 480$ <sup>(10)</sup>

Tabla 2. Dimensionado de los medios de evacuación.

- Puertas y pasos:

$$A \geq P/200 \geq 0.8 \text{ m} \rightarrow P/200 = 198/200 = 0.99 \text{ m}$$

La anchura no debe ser menor de 0.6m, ni mayor de 1.23m. Por tanto, las dos salidas del concesionario tendrán como mínimo 1 metro de ancho.

- Escalera no protegida:

Suponiendo que hay 40 personas en la planta primera, y 20 en la planta baja:

$$A \geq P/160 \rightarrow 90/160 = 0.56 \text{ m}$$

La anchura mínima es la que se establece en el DB SUA 1-4.2.2, tabla 4.1. La escalera tendrá un ancho de 1m.

#### 3.4.4 Puertas situadas en recorridos de evacuación.

Las puertas se abrirán en el sentido de la evacuación por la parte interior mediante una barra horizontal de empuje, por estar prevista para la evacuación de más de 50 ocupantes del recinto o espacio en la que está situada.

#### 3.4.5 Señalización de los medios de evacuación.

La salida del edificio tendrá una señal con el rótulo "SALIDA".

### 3.5 Instalaciones de protección contra incendios.

#### 3.5.1 Extintores.

<b>Uso previsto del edificio o establecimiento</b>	<b>Condiciones</b>
Instalación	
<b>En general</b>	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: <ul style="list-style-type: none"> <li>- A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo <i>origen de evacuación</i>.</li> <li>- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1<sup>(1)</sup> de este DB.</li> </ul>
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas <sup>(2)</sup>

Tabla 3. Dotación de instalaciones contra incendios.

Se diseña según la tabla 1.1 de la sección SI 4. Se selecciona el "uso general", por ser el más desfavorable.

Se colocarán extintores de eficacia comprendida entre 21 A y 113 B a 15m de recorrido en cada planta como máximo desde todo origen de evacuación. Su disposición se representa en el plano correspondiente.

#### 3.5.2 Señalización de instalaciones.

## 2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

- 1 Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:
  - a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
  - b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
  - c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.
- 2 Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

Tabla 4. Señalización de instalaciones contra incendios.

Como la distancia de observación a los medios de protección contra incendios de utilización manual está entre 10 y 20 m, se debe señalar mediante la señal definida en la UNE 23033-1, cuyo tamaño será de 420 x 420 mm.

La señal deberá ser visible incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Por tanto, se colocarán luces de emergencia en las salidas, cerca de los elementos de extinción de incendios y en el interior de las oficinas.

### **3.6 Intervención de los bomberos.**

El espacio de maniobra de los bomberos, así como los viales de aproximación, cumplen con todo lo establecido en la sección SI 5.

#### **1.1 Aproximación a los edificios**

- 1 Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2, deben cumplir las condiciones siguientes:
  - a) anchura mínima libre 3,5 m;
  - b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m;
  - c) capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.
- 2 En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

*Tabla 5. Características de las vías de aproximación.*

Las características de la vía cumplen sobradamente dichas condiciones. Se trata de una vía preexistente. La anchura de la vía principal, la Av. de América, es de unos 6 m.



*Ilustración 1. Anchura de la vía Av. de América*

Las vías que se encuentran dentro de la parcela también cumplen con este requisito:

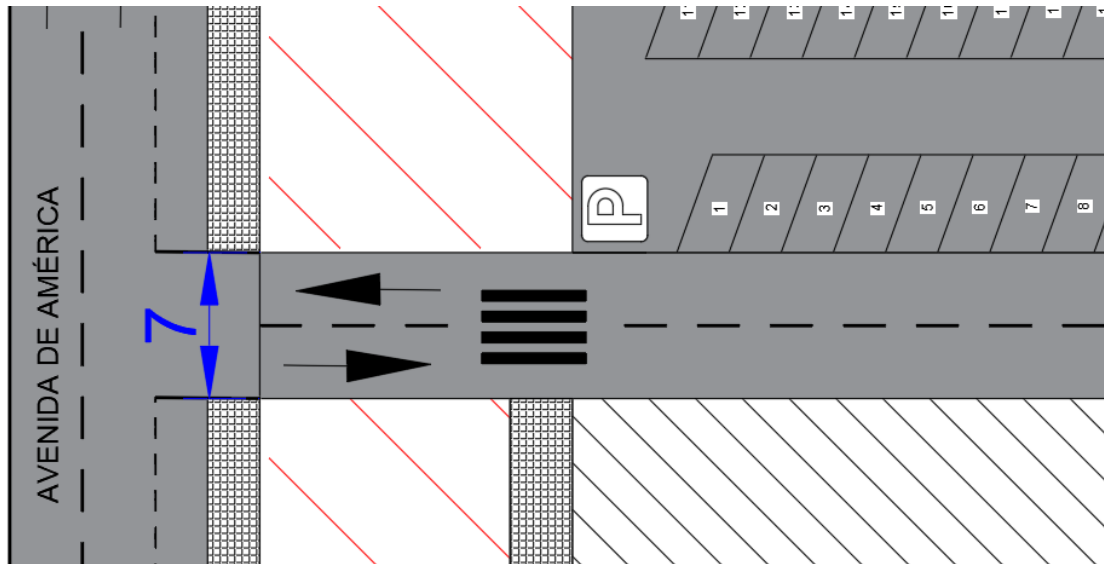


Ilustración 2. Anchura de la vía dentro de la parcela

Dentro de la parcela, se dispone de espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios.

### 3.7 Resistencia al fuego de la estructura.

A pesar de que el edificio está catalogado como industrial, y que la parte del concesionario se considera zona de uso no industrial, dentro del industrial, se realiza un estudio particular de la resistencia al fuego que exige el DB-SI en establecimientos comerciales.

Uso del sector de incendio considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda. Residencial Público. Docente. Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 <sup>(3)</sup>	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 <sup>(4)</sup>		

<sup>(1)</sup> La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

<sup>(2)</sup> En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

<sup>(3)</sup> R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

<sup>(4)</sup> R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

Tabla 6. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales.

Tabla 7. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales.

La resistencia al fuego que exige el DB-SI para este tipo de establecimientos es R 90. Por tanto, al menos en esta zona, será necesaria la implantación de alguna protección pasiva para alcanzar una resistencia al fuego de la estructura R 90.

Se podrá escoger pintura intumescente, aplicación de mortero proyectado, o placas de yeso laminado sobre los elementos metálicos estructurales.

BÉJAR, JULIO DE 2021.

Fdo.

Francisco José Hernández Gallego.

Ingeniero mecánico.

# INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

ANEJO 9

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

## Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b> .....	<b>2</b>
2.1	ELEMENTOS DE CERRAMIENTO.....	4
2.1.1	Medianería talleres-concesionario. ....	4
2.1.2	Fachada acristalada.....	5
2.1.3	Solera de hormigón armado.....	13
2.1.4	Techo y cubierta del concesionario. ....	14
2.1.5	Cerrajería.....	15
<b>3</b>	<b>CÁLCULO</b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>VENTILACIÓN</b> .....	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>VENTILACIÓN EN ZONA DE TALLER.</b> .....	<b>26</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se calcula la instalación de climatización necesaria, tanto de calefacción como de refrigeración.

El estudio de climatización se realizará en la zona de concesionario y oficinas, que es la zona abierta al público, y donde se encuentran las oficinas y la recepción. No será necesaria la instalación de climatización en las zonas de taller. Se realizará un estudio específico de la necesidad de ventilación en las zonas de taller.

Para la redacción de este proyecto se tendrán en cuenta las prescripciones marcadas por el CTE, en el documento básico de Ahorro de Energía (DB HE) que sean de obligado cumplimiento, así como el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

Las condiciones climatológicas de Alcorcón (Madrid) son:

Emplazamiento	Alcorcón
Altitud	718.0 m
Latitud (N)	40.35 grados
Longitud (E)	-3.82 grados
Temperatura seca verano	33.29 °C
Temperatura húmeda verano	20.40 °C
Oscilación media diaria	15.80 °C
Oscilación media anual	39.70 °C
Temperatura seca en invierno	-3.70 °C
Humedad relativa en invierno	90.0 %
Temperatura mínima histórica	-17.29 °C
Temperatura mínima del terreno	5.00 °C
Temperatura no perturbada del terreno	14.19 °C

Tabla 1. Condiciones climatológicas de Alcorcón (Madrid)



## 2 PROCEDIMIENTO

Es necesario conocer las pérdidas energéticas que tiene la zona de concesionario. Las pérdidas energéticas, o de calor, se calculan mediante la siguiente expresión:

$$Q = S * U * (T_i - T_e)$$

Siendo:

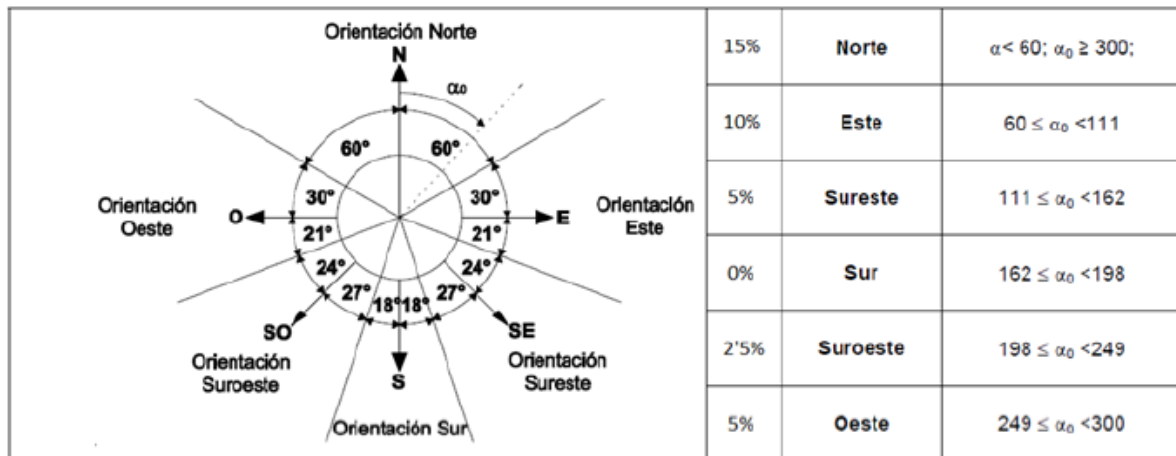
- Q: Pérdida de calor (W)
- S: Superficie ( $m^2$ ).
- U: Coeficiente de transmisión o transmitancia térmica ( $W/m^2 * ^\circ C$ ). Depende el material. Es la inversa de la resistencia térmica del componente constructivo.
- $T_i$ : Temperatura interior.
- $T_e$ : Temperatura exterior.

Se utilizarán indistintamente los grados centígrados ( $^\circ C$ ) o grado kelvin (K), ya que el gradiente de estos dos sistemas es el mismo (la variación de un grado centígrado es lo mismo que la variación de un grado kelvin). Por tanto:

$$\left( W/m^2 * ^\circ C \right) = \left( W/m^2 * K \right)$$

Se aplican dos coeficientes a las pérdidas:

- Coeficiente por orientación



Orientación de las fachadas y aumento de pérdidas por orientación

Tabla 2. Aumento de pérdidas por orientación.

Se calcula mediante la tabla anterior.

La zona de concesionario tiene la fachada principal orientada al sur, y las fachadas laterales al este y oeste. Se escoge el dato dependiendo de la zona.

- Coeficiente por parada.

Como la climatización no funcionará constantemente, se aplica un coeficiente de incremento de pérdidas debido a la parada.

Régimen de funcionamiento	Incremento en % de pérdidas Instalaciones de calefacción con:		
	Radiadores de agua caliente	Tubos empotrados en la estructura	Aire caliente
Continuo con reducción nocturna	8	5	12
Con parada de 6 a 8 h	10	8	15
Con parada de 8 a 12 h	12	10	20
Con parada de 12 a 16 h	15	12	25
Con parada de 16 a 18 h	20	15	30
Con parada de 18 a 20 h	25	20	35

Tabla 4.2.- Régimen de funcionamiento.

Tabla 3. Aumento de pérdidas por parada.

Como el sistema escogido es de aire caliente, y se tendrá una parada de al menos 12 horas, se tiene un coeficiente del 25%.

Se obtienen las temperaturas exteriores de la guía técnica "Condiciones climáticas exteriores de proyecto", del ministerio de industria, turismo y comercio.

## Guía técnica

## Condiciones climáticas exteriores de proyecto

Provincia	Estación		Indicativo				
Madrid	Getafe (Base Aérea)		3200				
<b>UBICACIÓN: AEROPUERTO</b>			<b>Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO</b>				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
617	40°18'00"	03°43'21"W	87.600 (1998-2007)	(4) 18.980 (1998-2007)			
<b>CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)</b>							
TSMIN (°C)	TS <sub>99,6</sub> (°C)	TS <sub>99</sub> (°C)	OMDC (°C)	HUMcoín (%)	OMA (°C)		
-8,6	-2,2	-0,8	12,1	84	38,2		
<b>CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)</b>							
TSMAX (°C)	TS <sub>0,4</sub> (°C)	THC <sub>0,4</sub> (°C)	TS <sub>1</sub> (°C)	THC <sub>1</sub> (°C)	TS <sub>2</sub> (°C)	THC <sub>2</sub> (°C)	OMDR (°C)
40,6	36,0	20,3	34,8	20,0	33,4	19,7	15,8
<b>CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)</b>							
TH <sub>0,4</sub> (°C)	TSC <sub>0,4</sub> (°C)	TH <sub>1</sub> (°C)	TSC <sub>1</sub> (°C)	TH <sub>2</sub> (°C)	TSC <sub>2</sub> (°C)		
21,4	34,2	20,6	33,6	20,0	33,1		

Tabla 4. Condiciones climáticas exteriores de proyecto, del ministerio de industria, turismo y comercio (Getafe).

Se obtienen los datos de Getafe (Madrid), localidad cercana a Alcorcón. Se escoge el dato del percentil del 99%. Por tanto, la temperatura a considerar es -0.8°C.

La temperatura del suelo oscila entre 5 y 14.21 °C. Se escoge un valor intermedio, de 10 °C.

## 2.1 ELEMENTOS DE CERRAMIENTO

### 2.1.1 Medianería talleres-concesionario.

Se coloca una fábrica de ladrillos de hormigón aligerado como medianería. Separa la zona de concesionario de la zona de taller. Tendrá un enlucido de yeso aislante por ambas caras.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
FAMILIA	MATERIAL O SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (kg/m <sup>2</sup> )	CALOR ESPECÍFICO	FACTOR DE RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA
Fábricas de bloque de hormigón aligerado	BH aligerado macizo espesor 200 mm	0,286	840	1000	6
	BH aligerado macizo espesor 250 mm	0,301	850	1000	6
	BH aligerado macizo espesor 300 mm	0,316	860	1000	6
	BH aligerado macizo - muro de carga- espesor 300 mm	0,309	940	1000	6
	BH aligerado hueco espesor 250 mm	0,472	760	1000	6
	BH aligerado hueco espesor 300 mm	0,455	1050	1000	6
	BH aligerado hueco - muro de carga- espesor 300 mm	0,448	1130	1000	6

Tabla 5. Conductividad térmica de la fábrica de hormigón.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
FAMILIA	MATERIAL O SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (kg/m <sup>2</sup> )	CALOR ESPECÍFICO	FACTOR DE RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA
Enlucidos	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150	1000	6
	Enlucido de yeso d < 1000	0,400	900	1000	6
	Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	0,300	750	1000	6
	Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600	0,180	550	1000	6

Tabla 6. Resistencia térmica del enlucido de yeso.

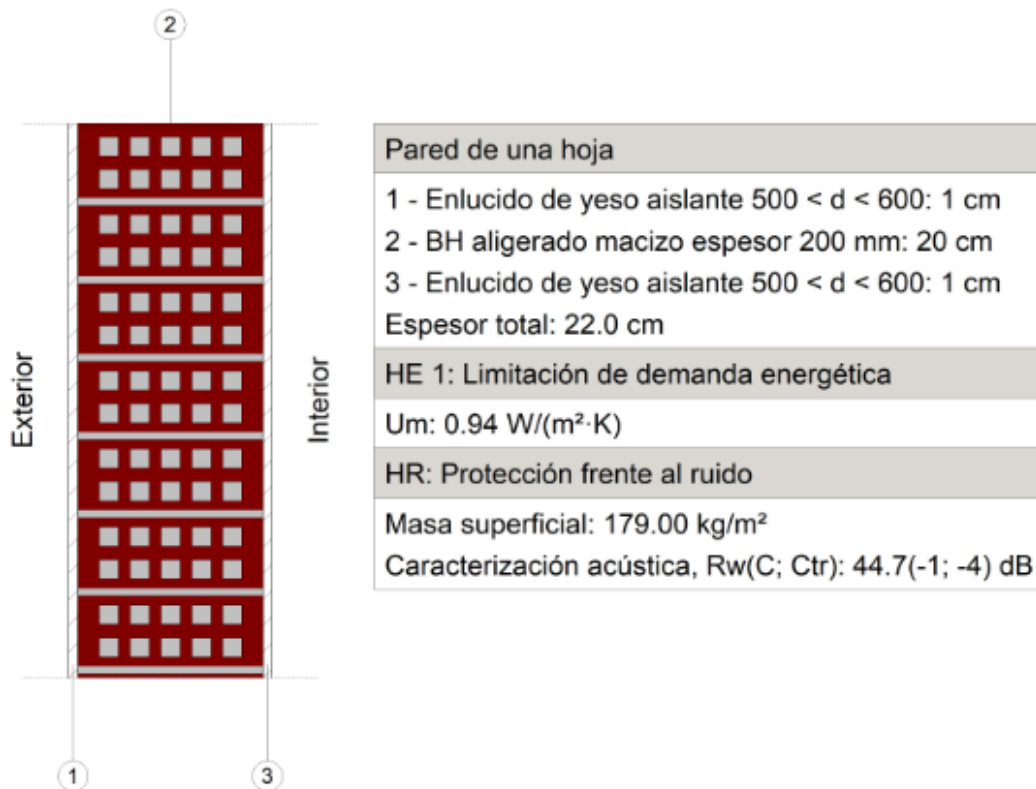


Ilustración 1. Medianería interior taller-concesionario de fábrica de hormigón.

### 2.1.2 Fachada acristalada

La fachada será un acristalamiento bajo emisivo de seguridad.

Los vidrios **bajo emisivo**, también llamados vidrios ATR (Aislante Térmico Reforzado) o vidrios «Low e» son vidrios que tienen la capacidad de reflejar la energía solar evitando que buena parte de ella entre en el interior. Es un tratamiento químico aplicado a una de las caras del vidrio.

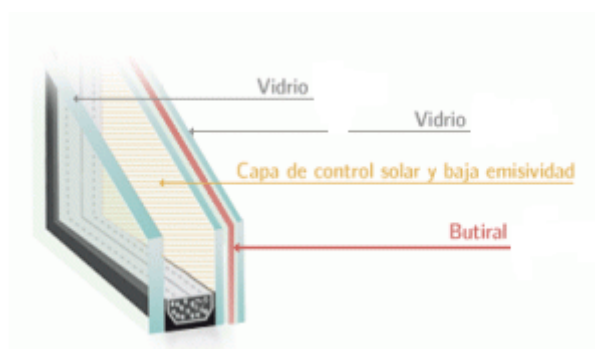


Ilustración 2. Vidrio bajo emisivo de seguridad.

El vidrio seleccionado es “Doble bajo emisivo 0.1-0.2, tipo 4-9-44,1a”, lo que significa que el acristalamiento está formado por una hoja de 4 mm y una de seguridad, formada a su vez por dos hojas de 4 mm, más una cámara de 9 mm. La notación 1a hace referencia a la capa de butiral (PVB) que une las dos hojas de seguridad.

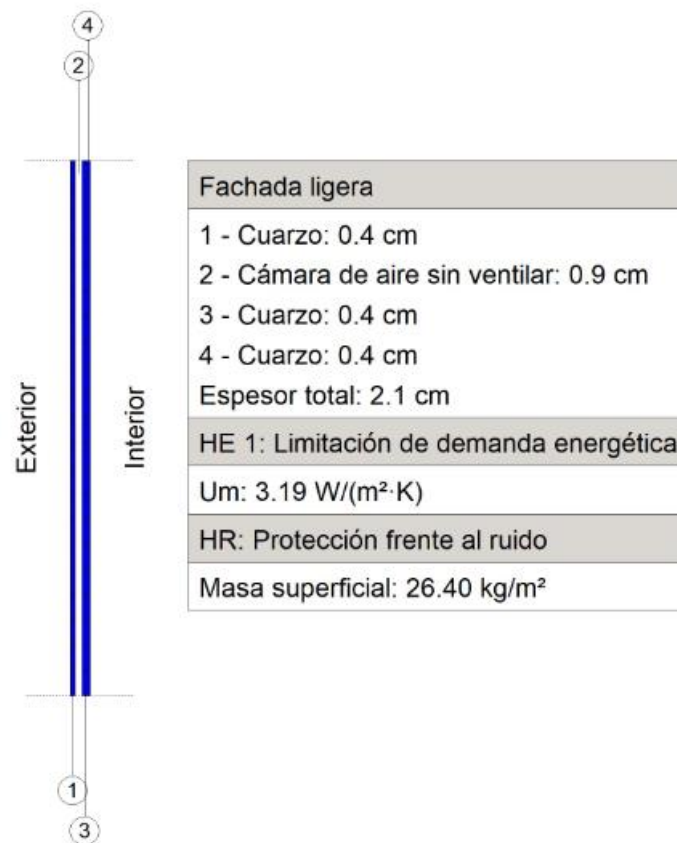


Ilustración 3. Fachada exterior acristalada.

TIPO	ESPESOR (mm)	TRANSMITANCIA (W/m <sup>2</sup> K)	
		según posición	
		horizontal	vertical
Dobles bajo emisivos 0,1-0,2	"4-6-33,1"	2,9	2,7
	"4-6-4"	3	2,7
	"4-6-44,1a"	2,9	2,7
	"4-6-55,1a"	2,9	2,7
	"4-6-6"	2,9	2,7
	"4-6-66,1a"	2,9	2,6
	"4-9-33,1"	2,6	2,3
	"4-9-4"	2,7	2,3
	"4-9-44,1a"	2,6	2,3
	"4-9-55,1a"	2,6	2,2
	"4-9-6"	2,7	2,3
	"4-9-66,1a"	2,6	2,2
	"4-12-33,1"	2,6	2

Ilustración 4. Transmitancia térmica del vidrio bajo emisivo seleccionado.

### 2.1.2.1 Cálculo de los montantes y diagonales

Para soportar la carga de los elementos acristalados de la fachada, será necesaria una estructura auxiliar, cuyo montaje se realizará a base de montantes verticales y travesaños horizontales.

Los elementos del cerramiento se acoplan individualmente y por separado sobre la estructura auxiliar.

La función principal del “muro cortina” será la transmisión del esfuerzo estático y dinámico que actúa sobre el muro, a la estructura del edificio, en este caso, a pilares hastiales y laterales.

La estructura deberá realizarse de tal manera que sea posible la sustitución de un elemento aislado.

La carga de viento más desfavorable para los pilares hastiales se obtiene del anejo del cálculo estructural, y es la siguiente:

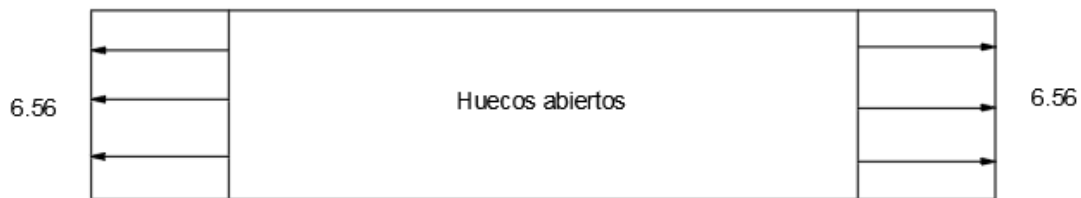


Ilustración 5. Carga de viento en hastiales ( $6.56 \text{ kN/m}$ ).

La carga lineal sobre pilares es  $6.56 \text{ kN/m}$ . Por tanto, la carga superficial sobre la fachada será:

$$Q_{viento} = \frac{6.56 \text{ kN/m}}{L_{pilar}(10 \text{ m})} = 0.656 \text{ kN/m}^2 = 65.6 \text{ kg/m}^2$$

La disposición de los montantes verticales será:

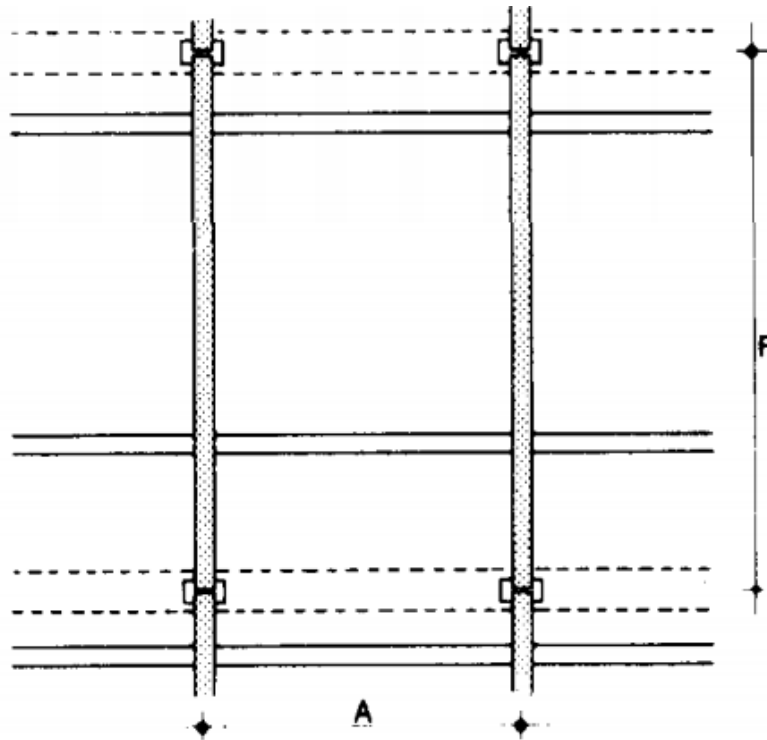


Ilustración 6. Montantes verticales.

La NTE-FPC, relativa al diseño de muros cortina, ofrece una tabla para dimensionar la estructura del muro a partir de la carga del viento, la distancia entre montantes “A”, y la distancia entre anclajes “F”. También dependerá de si el acristalamiento es simple “S”, o doble “D”:

Carga de viento q en kg m <sup>2</sup>	Distancia A entre montantes en cm								Distancia F entre anclajes en cm										Acristalamiento
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	
65	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	53,28	66,54	81,85	99,34	119,15	141,44	166,35	194,02	224,00	S
										89,65	111,98	137,73	167,15	200,49	238,00	279,91	326,47	377,93	D
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	61,48	76,78	94,44	114,62	137,48	163,20	191,94	223,87	259,16	S
										103,45	129,21	158,92	192,87	231,34	274,61	322,97	376,70	436,08	D
85	68	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	69,67	87,02	107,04	129,90	155,81	184,96	217,53	253,72	293,71	S
										117,24	146,43	180,11	218,53	262,19	311,23	366,04	420,93	484,22	D
95	76	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	77,87	97,26	119,63	145,18	174,14	206,72	243,12	283,57	328,26	S
										131,03	163,66	201,30	244,30	293,03	347,85	409,10	477,16	552,37	D
105	84	70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	86,07	107,50	132,22	160,47	192,48	228,43	269,72	313,42	362,82	S
										144,83	180,89	222,49	270,02	323,88	384,46	452,16	527,38	610,51	D
115	92	78	66	✓	✓	✓	✓	✓	✓	94,27	117,74	144,81	175,75	210,81	250,24	294,31	343,27	397,37	S
										153,62	198,12	243,68	296,73	354,72	421,08	495,23	577,61	668,66	D
125	100	83	71	✓	✓	✓	✓	✓	✓	102,46	127,98	157,41	191,03	229,14	272,00	319,90	373,12	431,93	S
										172,42	215,35	264,87	321,45	385,57	457,69	538,29	627,84	726,80	D
135	108	90	77	67	✓	✓	✓	✓	✓	110,66	133,21	170,00	206,32	247,47	293,76	345,49	402,96	466,48	S
										186,21	232,57	286,06	347,17	416,42	494,31	581,35	676,06	784,94	D
145	116	96	82	72	✓	✓	✓	✓	✓	118,86	148,45	182,59	221,60	265,80	315,52	371,08	432,81	501,04	S
										200,00	249,80	307,25	372,88	447,26	530,92	624,42	728,29	843,09	D
150	120	100	85	75	66	✓	✓	✓	✓	122,96	153,57	188,89	229,24	274,97	326,40	383,88	447,74	518,31	S
										206,90	258,41	317,84	385,74	462,68	549,23	646,95	753,41	872,16	D
	132	109	94	82	73	65	✓	✓	✓	135,25	168,93	207,78	252,16	302,48	360,04	422,27	492,51	570,15	S
										227,59	284,26	349,63	424,32	508,95	604,15	710,54	828,75	959,38	D
150	130	111	97	86	77	70	65	✓	✓	159,85	199,64	245,55	298,01	357,48	424,32	499,94	582,06	673,81	S
										268,97	335,94	413,19	501,47	601,49	714,00	839,74	979,43	1.133,81	D
	150	128	112	100	89	81	75	✓	✓	184,44	230,36	283,33	343,86	412,45	489,61	575,82	671,61	777,48	S
										310,35	387,63	476,76	578,61	694,03	823,85	968,93	1.130,11	1.308,24	D
		145	127	113	102	92	85	✓	✓	209,03	261,07	321,11	389,71	467,45	554,88	652,90	761,16	881,14	S
										351,73	439,31	540,33	655,76	786,56	933,69	1.098,12	1.280,79	1.482,67	D

Ilustración 7. Momento de inercia I en cm<sup>4</sup> de montantes verticales.

De la tabla se obtiene que el momento de inercia del perfil del montante vertical debe ser de  $349.63 \text{ cm}^4$ .

La disposición de los travesaños horizontales será:

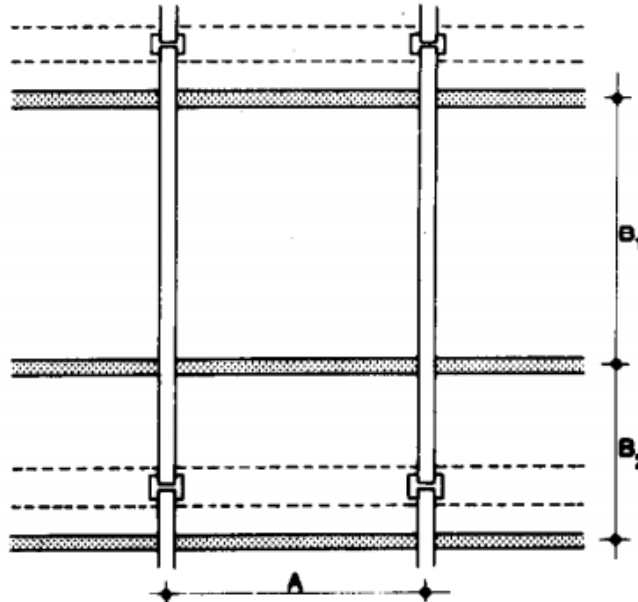


Ilustración 8. Disposición de los travesaños horizontales.

Carga de viento q en kg/m <sup>2</sup>	Distancia A entre montantes en cm								Distancia B <sub>1</sub> o B <sub>2</sub> entre travesaños en cm								Acristalamiento		
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	80	100	120	140	160	180	200		220	240 = 320
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,57									
95	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,95									
113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,72									
135	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1,20									
150	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0,88									
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1,46									
95	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1,03	1,08								
113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1,71	1,80								
135	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1,14	1,19								
150	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1,90	1,98								
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1,33	1,40								
95	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2,21	2,33								
113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1,68	1,77								
135	71	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2,00	2,05								
150	79	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2,04	2,27	2,36							
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3,40	3,78	3,93							
95	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2,39	2,65	2,74							
113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3,98	4,41	4,56							
135	71	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2,66	2,95	3,05							
150	79	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4,43	4,91	5,08							
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3,17	3,61	3,91	4,01						
95	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	5,28	6,01	6,51	6,68						
113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3,84	4,38	4,75	4,87						
135	71	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6,40	7,30	7,91	8,11						
150	79	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4,51	5,37	5,98	6,35	6,47					
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7,51	8,95	9,96	10,58	10,78					
95	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	5,02	5,88	6,54	6,95	7,09					
113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8,36	9,80	10,90	11,58	11,81					
135	71	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	5,31	6,18	6,88	7,31	7,45					
150	79	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9,85	10,30	11,40	12,10	12,42					
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6,43	7,50	8,35	8,87	9,04					
95	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10,71	12,50	13,91	14,78	15,08					
113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7,54	8,97	10,16	11,03	11,56	11,75				
135	71	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12,56	14,95	16,93	18,38	19,28	19,58				
150	79	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8,38	9,87	11,17	12,13	12,72	12,92				
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	13,96	16,45	18,61	20,21	21,20	21,53				
95	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9,91	11,78	13,49	14,87	15,88	16,50	16,71			
113	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16,51	19,53	22,48	24,78	26,46	27,50	27,85			
135	71	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	11,63	13,80	15,90	17,53	18,72	19,45	19,79			
150	79	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19,38	23,15	26,50	29,21	31,20	32,41	32,98			
75	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12,92	15,68	18,12	20,16	21,64	23,00	23,76	24,03		
95	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	20,55	25,55	29,95	33,67	36,40	38,41	39,83	40,75		

Ilustración 9. Coeficientes c y d.



El momento de inercia del conjunto será:

$$J = c + d$$

Como  $c = d$ :

$$J = 2c = 2 * 23.15 = 46.3 \text{ cm}^4$$

		Distancia A entre montantes en cm																	
		80		100		120		140		160		180		200		220		240	
Acrista- lamiento	Distancia B entre travesaños	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D
		90																	
100	0,66	2,20	1,11	3,70	1,66	5,53	2,93	9,76	3,94	13,13	5,08	16,93	6,36	21,20	9,46	31,53	11,38	37,00	
120	0,79	2,63	1,33	4,43	1,99	6,63	3,52	11,73	4,73	15,76	6,10	20,33	7,63	25,43	11,35	37,63	13,66	45,53	
140	0,91	3,03	1,55	5,16	2,33	7,76	4,10	13,66	5,51	18,36	7,11	23,70	8,90	29,66	13,24	44,13	15,94	53,13	
160	1,05	3,50	1,77	5,90	2,66	8,86	4,63	15,63	6,30	21,00	8,13	27,10	10,17	33,90	15,13	50,43	18,22	60,73	
180	1,13	3,76	1,99	6,63	2,99	9,96	5,28	17,60	7,09	23,63	9,14	30,46	11,44	38,13	17,02	56,73	20,50	68,33	
200	1,31	4,36	2,22	7,40	3,32	11,06	5,87	19,56	7,88	26,26	10,16	33,86	12,72	42,40	18,91	63,03	22,77	75,90	
220	1,44	4,80	2,44	8,13	3,65	12,16	6,45	21,60	8,67	28,90	11,18	37,26	13,99	46,63	20,81	69,36	25,05	83,50	
240	1,57	5,23	2,68	8,86	3,90	13,30	7,03	23,43	9,46	31,53	12,19	40,63	15,26	50,86	22,70	75,66	27,33	91,10	
260	1,70	5,66	2,88	9,60	4,32	14,40	7,63	25,43	10,24	34,13	13,21	44,03	16,53	55,10	24,54	81,80	29,61	98,70	
280	1,83	6,10	3,10	10,33	4,65	15,50	8,21	27,36	11,03	36,76	14,23	47,66	17,80	59,33	26,48	88,26	31,89	106,30	
300	1,96	6,53	3,41	11,36	4,99	16,63	8,79	29,30	11,82	39,40	15,25	50,83	19,07	63,56	28,37	94,56	34,17	113,90	
320	2,09	6,96	3,54	11,80	5,31	17,70	9,38	31,26	12,60	42,00	16,26	54,20	20,34	67,80	30,26	100,86	36,44	121,46	

Tabla 7. Momento de inercia T en  $\text{cm}^4$ .

De la tabla se obtiene:

$$T = 21.20 \text{ cm}^4$$

- **Para el cálculo de los montantes verticales:**

Las tablas anteriores muestran la inercia del perfil respecto del eje "a".

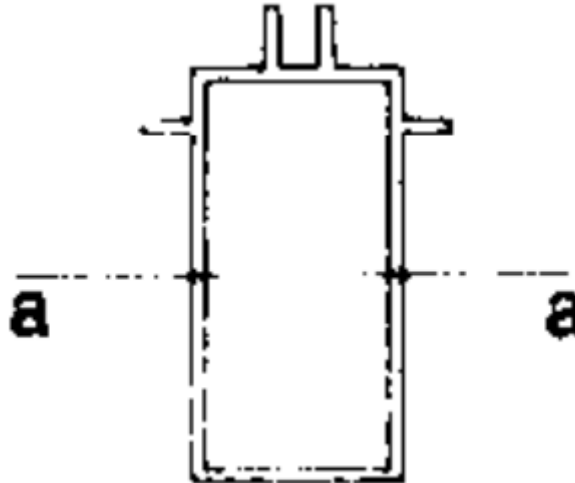
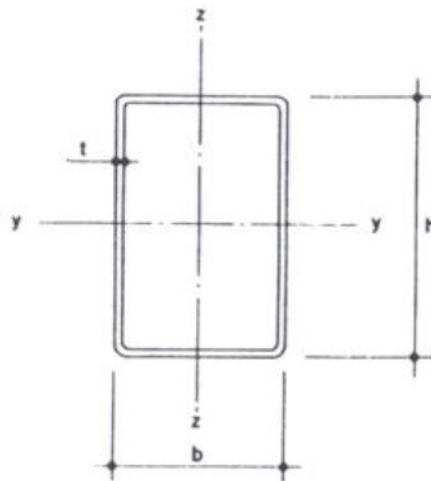


Ilustración 10. Eje "a"

Dicha inercia se corresponde con la inercia en el eje Y en un tubo rectangular. Por tanto:

$$I = 349.63 \text{ cm}^4 = 3.5 * 10^6 \text{ mm}^4 * \frac{1}{3} = 1.2 * 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow I_y$$

Se multiplica por  $\frac{1}{3}$  por ser de acero.



Dimensiones		m	p	Superficie		Valores estáticos													
b · h	t			S <sub>m</sub>	S <sub>t</sub>	A	A <sub>v,y</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y,pl</sub>	i <sub>y</sub>	A <sub>v,x</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>z,pl</sub>	i <sub>z</sub>	I <sub>t</sub>		
mm	mm	kg/m	kN/m	m <sup>2</sup> /m	m <sup>2</sup> /t	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup> (x 10 <sup>6</sup> )	mm <sup>3</sup> (x 10 <sup>3</sup> )	mm <sup>3</sup> (x 10 <sup>3</sup> )	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup> (x 10 <sup>6</sup> )	mm <sup>3</sup> (x 10 <sup>3</sup> )	mm <sup>3</sup> (x 10 <sup>3</sup> )	mm	mm <sup>4</sup> (x 10 <sup>6</sup> )		
60 · 100	2	4,83	0,0483	0,312	64,9	615	384	0,871	17,4	21,0	37,6	231	0,395	13,2	14,7	25,3	0,828		
	3	7,17	0,0717	0,312	43,7	914	571	1,26	25,2	30,7	37,1	343	0,566	18,9	21,5	24,8	1,190		
	4	9,47	0,0947	0,312	33,1	1210	754	1,63	32,5	40,0	36,7	452	0,722	24,1	27,8	24,4	1,520		
	5	11,7	0,117	0,312	26,8	1490	933	1,96	39,2	48,6	36,2	560	0,862	28,7	33,8	24,0	1,820		
	6	13,9	0,139	0,312	22,5	1770	1110	2,27	45,5	57,1	35,8	664	0,988	33,0	39,3	23,6	2,090		
80 · 100	2	5,57	0,0557	0,361	64,8	710	395	1,06	21,3	24,9	38,6	315	0,754	18,9	21,4	32,6	1,320		
	3	8,28	0,0828	0,361	43,6	1060	587	1,54	30,9	36,5	38,2	468	1,090	27,3	31,3	32,1	1,920		
	4	10,9	0,109	0,361	32,9	1390	775	1,99	39,9	47,6	37,8	619	1,410	35,1	40,8	31,7	2,180		
	5	13,6	0,136	0,361	26,6	1730	960	2,41	48,3	58,3	37,3	767	1,690	42,4	49,8	31,3	2,990		
	6	16,1	0,161	0,361	22,4	2050	1140	2,80	56,1	60,4	36,9	912	1,960	49,0	58,3	30,8	3,460		
60 · 120	2	5,57	0,0557	0,361	64,8	710	474	1,36	22,6	27,6	43,6	236	0,462	15,4	17,1	25,5	1,060		
	3	8,28	0,0828	0,361	43,6	1060	704	1,97	32,9	40,6	43,2	351	0,694	22,1	24,9	25,0	1,530		
	4	10,0	0,109	0,361	32,9	1390	930	2,55	42,5	52,9	42,7	464	0,850	28,3	32,3	24,6	1,960		
	5	13,0	0,136	0,361	26,6	1730	1150	3,09	51,6	64,8	42,3	575	1,010	33,8	39,3	24,2	2,360		
	6	16,1	0,161	0,361	22,4	2050	1370	3,60	60,0	76,0	41,8	694	1,160	38,8	45,8	23,8	2,710		
7	18,5	0,186	0,361	19,3	2380	1580	4,07	67,9	86,8	41,4	791	1,300	43,3	51,9	23,3	3,030			

Ilustración 11. Tubo rectangular.

Por tanto, se podrá utilizar como montante vertical un tubo rectangular de 60x120 mm, con 2 mm de espesor.

- Para el cálculo de los travesaños horizontales:

Estos perfiles serán necesarios para unir los montantes a una altura de 1 m.

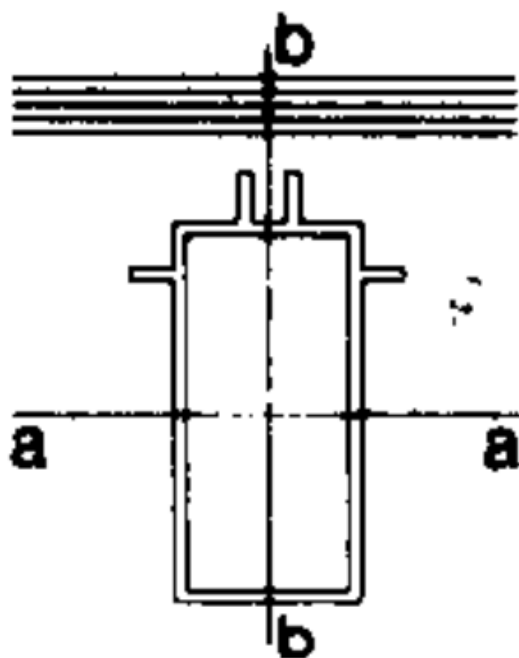


Ilustración 12. Ejes "a" y "b"

En este caso, el perfil quedará definido por el momento de inercia J respecto al eje "a", y el momento de inercia T respecto al eje "b".

Estos ejes corresponden con los ejes "y" y "z" respectivamente.

$$J = 46.3 \text{ cm}^4 = 0.463 * 10^6 \text{ mm}^4 * \frac{1}{3} = 0.154 * 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow I_y$$

$$T = 21.20 \text{ cm}^4 = 0.212 * 10^6 \text{ mm}^4 * \frac{1}{3} = 0.07 * 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow I_z$$

Dimensiones					Superficie		Valores estáticos													
b · h	t	m	p	S <sub>m</sub>	S <sub>t</sub>	A	A <sub>v,y</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>pl,y</sub>	I <sub>y</sub>	A <sub>v,x</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>pl,z</sub>	i <sub>z</sub>	I <sub>t</sub>			
mm <sup>2</sup>	mm	kg/m	kN/m	m <sup>2</sup> /m	m <sup>2</sup> /ft	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup> (x 10 <sup>6</sup> )	mm <sup>3</sup> (x 10 <sup>3</sup> )	mm <sup>3</sup> (x 10 <sup>3</sup> )	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup> (x 10 <sup>6</sup> )	mm <sup>3</sup> (x 10 <sup>3</sup> )	mm <sup>3</sup> (x 10 <sup>3</sup> )	mm	mm <sup>4</sup> (x 10 <sup>6</sup> )			
30 · 50	2	2,36	0,0236	0,156	66,3	301	188	0,101	4,06	4,99	18,3	113	0,045	3,0	3,47	12,2	0,095			
	3	3,47	0,0347	0,156	45,1	442	276	0,142	6,68	7,13	17,9	166	0,061	4,12	4,91	11,8	0,130			
	4	4,53	0,0453	0,156	34,5	578	361	0,176	7,06	9,04	17,4	217	0,075	5,01	6,16	11,4	0,158			
20 · 60	2	2,36	0,0236	0,156	66,3	301	226	0,125	4,19	5,45	20,4	75	0,020	0,08	2,41	8,3	0,057			
	3	3,47	0,0347	0,156	45,1	442	332	0,176	5,87	7,79	19,9	111	0,027	2,76	3,35	7,9	0,076			
	4	4,53	0,0453	0,156	34,5	578	434	0,219	7,31	9,88	19,4	145	0,032	3,25	4,12	7,4	0,089			
40 · 60	2	2,86	0,0286	0,188	65,8	364	218	0,193	6,43	7,77	23,0	218	0,102	5,11	5,85	16,7	0,202			
	3	4,21	0,0421	0,188	44,6	537	322	0,273	9,12	11,2	22,5	323	0,148	7,15	8,20	16,2	0,283			
	4	5,52	0,0552	0,188	34,1	703	422	0,345	11,5	14,4	22,1	422	0,178	8,90	10,7	15,9	0,353			
30 · 70	2	2,86	0,0286	0,188	65,8	364	255	0,234	6,70	8,43	25,3	109	0,060	4,05	4,59	12,9	0,151			
	3	4,21	0,0421	0,188	44,6	537	376	0,333	9,52	12,2	24,9	161	0,083	5,58	6,53	12,4	0,208			
	4	5,52	0,0552	0,188	34,1	703	492	0,420	12,0	15,6	24,4	211	0,102	6,83	8,24	12,0	0,256			
50 · 70	2	3,60	0,036	0,235	65,4	458	267	0,330	9,34	11,2	26,7	191	0,193	7,75	8,83	20,5	0,367			
	3	5,32	0,0532	0,235	44,2	678	395	0,470	13,4	16,2	26,2	283	0,274	11,0	12,8	20,1	0,521			
	4	7,0	0,070	0,235	33,6	892	520	0,600	17,0	20,9	25,8	372	0,346	13,9	16,4	19,7	0,658			
	5	8,63	0,0863	0,235	27,2	1100	641	0,700	20,3	25,3	25,3	459	0,409	16,4	19,8	19,2	0,777			
40 · 80	2	3,60	0,036	0,235	65,4	458	306	0,390	9,74	12,0	29,1	153	0,131	6,55	7,37	16,9	0,302			
	3	5,32	0,0532	0,235	44,2	678	452	0,560	14,0	17,5	28,6	226	0,184	9,21	10,6	16,4	0,427			
	4	7,0	0,070	0,235	33,6	892	595	0,710	17,8	22,5	28,2	297	0,230	11,5	13,6	16,0	0,534			
	5	8,63	0,0863	0,235	27,2	1100	734	0,850	21,2	27,3	27,7	366	0,269	13,5	16,3	15,6	0,625			
60 · 80	2	4,34	0,0434	0,283	65,1	552	315	0,510	12,8	15,1	30,4	237	0,327	10,9	12,4	24,3	0,601			
	3	6,43	0,0643	0,283	43,9	819	468	0,740	18,4	22,1	29,9	351	0,468	15,6	18,1	23,9	0,862			
	4	8,48	0,0848	0,283	33,3	1080	617	0,940	23,6	28,6	29,5	483	0,596	19,9	23,3	23,4	1,10			
	5	10,5	0,105	0,283	26,9	1340	765	1,13	28,3	34,8	29,1	575	0,710	23,7	28,3	23,0	1,30			
	5	10,5	0,105	0,283	26,9	1340	765	1,13	28,3	34,8	29,1	575	0,710	23,7	28,3	23,0	1,30			
	6	12,4	0,124	0,283	22,7	1580	902	1,30	32,6	40,5	28,6	678	0,813	27,1	32,8	22,6	1,50			

Tabla 8. Tubo rectangular.

Por tanto, se podrá utilizar como travesaño horizontal un tubo rectangular de 40x60 mm, con 2 mm de espesor.

### 2.1.3 Solera de hormigón armado

Se dispondrá de una solera, y sobre ella, se colocarán baldosas como pavimento en la zona de concesionario. En la parte del taller, quedará la solera vista. En la zona de concesionario como mínimo, se colocará bajo la solera una capa de poliestireno extruido (XPS), con el fin de tener un aislamiento térmico, y, por tanto, reducir su transmitancia térmica.

	vidrio prensado	1,200	2000	1/30	1,00E+30
Aislantes	EPS Poliestireno Expandido [ 0,029 W/[mK]]	0,029	30	1000	20
	EPS Poliestireno Expandido [ 0,037 W/[mK]]	0,038	22	1000	20
	EPS Poliestireno Expandido [ 0,046 W/[mK]]	0,046	10	1000	20
	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0,034	37,5	1000	100
	XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC	0,025	37,5	1000	100

Tabla 9. Conductividad del XPS

	Hormigón	2,500	2600	1000	80
	Hormigón con armado transversal al espesor d > 2500	2,500	2600	1000	80

Tabla 10. Conductividad de la solera.

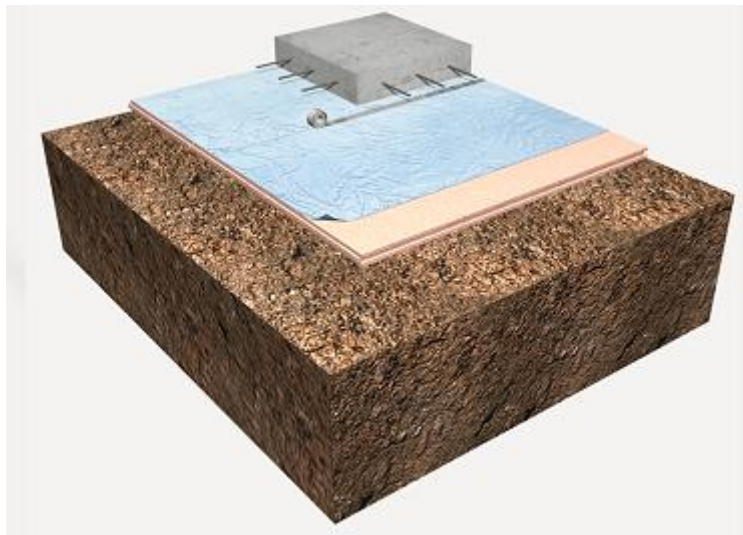
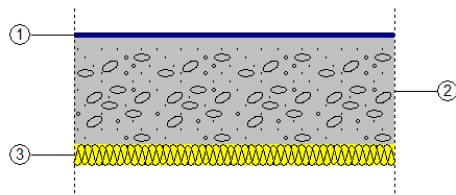


Ilustración 13. Detalle del aislamiento de XPS



<b>Solera</b>
1 - Plaqueta o baldosa cerámica: 1 cm 2 - Hormigón armado $d > 2500$ : 20 cm 3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO <sub>2</sub> [ 0.034 W/[mK]]: 4 cm Espesor total: 25.0 cm
<b>HE 1: Limitación de demanda energética</b>
Us: 0.38 W/(m <sup>2</sup> ·K) (Para una solera con longitud característica B' = 5 m) Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 0.5 m y resistencia térmica: 0.5 m <sup>2</sup> ·K/W)
<b>Detalle de cálculo (Us)</b>
Superficie del forjado, A: 100.00 m <sup>2</sup> Perímetro del forjado, P: 40.00 m Resistencia térmica del forjado, R <sub>f</sub> : 1.27 m <sup>2</sup> ·K/W Resistencia térmica del aislamiento perimetral, R <sub>f</sub> : 0.50 m <sup>2</sup> ·K/W Espesor del aislamiento perimetral, dn: 5.00 cm Tipo de terreno: Arena semidensa
<b>HR: Protección frente al ruido</b>
Masa superficial: 541.50 kg/m <sup>2</sup> Masa superficial del elemento base: 540.00 kg/m <sup>2</sup> Caracterización acústica, R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> ): 62.2(-1; -7) dB Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L <sub>n,w</sub> : 68.4 dB

Ilustración 14. Solera de hormigón armado + aislamiento de XPS

### 2.1.4 Techo y cubierta del concesionario.

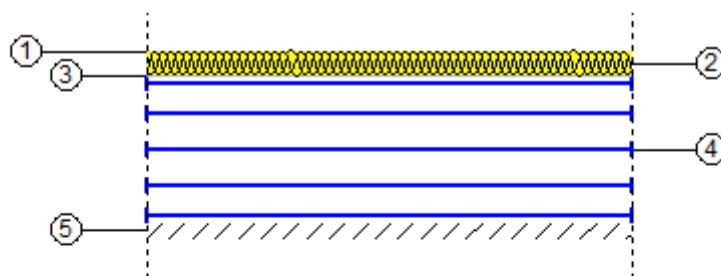
Se dispondrá de un falso techo con el objetivo de ocultar la cubierta de la nave. El falso techo se solucionará con placas de escayola. Por encima de éste se encuentra la cubierta de la nave, que está formada de paneles sándwich.

Yesos	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,250	825	1000	4
-------	--	-------	-----	------	---

Tabla 11. Conductividad de la placa de escayola.

Metales	Acero	50,000	7800	450	1,00E+30
---------	-------	--------	------	-----	----------

Tabla 12. Conductividad del acero.



Tipo: Tejado
1 - Acero: 0.1 cm
2 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]: 3 cm
3 - Acero: 0.1 cm
4 - Cámara de aire/suspensión: 18 cm
5 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900: 2 cm
Esesor total: 23.2 cm
HE 1: Limitación de demanda energética
Uc refrigeración: 0.79 W/(m²·K)
Uc calefacción: 0.84 W/(m²·K)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 33.23 kg/m²
Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 31.3(-1; -1) dB

Ilustración 15. Cubierta

La cámara de aire descrita en la ilustración anterior es falsa. El programa CYPE MEP no permite la introducción de un número mayor de 18 cm en este apartado. En realidad, la distancia entre el cumbrero y el falso techo es de 2.5 m. Haciendo una media, se supone que existe una cámara de aire ligeramente ventilada de 1.25 m.

### 2.1.5 Cerrajería

Del proyecto de seguridad contra incendios, se conoce que la puerta que conecta el concesionario con la zona de taller debe tener 1 metro de ancho. Se selecciona una puerta cortafuegos pivotante, de 1 metro de ancho por 2 de alto. La puerta se compone de dos hojas de acero galvanizado, y en su interior lana de roca de alta densidad. Su transmitancia global es de  $2.18 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ .

La puerta principal del concesionario se puede asimilar a la fachada acristalada, ya que las puertas también son acristaladas con las mismas características. En el proyecto contra incendios, la norma DB SI especifica que las puertas deben tener un ancho máximo de 1.23 m. Se colocará una puerta compuesta por dos hojas, de 1.2 m cada una con una anchura total de 2.4 m, suficiente para permitir el acceso de vehículos al concesionario.

Por otro lado, se tiene un hueco en el piso superior, correspondiente a las puertas del montacoches. Las características de transmitancia de las puertas dependerán del montacoches seleccionado.



Una buena opción puede ser una puerta seccional que abre por encima de la abertura de la puerta, como la siguiente:



Ilustración 16. Puerta del montacoches

Por tanto, se puede suponer que la puerta está compuesta de paneles de vidrio.

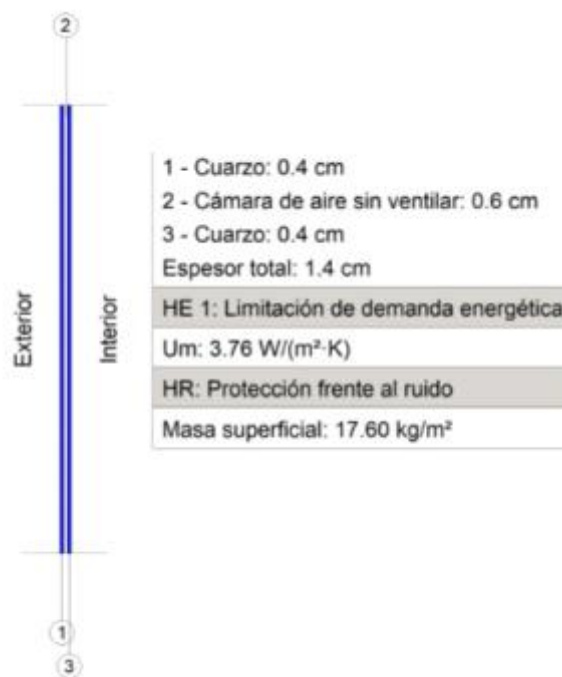


Ilustración 17. Vidrio de la puerta del montacoches.

	U <sub>v</sub> , W/(m²·K)	U <sub>f</sub> , W/(m²·K)	U <sub>t</sub> , W/(m²·K)
Dobles	"4-6-33,1"	3,6	3,2
	"4-6-4"	3,6	3,3
	"4-6-44,1a"	3,6	3,2
	"4-6-55,1a"	3,5	3,2

Tabla 13. Transmitancia del vidrio de la puerta del montacoches

Esta puerta podrá ser también del tipo "apertura rápida" de lona, pero deberá igualar o superar las características de transmitancia de la puerta descrita anteriormente.

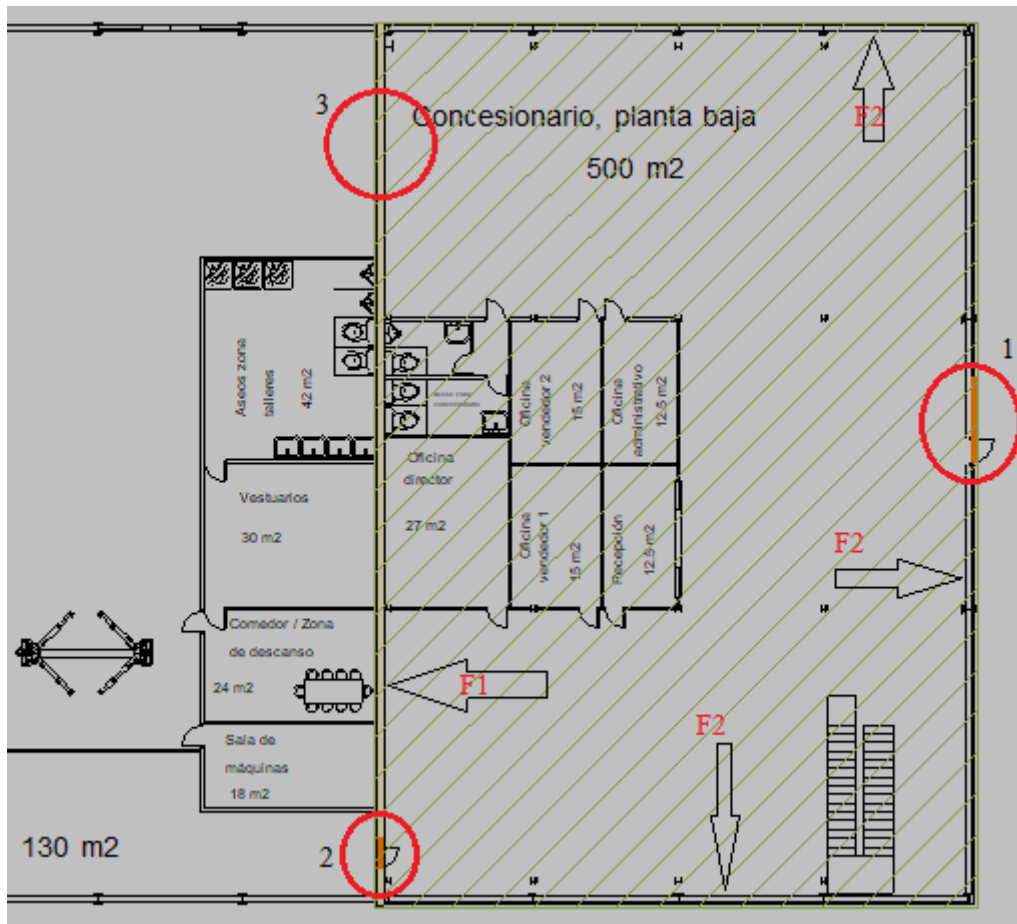
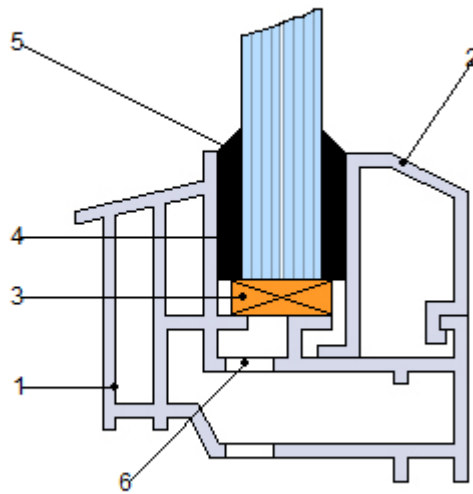


Ilustración 18. Detalles de fachada y huecos.

- 1: Puerta principal, acristalada.
- 2: Puerta contraincendios de unión entre concesionario y taller.
- 3: Hueco del montacoches.
- F1: Fachada de medianería, de fábrica de hormigón.
- F2: Fachada acristalada.

La fachada acristalada se colocará con perfil continuo de neopreno, de la siguiente manera:





- 1: Bastidor.
- 2: Junquillo.
- 3: Calzo de apoyo.
- 4: Perfil de neopreno.
- 5: Sistema de estanqueidad.
- 6: Orificio para drenaje.

Ilustración 19. Colocación de la fachada acristalada.

### 3 CÁLCULO

Se obtienen el espesor y la conductividad térmica de los valores de cálculo del programa LIDER, ya que son válidos en el ámbito de aplicación del CTE.

La resistencia térmica es la inversa de la transmitancia térmica, y se calcula como:

$$R = \frac{e}{\lambda} \left( m^2 * ^\circ C / W \right)$$

- $e$ : espesor.
- $\lambda$ : Conductividad térmica.  $W / m * ^\circ C$

El código técnico define las resistencias térmicas superficiales, correspondientes a  $R_{si}$  y  $R_{se}$  correspondientes al aire interior y exterior, respectivamente. Dichas resistencias se sumarán a las propias de cada material.

Para cerramientos en contacto con el aire exterior, se obtiene  $R_{si}$  y  $R_{se}$  de la tabla E.1:

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Para cerramientos interiores, se obtiene  $R_{si}$  y  $R_{se}$  de la tabla E.6:

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor		R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente		0,17	0,17

Por tanto, para el suelo y el acristalamiento, se tomarán de la tabla E.1. Se considerará el taller como zona no habitable, ya que no está climatizada. Por tanto, para el tabique que separa el concesionario del taller, y para el techo, los valores de  $R_{si}$  y  $R_{se}$  se obtendrán de la tabla E.6.

TIPO DE CERRAMIENTO	PARTES	Esesor	Conductividad $\lambda$ (W/m·°C)	Resistencia térmica R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> ·°C/W)	Resistencia térmica R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C/W)	Resistencia térmica R <sub>si</sub> (m <sup>2</sup> ·°C/W)	Resistencia térmica Total R <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> ·°C/W)	Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> ·°C)
		e (m)						
MEDIANERÍA TALLER-CONCESIONARIO	Enlucido de yeso aislante	0.01	0.18	0.06	0.13	0.13	1.07	<b>0.93</b>
	Bloque de hormigón	0.20	0.29	0.70				
	Enlucido de yeso aislante	0.01	0.18	0.06				

Tabla 14. Transmitancia de la medianería

TIPO DE CERRAMIENTO	PARTES	Esesor	Conductividad $\lambda$ (W/m·°C)	Resistencia térmica R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> ·°C/W)	Resistencia térmica R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C/W)	Resistencia térmica R <sub>si</sub> (m <sup>2</sup> ·°C/W)	Resistencia térmica Total R <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> ·°C/W)	Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> ·°C)
		e (m)						
PARED EXT. ACRISTALAMIENTO	Hoja 4-9-44,1a	0.02	0.04	0.44	0.04	0.13	0.61	<b>1.65</b>

Tabla 15. Transmitancia de la fachada acristalada

La resistencia térmica de la fachada no se conoce en principio. Se calcula a partir de la transmitancia inicial, de  $2.3 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ :

$$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{1}{U} = \frac{1}{2.3} = 0.44 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$$

TIPO DE CERRAMIENTO	PARTES	Espesor	Conductividad $\lambda$ (W/m $\cdot$ °C)	Resistencia térmica $R_i$ (m $^2$ ·°C/W)	Resistencia térmica $R_{se}$ (m $^2$ ·°C/W)	Resistencia térmica $R_{si}$ (m $^2$ ·°C/W)	Resistencia térmica Total $R_T$ (m $^2$ ·°C/W)	Transmitancia térmica $U$ (W/m $^2$ ·°C)
		e (m)						
TECHO	Placa de escayola	0.01	0.25	0.04	0.04	0.10	10.44	<b>0.10</b>
	Cámara de aire	1.25	0.13	9.38				
	Chapa acero	0.001	50.00	0.00002				
	XPS	0.03	0.03	0.88				
	Chapa acero	0.001	50.00	0.00002				

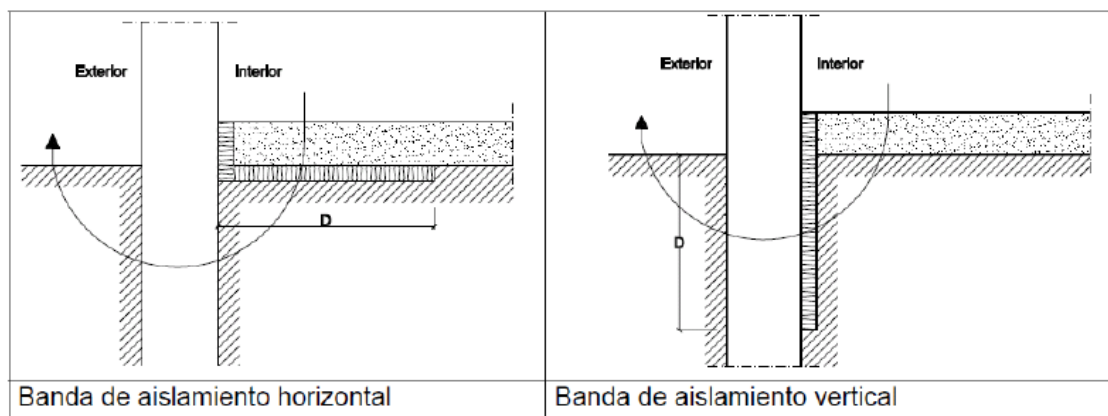
Tabla 16. Transmitancia de la cubierta.

Para conocer la resistencia térmica de la cámara de aire, se extrapola de la tabla a partir del dato de 1 cm. Se considera una cámara de aire ligeramente ventilada ya que no es hermética.

Se calcula la transmitancia de la chapa sándwich a partir de sus elementos aislados.

Para el caso de la solera, apoyada sobre el nivel del terreno, o como máximo 0.5 m por debajo, la transmitancia térmica  $U_s$  se obtendrá de la tabla E.3 en función del ancho  $D$  de la banda de aislamiento perimetrico, de la resistencia térmica del aislante  $R_a$  calculada mediante la expresión E.3, la longitud característica  $B'$  de la solera.

Figura E.1. Soleras con aislamiento perimetral



La longitud característica  $B'$  es el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}$$

- $P$ : Longitud del perímetro de la solera (m).
- $A$ : Área de la solera ( $m^2$ ).

$$B' = \frac{30 * 20}{\frac{1}{2}((30 * 2) + (20 * 2))} = 12$$

La resistencia térmica del XPS:

$$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.04}{0.034} = 1.18 \text{ m}^2 * \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$$

Tabla E.3 Transmitancia térmica  $U_s$  en  $\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$

$B'$	$R_a$	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		$R_a$ ( $\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$ )					$R_a$ ( $\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$ )					$R_a$ ( $\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$ )				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla 17. Transmitancia de la solera.

Se interpola entre  $R_a = 1$  y  $R_a = 1.5$ :

$$\frac{1.18 - 1}{1.5 - 1} = \frac{U - 0.32}{0.3 - 0.32} \rightarrow U = 0.3128$$

TIPO DE CERRAMIENTO	PARTES	Espesor	Conductividad $\lambda$ ( $\text{W}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ )	Resistencia térmica $R_i$ ( $\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{W}$ )	Resistencia térmica Total $R_T$ ( $\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{W}$ )	Transmitancia térmica $U$ ( $\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ )
		e (m)				
SUELO	Baldosa	0.01	1.00	0.01	3.22	0.31
	Mortero	0.01	1.35	0.01		
	Solera de hormigón	0.24	0.08	3.20		
	XPS					

Tabla 18. Transmitancia del suelo.

Se va a considerar que la totalidad del volumen que ocupa el concesionario tiene las mismas necesidades de climatización. Por tanto, se realizará un estudio de climatización en el que el volumen en su totalidad tenga la misma temperatura, y, por tanto, las oficinas y servicios quedan climatizados.

La temperatura a alcanzar en el interior será de entre  $21^\circ\text{C}$  en invierno y  $23^\circ\text{C}$  en verano.

Se calculan las pérdidas a través de los elementos constructivos:

$$Q = S * U * (T_i - T_e)$$

Para calcular la carga térmica es necesario conocer la superficie de cada elemento:

$$A_{\text{tabique}} = A_{\text{fachada}} = (30 * 9) + \left(\frac{30 * 2.5}{2}\right) = 307.5 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{techo}} = A_{\text{suelo}} = 30 * 20 = 600 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{laterales}} = 20 * 9 = 180 \text{ m}^2$$

TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> .°C)	Temperatura interior (°C)	Temperatura exterior (°C)	Reducción orientación	Reducción régimen de funcionamiento	Carga Térmica (W)
MEDIANERÍA TALLER CONCESIONARIO	307.50	0.93	21.00	10.00	1.00	1.25	<b>3932.16</b>
FACHADA IZQ.	180.00	1.65	21.00	-0.80	1.05	1.25	<b>8497.91</b>
FACHADA DER.	180.00	1.65	21.00	-0.80	1.10	1.25	<b>8902.58</b>
FACHADA PRINCIPAL	307.50	1.65	21.00	-0.80	1.00	1.25	<b>13825.97</b>
TECHO	600.00	0.10	21.00	-0.80	1.00	1.25	<b>1635.00</b>
SUELO	600.00	0.31	21.00	10.00	1.00	1.25	<b>2557.50</b>
PUERTA CONTRA INCENDIOS	2.00	2.18	21.00	10.00	1.00	1.25	<b>59.95</b>
PUERTA PRINCIPAL	4.80	1.65	21.00	-0.80	1.00	1.25	<b>215.82</b>
PUERTA MONTACOCHE	5.00	3.30	21.00	10.00	1.00	1.25	<b>226.88</b>
<b>TOTAL</b>							<b>39351.11</b>

Tabla 19. Pérdidas totales en el concesionario.

Las pérdidas totales a tener en cuenta para la calefacción son de 39.4 kW.

Se realiza un pequeño estudio acerca de la refrigeración necesaria. Para ello, se suprime el coeficiente de reducción por el régimen de funcionamiento, ya que, cuando el sistema de climatización permanezca apagado será cuando la temperatura exterior no sea elevada, y, por tanto, no habría transferencia de calor hacia el interior. El coeficiente de reducción por orientación se supone máximo en el sur, con un coeficiente de 1.15.



TIPO DE CERRAMIENTO	S (m2)	Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> ·°C)	Temperatura interior (°C)	Temperatura exterior (°C)	Reducción orientación	Carga Térmica (W)
MEDIANERÍA TALLER-CONCESIONARIO	307.50	0.93	21.00	30.00	1.00	-2573.78
FACHADA IZQ.	180.00	1.65	21.00	36.00	1.10	-4900.50
FACHADA DER.	180.00	1.65	21.00	36.00	1.10	-4900.50
FACHADA PRINCIPAL	307.50	1.65	21.00	36.00	1.15	-8752.22
TECHO	600.00	0.10	21.00	36.00	1.00	-900.00
SUELO	600.00	0.31	21.00	30.00	1.00	-1674.00
PUERTA CONTRAINCENDIOS	2.00	2.18	21.00	30.00	1.00	-39.24
PUERTA PRINCIPAL	4.80	1.65	21.00	36.00	1.00	-118.80
PUERTA MONTACOCHE	5.00	3.30	21.00	30.00	1.00	-148.50
<b>TOTAL</b>						<b>-23700.99</b>

De manera estimada, se considera que la necesidad de refrigeración será de 24 kW.

Se selecciona el siguiente aparato:

Smart

FDC - con recuperación de Calor

Modelo	FDC400KXZRE1	FDC450KXZRE1	FDC475KXZRE1	FDC500KXZRE1	FDC560KXZRE1	FDC615KXZRE1	FDC670KXZRE1
Alimentación eléctrica	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.	II - 380/415 V. 50Hz.
Capacidad Frio	40	45	47,5	50	56	61,5	67
Capacidad Calor	40	45	47,5	50	56	61,5	67
Consumo nominal Frio	11,55	16,45	14,82	15,19	18,31	21,35	25,51
Consumo nominal Calor	9,76	11,38	11,58	12,18	14,33	16,15	17,47
SEER / SCOP <sup>(1)</sup>	6,34 / 4,22	6,04 / 4,34	6,6 / 4,28	7,01 / 4,55	6,26 / 4,29	5,79 / 4,35	5,78 / 4,66
EER / COP	3,46 / 4,09	3,11 / 3,95	3,2 / 4,1	3,29 / 4,1	3,05 / 3,9	2,88 / 3,8	2,62 / 3,6
Nivel sonoro (velocidad baja)	60	61	61	61	64	65	65
Dimensiones (alto x ancho x fondo)	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720	2.048 x 1.350 x 720
Peso	357	357	410	410	410	410	410
Caudal de aire estándar	16.800	16.800	16.800	16.800	18.600	18.600	18.600
Presión estática	50	50	50	50	50	50	50
Tipo y cantidad de refrigerante	kg R410A /11,5	R410A /11,5	R410A /11,5	R410A /11,5	R410A /11,5	R410A /11,5	R410A /11,5
Tubería de refrigerante Líquido/gas/ descarga	pulgadas 1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"	1/2 - 1 1/8 - 7/8"
Unidades interiores conectadas	1 - 53	1 - 60	1 - 50	1 - 53	1 - 59	2 - 65	2 - 71
Rango de capacidad conectable	20,0-80,0 / 5-200	22,5-90,0 / 50-200	23,8-76,0 / 50-160	25,0-80,0 / 50-160	28,0-89,6 / 50-160	30,8-98,4 / 50-160	33,5-107,2 / 50-160
P.V.R.	18.771€	21.462€	23.120€	24.779€	25.999€	29.311€	32.384€

Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split KXZR Smart con caudal variable de refrigerante y recuperación de calor, control de temperatura variable de refrigerante VTCC, para gas R-410A, alimentación trifásica (400V/50Hz), modelo FDC400KXZRE1 "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 40 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 11,55 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 9,76 kW, o similar.

Al seleccionar este aparato, no es necesario instalar uno adicional para la recuperación de calor.

#### 4 VENTILACIÓN

La ventilación necesaria está descrita en el RITE. El CTE, DB HE no incluye en su apartado de calidad de aire interior a los establecimientos industriales.

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 (aire de calidad baja)

El RITE establece que la calidad del aire en las oficinas debe ser IDA 2, aire de buena calidad, mientras en los edificios comerciales, IDA 3, aire de calidad media.

Como las oficinas se encuentran dentro de la zona comercial, se va a calcular la instalación de ventilación para IDA 2, la más restrictiva.

Categoría	dm <sup>3</sup> /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 20. Caudal de aire por persona.

La ocupación será:

#### 2.4.1 Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona.

<i>Comercial</i>	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	plantas diferentes de las anteriores	5
	En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	5

- Áreas de ventas en las que no sea previsible gran afluencia de público, como exposición y venta de vehículos:  $5 \text{ m}^2/\text{persona}$ .

La ocupación para uso previsto "administrativo", será de  $10 \text{ m}^2/\text{persona}$

Por tanto, la ocupación de la zona comercial será:

- Área del concesionario ( $950 \text{ m}^2$ ): 190 personas.
- Área de oficinas ( $80 \text{ m}^2$ ): 8 personas.

A pesar de que parece poco probable que 190 personas permanezcan al mismo tiempo en el concesionario, se realizarán los cálculos posteriores con este dato.

**Por tanto, el aforo del concesionario será de 198 personas**

*Ilustración 20. Cálculo de la ocupación realizado en el proyecto contra incendios.*

Por tanto:

$$Q(\text{aire}) = 198 \text{ personas} * 12.5 \text{ l/s} * \text{persona} = 2475 \text{ l/s} = 8910 \text{ m}^3/\text{h}$$



## 5 VENTILACIÓN EN ZONA DE TALLER.

La zona de taller deberá disponer de extractores de gases de escape en las zonas donde se prevé que los vehículos pueden estar en marcha durante un periodo de tiempo considerable. Se instalarán extractores de gases de escape en los puestos de mecánica.



Ilustración 21. Extractores de gases de escape, sobre carril.

Además, el DB HS-3 "Calidad del aire interior" establece:

		Caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ en l/s		
		Por ocupante	Por $m^2$ útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local <sup>(1)</sup>
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

<sup>(1)</sup> Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Tabla 21. Caudales de ventilación mínimo exigido.

Las zonas de circulación de vehículos se pueden asemejar a "Aparcamientos y garajes".

Se realiza la siguiente estimación:

- Taller de mecánica: 10 coches  $\rightarrow$  1200 l/s = 4320  $m^3$ /h
- Taller de pintura: 3 coches  $\rightarrow$  360 l/s = 1296  $m^3$ /h
- Taller de chapa: 4 coches  $\rightarrow$  480 l/s = 1728  $m^3$ /h
- TOTAL: 2040 l/s = 7344  $m^3$ /h

La ventilación de la zona de talleres será híbrida, y, por tanto, será una ventilación en la que, cuando las condiciones de presión y temperatura son favorables, la renovación

del aire se produce como en la ventilación natural, y cuando son desfavorables, como en la ventilación con extracción mecánica.

En esta zona existen ventanas a ambos lados, y por tanto existirá ventilación natural. Además, se prevé que una gran parte del tiempo permanezca alguna puerta abierta. Sin embargo, al tratarse de locales donde existen vehículos contaminantes, se dispondrá de ventilación mecánica mediante extractores colocados en cubierta, como apoyo a la ventilación natural cuando ésta no sea capaz de ventilar por sí sola.

Para satisfacer las necesidades de ventilación, se seleccionan los siguientes elementos:

#### Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel presión sonora dB(A)		Peso aprox. (Kg)	According ErP
		230V	400V	690V			Aspiración	Descarga		
HT-25-4T	1320	0,65	0,38		0,09	1080	41	40	16,2	*
HT-25-4M	1380	0,65			0,10	1080	41	40	16,2	*
HT-31-4T	1320	0,65	0,38		0,09	1800	47	46	19	2016
HT-31-4M	1370	0,83			0,09	1800	47	46	19	2016
HT-35-4T	1320	0,65	0,38		0,09	2600	48	47	25	2018
HT-35-4M	1370	0,83			0,09	2600	48	47	25	2018
HT-40-4T	1350	1,66	0,96		0,25	4600	51	50	28,6	2016
HT-40-4M	1370	2,00			0,25	4600	51	50	28,6	2016
HT-45-4T	1370	2,02	1,17		0,37	6500	55	53	50	2016
HT-45-4M	1400	2,76			0,37	6500	55	54	50	2016
HT-50-4T	1380	2,92	1,69		0,55	8500	59	57	62	2016
HT-50-4M	1350	4,40			0,55	8500	59	57	62	2016

Tabla 22. Características técnicas de los extractores de cubierta

Se selecciona el modelo HT-31-4M para la zona de pintura y chapa, y dos HT-35-4M para mecánica.

Su disposición sobre la cubierta se describe en los planos. Se colocan lo más centrados posible de la zona que ventilan, realizando una ventilación desde las rejillas laterales, situadas al nivel del suelo.

BÉJAR, JULIO DE 2021.

Fdo.

Francisco José Hernández Gallego.

Ingeniero mecánico.



# PLANOS

DOCUMENTO Nº 3

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

## Contenido

Plano nº1. Ubicación

Plano nº 2. Parcela

Plano nº 3. Mapa geológico

Plano nº 4. Distribución interior

Plano nº 5. Plano en 3D

Plano nº 6. Alzados

Plano nº 7. Primer piso

Plano nº 8. Cubierta

Plano nº 9. Cimentación

Plano nº 10. Uniones (I)

Plano nº 11. Uniones (II)

Plano nº 12. Instalación de abastecimiento

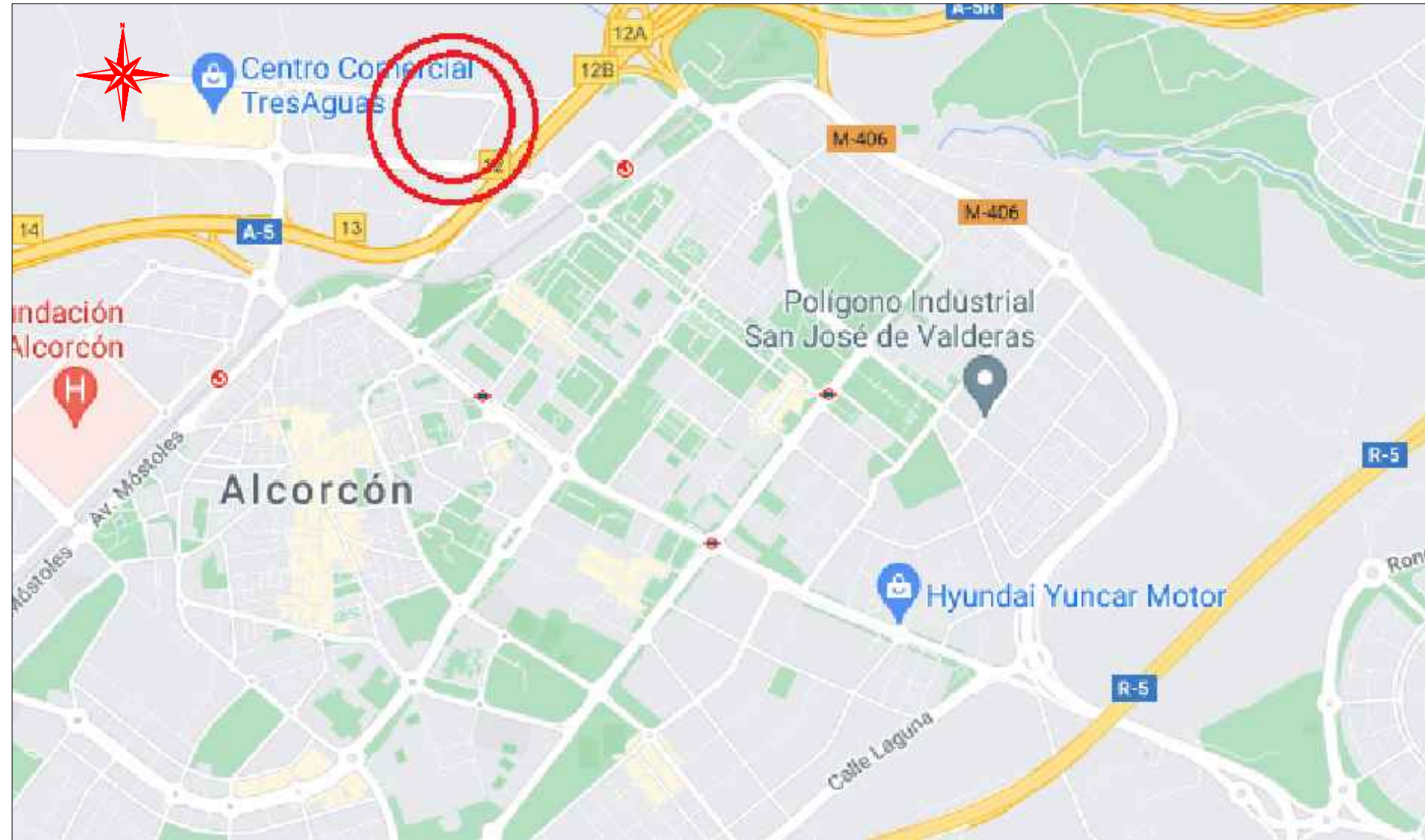
Plano nº 13. Instalación de saneamiento

Plano nº 14. Esquema unifilar

Plano nº 15. Instalación de protección contra incendios

Plano nº 16. Climatización y ventilación





1. Situación (norte de Alcorcón)



2. Localización según el PGOU



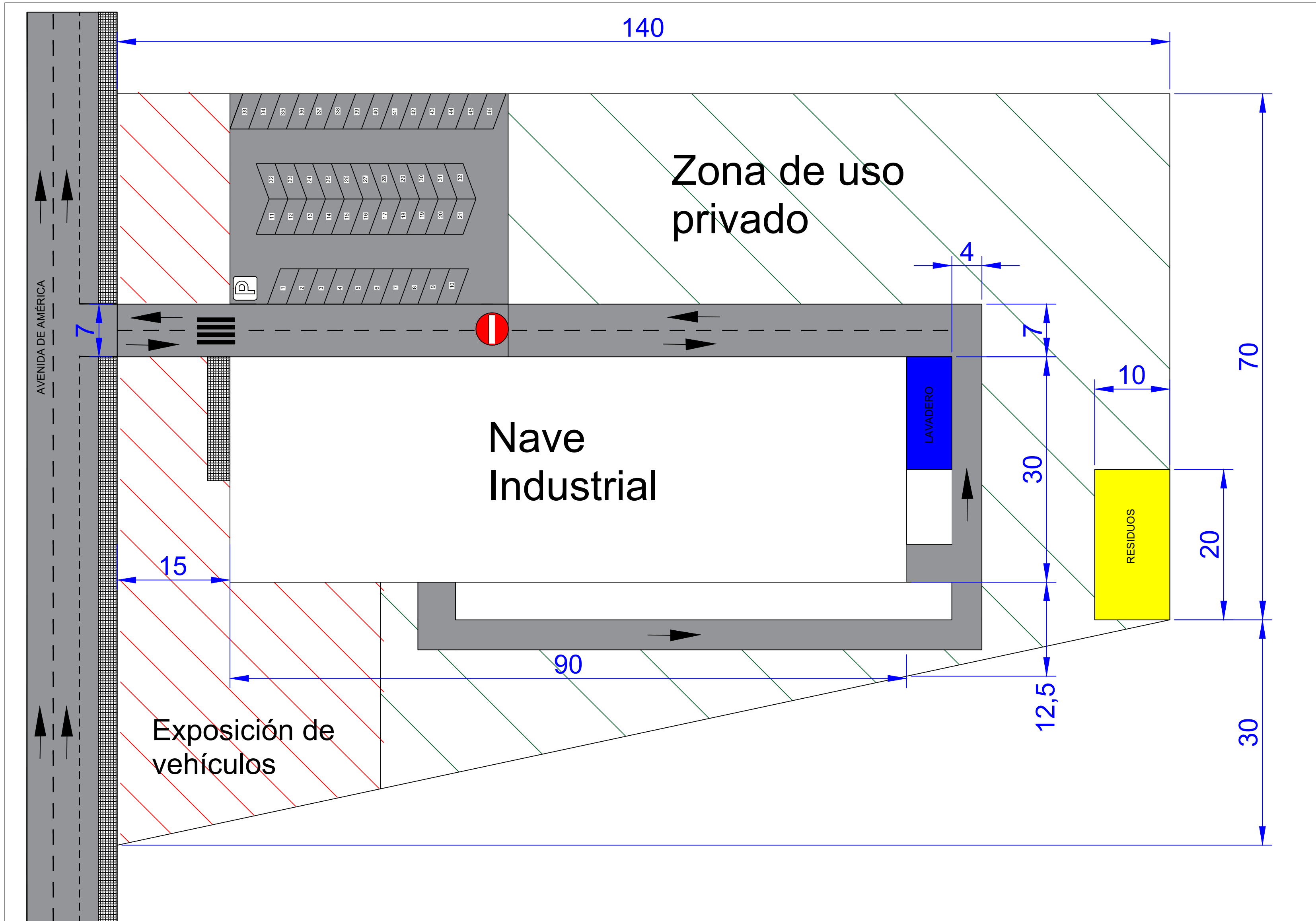
3. Estado actual



4. Situación de la parcela

PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID	
TUTOR JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN	
PLANO	UBICACIÓN
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO
NUMERO	1

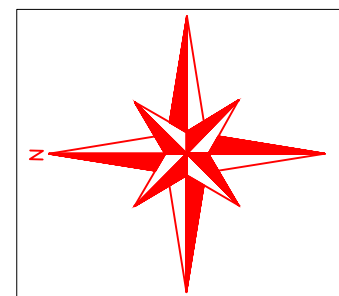




TIPO DE TERRENO	U-PD-IND-24J
% DE USO DE LA PARCELA	23
% DE LA NAVE DE USO INDUSTRIAL	70
% DE LA NAVE DE USO COMERCIAL	30
RETRANQUEO FRENTE DE PARCELA	15
RETRANQUEO RESTO DE LINDEROS	10
PLAZAS MÍNIMAS DE APARCAMIENTO	63

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



ZONA	PARCELA	NAVE INDUSTRIAL
SUPERFICIE (m2)	11900	2700

PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN	AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID
TUTOR	JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN
PLANO	PARCELA
NÚMERO	2
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO
ESCALA	1:400



# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

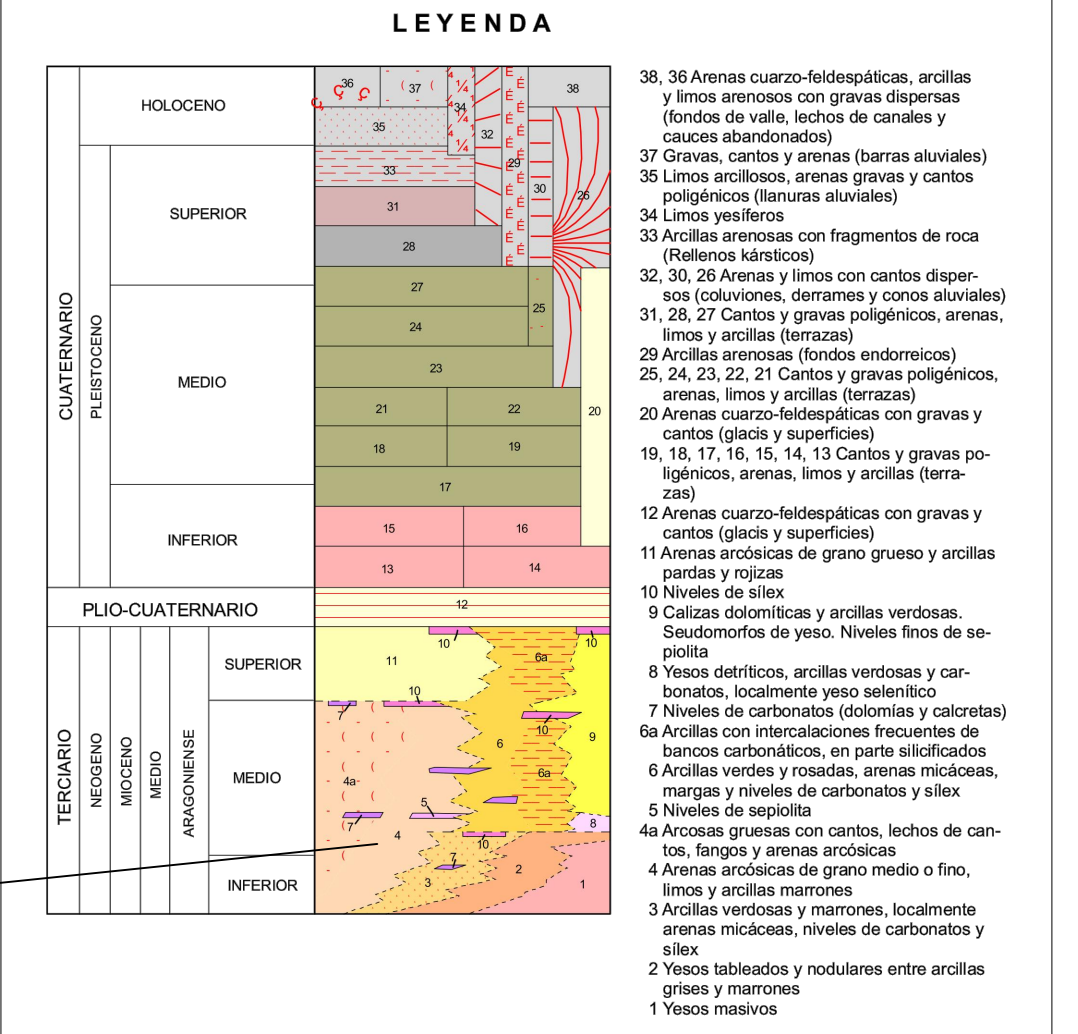
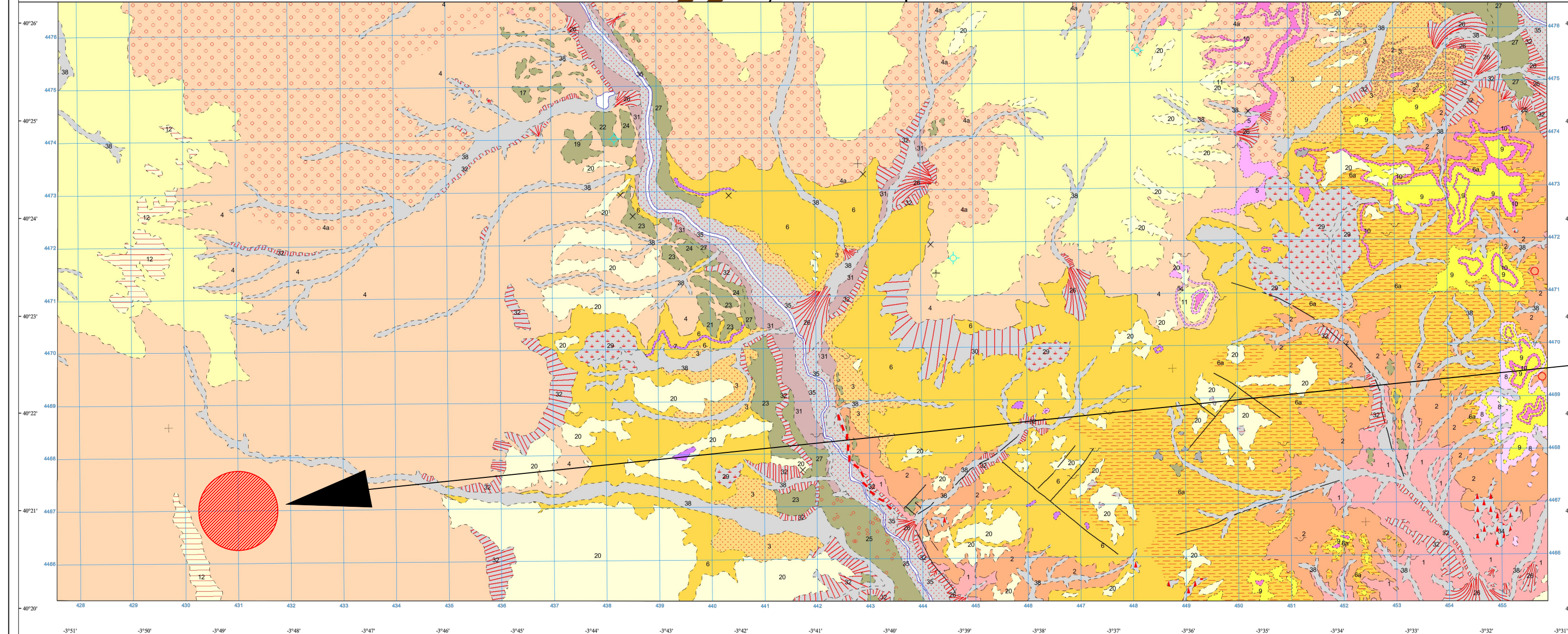


Instituto Geológico y Minero de España

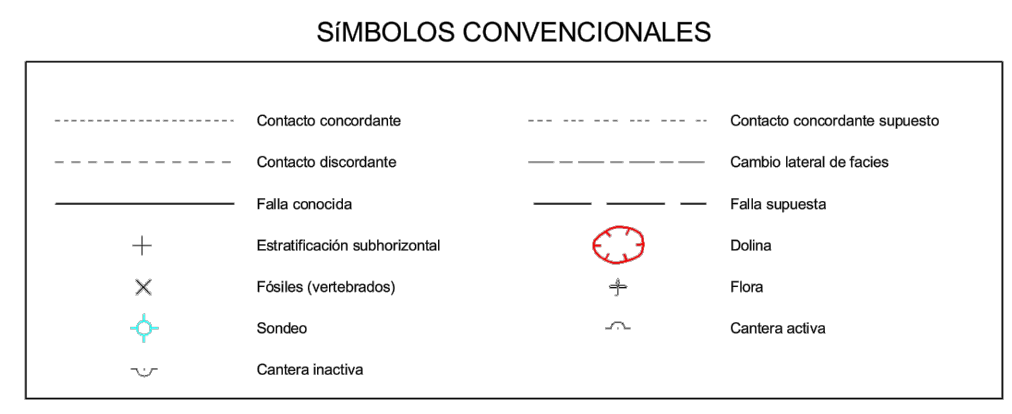
## MADRID

559

19-22



ALCORCÓN (MADRID): 40°20'57.56" N, 3°49'42.41" W



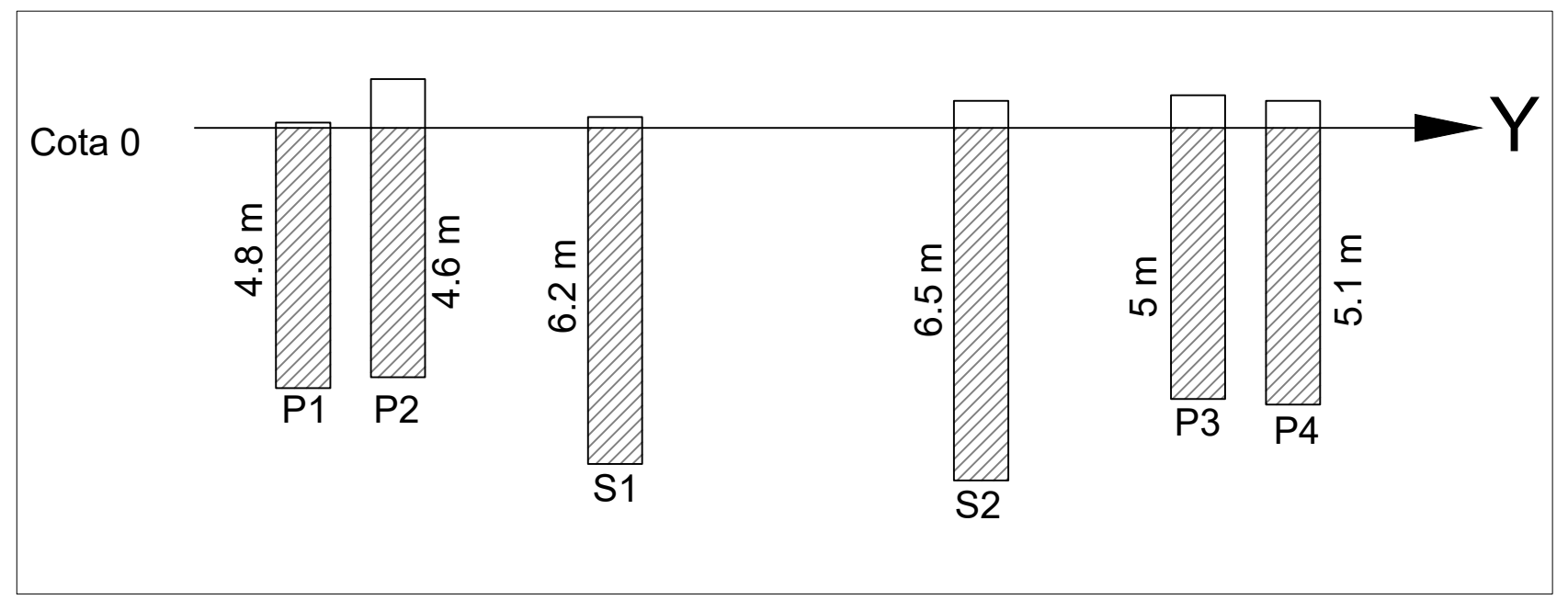
Área de Sistemas de Información Geocientífica  
GETAFE (682)  
Escala 1:50.000  
Proyección y Cuadrícula UTM. Elipsoide Internacional. Huso 30  
NORMAS, DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL I.G.M.E.  
AÑO DE REALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA: 1988  
Autores: J.L. Goy Goy (Cuaternario, UCM)  
A. Pérez González (Cuaternario, IGME)  
C. Zazo Cardaño (Cuaternario, UCM)  
J.P. Calvo Sorando (Terciario, UCM)  
R. Vegas Martínez (Terciario, UCM)  
M. A. San José Lancha (Terciario, UCM)  
Dirección y supervisión: A. Pérez González (IGME)

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

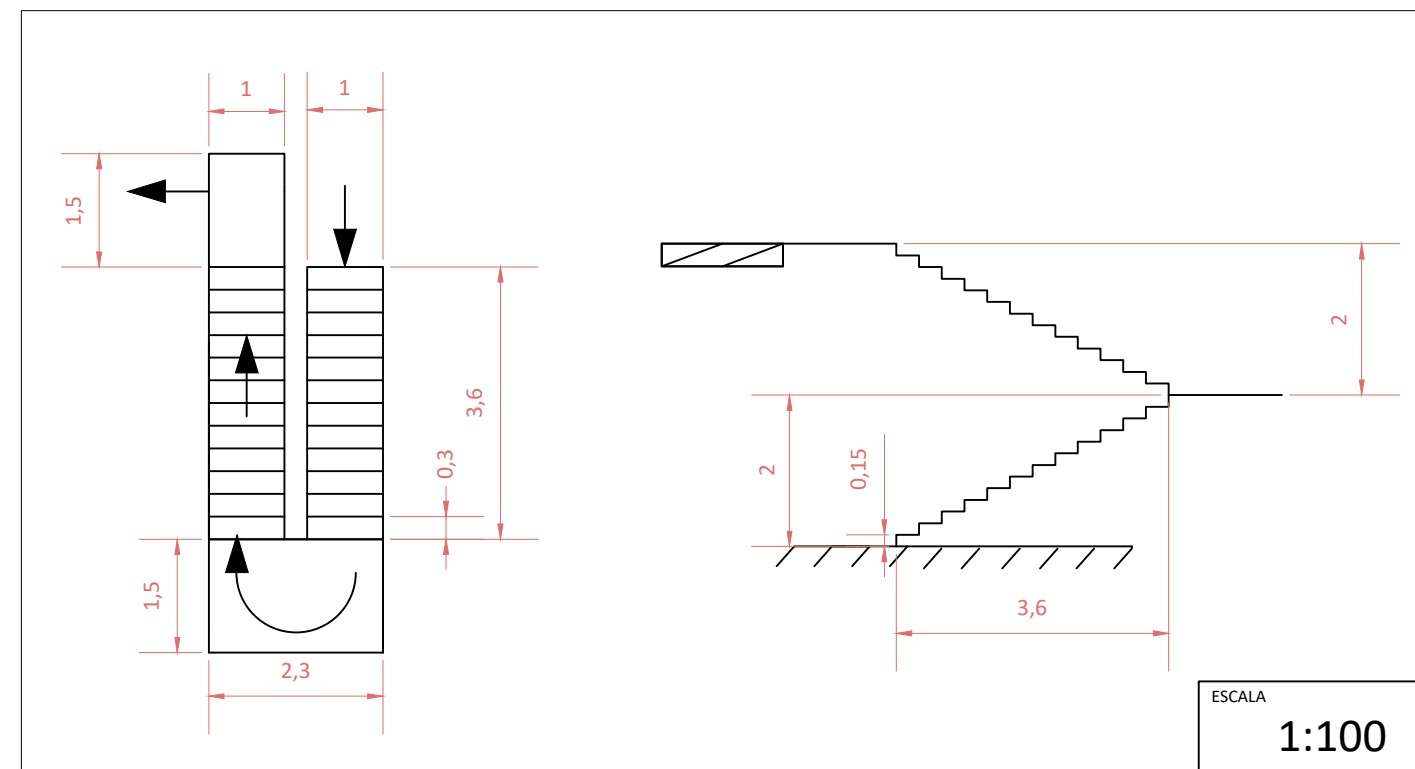
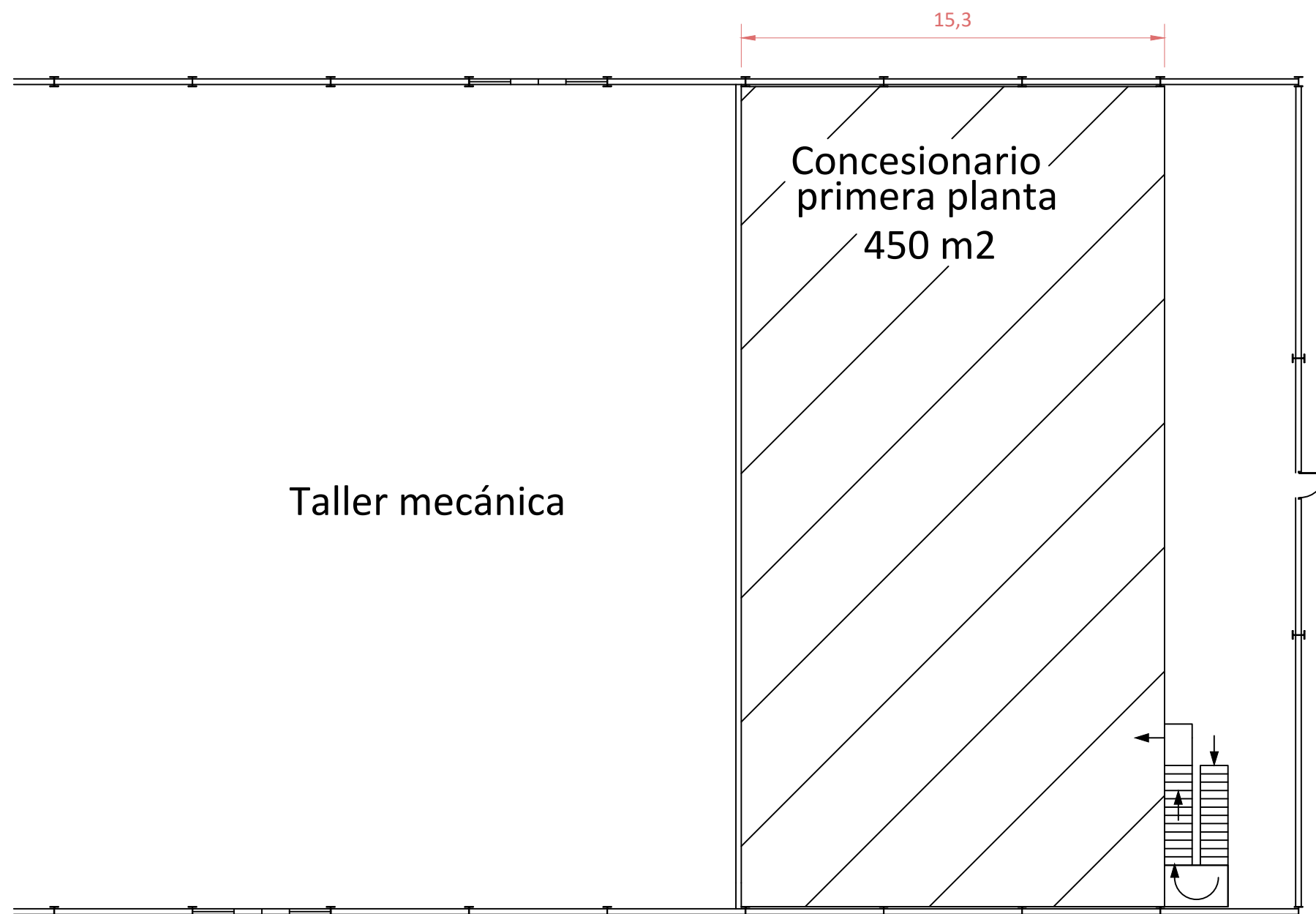
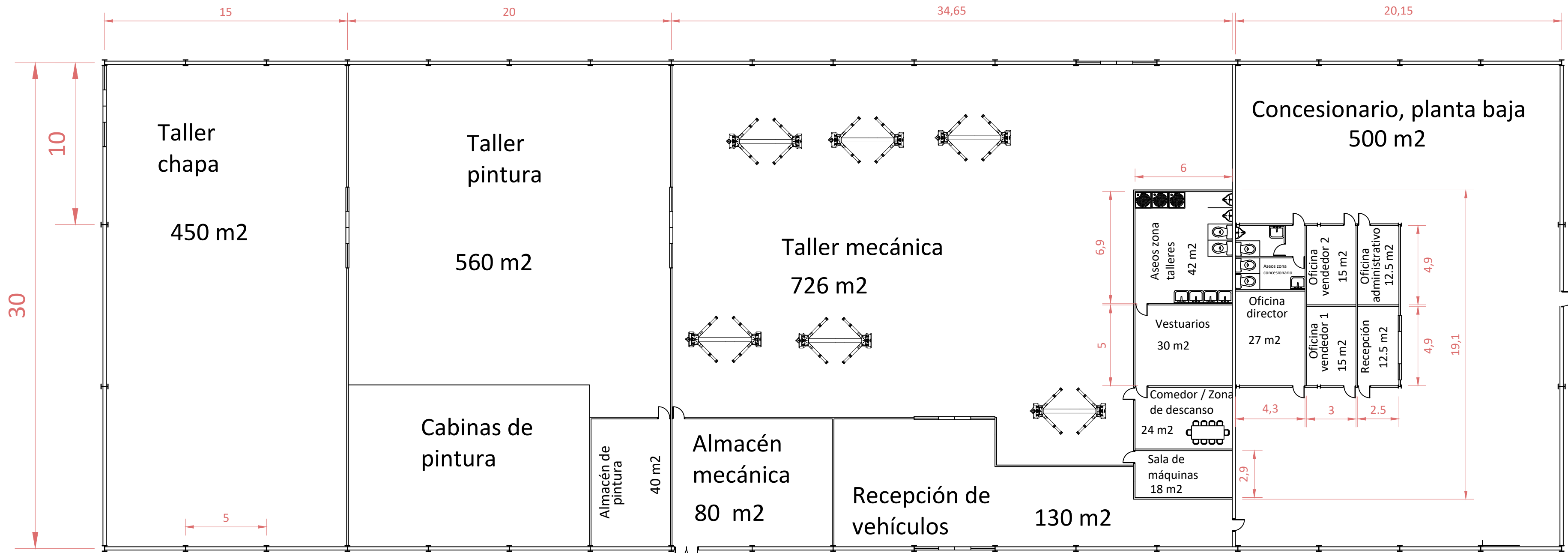


- Sondeo mecánico a rotación con extracción de testigo continuo
- Ensayo de penetración dinámica continua tipo D.P.S.H
- Cota 0



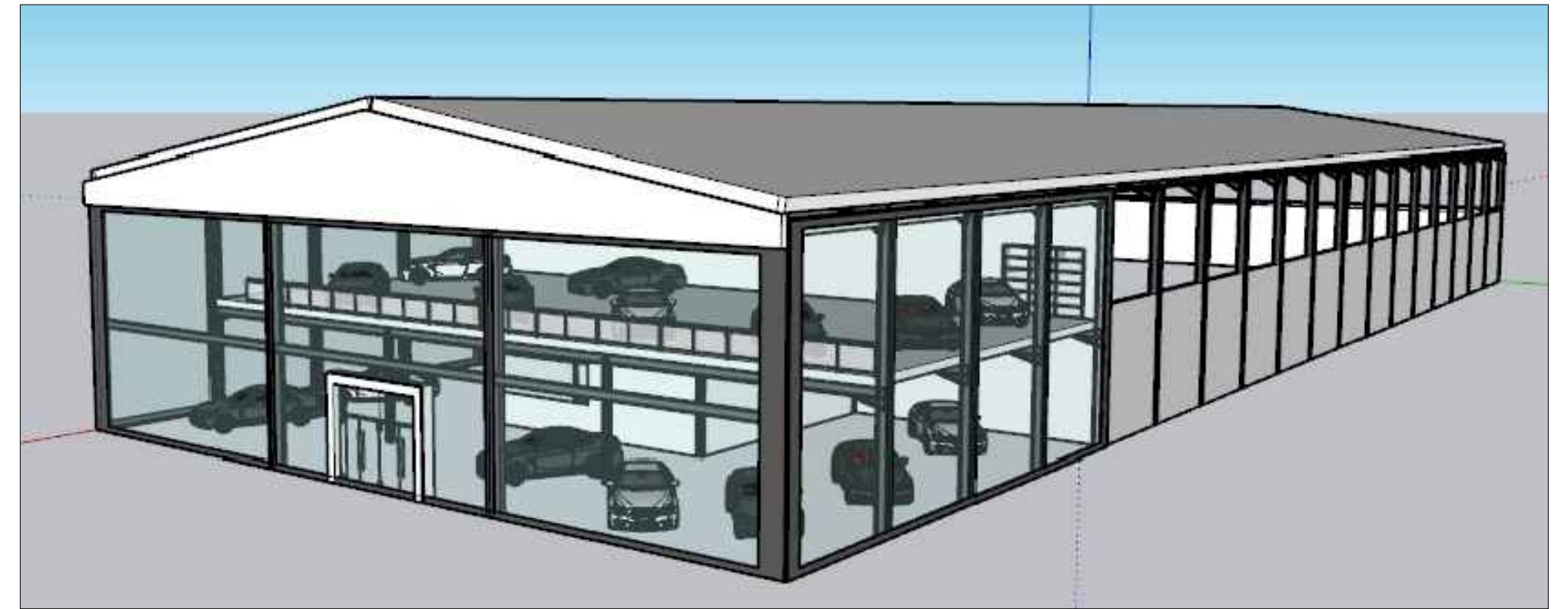
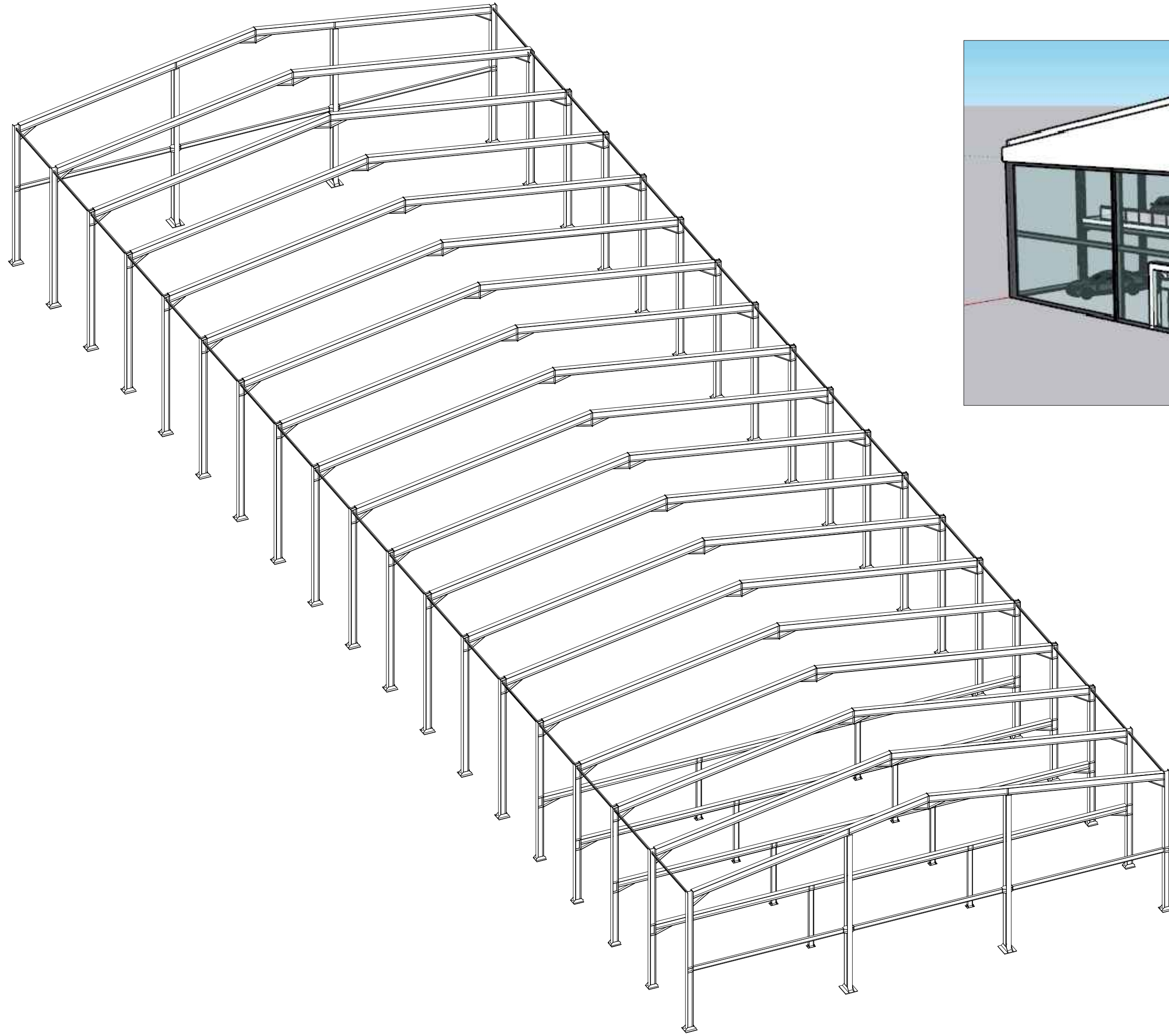
PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN	AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID
TUTOR	JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN
PLANO	<b>GEOLOGÍA Y GEOTECNIA</b>
NUMERO	<b>3</b>
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEG0





PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID	
TUTOR JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN	
PLANO	DISTRIBUCIÓN INTERIOR
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO
NUMERO	4
ESCALA	1:200



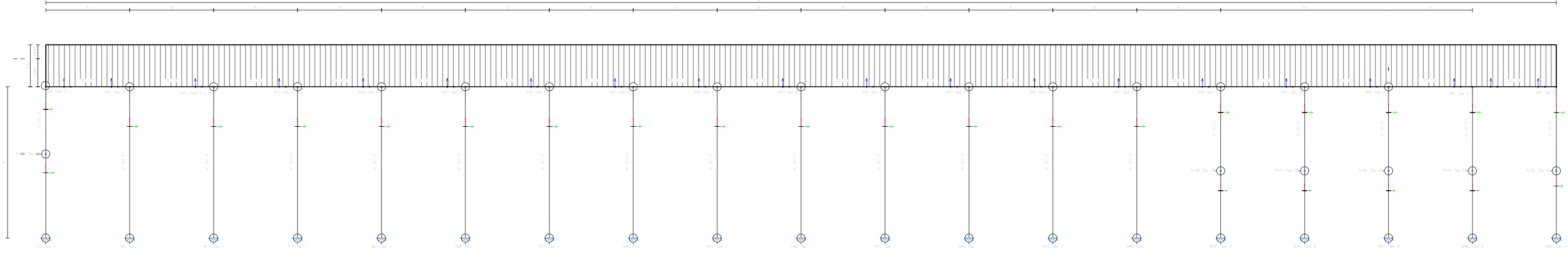


CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

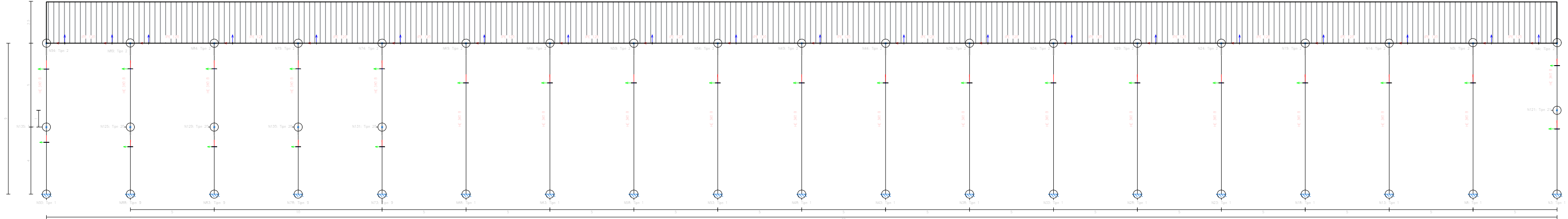
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN	AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID
TUTOR	JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN
PLANO	NAVE 3D
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO
NUMERO	5
ESCALA	1:200

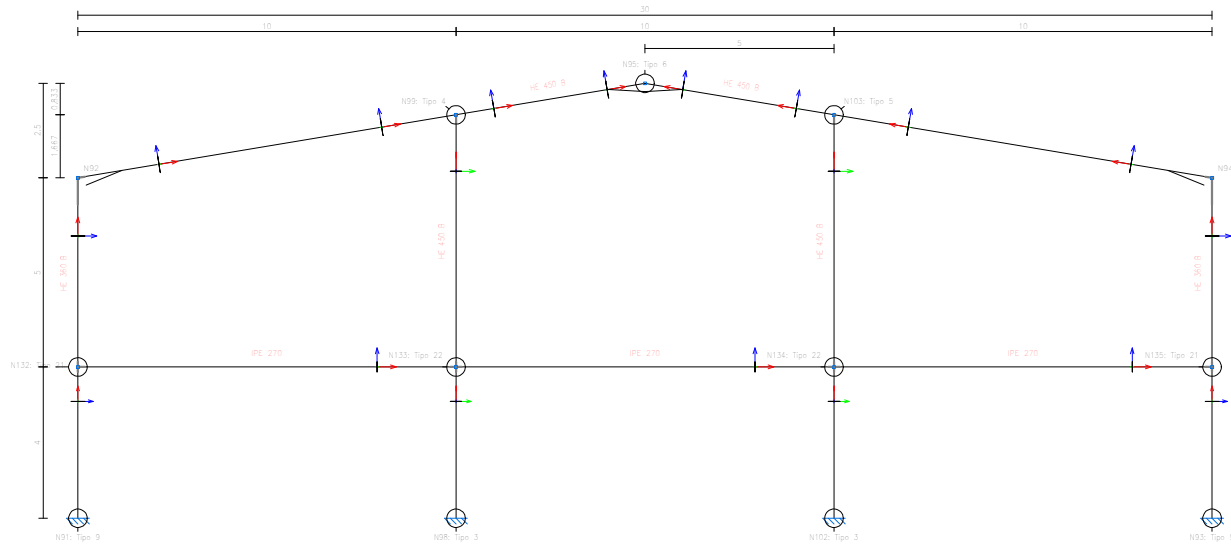
2D: Izquierdo



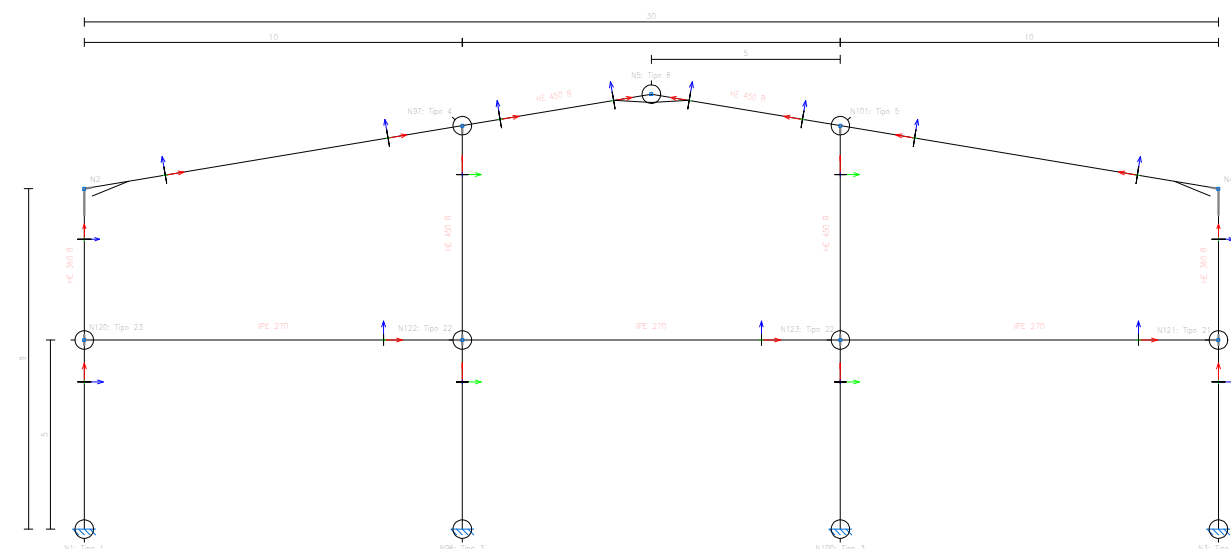
2D: Derecho



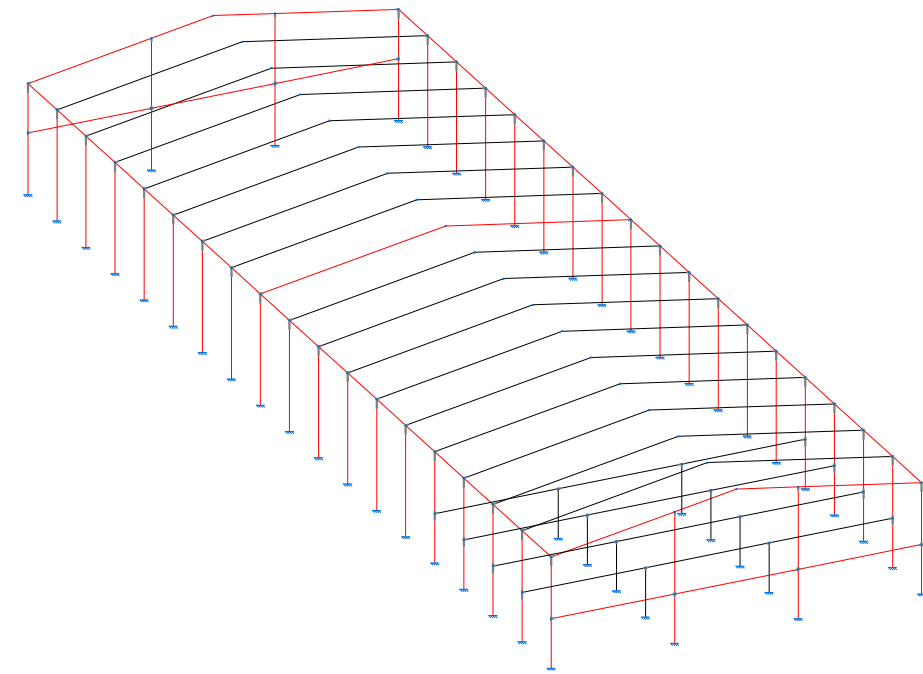
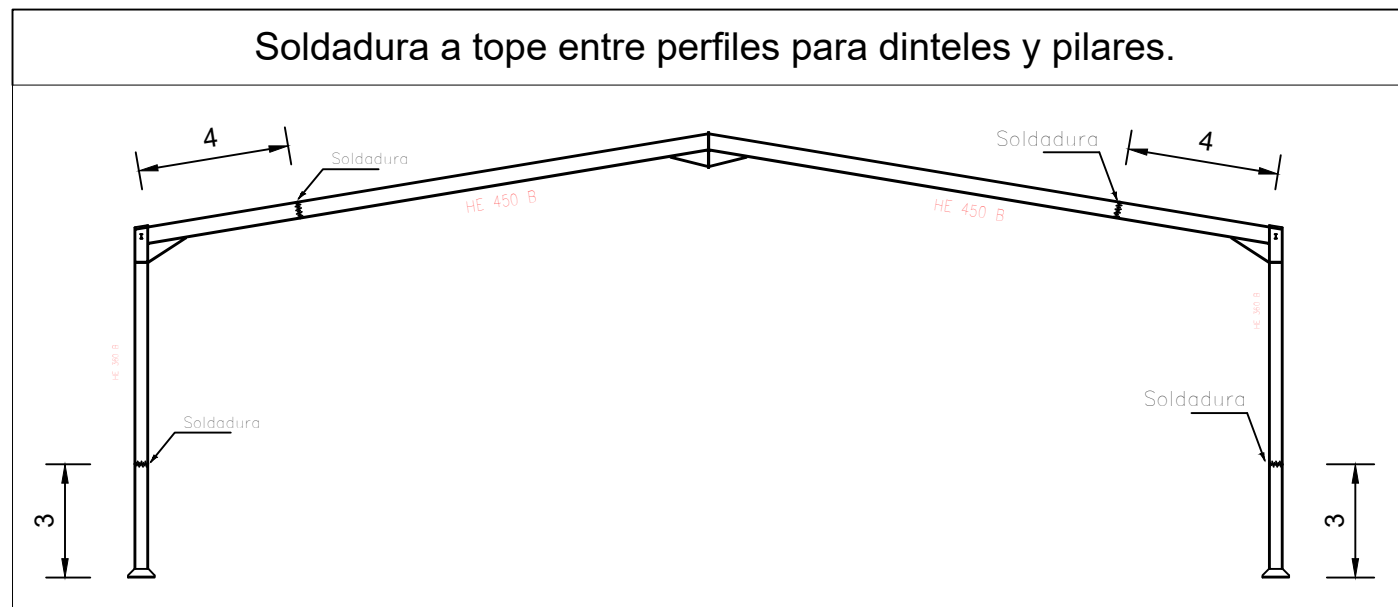
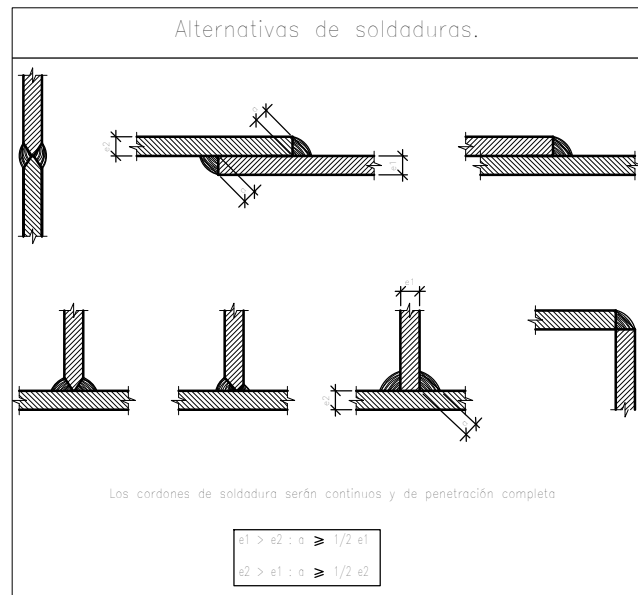
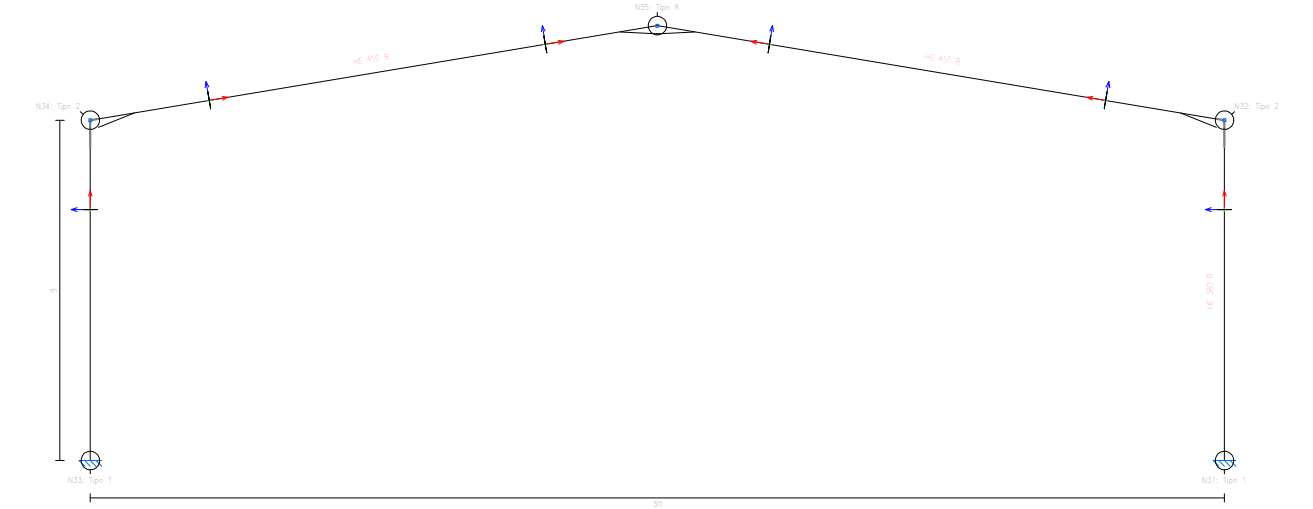
2D: Delantero



2D: Trasero

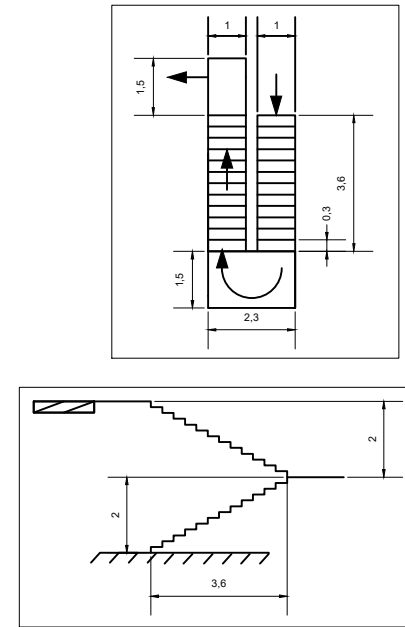
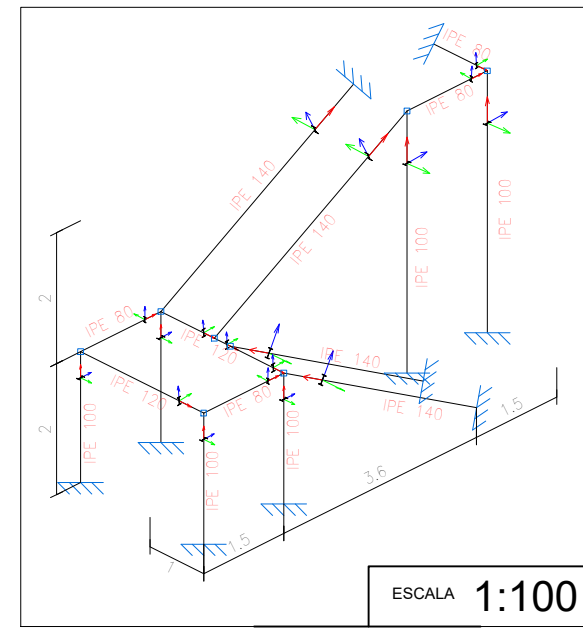
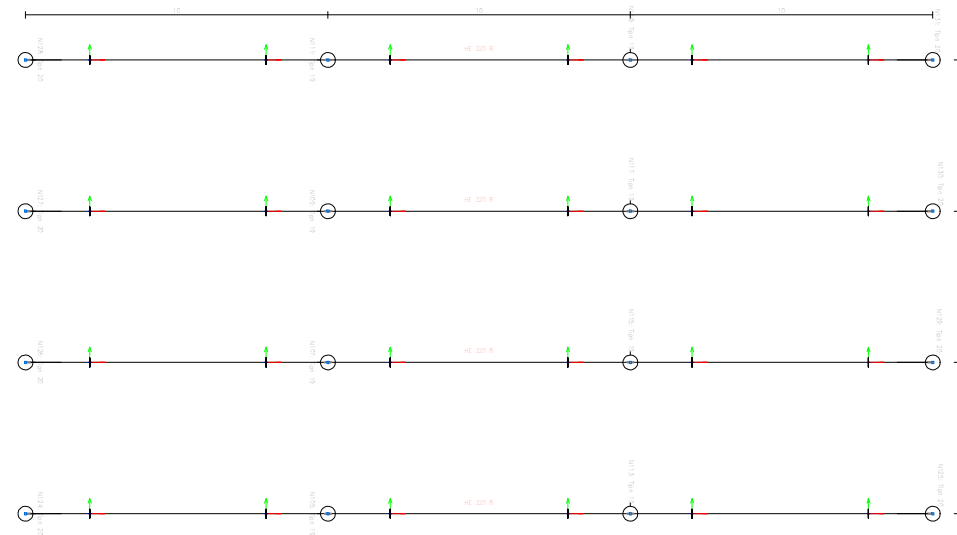


2D: Párcico intermedio



PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN	AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID
TUTOR	JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN
PLANO	ALZADOS
NÚMERO	6
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO
ESCALA	1:200

2D: Planta primer piso

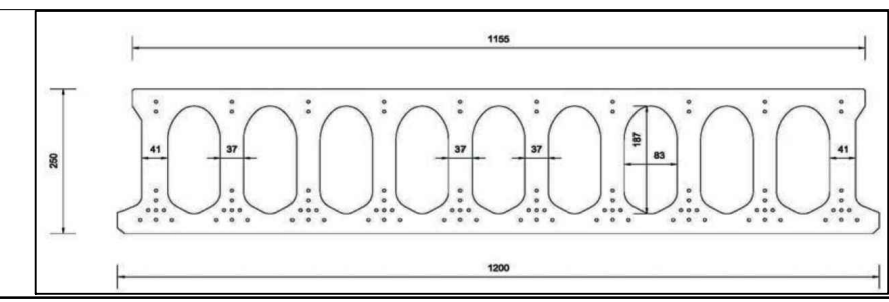


### Forjado unidireccional

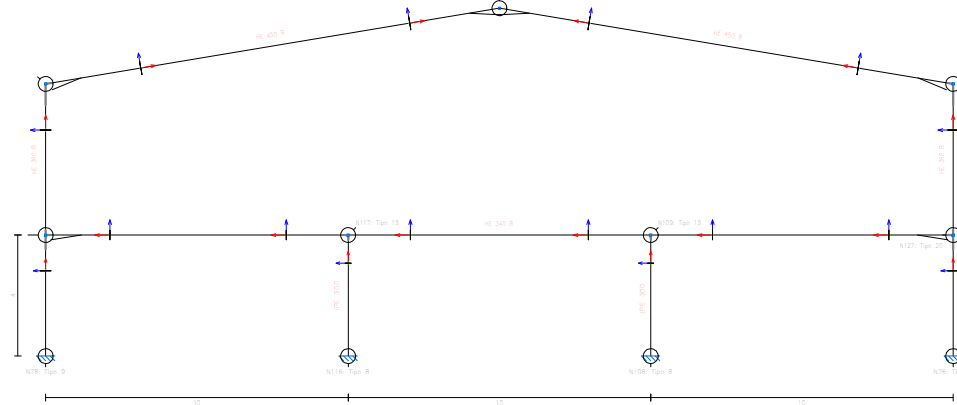
Materiales	Hormigón							Acero				
	Control			Características				Control		Características		
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	f <sub>pk</sub>	f <sub>yk</sub>	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Hormigón de placa	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HP- 40	Seca (0-2 cm)	15/20 mm	No agresiva I		1685 N/mm <sup>2</sup>		Normal	$\gamma_s = 1.15$	Y1860 C
Hormigón vertido en obra	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HA- 25	Blanda (8-3 cm)	15/20 mm	No agresiva I	5 cm	500 N/mm <sup>2</sup>		Normal	$\gamma_s = 1.15$	B 500 S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G = 1.35$ $\gamma_Q = 1.5$	Adaptado a la Instrucción EHE y CTE									

Cargas	
Peso propio	6.43 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso:	6 kN/m <sup>2</sup>
Cargas muertas:	1.1 kN/m <sup>2</sup>
Carga total	13.53 kN/m <sup>2</sup>

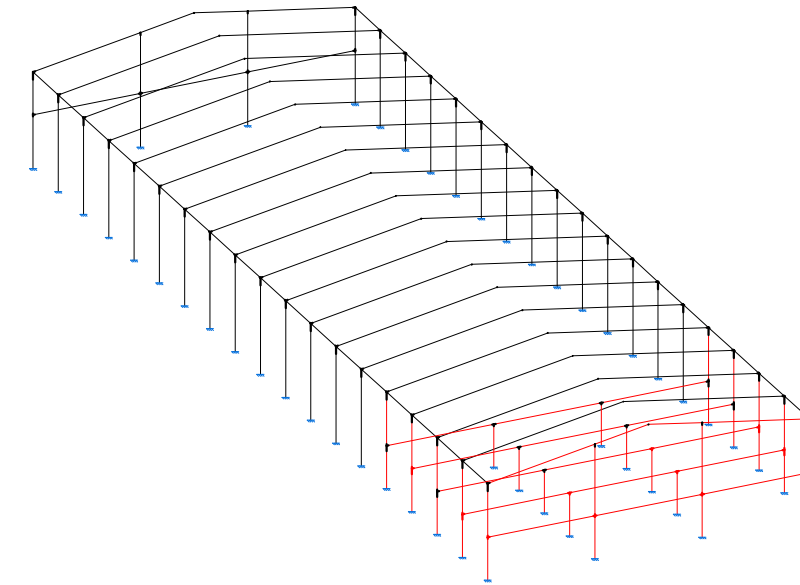
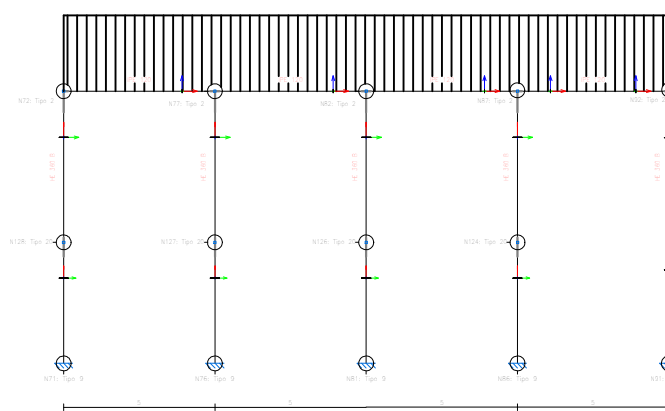
Sección tipo del forjado



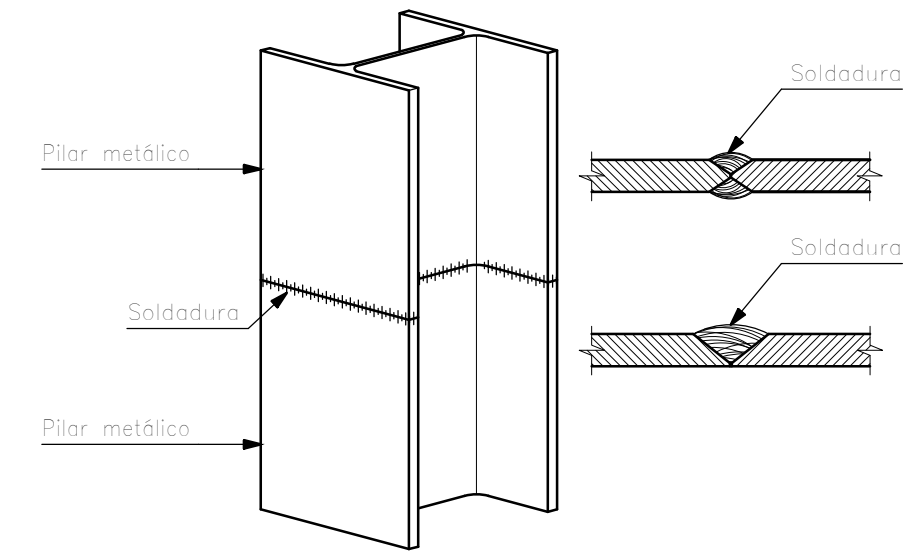
2D: Alzado primer piso



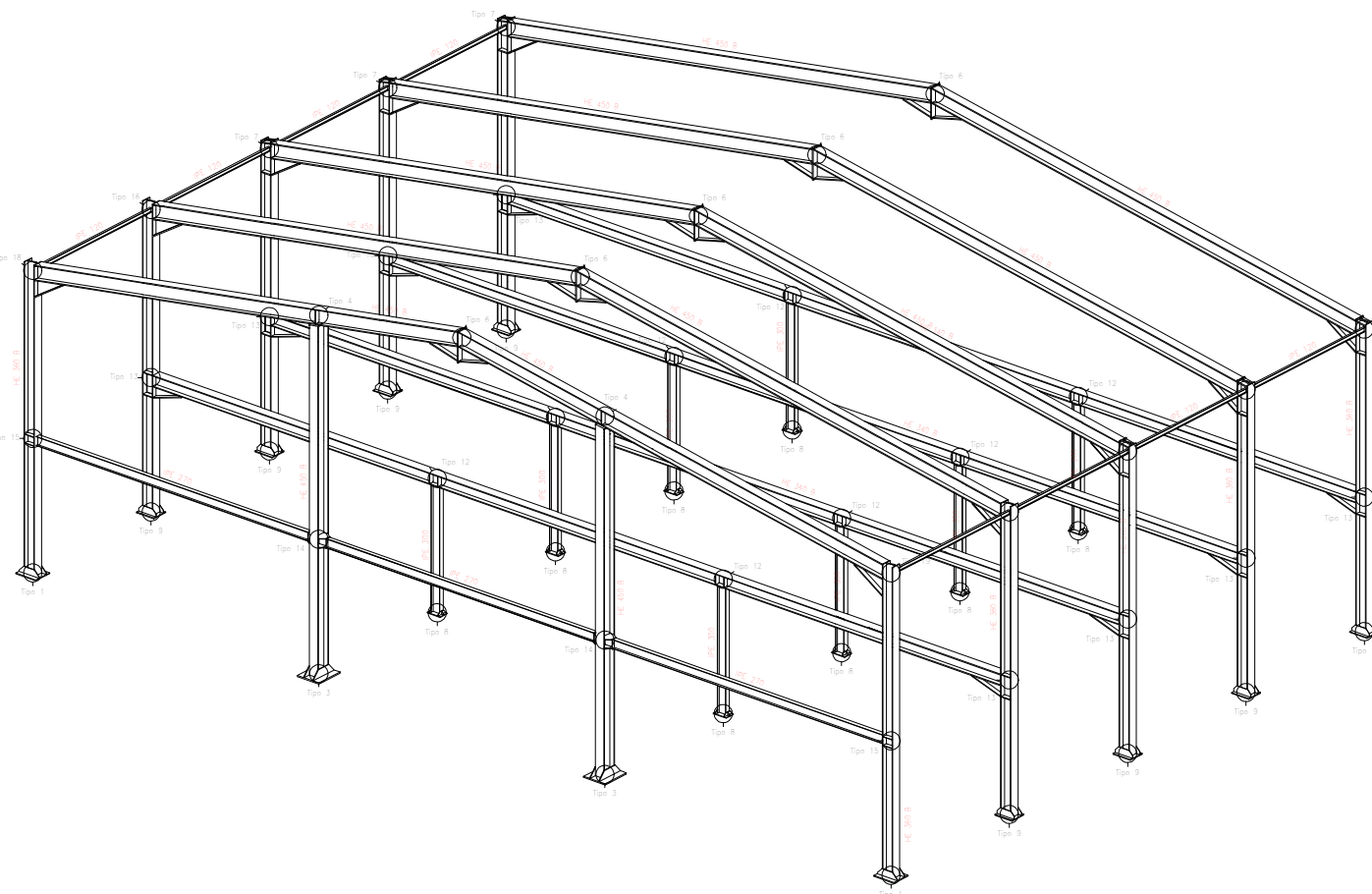
2D: Perfil izquierdo



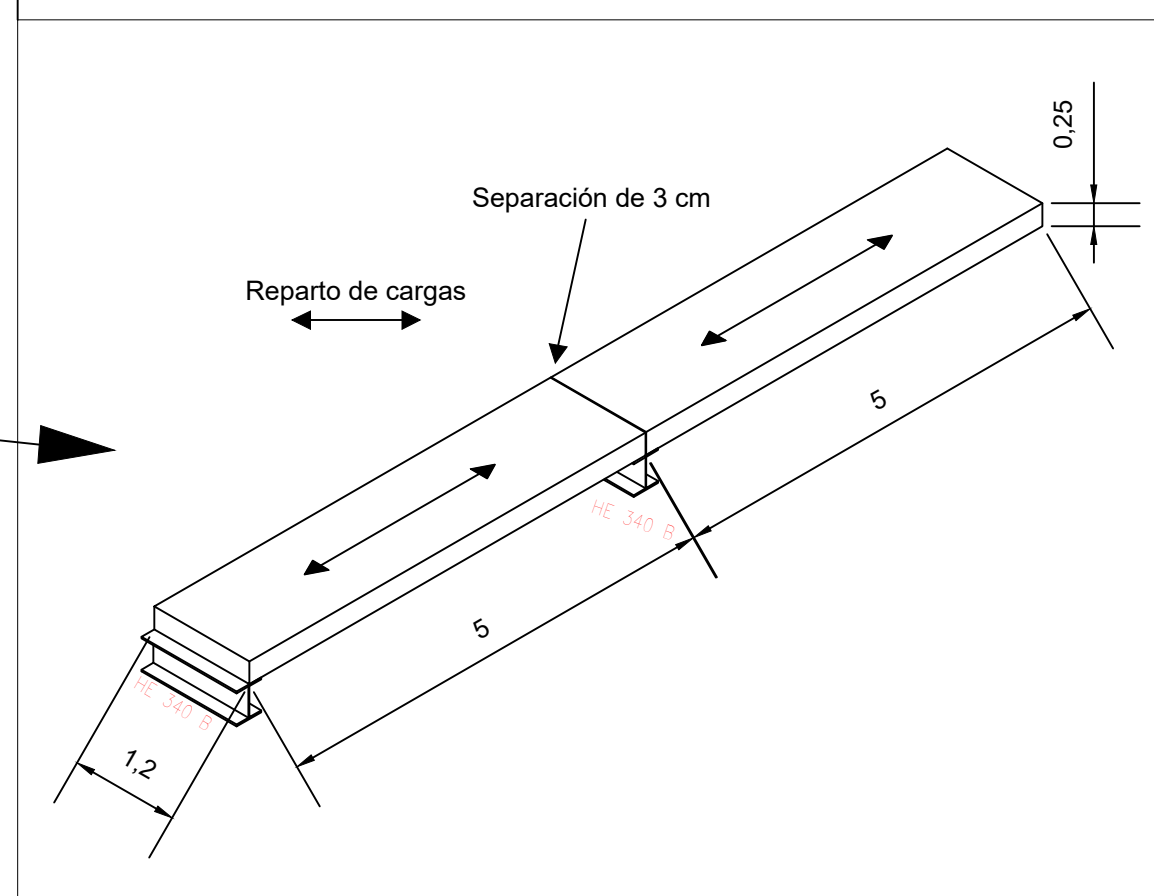
Empalme a tope de pilares metálicos.



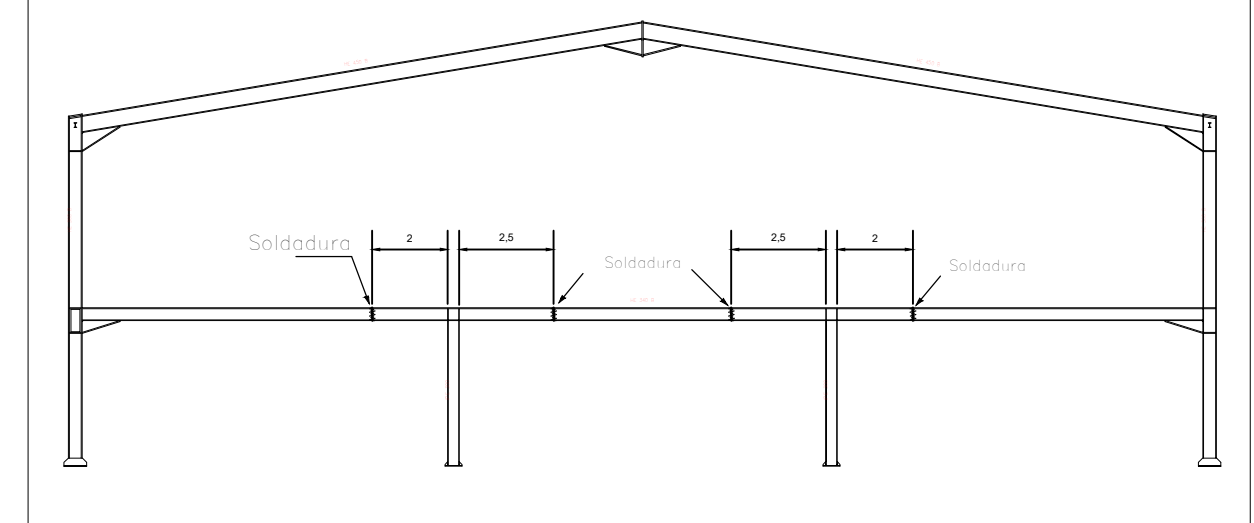
Estructura del concesionario



Disposición de las placas alveolares

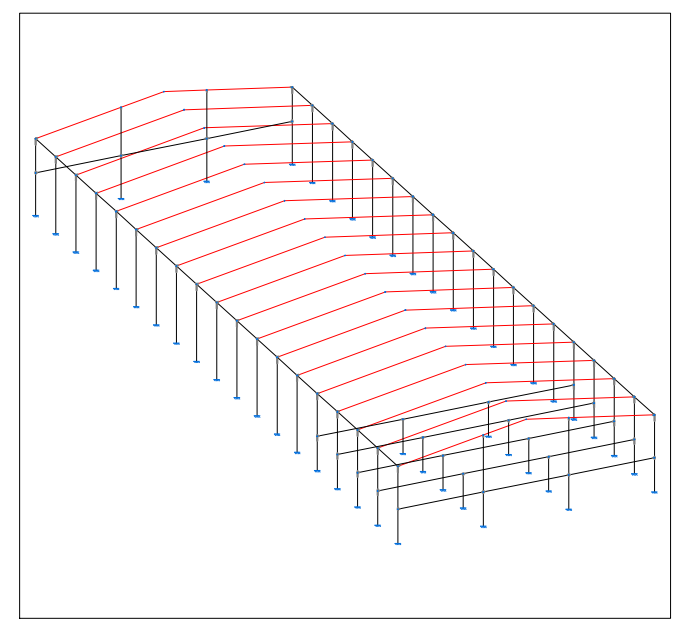
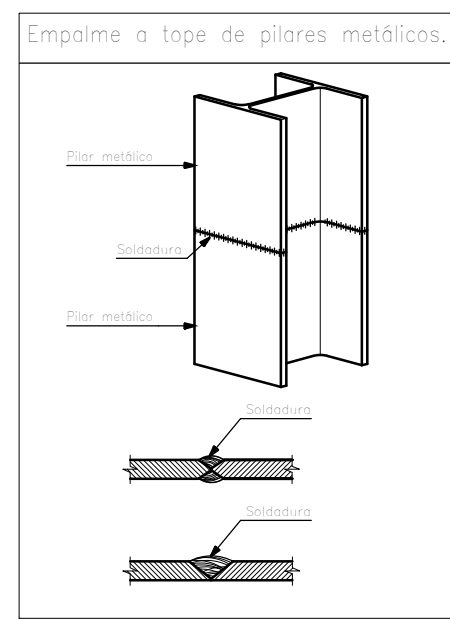
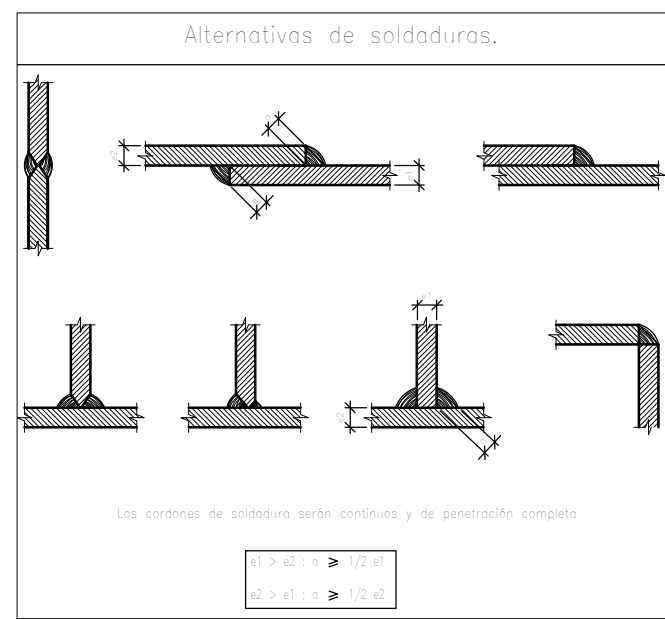
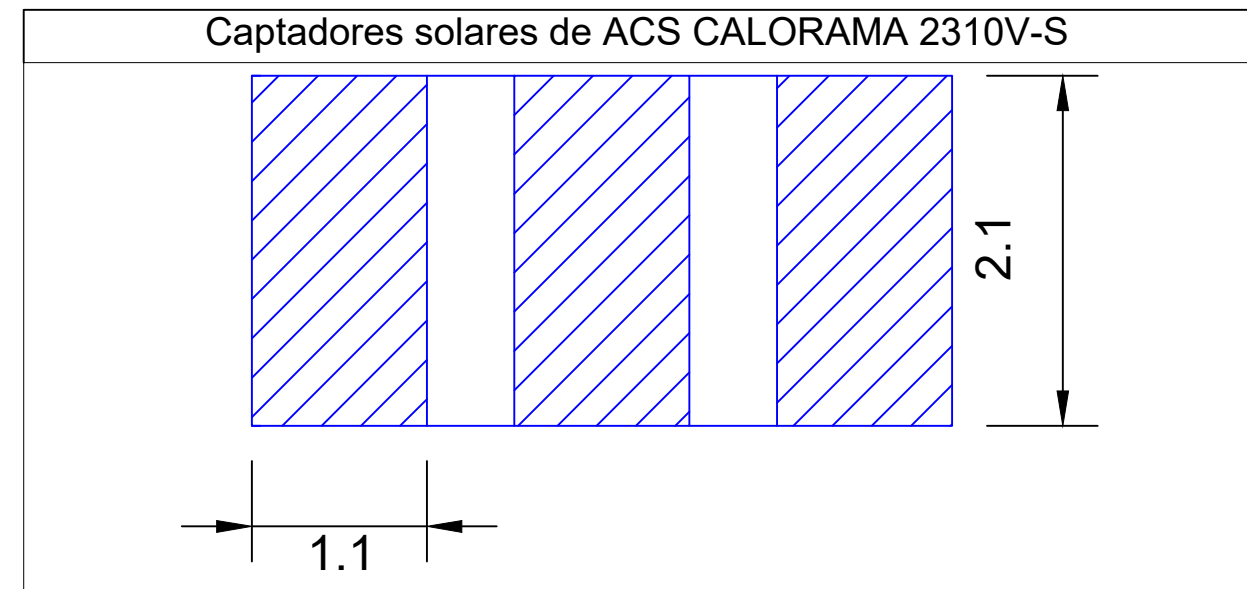
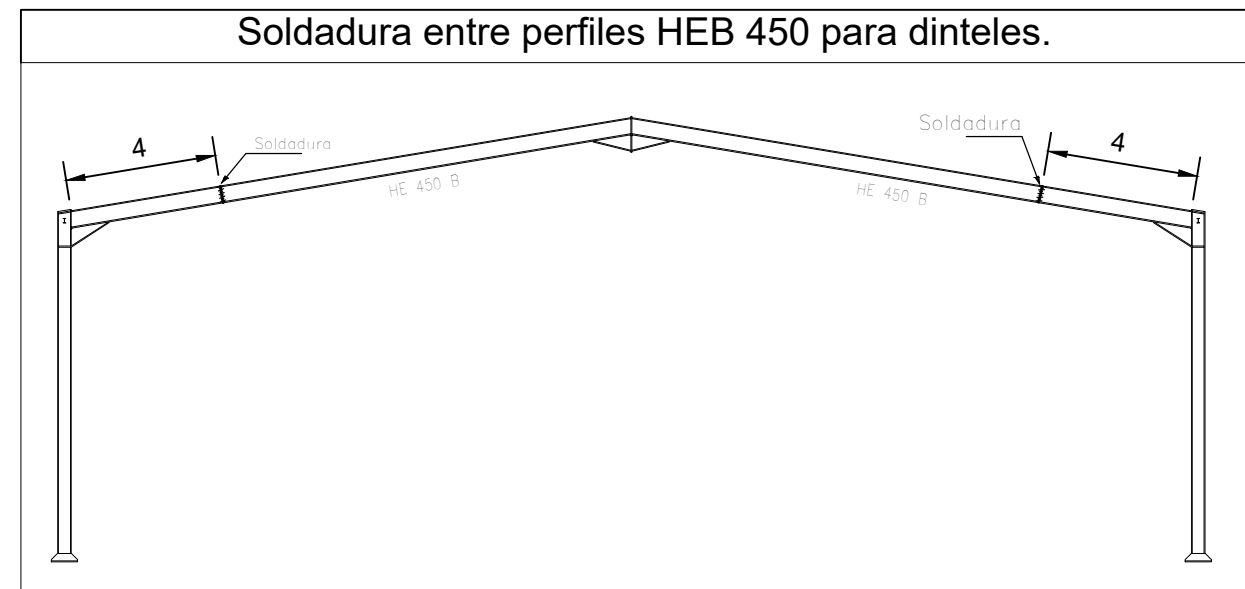
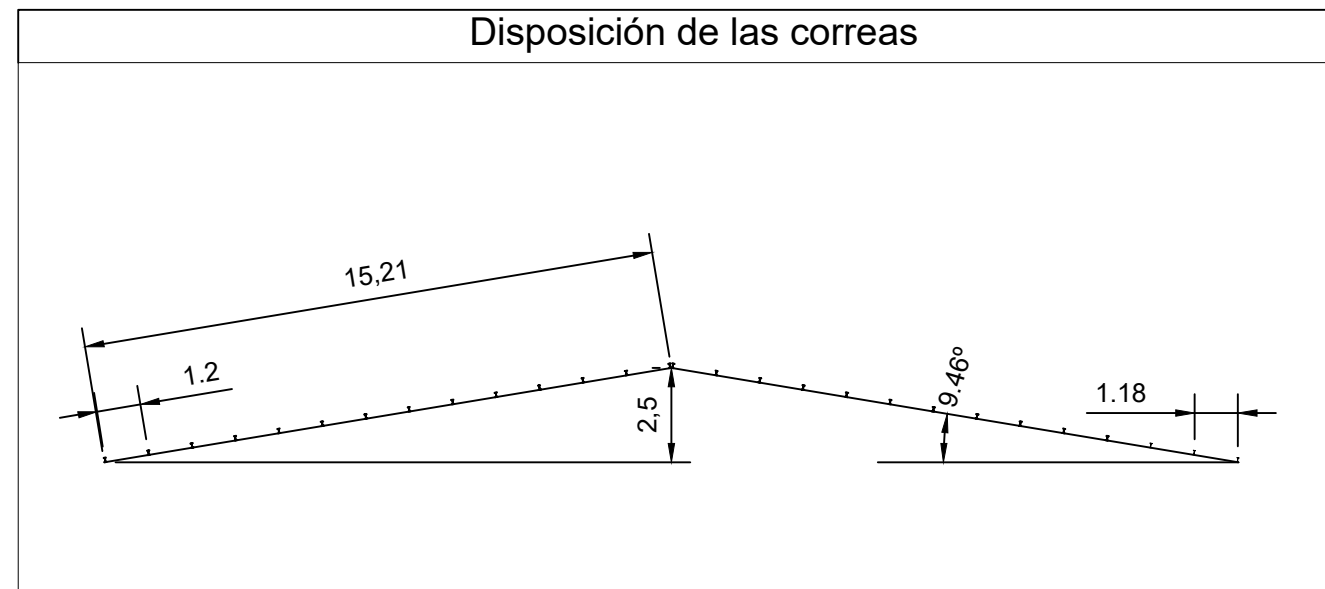
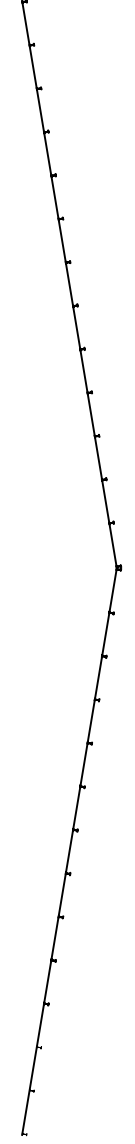
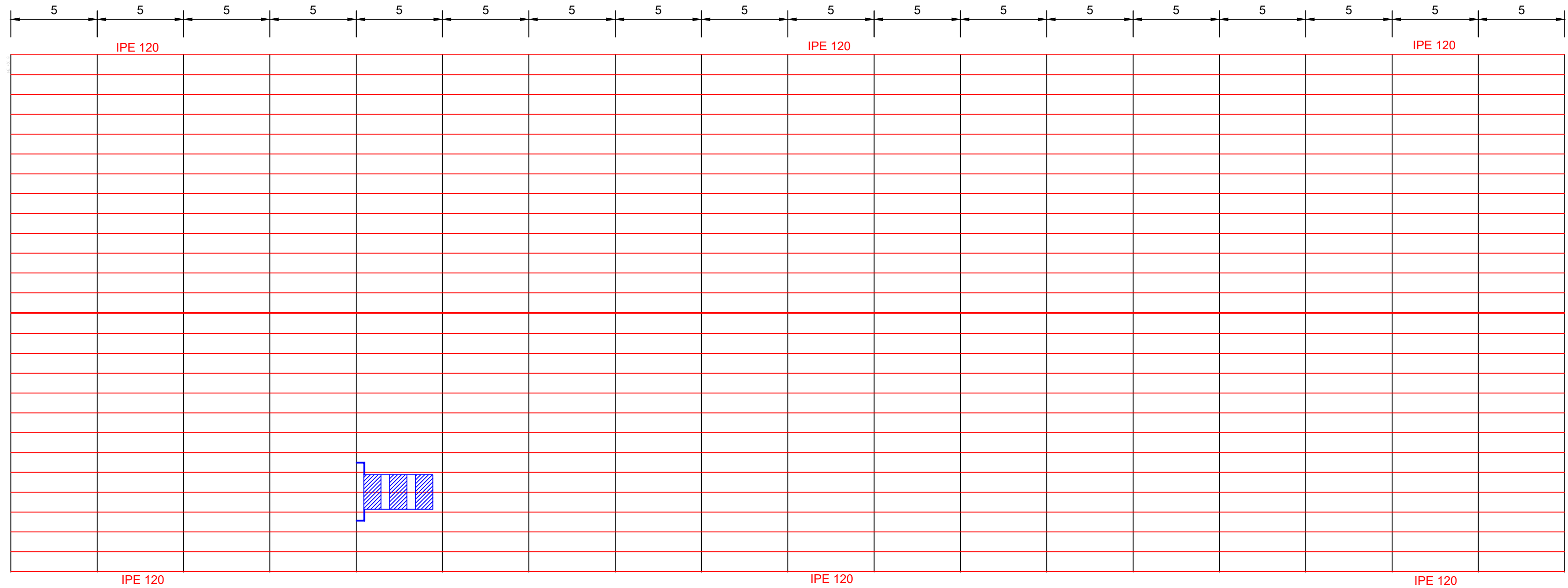
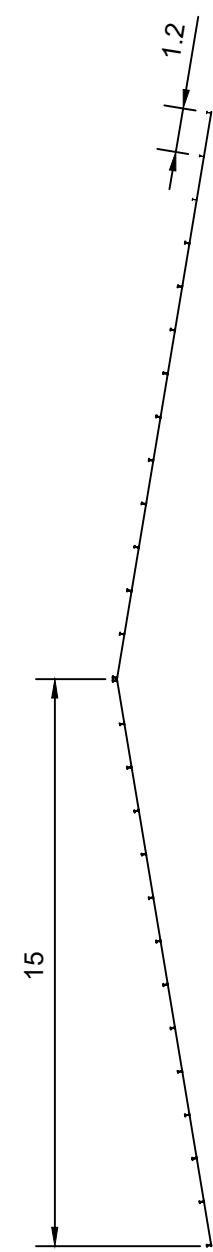


Soldadura entre perfiles HEB 340 para estructura del 1º piso.



PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG			
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR			
SITUACIÓN		AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID	
TUTOR		JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN	
PLANO	PRIMER PISO	NUMERO	7
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO	ESCALA	1:200



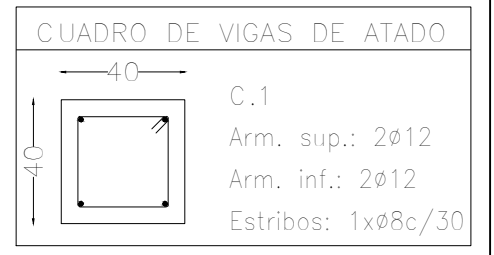
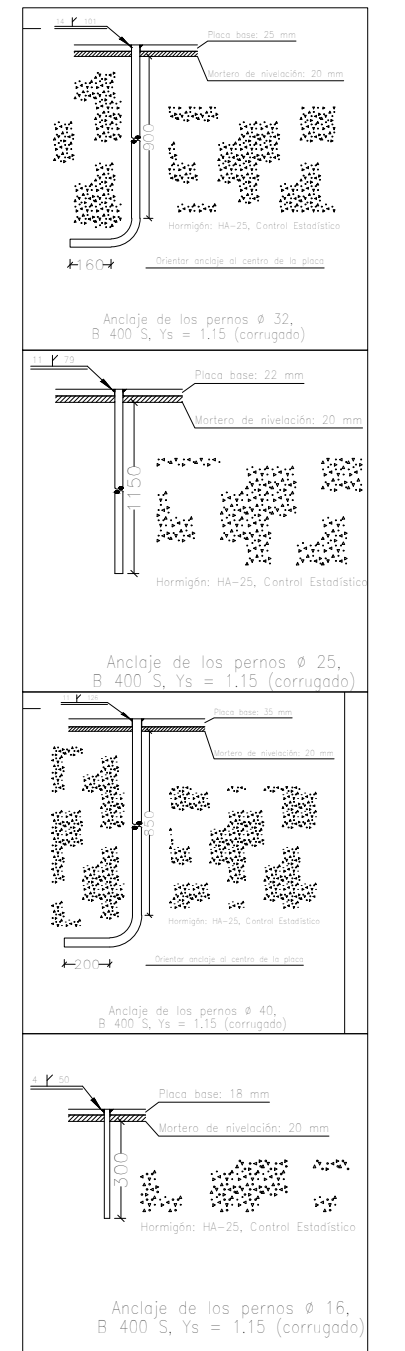
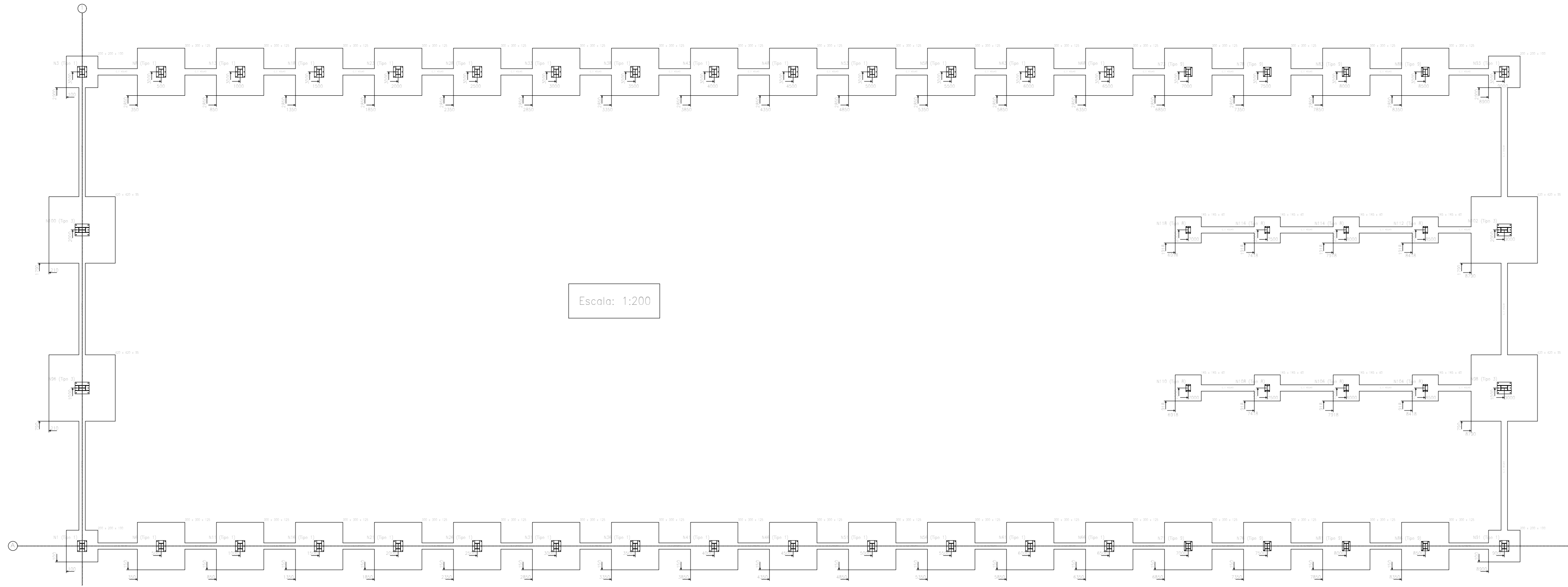


Separación entre pórticos (m): 5.00  
 Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S275  
 Tipo de perfil: IPE 120  
 Separación: 1.20 m.  
 Número de correas: 28  
 Peso lineal: 290.14 kg/m

PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN	AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID
TUTOR	JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN
PLANO	<b>CUBIERTA Y CORREAS</b>
NÚMERO	<b>8</b>
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO
ESCALA	<b>1:200</b>

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

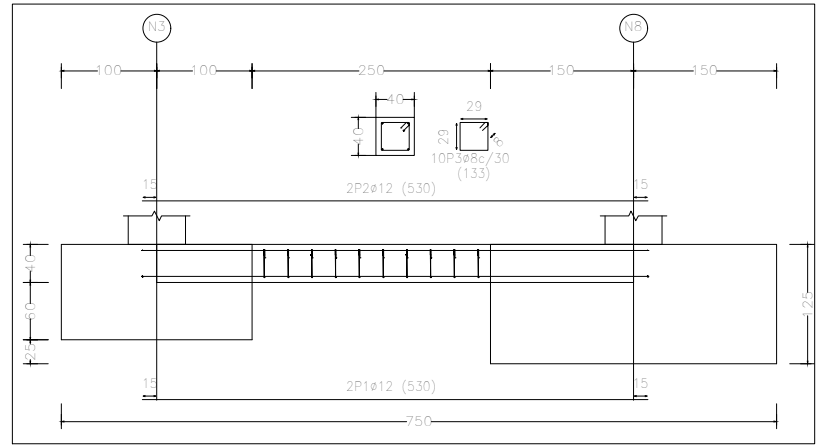


Zapatas de cimentación							
Materiales	Hormigón				Acero		
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Características	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Hormigón zapata en obra	7	1.50	H4-25	Placa de base (30x30 cm)	7	1.15	B 400 S
Hormigón limpieza en obra	7	1.50	H4-100	Placa de base (30x30 cm)	7	1.15	B 400 S
Ejecución /Aciones	7	1.50	H4-25	Aprobado a la instrucción EHE			
Exposición/ambiente	Terrazo	Estrado protegido o hormigón de limpieza		I	IIa	IIIb	IIIa
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente		30	35	40	45



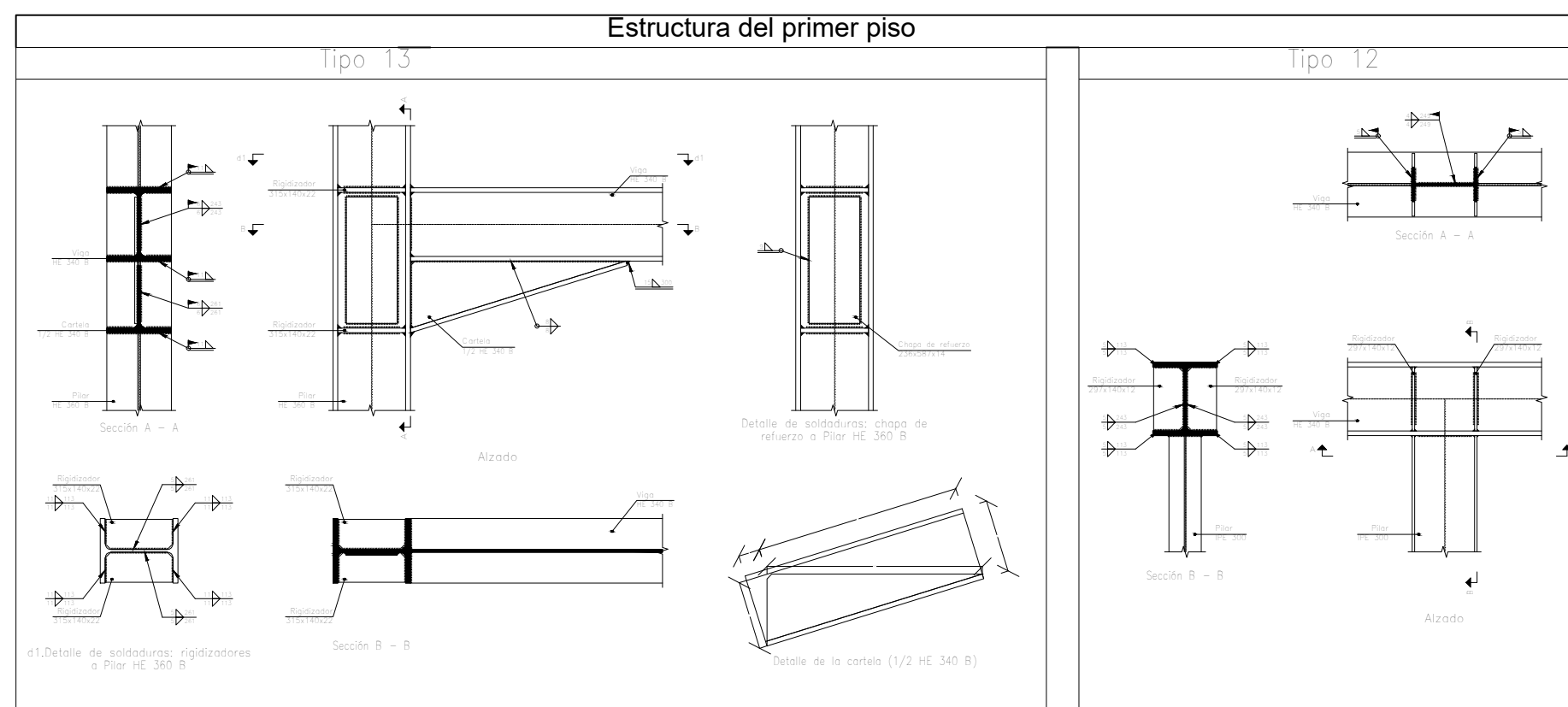
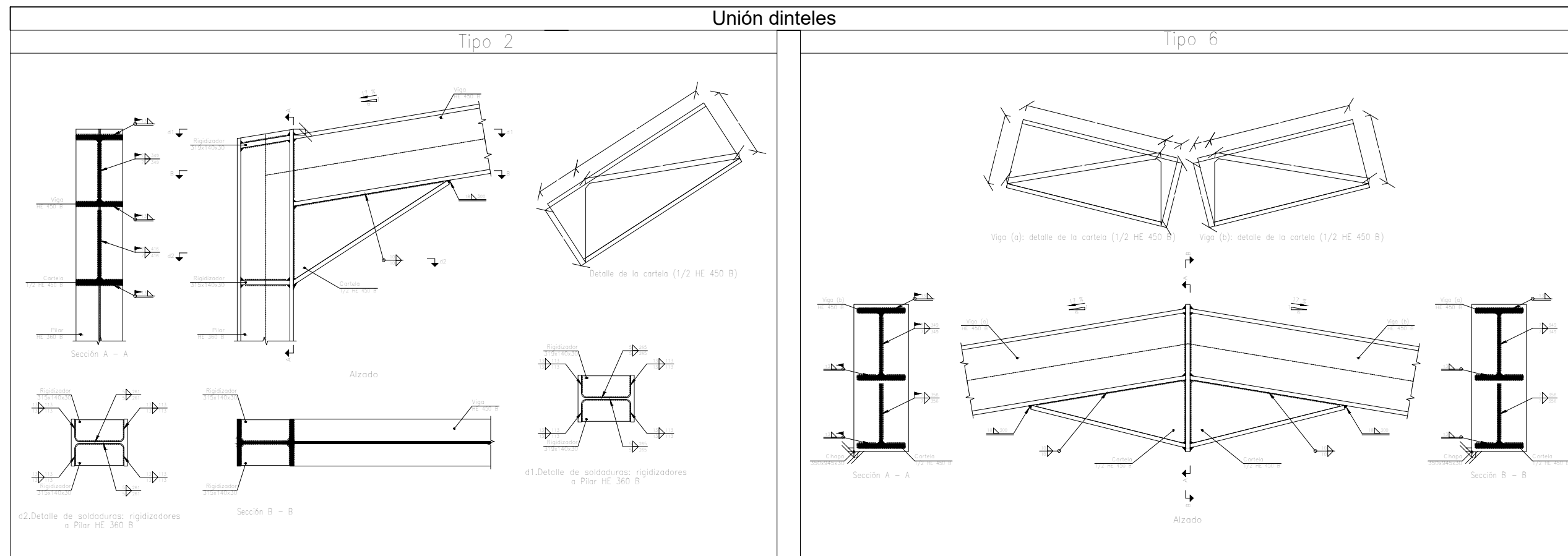
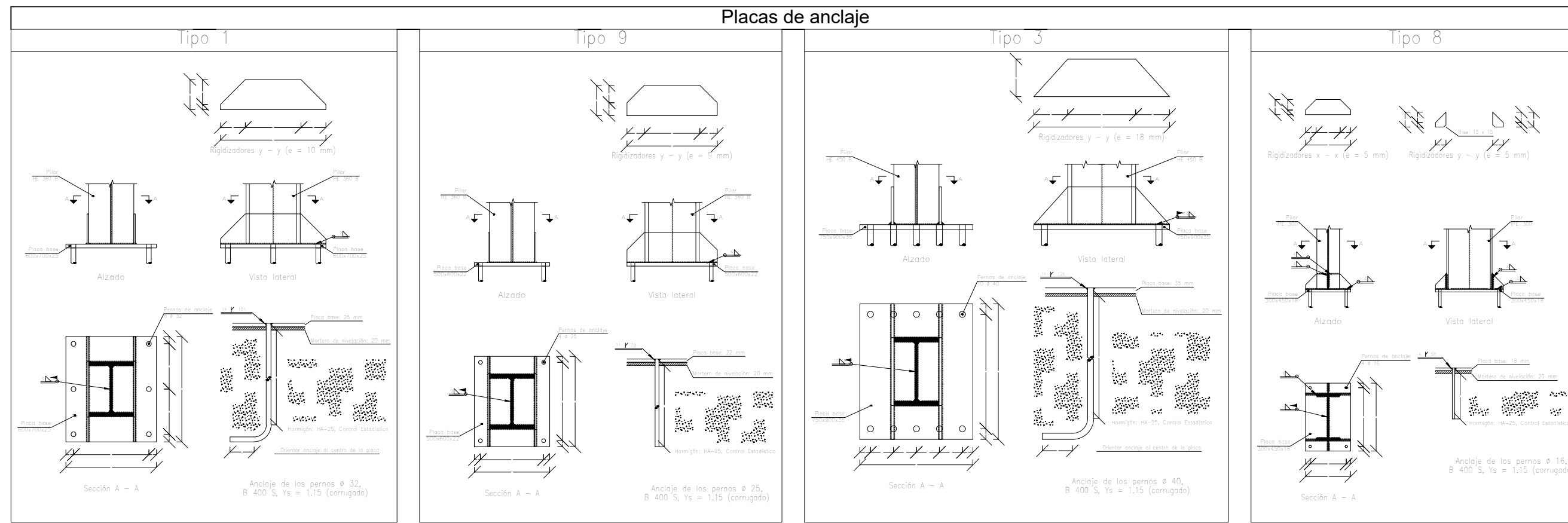
Datos geotécnicos	
Tensión admisible del terreno considerada = 0.2 MPa (200 kN/m <sup>2</sup> )	

Longitudes de solape en arranque de pilares, Lb				
Armadura	Sin acciones dinámicas		Con acciones dinámicas	
	B 400 S	B 500 S	B 400 S	B 500 S
ø12	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm
ø14	40 cm	45 cm	50 cm	60 cm
ø16	45 cm	50 cm	60 cm	70 cm
ø20	60 cm	65 cm	80 cm	100 cm
ø25	80 cm	100 cm	110 cm	130 cm



Resumen Acero			
Elemento, Viga y Placa de anclaje	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 400 S, CN	ø8	776.7	337
	ø12	1180.0	1152
	ø16	9304.0	16153
			17642

Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N3, N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58, N63, N68, N73, N78, N83, N88, N93, N98, N103, N108, N113, N118, N123, N128, N133, N138, N143, N148, N153, N158, N163, N168, N173, N178, N183, N188, N193, N198, N203, N208, N213, N218, N223, N228, N233, N238, N243, N248, N253, N258, N263, N268, N273, N278, N283, N288, N293, N298, N303, N308, N313, N318, N323, N328, N333, N338, N343, N348, N353, N358, N363, N368, N373, N378, N383, N388, N393, N398, N403, N408, N413, N418, N423, N428, N433, N438, N443, N448, N453, N458, N463, N468, N473, N478, N483, N488, N493, N498, N503, N508, N513, N518, N523, N528, N533, N538, N543, N548, N553, N558, N563, N568, N573, N578, N583, N588, N593, N598, N603, N608, N613, N618, N623, N628, N633, N638, N643, N648, N653, N658, N663, N668, N673, N678, N683, N688, N693, N698, N703, N708, N713, N718, N723, N728, N733, N738, N743, N748, N753, N758, N763, N768, N773, N778, N783, N788, N793, N798, N803, N808, N813, N818, N823, N828, N833, N838, N843, N848, N853, N858, N863, N868, N873, N878, N883, N888, N893, N898, N903, N908, N913, N918, N923, N928, N933, N938, N943, N948, N953, N958, N963, N968, N973, N978, N983, N988, N993, N998, N1003, N1008, N1013, N1018, N1023, N1028, N1033, N1038, N1043, N1048, N1053, N1058, N1063, N1068, N1073, N1078, N1083, N1088, N1093, N1098, N1103, N1108, N1113, N1118, N1123, N1128, N1133, N1138, N1143, N1148, N1153, N1158, N1163, N1168, N1173, N1178, N1183, N1188, N1193, N1198, N1203, N1208, N1213, N1218, N1223, N1228, N1233, N1238, N1243, N1248, N1253, N1258, N1263, N1268, N1273, N1278, N1283, N1288, N1293, N1298, N1303, N1308, N1313, N1318, N1323, N1328, N1333, N1338, N1343, N1348, N1353, N1358, N1363, N1368, N1373, N1378, N1383, N1388, N1393, N1398, N1403, N1408, N1413, N1418, N1423, N1428, N1433, N1438, N1443, N1448, N1453, N1458, N1463, N1468, N1473, N1478, N1483, N1488, N1493, N1498, N1503, N1508, N1513, N1518, N1523, N1528, N1533, N1538, N1543, N1548, N1553, N1558, N1563, N1568, N1573, N1578, N1583, N1588, N1593, N1598, N1603, N1608, N1613, N1618, N1623, N1628, N1633, N1638, N1643, N1648, N1653, N1658, N1663, N1668, N1673, N1678, N1683, N1688, N1693, N1698, N1703, N1708, N1713, N1718, N1723, N1728, N1733, N1738, N1743, N1748, N1753, N1758, N1763, N1768, N1773, N1778, N1783, N1788, N1793, N1798, N1803, N1808, N1813, N1818, N1823, N1828, N1833, N1838, N1843, N1848, N1853, N1858, N1863, N1868, N1873, N1878, N1883, N1888, N1893, N1898, N1903, N1908, N1913, N1918, N1923, N1928, N1933, N1938, N1943, N1948, N1953, N1958, N1963, N1968, N1973, N1978, N1983, N1988, N1993, N1998, N2003, N2008, N2013, N2018, N2023, N2028, N2033, N2038, N2043, N2048, N2053, N2058, N2063, N2068, N2073, N2078, N2083, N2088, N2093, N2098, N2103, N2108, N2113, N2118, N2123, N2128, N2133, N2138, N2143, N2148, N2153, N2158, N2163, N2168, N2173, N2178, N2183, N2188, N2193, N2198, N2203, N2208, N2213, N2218, N2223, N2228, N2233, N2238, N2243, N2248, N2253, N2258, N2263, N2268, N2273, N2278, N2283, N2288, N2293, N2298, N2303, N2308, N2313, N2318, N2323, N2328, N2333, N2338, N2343, N2348, N2353, N2358, N2363, N2368, N2373, N2378, N2383, N2388, N2393, N2398, N2403, N2408, N2413, N2418, N2423, N2428, N2433, N2438, N2443, N2448, N2453, N2458, N2463, N2468, N2473, N2478, N2483, N2488, N2493, N2498, N2503, N2508, N2513, N2518, N2523, N2528, N2533, N2538, N2543, N2548, N2553, N2558, N2563, N2568, N2573, N2578, N2583, N2588, N2593, N2598, N2603, N2608, N2613, N2618, N2623, N2628, N2633, N2638, N2643, N2648, N2653, N2658, N2663, N2668, N2673, N2678, N2683, N2688, N2693, N2698, N2703, N2708, N2713, N2718, N2723, N2728, N2733, N2738, N2743, N2748, N2753, N2758, N2763, N2768, N2773, N2778, N2783, N2788, N2793, N2798, N2803, N2808, N2813, N2818, N2823, N2828, N2833, N2838, N2843, N2848, N2853, N2858, N2863, N2868, N2873, N2878, N2883, N2888, N2893, N2898, N2903, N2908, N2913, N2918, N2923, N2928, N2933, N2938, N2943, N2948, N2953, N2958, N2963, N2968, N2973, N2978, N2983, N2988, N2993, N2998, N3003, N3008, N3013, N3018, N3023, N3028, N3033, N3038, N3043, N3048, N3053, N3058, N3063, N3068, N3073, N3078, N3083, N3088, N3093, N3098, N3103, N3108, N3113, N3118, N3123, N3128, N3133, N3138, N3143, N3148, N3153, N3158, N3163, N3168, N3173, N3178, N3183, N3188, N3193, N3198, N3203, N3208, N3213, N3218, N3223, N3228, N3233, N3238, N3243, N3248, N3253, N3258, N3263, N3268, N3273, N3278, N3283, N3288, N3293, N3298, N3303, N3308, N3313, N3318, N3323, N3328, N3333, N3338, N3343, N3348, N3353, N3358, N3363, N3368, N3373, N3378, N3383, N3388, N3393, N3398, N3403, N3408, N3413, N3418, N3423, N3428, N3433, N3438, N3443, N3448, N3453, N3458, N3463, N3468, N3473, N3478, N3483, N3488, N3493, N3498, N3503, N3508, N3513, N3518, N3523, N3528, N3533, N3538, N3543, N3548, N3553, N3558, N3563, N3568, N3573, N3578, N3583, N3588, N3593, N3598, N3603, N3608, N3613, N3618, N3623, N3628, N3633, N3638, N3643, N3648, N3653, N3658, N3663, N3668, N3673, N3678, N3683, N3688, N3693, N3698, N3703, N3708, N3713, N3718, N3723, N3728, N3733, N3738, N3743, N3748, N3753, N3758, N3763, N3768, N3773, N3778, N3783, N3788, N3793, N3798, N3803, N3808, N3813, N3818, N3823, N3828, N3833, N3838, N3843, N3848, N3853, N3858, N3863, N3868, N3873, N3878, N3883, N3888, N3893, N3898, N3903, N3908, N3913, N3918, N3923, N3928, N3933, N3938, N3943, N3948, N3953, N3958, N3963, N3968, N3973, N3978, N3983, N3988, N3993, N3998, N4003, N4008, N4013, N4018, N4023, N4028, N4033, N4038, N4043, N4048, N4053, N4058, N4063, N4068, N4073, N4078, N4083, N4088, N4093, N4098, N4103, N4108, N4113, N4118, N4123, N4128, N4133, N4138, N4143, N4148, N4153, N4158, N4163, N4168, N4173, N4178, N4183, N4188, N4193, N4198, N4203, N4208, N4213, N4218, N4223, N4228, N4233, N4238, N4243, N4248, N4253, N4258, N4263, N4268, N4273, N4278, N4283, N4288, N4293, N4298, N4303, N4308, N4313, N4318, N4323, N4328, N4333, N4338, N4343, N4348, N4353, N4358, N4363, N4368, N4373, N4378, N4383, N4388, N4393, N4398, N4403, N4408, N4413, N4418, N4423, N4428, N4433, N4438, N4443, N4448, N4453, N4458, N4463, N4468, N4473, N4478, N4483, N4488, N4493, N4498, N4503, N4508, N4513, N4518, N4523, N4528, N4533, N4538, N4543, N4548, N4553, N4558, N4563, N4568, N4573, N4578, N4583, N4588, N4593, N4598, N4603, N4608, N4613, N4618, N4623, N4628, N4633, N4638, N4643, N4648, N4653, N4658, N4663, N4668, N4673, N4678, N4683, N4688, N4693, N4698, N4703, N4708, N4713, N4718, N4723, N4728, N4733, N4738, N4743, N4748, N4753, N4758, N4763, N4768, N4773, N4778, N4783, N4788, N4793, N4798, N4803, N4808, N4813, N4818, N4823, N4828, N4833, N4838, N4843, N4848, N4853, N4858, N4863, N4868, N4873, N4878, N4883, N4888, N4893, N4898, N4903, N4908, N4913, N4918, N4923, N4928, N4933, N4938, N4943, N4948, N4953, N4958, N4963, N4968, N4973, N4978, N4983, N4988, N4993, N4998, N5003, N5008, N5013, N5018, N5023, N5028, N5033, N5038, N5043, N5048, N5053, N5058, N5063, N5068, N5073, N5078, N5083, N5088, N5093, N5098, N5103, N5108, N5113, N5118, N5123, N5128, N5133, N5138, N5143, N5148, N5153, N5158, N5163, N5168, N5173, N5178, N5183, N5188, N5193, N5198, N5203, N5208, N5213, N5218, N5223, N5228, N5233, N5238, N5243, N5248, N5253, N5258, N5263, N5268, N5273, N5278, N5283, N5288, N5293, N5298, N5303, N5308, N5313, N5318, N5323, N5328, N5333, N5338, N5343, N5348, N5353, N5358, N5363, N5368, N5373, N5378, N5383, N5388, N5393, N5398, N5403, N5408, N5413, N5418, N5423, N5428, N5433, N5438, N5443, N5448, N5453, N5458, N5463, N5468, N5473, N5478, N5483, N5488, N5493, N5498, N5503, N5508, N5513, N5518, N5523, N5528, N5533, N5538, N5543, N5548, N5553, N5558, N5563, N5568, N5573, N5578, N5583, N5588, N5593, N5598, N5603, N5608, N5613, N5618, N5623, N5628, N5633, N5638, N5643, N5648, N5653, N5658, N5663, N5668, N5673, N5678, N5683, N5688, N5693, N5698, N5703, N5708, N5713, N5718, N5723, N5728, N5733, N5738, N5743, N5748, N5753, N5758, N5763, N5768, N5773, N5778, N5783, N5788, N5793, N5798, N5803, N5808, N5813, N5818, N5823, N5828, N5833, N5838, N5843, N5848, N5853, N5858, N5863, N5868, N5873, N5878, N5883, N5888, N5893, N5898, N5903, N5908, N5913, N5918, N5923, N5928, N5933, N5938, N5943, N5948, N5953, N5958, N5963, N5968, N5973, N5978, N5983, N5988, N5993, N5998, N6003, N6008, N6013, N6018, N6023, N6028, N6033, N6038, N6043, N6048, N6053, N6058, N6063, N6068, N6073, N6078, N6083, N6088, N6093, N6098, N6103, N6108, N6113, N6118, N6123, N6128, N6133, N6138, N6143, N6148, N6153, N6158, N6163, N6168, N6173, N6178, N6183, N6188, N6193, N6198, N6203, N6208, N6213, N6218, N6223, N6228, N6233, N6238, N6243, N6248, N6253, N6258, N6263, N6268, N6273, N6278, N6283, N6288, N6293, N6298, N6303, N6308, N6313, N6318, N6323, N6328, N6333, N6338, N6343, N6348, N6353, N6358, N6363, N6368, N6373, N6378, N6383, N6388, N6393, N6398, N6403, N6408, N6413, N6418, N6423, N6428, N6433, N6438, N6443, N6448, N6453, N6458, N6463, N6468, N6473, N6478, N6483, N6488, N6493, N6498, N6503, N6508, N6513, N6518, N6523, N6528, N6533, N6538, N6543, N6548, N6553, N6558, N6563, N6568, N6573, N6578, N6583, N6588, N6593, N6598, N6603, N6608, N6613, N6618, N6623, N6628, N6633, N6638, N6643, N6648, N6653, N6658, N6663, N6668, N6673, N6678, N6683, N6688, N6693, N6698, N6703, N6708, N6713, N6718, N6723, N6728, N6733, N6738, N6743, N6748, N6753, N6758, N6763, N6768, N6773, N6778, N6783, N6788, N6793, N6798, N6803, N6808, N6813, N6818, N6823, N6828, N6833, N6838, N6843, N6848, N6853, N6858, N6863, N6868, N6873, N6878, N6883, N6888, N6893, N6898, N6903, N6908, N6913, N6918, N6923, N6928, N6933, N6938, N6943, N6948, N6953, N6958, N6963, N6968, N6973, N6978, N6983, N6988, N6993, N6998, N7003, N7008, N7013, N7018, N7023, N7028, N7033, N7038, N7043, N7048, N7053, N7058, N7063, N7068, N7073, N7078, N7083, N7088, N7093, N7098, N7103, N7108, N7113, N7118, N7123, N7128, N7133, N7138, N7143, N7148, N7153, N7158, N7163, N7168, N7173, N7178, N7183, N7188, N7193, N7198, N7203, N7208, N7213, N7218, N7223, N7228, N7233, N7238, N7243, N7248, N7253, N7258, N7263, N7268, N7273, N7278, N7283, N7288, N7293, N7298, N7303, N7308, N7313, N7318, N7323, N7328, N7333, N7338, N7343, N7348, N7353, N7358, N7363, N7368, N7373, N7378, N7383, N7388, N7393, N7398, N7403, N7408, N7413, N7418, N7423, N7428, N7433, N7438, N7443, N7448, N7453, N7458, N7463, N7468, N7473, N7478, N7483, N7488, N7493, N7498, N7503, N7508, N7513, N7518, N7523, N7528, N7533, N7538, N7543, N7548, N7553, N7558, N7563, N7568, N7573, N7578, N7583, N7588, N7593, N7598, N7603, N7608, N7613, N7618, N7623, N7628, N7633, N7638, N7643, N7648, N7653, N7658, N7663, N7668, N7673, N7678, N7683, N7688, N7693, N7698, N7703, N7708, N7713, N7718, N7723, N7728, N7733, N7738, N7743, N7748, N7753, N7758, N7763, N7768, N7773, N7778, N7783, N7788, N7793, N7798, N7803, N7808, N7813, N7818, N7823, N7828, N7833, N7838, N7843, N7848, N7853, N7858, N7863, N7868, N7873, N7878, N7883, N7888, N7893, N7898, N7903, N7908, N7913, N7918, N7923, N7928, N7933, N7938, N7943, N7948, N7953, N7958, N7963, N7968, N7973, N7978, N7983, N7988, N7993, N7998, N8003, N8008, N8013, N8018, N8023, N8028, N8033, N8038, N8043, N8048, N8053, N8058, N8063, N8068, N8073, N8078, N8083, N8088, N8093, N8098, N8103, N8108, N8113, N8118, N8123, N8128, N8133, N8138, N8143, N8148, N8153, N8158, N8163, N8168, N8173, N8178, N8183, N8188, N8193, N8198, N8203, N8208, N8213, N8218, N8223, N8228, N8233, N8238, N8243, N8248, N8253, N8258, N8263, N8268, N8273, N8278, N8283, N8288, N8293, N8298, N8303, N8308, N8313, N8318, N8323, N8328, N8333, N8338, N8343, N8348, N8353, N8358, N8363, N8368, N8373, N8378, N8383, N8388, N8393, N8398, N8403, N8408, N8413, N8418, N8423, N8428, N8433, N8438, N8443, N8448, N8453, N8458, N8463, N8468, N8473, N8478, N8483, N8488, N8493, N8498, N8503, N8508, N8513, N8518, N8523, N8528, N8533, N8538, N8543, N8548, N8553, N8558, N8563, N8568, N8573, N8578, N8583, N8588, N8593, N8598, N8603, N8608, N8613, N8618, N8623, N8628, N8633, N8638, N8643, N8648, N8653, N8658		



#### UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

**NORMA:**  
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación, Seguridad estructural, Acero, Apartado 8.6, Resistencia de los medios de unión, Uniones soldadas.

**MATERIALES:**  
- Perfiles (Material base): S275.  
- Material de aportación (soldaduras): Los característicos mecánicos de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a los del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

**DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:**

- Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo  $\beta$  deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
  - Si se cumple que  $\beta > 120$  (grados), se considerará que no transmiten esfuerzos.
  - Si se cumple que  $\beta < 60$  (grados), se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

Unión en T      Unión en ángulo

**COMPROBACIONES:**

- Cordones de soldadura a tope con penetración total:  
En este caso, no es necesario ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:  
Se comprobarán como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- Cordones de soldadura en ángulo:  
Se realizará la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

#### REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

(mm) Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

$l$  (mm) longitud efectiva del cordón de soldadura

**METODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS**

Referencias 1, 2a y 3

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

Referencias 1, 2b y 3

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		$\nabla$
Soldadura a tope en 'V' simple (con chafalón)		$\surd$
Soldadura a tope en bisel simple		$\surd$
Soldadura a tope en bisel doble		$\nabla$
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplia		$\surd$
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		$\nabla$
Soldadura a tope en bisel simple con todo curvo		$\surd$

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

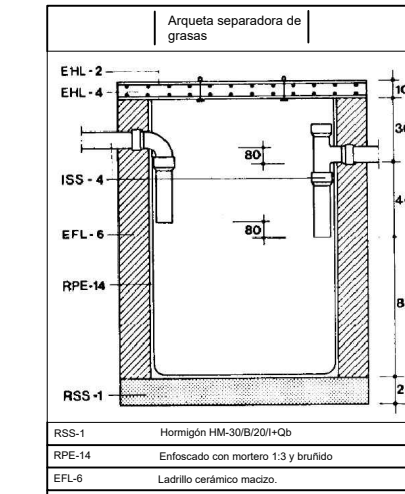
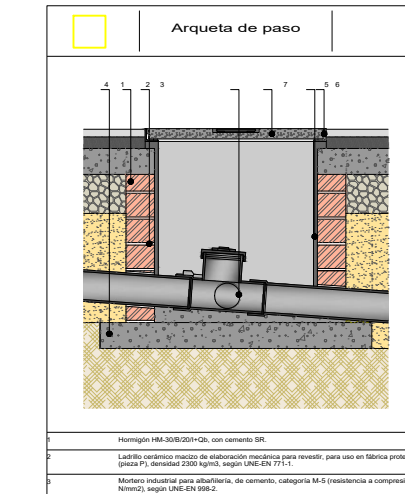
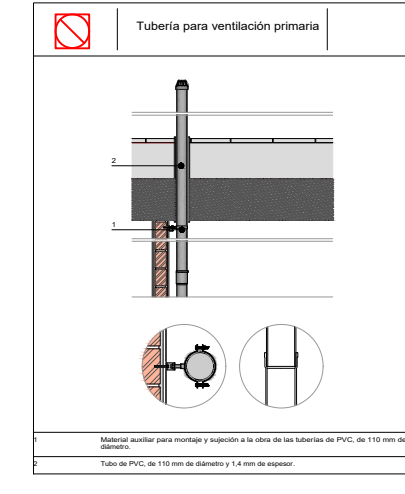
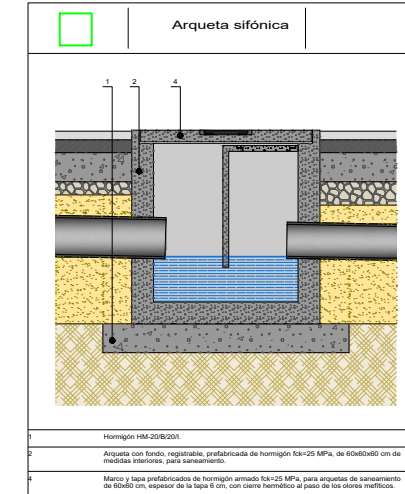
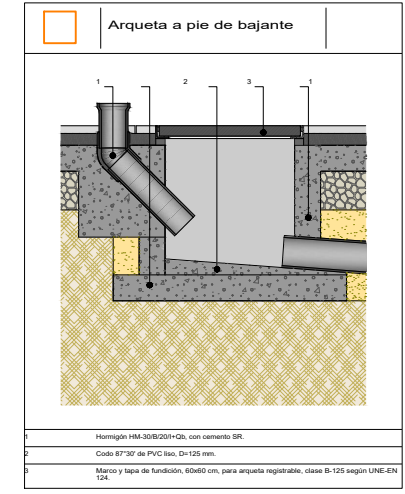
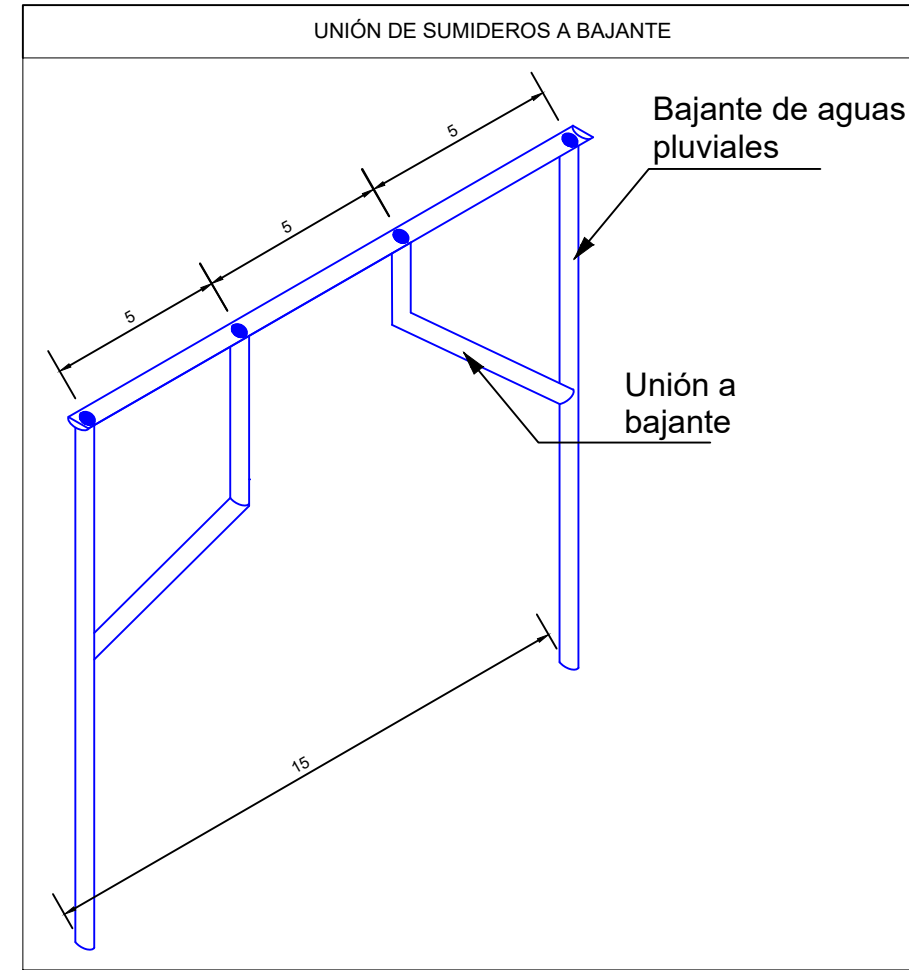
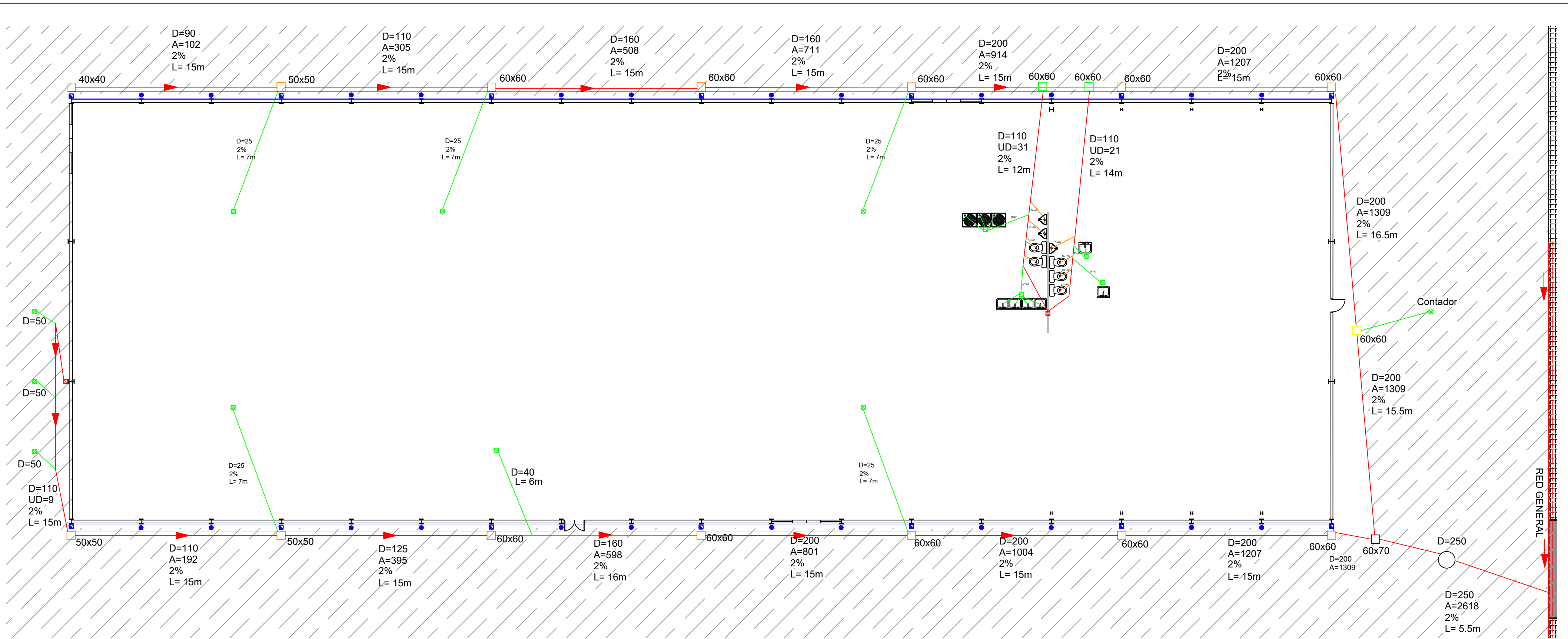
<b>PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG</b>	
<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR</b>	
<b>SITUACIÓN AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID</b>	
<b>TUTOR JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN</b>	
<b>PLANO UNIONES (I)</b>	<b>NUMERO 10</b>
<b>AUTOR FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO</b>	







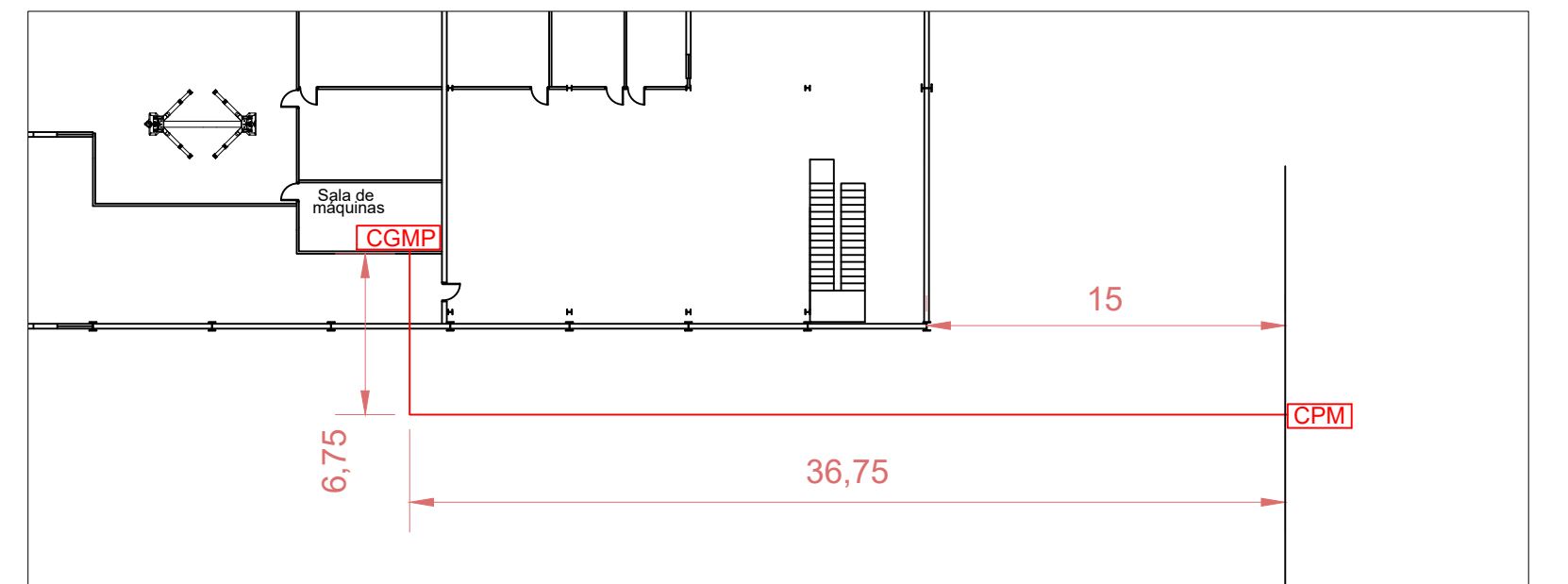
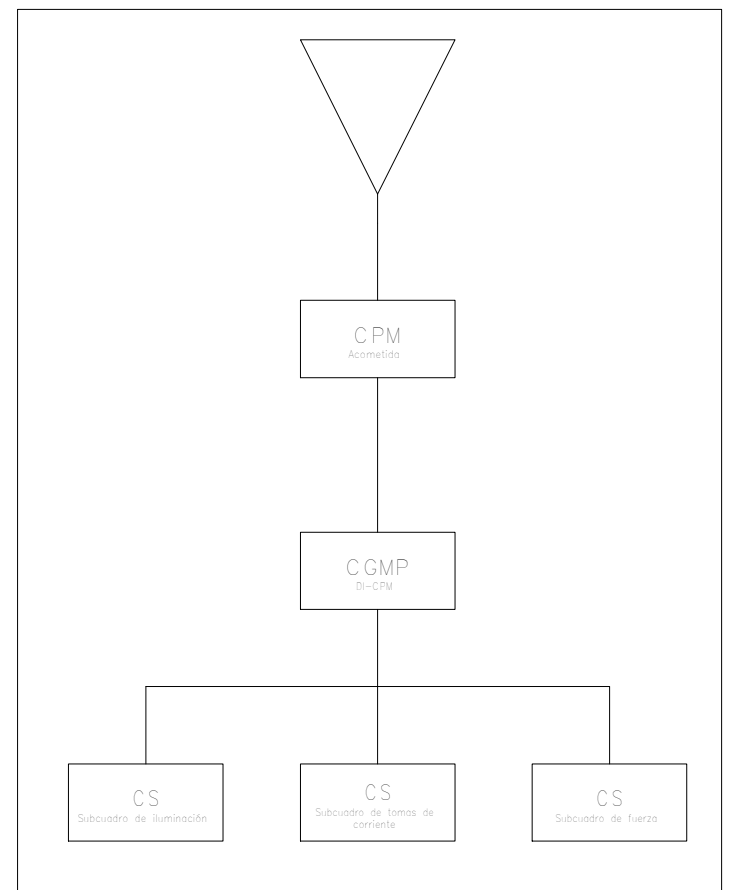
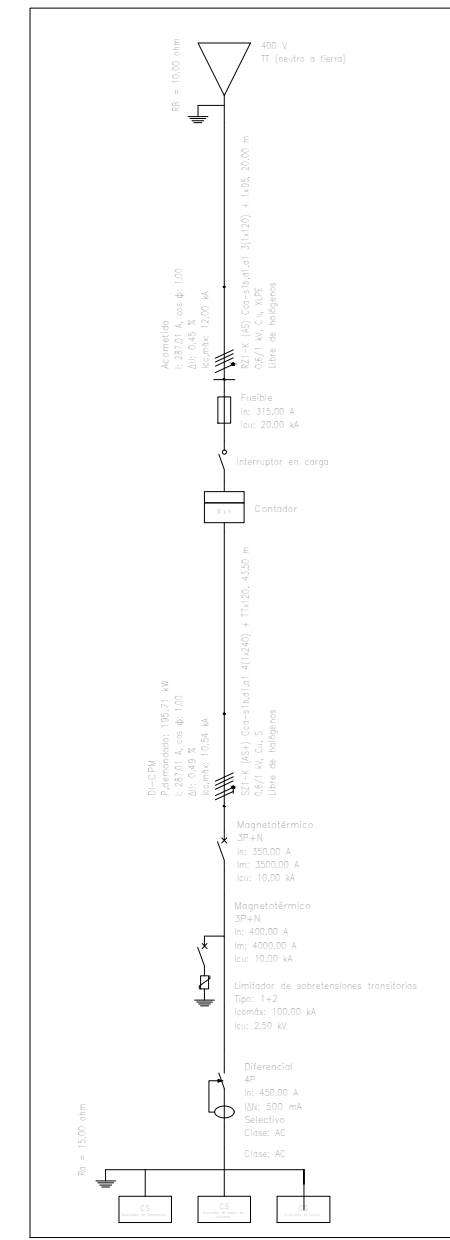
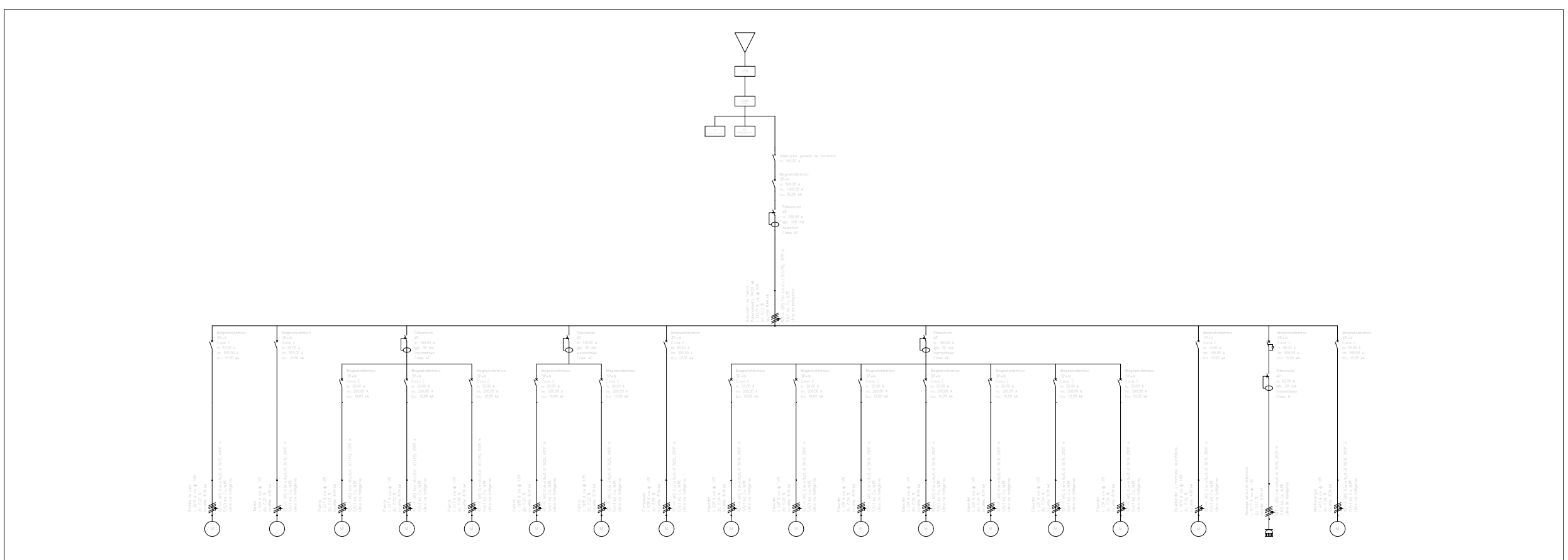
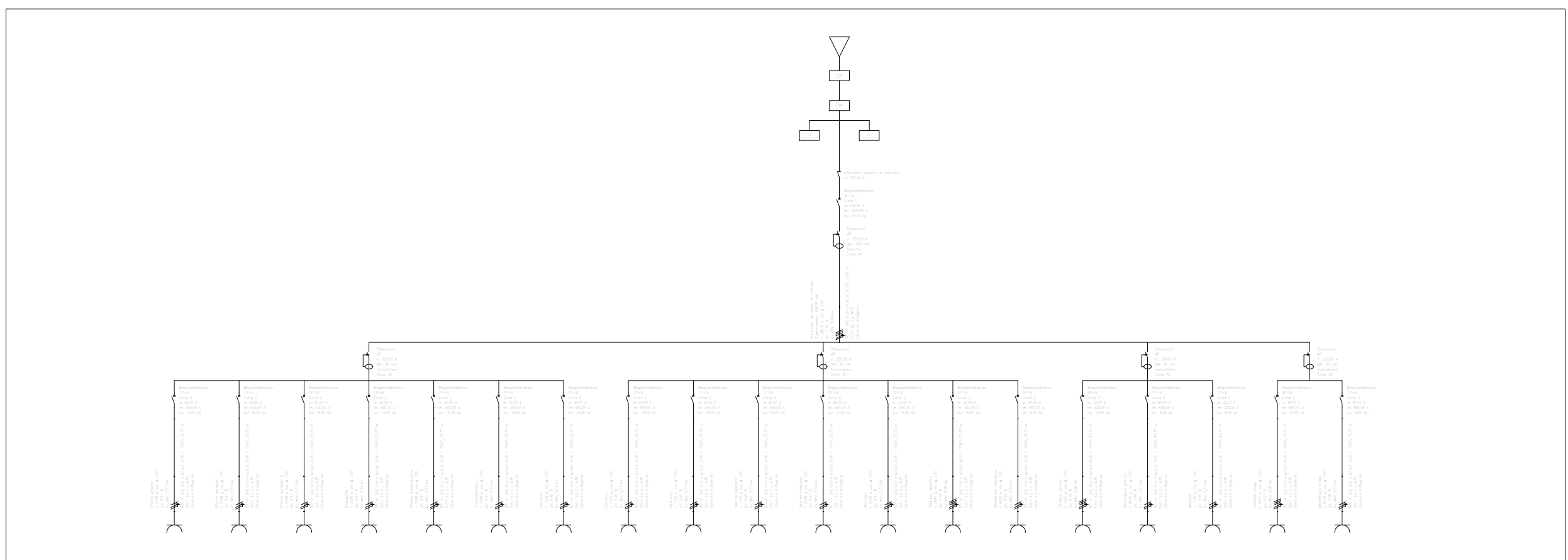
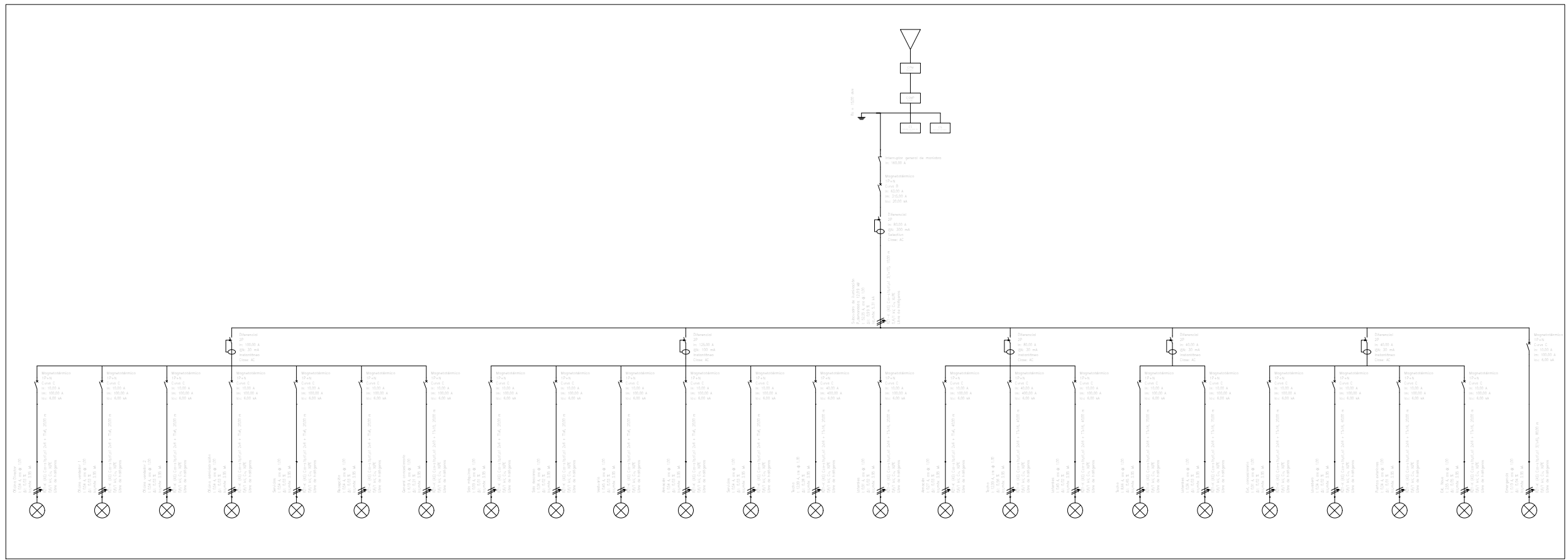




### SIMBOLOGÍA

	SUMIDERO DE CANALÓN		ARQUETA SIFÓNICA		POZO DE RESALTO
	SUMIDERO SIFÓNICO		ARQUETA DE PASO		COLECTOR HORIZONTAL ENTERRADO
	BAJANTE DE AGUAS PLUVIALES		ARQUETA SIFÓNICA SEPARADORA DE GRASAS		RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN
	ARQUETA A PIE DE BAJANTE		TOMA DE VENTILACIÓN PRIMARIA		MANGUETÓN

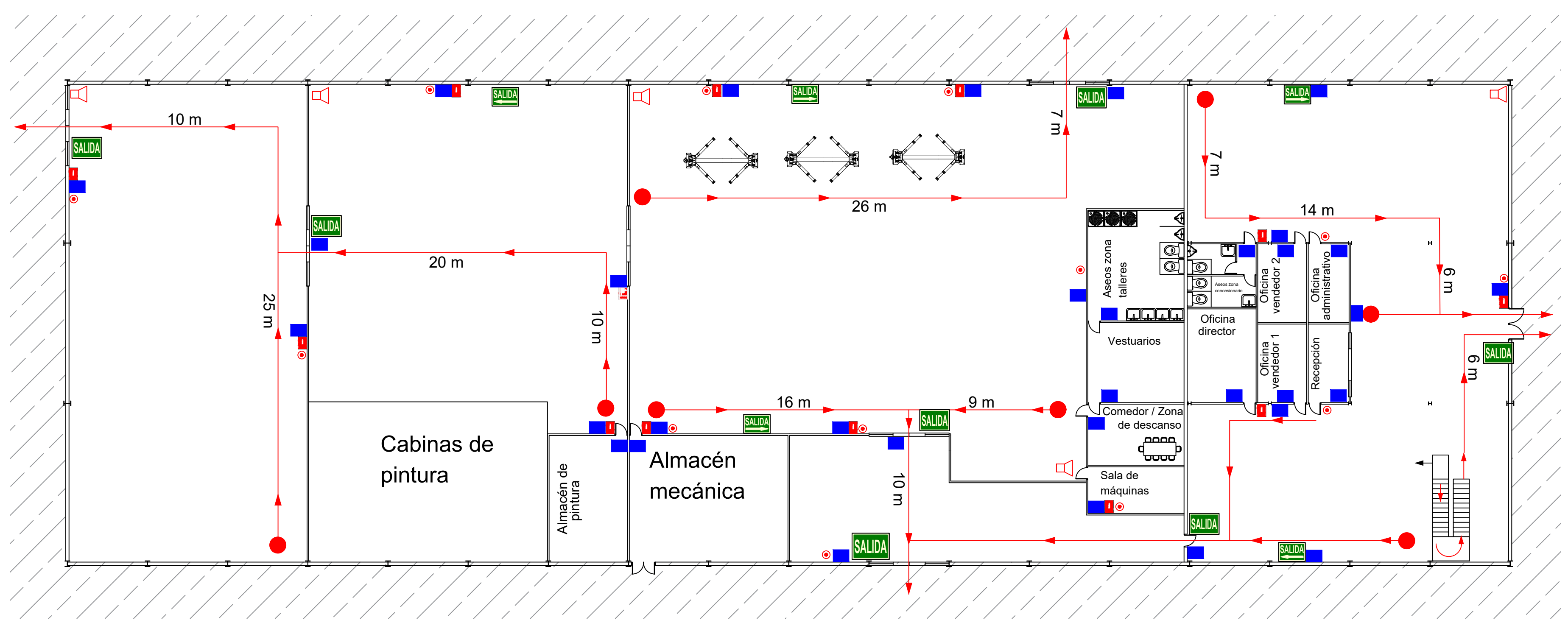
PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID	
TUTOR JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN	
PLANO <b>SANEAMIENTO</b>	NÚMERO 13
AUTOR FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO	ESCALA 1:200



PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID	
TUTOR JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN	
PLANO	ESQUEMA UNIFILAR
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO
NÚMERO	14
ESCALA	1:200

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

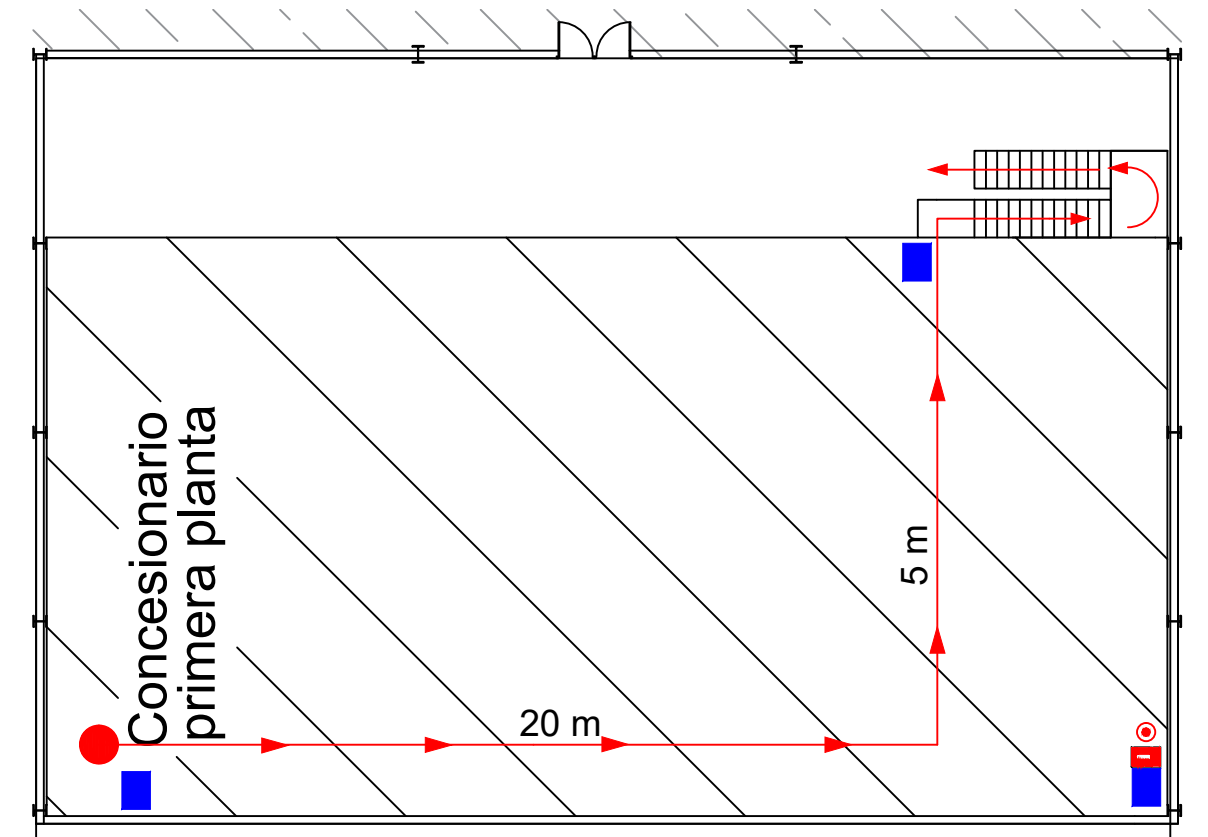
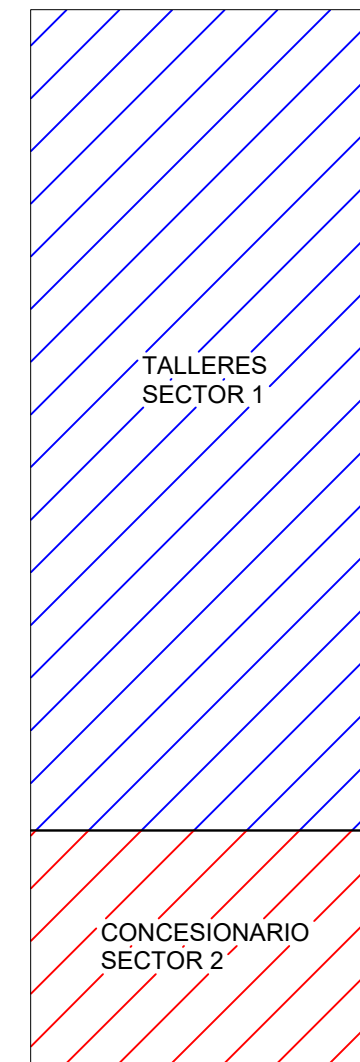


### SIMBOLOGÍA

	Cartel de SALIDA		Puerta en recorrido de evacuación, que abre en el sentido de evacuación		BIE DN 45 mm
	Cartel indicativo de la ruta de evacuación		Origen de recorrido de evacuación		Extintor de eficacia 21A
	Luz de emergencia		Ruta de evacuación		Alarma sonora
	Pulsador manual de alarma	16 m	Longitud del recorrido de evacuación		

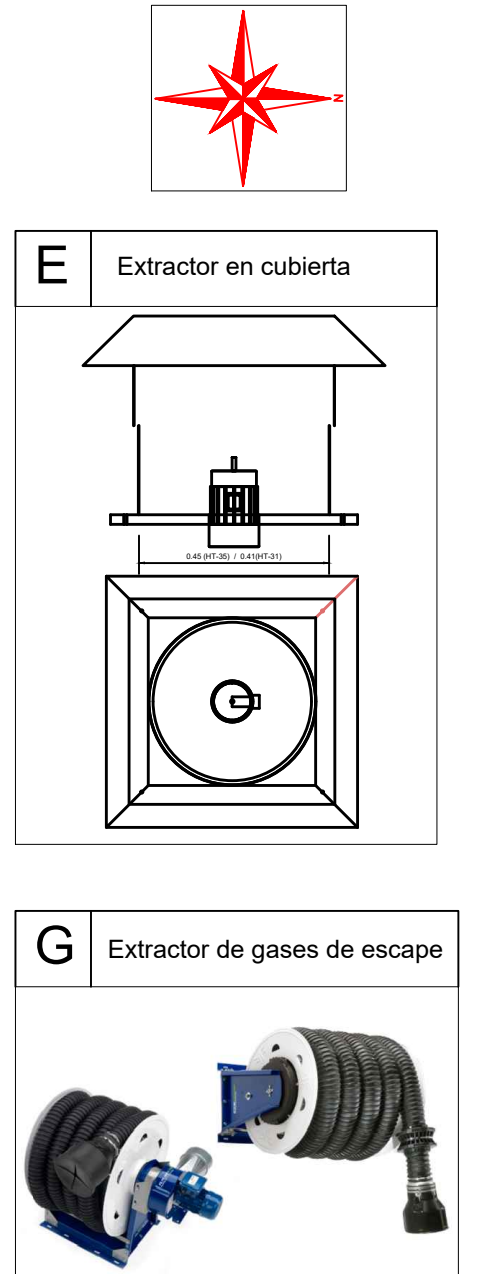
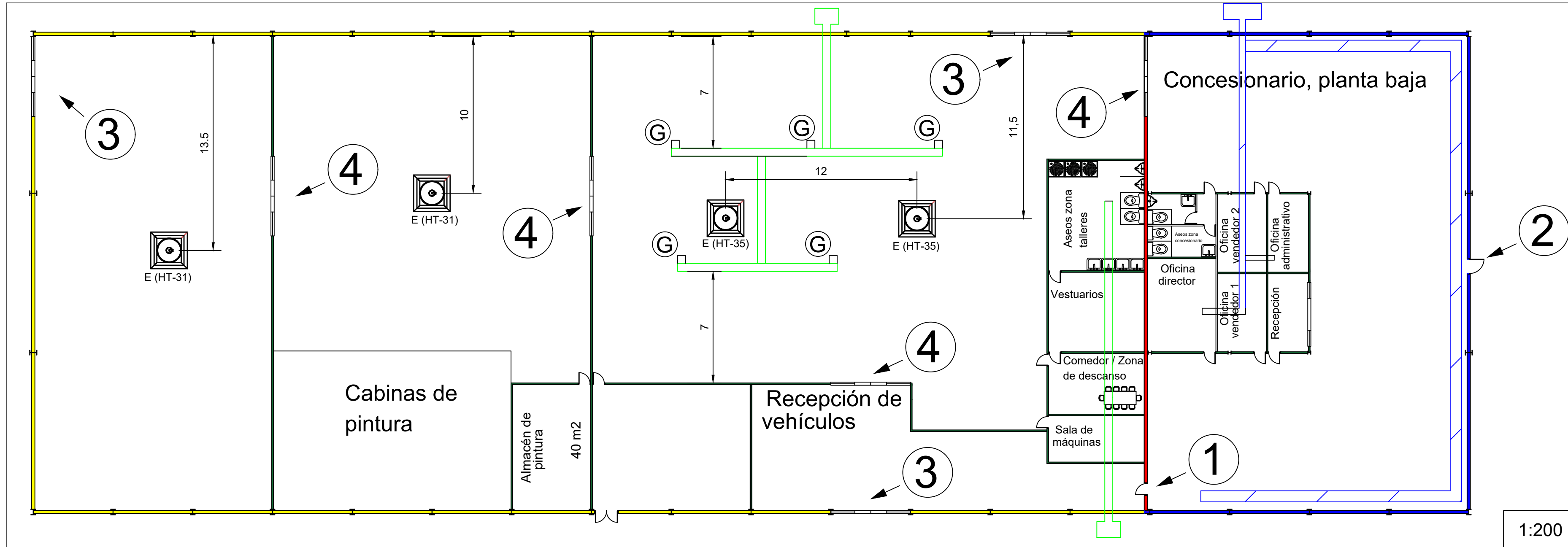
### CARACTERÍSTICAS

ZONA	NORMA	TIPO	RIESGO INTRÍNSECO	DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO	Nº EXTINTORES	Nº PULSADORES DE ALARMA
NAVE	RSCIEI	C	-	-	13	13
TALLERES SECTOR 1	RSCIEI	-	4 - MEDIO	1447.4 kJ/m <sup>2</sup>	9	9
CONCESIONARIO SECTOR 2	CTE DB SI	-	-	-	4	4

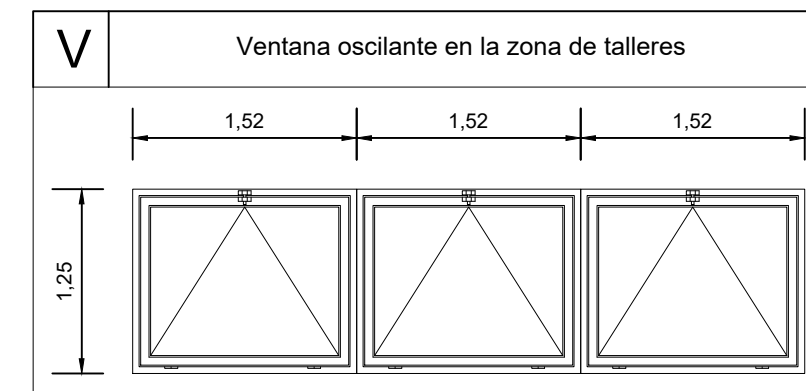
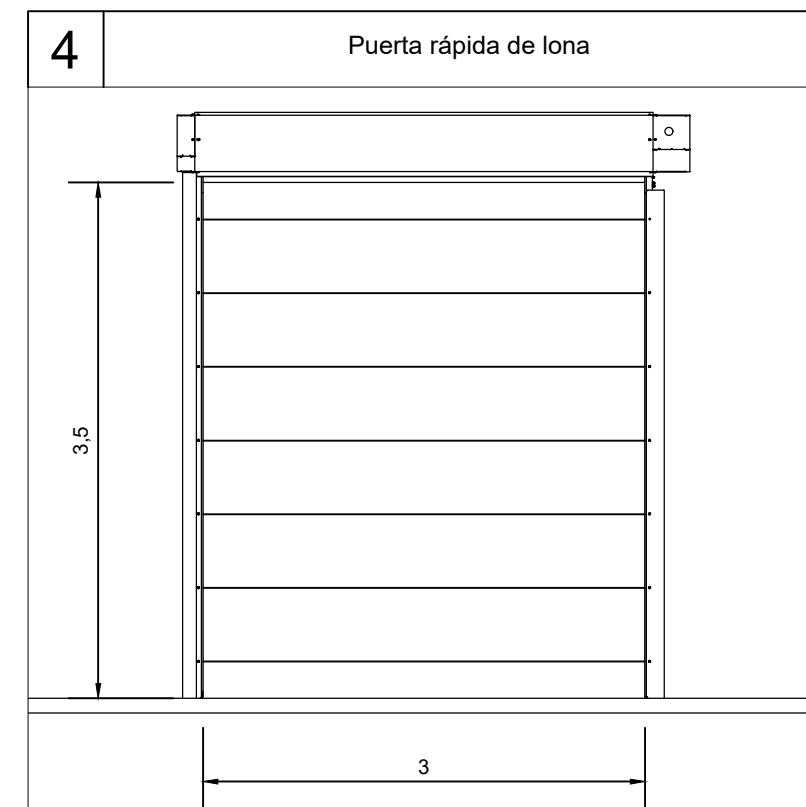
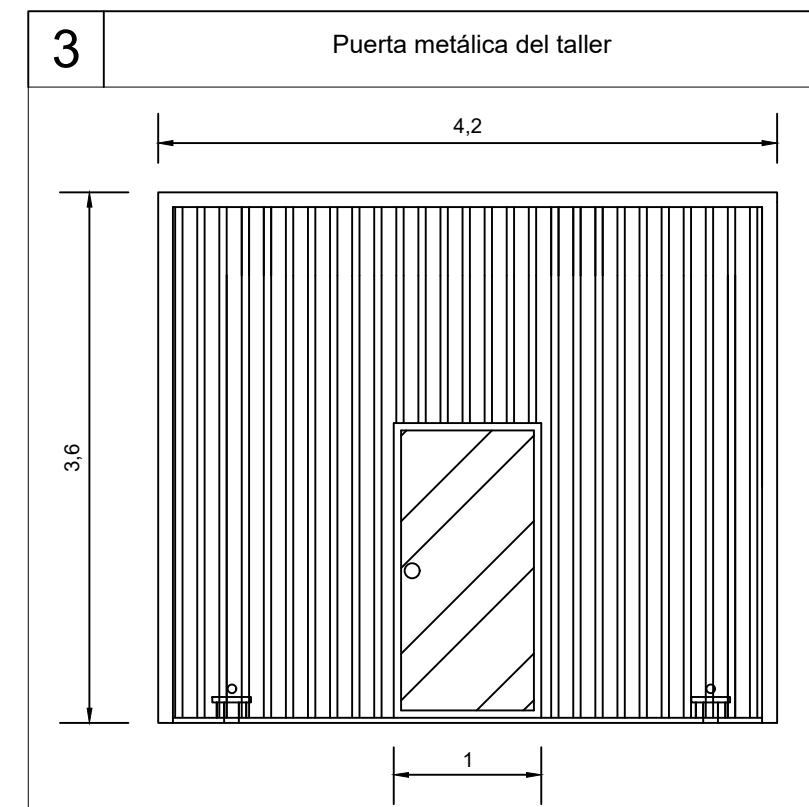
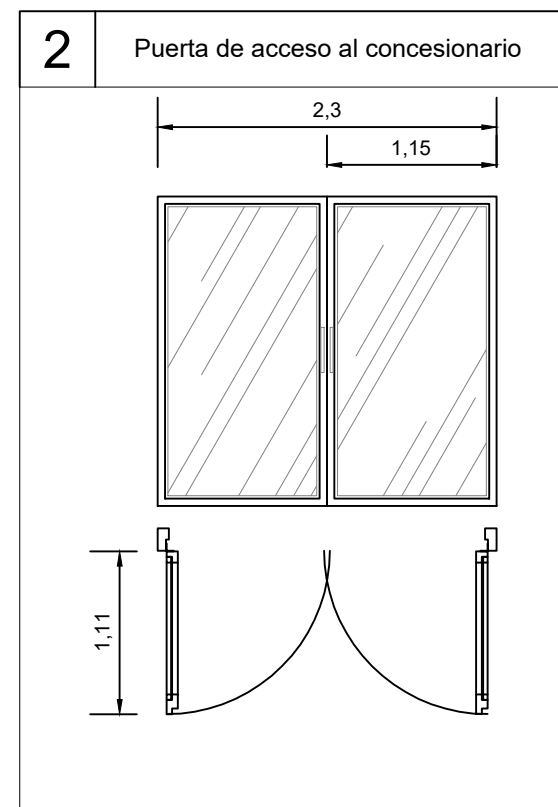
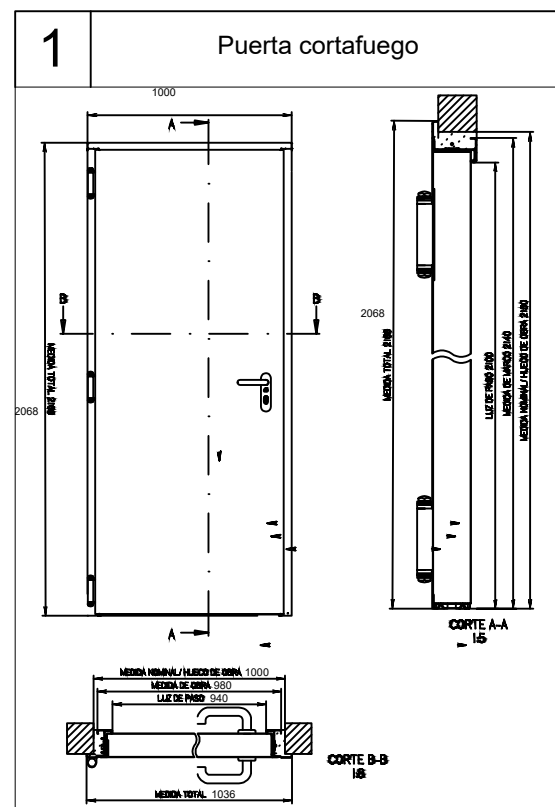
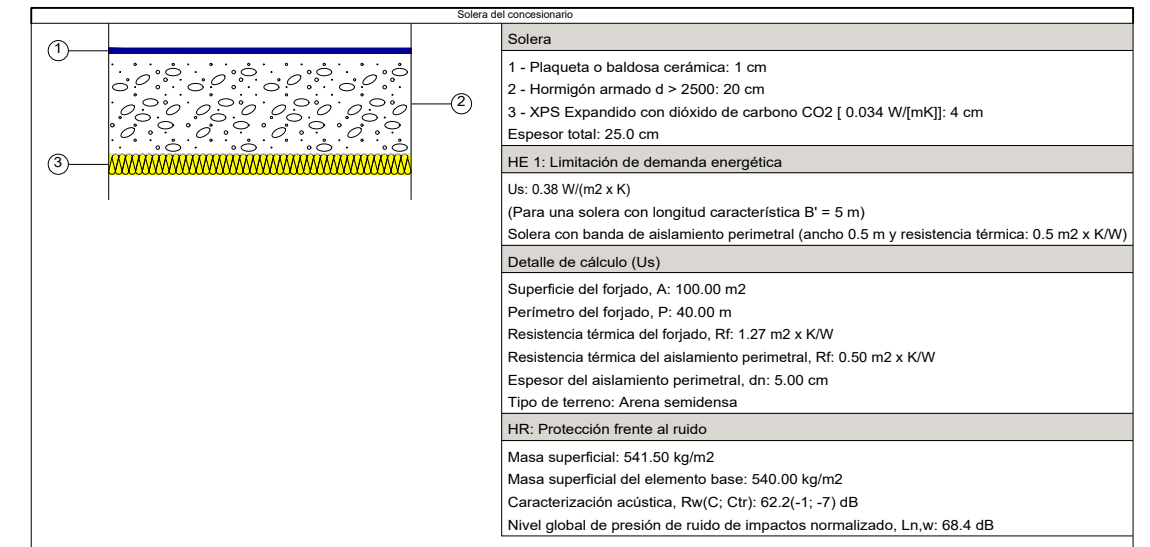
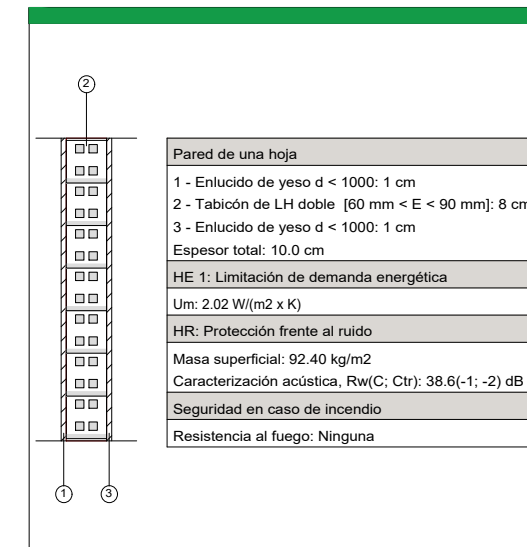
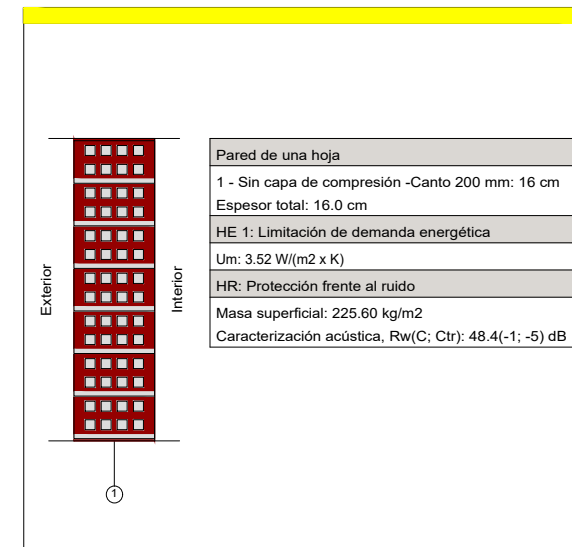
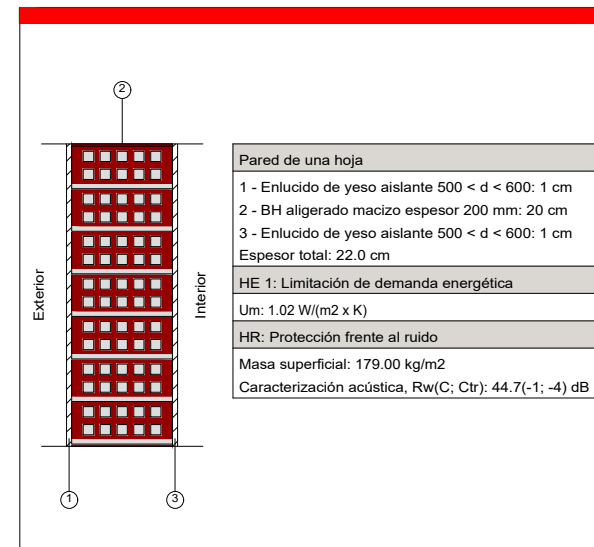
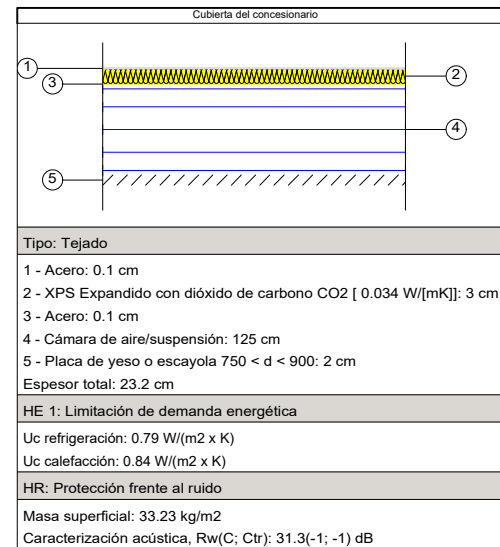
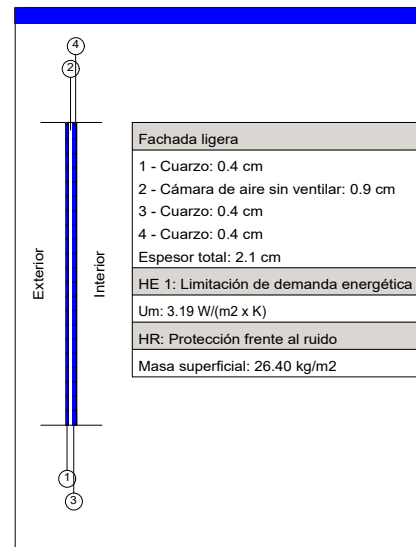


PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID	
TUTOR JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN	
PLANO	NUMERO
<b>INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS</b>	<b>15</b>
AUTOR	ESCALA
FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO	1:200





1:200



PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN	AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID
TUTOR	JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN
PLANO	CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN
NÚMERO	16
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO
ESCALA	1:200



# PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº 4

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

## Contenido

1	PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS .....	1
1.1	Disposiciones Generales .....	1
1.2	Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas .....	7
1.3	Disposiciones Facultativas.....	9
1.4	Disposiciones Económicas.....	18
2	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	25
2.1	Prescripciones sobre los materiales .....	25
1.2.1.	Garantías de calidad (Marcado CE).....	26
1.2.2.	Hormigones .....	26
1.2.3.	Aceros para hormigón armado.....	27
1.2.4.	Aceros para estructuras metálicas.....	28
1.2.5.	Morteros .....	29
3.2.1.	Conglomerantes.....	30
3.2.2.	Aislantes e impermeabilizantes .....	30
3.2.3.	Carpintería y cerrajería.....	31
3.2.4.	Vidrios .....	32
3.2.5.	Instalaciones.....	33
2.2	Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra .....	37
3.2.6.	Acondicionamiento del terreno.....	37
3.2.7.	Cimentaciones .....	38
3.2.8.	Estructuras.....	38

## **1 PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS**

### **1.1 Disposiciones Generales**

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.

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.

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.

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.

La obra a 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.

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

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.

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a las estipulaciones contenidas en el pliego de cláusulas administrativas particulares y al proyecto que sirve de base al contrato y conforme a las instrucciones que la Dirección Facultativa de las obras diere al contratista.

Cuando las instrucciones fueren de carácter verbal, deberán ser ratificadas por escrito en el más breve plazo posible, para que sean vinculantes para las partes.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras y de todos los defectos que en la construcción puedan advertirse durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía, 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.

Es de obligado cumplimiento el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de 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 el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.



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.

- Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacitación del contratista.
- b) La quiebra del contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
  - a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
  - b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- e) La suspensión de la iniciación de las obras por plazo superior a cuatro meses.
- f) Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- g) La demora injustificada en la comprobación del replanteo.
- h) La suspensión de las obras por plazo superior a ocho meses por parte del promotor.
- i) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- j) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- k) El desistimiento o el abandono de la obra sin causas justificadas.
- l) La mala fe en la ejecución de la obra.

La resolución del contrato dará lugar a la comprobación, medición y liquidación de las obras realizadas con arreglo al proyecto, fijando los saldos pertinentes a favor o en contra del contratista.

En el supuesto de desistimiento antes de la iniciación de las obras, o de suspensión de la iniciación de las mismas por parte del promotor por plazo superior a cuatro meses, el contratista tendrá derecho a percibir por todos los conceptos una indemnización del 3 por cien del precio de adjudicación, excluidos los impuestos.

En caso de desistimiento una vez iniciada la ejecución de las obras, o de suspensión de las obras iniciadas por plazo superior a ocho meses, el contratista tendrá derecho por todos los conceptos al 6 por cien del precio de adjudicación del contrato de las obras dejadas de realizar en concepto de beneficio industrial, excluidos los impuestos.

- 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.

- 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.

- 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.

- Replanteo

La ejecución del contrato de obras comenzará con el acta de comprobación del replanteo, dentro del plazo de treinta días desde la fecha de su formalización.

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.

- Inicio de la 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.

- 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.

- 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.

- Interpretaciones, 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.

- Prórroga 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.

Tendrán la consideración de casos de fuerza mayor los siguientes: Los incendios causados por la electricidad atmosférica.

Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.

Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

- 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.

- 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.

- Responsabilidad por 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 "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si la obra se arruina o sufre deterioros graves incompatibles con su función con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido a incumplimiento del contrato por parte del contratista, éste responderá de los daños y perjuicios que se produzcan o se manifiesten durante un plazo de quince años a contar desde la recepción de la obra.

Asimismo, el contratista responderá durante dicho plazo de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la construcción, contados desde la fecha de recepción de la obra sin reservas o desde la subsanación de estas.

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.

- 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 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.

- 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.

- 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.

- Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego 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.

## **1.2 Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas**

- Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al promotor y 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.

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.

- Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el director de ejecución de la obra al promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención del promotor, 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.

- Documentación final de la 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. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

- 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.

- Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a un año salvo casos especiales

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, la Dirección Facultativa, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras.

Si el informe fuera favorable, el contratista quedará exonerado de toda responsabilidad, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de sesenta días.

En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra, la Dirección Facultativa procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para su debida reparación, concediéndole para ello un plazo durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por la ampliación del plazo de garantía.

- 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 del promotor y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

- 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.

- 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.

- Recepciones 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.

### **1.3 Disposiciones Facultativas**

- Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación".

- Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

- Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación aplicable.

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 regirán 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 "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

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

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

## 2. El proyectista

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 director de obra 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 director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra 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.

### 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.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

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

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

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

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos 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 director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra 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 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 la "Ley 38/1999. 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).

#### 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.

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 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.

#### 5. El director de la ejecución de la obra

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" 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 director de obra o 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.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de 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 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 directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión 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.

#### 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 la obra.

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.

#### 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.

#### 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 cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

##### - Documentación final de obra: Libro del Edificio

De acuerdo a la "Ley 38/1999. 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.

##### - 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 cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

#### **1.4 Disposiciones Económicas**

- 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.

- 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.

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.

- Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", 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.

- Fianzas

El contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el 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.

## 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.

## 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.

### - 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. 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.

#### 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, se establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

### 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.

### 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.

### 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.

### 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.

### 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.

#### 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.

##### - Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al contratista de las cuentas de administración delegada. Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

##### - Valoración y abono de los trabajos

#### 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 el promotor en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director

de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

## 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.

## 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.

## 4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del contratista. Para ello, el director de obra indicará al contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

## 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 el promotor por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

#### 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.

#### - Indemnizaciones Mutuas

##### 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.

##### 2. Demora de los pagos por parte del promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

#### - Varios

##### 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.

## 2. Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

## 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.

## 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.

## 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 del mismo.

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.

## 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.

### - 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.

- 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.

- 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.

- 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 "Real Decreto 314/2006. Código Técnico

de la Edificación (CTE)", en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá: El control de la documentación de los suministros.

El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.

El control mediante ensayos.

Por parte del constructor o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del director de ejecución de la obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El contratista notificará al director de ejecución de la obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el director de ejecución de la obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

#### 2.1.1 Garantías de calidad (Marcado CE)

Es obligación del director de la ejecución de la obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el "Reglamento (UE) Nº 305/2011. Reglamento por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo".

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria.

Las letras del símbolo CE deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

#### 2.1.2 Hormigones

- Hormigón estructural

- 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.

### 2.1.3 Aceros para hormigón armado

#### ○ Aceros corrugados

##### - Condiciones de suministro

Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

##### - 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.

##### - Recomendaciones para su uso en obra

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

- Mallas electrosoldadas

- Condiciones de suministro

Las mallas se deben transportar protegidas adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

- 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.

- Recomendaciones para su uso en obra

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

#### 2.1.4 Aceros para estructuras metálicas

- Aceros en perfiles laminados

- 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.

Se verificará que las piezas de acero que lleguen a obra acabadas con imprimación antioxidante tengan una preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y hayan recibido en taller dos manos de imprimación anticorrosiva, libre de plomo y de cromados, con un espesor mínimo de película seca de 35 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.

Se verificará que las piezas de acero que lleguen a obra con acabado galvanizado tengan el recubrimiento de zinc homogéneo y continuo en toda su superficie, y no se aprecien grietas, exfoliaciones, ni desprendimientos en el mismo.

- 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.

- 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

○ Morteros hechos en obra

- Condiciones de suministro

El conglomerante (cal o cemento) se debe suministrar:

1. En sacos de papel o plástico, adecuados para que su contenido no sufra alteración.
2. 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.

- 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.

- 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

- Yesos y escayolas para revestimientos continuos

- Condiciones de suministro

Los yesos y escayolas se deben suministrar a granel o ensacados, con medios adecuados para que no sufran alteración.

- 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 Aislantes e impermeabilizantes

- Aislantes conformados en planchas rígidas

- Condiciones de suministro

Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles, envueltos en films plásticos. Los paneles se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.

En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

- 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.

- Recomendaciones para su uso en obra

Se seguirán las recomendaciones de aplicación y de uso proporcionadas por el fabricante en su documentación técnica.

- o Láminas de elastómeros

- Condiciones de suministro

Las láminas se deben suministrar de una pieza, sin uniones, embaladas en rollos.

- Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará manteniendo los rollos en su envase, apilados en posición horizontal con un máximo de 3 hiladas puestas en la misma dirección.

El almacenamiento se realizará a una temperatura entre 5°C y 35°C, en lugares protegidos del sol, la lluvia y la humedad.

Mantener protegido de agresiones mecánicas y apartado de las fuentes de combustión y de las llamas abiertas.

- Recomendaciones para su uso en obra

La lámina debe reposar 30 minutos antes de realizar las uniones.

#### 2.1.8 Carpintería y cerrajería

- o Puertas de madera

- Condiciones de suministro

Las puertas se deben suministrar protegidas, de manera que no se alteren sus características.

- 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.

- 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 repasará el ajuste de herrajes y la nivelación de hojas.

- Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones

- Condiciones de suministro

Las puertas se deben suministrar protegidas, de manera que no se alteren sus características y se asegure su escuadría y planeidad.

- Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en lugares protegidos de lluvias, focos de humedad e impactos. No deben estar en contacto con el suelo.

#### 2.1.9 Vidrios

- Vidrios para la construcción

- 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.

- 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 los mismos.

- 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.

#### 2.1.10 Instalaciones

- Canalones y bajantes de PVC-U

- 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.

- 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 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.

- Tubos de polietileno

- 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.

- 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 su correspondiente cortatubos.

o Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC)

- Condiciones de suministro

Los tubos se deben suministrar a pie de obra en camiones con suelo plano, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.

Los tubos se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc., y de forma que no queden tramos salientes innecesarios.



Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.

Se debe evitar la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.

Cuando los tubos se suministren en rollos, se deben colocar de forma horizontal en la base del camión, o encima de los tubos suministrados en barras si los hubiera, cuidando de evitar su aplastamiento.

Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición.

Los tubos y accesorios se deben cargar y descargar cuidadosamente.

- 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.

o Tubos de cobre

- Condiciones de suministro

Los tubos se suministran en barras y en rollos:

En barras: estos tubos se suministran en estado duro en longitudes de 5 m.

En rollos: los tubos recocidos se obtienen a partir de los duros por medio de un tratamiento térmico; los tubos en rollos se suministran hasta un diámetro exterior de 22 mm, siempre en longitud de 50 m; se pueden solicitar rollos con cromado exterior para instalaciones vistas.

- Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en lugares protegidos de impactos y de la humedad. Se colocarán paralelos y en posición horizontal sobre superficies planas.

- Recomendaciones para su uso en obra

Las características de la instalación de agua o calefacción a la que va destinado el tubo de cobre son las que determinan la elección del estado del tubo: duro o recocado.

Los tubos en estado duro se utilizan en instalaciones que requieren una gran rigidez o en aquellas en que los tramos rectos son de gran longitud.

Los tubos recocidos se utilizan en instalaciones con recorridos de gran longitud, sinuosos o irregulares, cuando es necesario adaptarlos al lugar en el que vayan a ser colocados.

- Tubos de acero

- Condiciones de suministro

Los tubos se deben suministrar protegidos, de manera que no se alteren sus características.

- Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en lugares protegidos de impactos y de la humedad. Se colocarán paralelos y en posición horizontal sobre superficies planas.

El tubo se debe cortar perpendicularmente al eje del tubo y quedar limpio de rebabas.

- Grifería sanitaria

- Condiciones de suministro

Se suministrarán en bolsa de plástico dentro de caja protectora.

- Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en su embalaje, en lugares protegidos de impactos y de la intemperie.

- Aparatos sanitarios cerámicos

- Condiciones de suministro

Durante el transporte las superficies se protegerán adecuadamente.

- Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en lugares protegidos de impactos y de la intemperie. Se colocarán en posición vertical.

- Varios

- Equipos de protección individual

- Condiciones de suministro

El empresario suministrará los equipos gratuitamente, de modo que el coste nunca podrá repercutir sobre los trabajadores.

- Conservación, almacenamiento y manipulación

La utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección y la reparación de los equipos cuando proceda, deben efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- Recomendaciones para su uso en obra

Salvo en casos excepcionales, los equipos de protección individual sólo deben utilizarse para los usos previstos.

Los equipos de protección individual están destinados, en principio, a un uso personal. Si las circunstancias exigiesen la utilización de un equipo por varias personas, se deben adoptar las medidas necesarias para que ello no origine ningún problema de salud o de higiene a los diferentes usuarios.

Las condiciones en que un equipo de protección deba ser utilizado, en particular, en lo que se refiere al tiempo durante el cual haya de llevarse, se determinarán en función de:

1. La gravedad del riesgo.
2. El tiempo o frecuencia de exposición al riesgo. Las prestaciones del propio equipo.
3. Los riesgos adicionales derivados de la propia utilización del equipo que no hayan podido evitarse.

## **2.2 Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra**

### **2.2.1 Acondicionamiento del terreno**

El terreno se irá excavando por franjas horizontales previamente a su entibación.

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario.

La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

En caso de que la operación de descarga sea para la formación de terraplenes, será necesario el auxilio de una persona experta para evitar que, al acercarse el camión al borde del terraplén, éste falle o que el vehículo pueda volcar, siendo conveniente la instalación de topes, a una distancia igual a la altura del terraplén, y/o como mínimo de 2 m.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

### 2.2.2 Cimentaciones

El plano de apoyo (el terreno, tras la excavación) presentará una superficie limpia y plana, será horizontal, fijándose su profundidad en el proyecto. Para determinarlo, se considerará la estabilidad del suelo frente a los agentes atmosféricos, teniendo en cuenta las posibles alteraciones debidas a los agentes climáticos, como escorrentías y heladas, así como las oscilaciones del nivel freático, siendo recomendable que el plano quede siempre por debajo de la cota más baja previsible de éste, con el fin de evitar que el terreno por debajo del cimiento se vea afectado por posibles corrientes, lavados, variaciones de pesos específicos, etc. Aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 a 0,8 m por debajo de la rasante.

### 2.2.3 Estructuras

Los elementos no metálicos de la construcción (hormigón, fábricas, etc.) que hayan de actuar como soporte de elementos estructurales metálicos, deben cumplir las "tolerancias en las partes adyacentes" indicadas posteriormente dentro de las tolerancias admisibles.

Las bases de los pilares que apoyen sobre elementos no metálicos se calzarán mediante cuñas de acero separadas entre 4 y 8 cm, después de acuñadas se procederá a la colocación del número conveniente de vigas de la planta superior y entonces se alinearán y aplomarán.

Los espacios entre las bases de los pilares y el elemento de apoyo si es de hormigón o fábrica, se limpiarán y rellenarán, retacando, con mortero u hormigón de cemento portland y árido, cuya máxima dimensión no sea mayor que 1/5 del espesor del espacio que debe rellenarse, y de dosificación no menor que 1:2. La consistencia del mortero u hormigón de relleno será la conveniente para asegurar el llenado completo; en general, será fluida hasta espesores de 5 cm y más seca para espesores mayores.

### 2.2.4 Fachadas y particiones

Para la fábrica de piezas de hormigón:

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte haya alcanzado la resistencia suficiente para resistir la carga de la fachada, debiendo estar seco, nivelado, y limpio de cualquier resto de obra. Comprobado el nivel del forjado terminado, si hay alguna irregularidad se rellenará con mortero. En caso de utilizar dinteles metálicos, serán resistentes a la corrosión o estarán protegidos contra ella antes de su colocación.

#### Aislante térmico:

Para la colocación de los paneles rígidos se comprobará que la hoja principal no tenga desplomes ni falta de planeidad. Si existen defectos considerables en la superficie del revestimiento se corregirán, por ejemplo, aplicando una capa de mortero de regularización, para facilitar la colocación y el ajuste de los paneles.

#### Hoja interior:

Se comprobará la limpieza del soporte así como la correcta colocación del aislante.

#### Revestimientos continuos: enfoscados, guarnecidos y enlucidos.

En caso de pilares, vigas y viguetas de acero, se forrarán previamente con piezas de arcilla cocida o de cemento.

#### Remates:

Previamente a la colocación de los remates, los antepechos estarán saneados, limpios y terminados previo a la ejecución del elemento de remate.

#### Barandilla:

Se comprobará la suficiente resistencia del soporte previo a la recepción del anclaje, disponiéndose que el espesor del soporte no sea nunca menor al prescrito en proyecto.

### 2.2.5 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

La fábrica que reciba la carpintería estará terminada, a falta de revestimientos. El cerco estará colocado y aplomado.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, así como de metales con materiales de revestimiento, se adoptarán las medidas adecuadas de aislamiento y protección del contacto entre ambos, de forma que además de aislar eléctricamente metales con diferente potencial, se evite el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión en los puntos de contacto entre ambos.

- Puertas y ventanas de acero: el acero sin protección no entrará en contacto con el yeso.
- Puertas y ventanas de aleaciones ligeras: se evitará el contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, u otras protecciones. Se evitará la formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

Ha de prevenirse la corrosión del acero evitando el contacto directo con el aluminio de las carpinterías de cerramiento, atendiéndose al CTE DB SE A, apartado. 3. Durabilidad.

Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales.

En general, el acristalamiento irá sustentado por carpintería, o bien fijado directamente a la estructura portante mediante fijación mecánica o elástica. La carpintería estará montada y fijada al elemento soporte, imprimada o tratada en su caso, limpia de óxido y los herrajes de cuelgue y cierre instalados.

Los bastidores fijos o practicables soportarán sin deformaciones el peso de los vidrios que reciban; además no se deformarán por presiones de viento, limpieza, alteraciones por corrosión, etc. La flecha admisible de la carpintería no excederá de 1/200 del lado sometido a flexión, para vidrio simple y de 1/300 para vidrio doble.

En caso de vidrios sintéticos, éstos se montarán en carpinterías de aleaciones ligeras, madera, plástico o perfiles laminados.

## 2.2.6 Instalaciones

### - Eléctrica

Instalación de baja tensión:

La fijación se realizará una vez acabado completamente el paramento que la soporte. Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, ésta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

En el caso de instalación empotrada, los tubos flexibles de protección se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques, que deberán atenerse a las prescripciones geométricas contenidas en este pliego.

### Instalación de puesta a tierra:

El soporte de la instalación de puesta a tierra de un edificio será por una parte el terreno, ya sea el lecho del fondo de las zanjas de cimentación a una profundidad no menor de 80 cm, o bien el terreno propiamente dicho donde se hincarán picas, placas, etc.

El soporte para el resto de la instalación sobre nivel de rasante, líneas principales de tierra y conductores de protección, serán los paramentos verticales u horizontales totalmente acabados o a falta de revestimiento, sobre los que se colocarán los conductores en montaje superficial o empotrados, aislados con tubos de PVC rígido o flexible respectivamente.

### - Fontanería

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá disponerse vista, registrable o empotrada.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos. Si esto no fuera posible, discurrirán por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, debiendo cumplir las rozas con las prescripciones geométricas contenidas en el presente pliego.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

Revisión de documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

- Saneamiento

Se habrán dejado en los forjados (en este caso, la solera) los huecos necesarios para el paso de conducciones y bajantes, al igual que en los elementos estructurales los pasatubos previstos en proyecto.

Se procederá a una localización de las canalizaciones existentes y un replanteo de la canalización a realizar, con el trazado de los niveles de la misma.

Los soportes de la instalación de saneamiento según los diferentes tramos de la misma serán:

- Paramentos verticales (espesor mínimo ½ pie).
- Forjados.
- Zanjas realizadas en el terreno.

#### 2.2.7 Aislamientos e impermeabilizaciones

Se atenderán las prescripciones del CTE DB HS 1.

Las juntas de dilatación de la hoja principal, tendrán un sellante sobre un relleno introducido en la junta, que quedará enrasado con el paramento sin enfoscar.

En muros de sótano en contacto con el terreno, según el tipo de muro, de impermeabilización y el grado de impermeabilidad exigido, se revestirá su cara interior con una capa de mortero hidrófugo sin revestir.

En fachadas, en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad, se exigirá una resistencia (media, alta o muy alta) según las prescripciones del CTE DB HS 1 Apartado 2.3.

Las interrupciones de la hoja principal con forjados intermedios y con pilares atenderán las prescripciones del CTE DB HS 1 Apartado 2.3.3.3 y 2.3.3.3.4.

Condiciones del revestimiento hidrófugo de mortero: el paramento donde se va aplicar el revestimiento estará limpio. Se aplicarán al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no será mayor que 2 cm. En los encuentros se solaparán las capas del revestimiento al menos 25 cm.

La impermeabilización de muros se atenderá a las prescripciones del CTE DB HS 1 Apartado 2.1.

Encuentro de la cubierta con un paramento vertical. Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, éste se realizará atendiendo a las prescripciones del CTE DB HS 1 Apartado 2.4.4.1.2.

#### 2.2.8 Soleras

Se compactarán y limpiarán los suelos naturales.

Las instalaciones enterradas estarán terminadas.

Se fijarán puntos de nivel para la realización de la solera.

Se extenderá sobre el terreno limpio y compactado. Se compactará mecánicamente y se enrasará.

Se colocará de la lámina de polietileno sobre la subbase.

- Capa de hormigón:

Se extenderá una capa de hormigón sobre la lámina impermeabilizante; su espesor vendrá definido en proyecto según el uso y la carga que tenga que soportar. Si se ha disponer de malla electrosoldada se dispondrá antes de colocar el hormigón. El curado se realizará mediante riego, y se tendrá especial cuidado en que no produzca deslavado.

- Juntas de contorno:

Antes de verter el hormigón se colocará el elemento separador de poliestireno expandido que formará la junta de contorno alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros.

- Juntas de retracción:

Se ejecutarán mediante cajeados previstos o realizados posteriormente a máquina, no separadas más de 6 m, que penetrarán en 1/3 del espesor de la capa de hormigón.

## 2.2.9 Revestimientos y trasdosados

- Alicatados:

La puesta en obra de los revestimientos cerámicos deberá llevarse a cabo por profesionales especialistas con la supervisión de la dirección facultativa de las obras.

El soporte tendrá las siguientes propiedades para la colocación de baldosas: estabilidad dimensional, flexibilidad, resistencia mecánica, sensibilidad al agua, planeidad.

Se realizarán las siguientes comprobaciones sobre el soporte base:

- De la estabilidad dimensional: tiempos de espera desde fabricación.
- De la superficie de colocación.
- Planeidad: capa gruesa, (pueden compensarse desviaciones con espesor de mortero). Capa fina (la desviación máxima con regla de 2 m, no excede de 3 mm, o prever una capa de mortero o pasta niveladora como medida adicional).
- Humedad: capa gruesa, (se humecta el tabique sin llegar a saturación). Capa fina, (la superficie está aparentemente seca).
- Limpieza: ausencia de polvo, pegotes, aceite, etc.
- Rugosidad: en caso de soportes existentes muy lisos, prever aumento de rugosidad mediante repicado u otros medios; esto no será necesario con adhesivos C2, D o R.
- Impermeabilización: sobre soportes de madera o yeso será conveniente prever una imprimación impermeabilizante.





# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº5

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO



## Capítulo nº 2 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
2.1	M <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie de desbroce		7.567,550			7.567,550	
							7.567,550	7.567,550
							7.567,550	7.567,550
				<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>7.567,550</b>	<b>1,09 €</b>		<b>8.248,63 €</b>
2.2	M <sup>3</sup>	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zapata 300x300x125	34	11,250			382,500	
		Zapata 200x200x100	4	4,000			16,000	
		Zapata 165x165x40	8	1,090			8,720	
		Zapata 420x420x95	4	16,758			67,032	
		Viga atado 1	32	0,320			10,240	
		Viga atado 2	4	0,440			1,760	
		Viga atado 3	4	1,144			4,576	
		Viga atado 4	2	0,928			1,856	
		Viga atado 5	6	0,488			2,928	
		Viga atado 6	2	0,308			0,616	
							496,228	496,228
							496,228	496,228
				<b>Total m<sup>3</sup> :</b>	<b>496,228</b>	<b>24,69 €</b>		<b>12.251,87 €</b>
2.3	M <sup>3</sup>	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Excavación de zanja para solera de 90 x 30 x 0.2	540				540,000	
							540,000	540,000
							540,000	540,000
				<b>Total m<sup>3</sup> :</b>	<b>540,000</b>	<b>5,68 €</b>		<b>3.067,20 €</b>

## Capítulo nº 2 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
<b>2.4</b>	<b>Ud</b>	Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores meffíticos; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Arqueta de paso, de 60x60, frente a la puerta de entrada al concesionario</i>	1				1,000	
							1,000	1,000
							1,000	1,000
			<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>208,91 €</b>	<b>208,91 €</b>
<b>2.5</b>	<b>Ud</b>	Arqueta a pie de bajante, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 50x50x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, con codo de PVC de 45º colocado en dado de hormigón, para evitar el golpe de bajada en la pendiente de la solera, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores meffíticos; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso mortero para sellado de juntas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Arquetas de pie de bajante, de 50x50</i>	4				4,000	
							4,000	4,000
							4,000	4,000
			<b>Total Ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>154,44 €</b>	<b>617,76 €</b>
<b>2.6</b>	<b>Ud</b>	Arqueta a pie de bajante, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, con codo de PVC de 45º colocado en dado de hormigón, para evitar el golpe de bajada en la pendiente de la solera, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores meffíticos; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso mortero para sellado de juntas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Arquetas de pie de bajante, de 60x60</i>	10				10,000	
							10,000	10,000
							10,000	10,000
			<b>Total Ud :</b>			<b>10,000</b>	<b>181,02 €</b>	<b>1.810,20 €</b>

## Capítulo nº 2 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
2.7	Ud	Arqueta sifónica, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, con sifón formado por un codo de 87°30' de PVC largo, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores meffíticos; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular. Incluso mortero para sellado de juntas y sumidero sifónico prefabricado de hormigón con salida horizontal de 90/110 mm y rejilla homologada de PVC.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Arqueta sifónica de unión de aguas pluviales y residuales, de 60x60</i>	2				2,000	
							2,000	2,000
							2,000	2,000
			<b>Total Ud :</b>		<b>2,000</b>	<b>178,38 €</b>	<b>356,76 €</b>	
2.8	M²	Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Solera de 90 x 30 x 0.2 m</i>	540				540,000	
							540,000	540,000
							540,000	540,000
			<b>Total m² :</b>		<b>540,000</b>	<b>33,05 €</b>	<b>17.847,00 €</b>	
<b>Parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno :</b>							<b>44.408,33 €</b>	

## Capítulo nº 3 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
<b>3.1</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	2,250			9,000	
			34	9,000			306,000	
			17,64	4,000			70,560	
			8	3,803			30,424	
							415,984	415,984
							415,984	415,984
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>		<b>415,984</b>	<b>7,11 €</b>		<b>2.957,65 €</b>
<b>3.2</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zapata 300x300x125	34	11,250			382,500	
		Zapata 200x200x100	4	4,000			16,000	
		Zapata 165x165x40	8	1,090			8,720	
		Zapata 420x420x95	4	16,758			67,032	
							474,252	474,252
							474,252	474,252
			<b>Total m<sup>3</sup> :</b>		<b>474,252</b>	<b>135,73 €</b>		<b>64.370,22 €</b>
<b>3.3</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m <sup>3</sup> . Incluso alambre de atar, y separadores.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Viga atado 1	32	0,320			10,240	
		Viga atado 2	4	0,440			1,760	
		Viga atado 3	4	1,144			4,576	
		Viga atado 4	2	0,928			1,856	
		Viga atado 5	6	0,488			2,928	
		Viga atado 6	2	0,308			0,616	

## Capítulo nº 3 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
				21,976	21,976
				21,976	21,976
			<b>Total m³ :</b>	<b>21,976</b>	<b>145,20 €</b>
					<b>3.190,92 €</b>
					<b>Parcial nº 3 Cimentaciones :</b>
					<b>70.518,79 €</b>

## Capítulo nº 4 Cubiertas

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
4.1	M <sup>2</sup>	Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1000 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie de cubierta</i>	2.738				2.738,000	
							<u>2.738,000</u>	2.738,000
							2.738,000	2.738,000
				<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>2.738,000</b>	<b>37,62 €</b>		<b>103.003,56 €</b>
							<b>Parcial nº 4 Cubiertas :</b>	<b>103.003,56 €</b>





## Capítulo nº 5 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
5.5	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 800x750 mm y espesor 30 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 100 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cemento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.						
<b>Total Ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>435,08 €</b>	<b>1.740,32 €</b>			
5.6	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 450x300 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 100 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cemento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.						
<b>Total Ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>93,31 €</b>	<b>373,24 €</b>			
5.7	Kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.						
<b>Total kg :</b>			<b>32.508,000</b>	<b>2,49 €</b>	<b>80.944,92 €</b>			
5.8	Kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.						
			Uds.	Largo	kg/m	Alto	Parcial	Subtotal
		Perfil HEB 450 para dinteles	38	15,210	171,000		98.834,580	
		Perfil HEB 340 para vigas del 1 piso	4	30,000	134,000		16.080,000	
							114.914,580	114.914,580
							114.914,580	114.914,580
<b>Total kg :</b>					<b>114.914,580</b>	<b>1,74 €</b>	<b>199.951,37 €</b>	
5.9	M²	Losa de 25 + 5 cm de canto, realizada con placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 25 cm de canto y 120 cm de anchura, con momento flector último de 116 kN·m/m, con altura libre de planta de entre 3 y 4 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con hormigón HA-25/B/20/I fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 S en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m², y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso alambre de atar y separadores.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Superficie del primer piso		15,000	30,000		450,000	
							450,000	450,000
							450,000	450,000
<b>Total m² :</b>					<b>450,000</b>	<b>82,48 €</b>	<b>37.116,00 €</b>	
<b>Parcial nº 5 Estructuras :</b>							<b>433.218,58 €</b>	

## Capítulo nº 6 Fachadas y particiones

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
6.1	M <sup>2</sup>	Medianera de una hoja, de 30 cm de espesor, de fábrica de bloque hueco de hormigón, para revestir, color gris, 40x20x30 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm <sup>2</sup> ), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie de la fábrica de hormigón</i>		30,000		9,000	270,000	
							270,000	270,000
							270,000	270,000
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>		<b>270,000</b>			<b>39,93 €</b>	<b>10.781,10 €</b>
6.2	M <sup>2</sup>	Partición interior para tabiquería, realizada mediante el sistema "DBBLOK", formada por una hoja de fábrica de 6,5 cm de espesor de ladrillo de hormigón hueco acústico, Geroblok Tabique "DBBLOK", para revestir, de 49x6,5x19 cm, recibida con mortero de cemento, industrial, M-7,5, revestida por ambas caras con 15 mm de yeso de construcción B1, proyectado, y acabado final con una capa de enlucido de yeso de aplicación en capa fina C6.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				170,000		4,000	680,000	
							680,000	680,000
							680,000	680,000
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>		<b>680,000</b>			<b>46,40 €</b>	<b>31.552,00 €</b>
6.3	M <sup>2</sup>	Muro cortina de aluminio realizado mediante el sistema S52NT, de tapetas tradicionales, de "STRUGAL", con estructura portante calculada para una sobrecarga máxima debida a la acción del viento de 60 kg/m <sup>2</sup> , compuesta por una retícula con una separación entre montantes de 150 cm y una distancia entre ejes del forjado o puntos de anclaje de 300 cm, comprendiendo 1 divisiones entre plantas. Montantes de sección 170x52 mm, anodizado color plata; travesaños de 55x52 mm (Iy=31,14 cm <sup>4</sup> ), anodizado color plata; perfil para el anclaje del vidrio, anodizado color plata; tapa embellecedora de aluminio en posición vertical y horizontal, en remate del perfil de anclaje del cristal, para su uso con el sistema S52NT,"STRUGAL" acabado lacado estándar; con cerramiento compuesto de: un 40% de superficie opaca sin acristalamiento exterior, (antepechos, cantos de forjado y falsos techos), formada por panel de chapa de aluminio, de 9 mm de espesor total, acabado lacado color blanco, formado por lámina de aluminio de 0,7 mm y alma aislante de poliestireno extruido (densidad 35 kg/m <sup>3</sup> ); un 60% de superficie transparente fija realizada con doble acristalamiento templado de control solar + seguridad (laminar), conjunto formado por vidrio exterior templado, de control solar, color azul de 8 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral con silicona, de 8 mm, y vidrio interior laminar incoloro de 4+4 mm de espesor compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo, para hojas de vidrio de superficie mayor de 9 m <sup>2</sup> ; 24 mm de espesor total. Incluso kit de accesorios para muro cortina; silicona neutra Elastosil 605 "SIKA" para el sellado de la zona opaca; anclajes de fijación de acero, compuestos por placa unida al forjado y angular para fijación de montantes al edificio; chapa de aluminio de 1,5 mm de espesor para la realización de los remates de muro a obra.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Superficie acristalada de fachada principal</i>			30,000	9,000	270,000	
		<i>Superficie acristalada de fachada izquierda</i>			20,000	9,000	180,000	
		<i>Superficie acristalada de fachada derecha</i>			20,000	9,000	180,000	

## Capítulo nº 6 Fachadas y particiones

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
						630,000	630,000	
						630,000	630,000	
			<b>Total m² :</b>	<b>630,000</b>	<b>310,83 €</b>		<b>195.822,90 €</b>	
<b>6.4</b>	<b>M</b>	Remate superior del encuentro entre forjado y muro cortina, formado por moldura de chapa plegada de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor y 200 mm de desarrollo, con cierre de estanqueidad de lámina de caucho sintético EPDM de 2 mm de espesor.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Remate entre forjado de la primera planta y la fachada</i>		30,000			30,000	
							30,000	30,000
							30,000	30,000
			<b>Total m :</b>	<b>30,000</b>	<b>40,66 €</b>			<b>1.219,80 €</b>
<b>6.5</b>	<b>M²</b>	Fachada de paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa nervada de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de 40 kg/m³ de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Cerramiento lateral de zona de talleres, desde ventana a cubierta</i>	2	70,000		1,250	175,000	
							175,000	175,000
							175,000	175,000
			<b>Total m² :</b>	<b>175,000</b>	<b>61,85 €</b>			<b>10.823,75 €</b>
<b>6.6</b>	<b>M²</b>	Cerramiento de fachada formado por paneles alveolares prefabricados de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado liso, de color gris, dispuestos en posición horizontal.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>(Longitud)x(Altura)= (70+70+30)*(5)</i>		170,000		5,000	850,000	
							850,000	850,000
							850,000	850,000
			<b>Total m² :</b>	<b>850,000</b>	<b>23,05 €</b>			<b>19.592,50 €</b>
<b>6.7</b>	<b>M</b>	Sistema de barandilla de vidrio Glass Line "STRUGAL", formado por perfil en "U" de aleación de aluminio 6063, de 46,5x125 mm, acabado lacado estándar con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, con pasamanos, capaz de soportar una fuerza horizontal uniformemente repartida de 1,6 kN/m aplicada en el borde superior del pasamanos según CTE DB SE-AE, de altura máxima 110 cm, para vidrio templado laminar de seguridad, compuesto por dos lunas de 6 mm de espesor, unidas mediante cuatro láminas incoloras de butiral de polivinilo, de 0,38 mm de espesor cada una. Incluso anclaje químico con varilla roscada de acero zincado para fijación a la superficie soporte y calzos de apoyo para el sistema de iluminación led.						

## Capítulo nº 6 Fachadas y particiones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
			<b>Total m :</b>	<b>30,000</b>	<b>300,99 €</b>	<b>9.029,70 €</b>
			<b>Parcial nº 6 Fachadas y particiones :</b>			<b>278.821,75 €</b>



## Capítulo nº 7 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
7.5	M <sup>2</sup>	Luna incolora, de 4 mm de espesor, fijada 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.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Ventanas de talleres</i>		70,000		1,250	87,500	
							87,500	87,500
							87,500	87,500
				<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>87,500</b>	<b>27,26 €</b>		<b>2.385,25 €</b>
<b>Parcial nº 7 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares :</b>							<b>12.683,95 €</b>	

## Capítulo nº 8 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
8.1	Ud	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 200 l, potencia 2,2 kW, eficiencia energética clase C, perfil de consumo L, de 1570 mm de altura y 513 mm de diámetro, peso 52 kg, modelo Elacell 200 L "JUNKERS", formado por cuba de acero vitrificado, aislamiento de espuma de poliuretano libre de CFC y ánodo de sacrificio de magnesio, con accesorios de montaje, manguitos y válvula de seguridad. Incluso soporte y anclajes de fijación, válvula de seguridad antirretorno, llaves de corte de esfera y latiguillos flexibles, tanto en la entrada de agua como en la salida. Totalmente montado, conexionado y probado.						
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>500,14 €</b>	<b>500,14 €</b>			
8.2	Ud	Ventilador helicoidal para tejado, con hélice de plástico reforzada con fibra de vidrio, cuerpo y sombrerete de aluminio, base de acero galvanizado y motor para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase F, grado de protección IP65, modelo HCTB/4-400-B "S&P", de 1290 r.p.m., potencia absorbida 0,34 kW, caudal máximo 3700 m³/h, nivel de presión sonora 58 dBA, con malla de protección contra la entrada de hojas y pájaros, para conducto de extracción de 400 mm de diámetro. Incluso accesorios y elementos de fijación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Ventiladores extractores de zona de talleres	4				4,000	
							4,000	4,000
							4,000	4,000
<b>Total Ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>1.009,43 €</b>	<b>4.037,72 €</b>			
8.3	M²	Red de conductos de distribución de aire para climatización, constituida por conductos de chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor y juntas transversales con vaina deslizante tipo bayoneta. Incluso embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Conducto de ventilación de zona de taller		20,000	0,500		10,000	
		Conductos de aire del concesionario		120,000	0,500		60,000	
							70,000	70,000
							70,000	70,000
<b>Total m² :</b>			<b>70,000</b>	<b>28,33 €</b>	<b>1.983,10 €</b>			
8.4	Ud	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split KXZR Smart con caudal variable de refrigerante y recuperación de calor, control de temperatura variable de refrigerante VTCC, para gas R-410A, alimentación trifásica (400V/50Hz), modelo FDC400KXZRE1 "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 40 kW (temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), SEER = 6,34, EER = 3,46, consumo eléctrico nominal en refrigeración 11,55 kW, rango de funcionamiento de temperatura del aire exterior en refrigeración desde -15 hasta 46°C, potencia calorífica nominal 40 kW (temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C, temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C), SCOP = 4,22, COP = 4,09, consumo eléctrico nominal en calefacción 9,76 kW, rango de funcionamiento de temperatura del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 15,5°C, de 2048x1350x720 mm, 357 kg, nivel sonoro 60 dBA, caudal de aire 16800 m³/h, rango de capacidad conectable entre el 50 y el 200%, válvula de expansión electrónica y dos ventiladores axiales.						
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>19.134,21 €</b>	<b>19.134,21 €</b>			
8.5	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.						



## Capítulo nº 8 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe		
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>153,00 €</b>	<b>153,00 €</b>		
<b>8.6</b>	<b>M</b>	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V).					
		<b>Total m :</b>	<b>200,000</b>	<b>8,70 €</b>	<b>1.740,00 €</b>		
<b>8.7</b>	<b>Ud</b>	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>CPM</i>		1				1,000	
						1,000	1,000
						1,000	1,000
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>1.097,52 €</b>	<b>1.097,52 €</b>		
<b>8.8</b>	<b>M</b>	Derivación individual trifásica enterrada para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x185+2G95 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 200 mm					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Metros de línea trifásica</i>		43,5				43,500	
						43,500	43,500
						43,500	43,500
		<b>Total m :</b>	<b>43,500</b>	<b>146,74 €</b>	<b>6.383,19 €</b>		
<b>8.9</b>	<b>Ud</b>	Estación de recarga de vehículos eléctricos para modo de carga 3 compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, de 11 kW de potencia, con una toma tipo 2 de 16 A.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<i>Cargador vehículos eléctricos (7-11 kW)</i>		1				1,000	
						1,000	1,000
						1,000	1,000
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>2.682,38 €</b>	<b>2.682,38 €</b>		

## Capítulo nº 8 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.10	Ud	Acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 10 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 40 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,4 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, 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 1/4" 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 de dimensiones interiores 38x38x50 cm de obra de fábrica construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 y cerrada superiormente con marco y tapa de fundición dúctil. Incluso hormigón en masa HM-20/P/20/I para la posterior reposición del firme existente, accesorios y piezas especiales.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>375,50 €</b>	<b>375,50 €</b>
8.11	M	Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro.			
		<b>Total m :</b>	<b>20,000</b>	<b>33,26 €</b>	<b>665,20 €</b>
8.12	Ud	Preinstalación de contador general de agua de 1 1/2" DN 40 mm, colocado en hornacina, con llave de corte general de compuerta.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>137,57 €</b>	<b>137,57 €</b>
8.13	M	Tubería para montante de fontanería, empotrada en la pared, formada por tubo de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro.			
		<b>Total m :</b>	<b>15,000</b>	<b>16,97 €</b>	<b>254,55 €</b>
8.14	M	Tubería para instalación interior de fontanería, empotrada en la pared, formada por tubo de cobre rígido, de 10/12 mm de diámetro, protegido contra la corrosión por agentes externos.			
		<b>Total m :</b>	<b>20,000</b>	<b>12,90 €</b>	<b>258,00 €</b>
8.15	M	Tubería empotrada en la pared formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 10/12 mm de diámetro, protegido contra la corrosión por agentes externos, mediante tubo corrugado de PP. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.			
		<b>Total m :</b>	<b>3,000</b>	<b>12,60 €</b>	<b>37,80 €</b>
8.16	M	Tubería empotrada en la pared formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 26/28 mm de diámetro, protegido contra la corrosión por agentes externos, mediante tubo corrugado de PP. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.			
		<b>Total m :</b>	<b>38,000</b>	<b>20,00 €</b>	<b>760,00 €</b>

## Capítulo nº 8 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.17	M	Tubería empotrada en la pared formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 20/22 mm de diámetro, protegido contra la corrosión por agentes externos, mediante tubo corrugado de PP. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.			
		<b>Total m :</b>	<b>52,000</b>	<b>16,57 €</b>	<b>861,64 €</b>
8.18	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/2".			
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>36,51 €</b>	<b>146,04 €</b>
8.19	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1 1/2".			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>15,79 €</b>	<b>15,79 €</b>
8.20	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/4" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 110°C.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>11,63 €</b>	<b>11,63 €</b>
8.21	Ud	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>13,000</b>	<b>34,22 €</b>	<b>444,86 €</b>
8.22	Ud	Suministro e instalación en paramento interior de sirena electrónica, de color rojo, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA. Incluso elementos de fijación.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>58,45 €</b>	<b>233,80 €</b>
8.23	Ud	Suministro e instalación en superficie en garaje de luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>33,000</b>	<b>133,02 €</b>	<b>4.389,66 €</b>
8.24	Ud	Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 420x420 mm. Incluso elementos de fijación.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>14,000</b>	<b>23,43 €</b>	<b>328,02 €</b>
8.25	Ud	Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 447x447 mm. Incluso elementos de fijación.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>12,000</b>	<b>36,88 €</b>	<b>442,56 €</b>

## Capítulo nº 8 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
8.26	Ud	Suministro e instalación en superficie de Boca de incendio equipada (BIE) de 45 mm (1 1/2") y de 575x505x152 mm, compuesta de: armario de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria abatible 180° permitiendo la extracción de la manguera en cualquier dirección, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera plana de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre de asiento de 45 mm (1 1/2"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Incluso accesorios y elementos de fijación.						
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>281,99 €</b>	<b>281,99 €</b>			
8.27	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.						
<b>Total Ud :</b>			<b>13,000</b>	<b>44,13 €</b>	<b>573,69 €</b>			
8.28	M <sup>2</sup>	Protección pasiva contra incendios de estructura metálica, mediante la aplicación de pintura intumescente, en emulsión acuosa monocomponente, color blanco, acabado mate liso, hasta formar un espesor mínimo de película seca de 1780 micras y conseguir una resistencia al fuego de 90 minutos.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Metros cuadrados de estructura metálica en zona de concesionario</i>	50				50,000	
							50,000	50,000
							50,000	50,000
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>50,000</b>	<b>75,82 €</b>	<b>3.791,00 €</b>			
8.29	M	Bajante circular de PVC con óxido de titanio, de Ø 100 mm, color gris claro, para recogida de aguas, formada por piezas preformadas, con sistema de unión por enchufe y pegado mediante adhesivo, colocadas con abrazaderas metálicas, instalada en el exterior del edificio. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, conexiones, codos y piezas especiales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Bajantes de aguas pluviales</i>	20	9,000			180,000	
							180,000	180,000
							180,000	180,000
<b>Total m :</b>			<b>180,000</b>	<b>15,97 €</b>	<b>2.874,60 €</b>			
8.30	M	Tubería para ventilación primaria de la red de evacuación de aguas, formada por tubo de PVC, de 110 mm de diámetro y 1,4 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.						
<b>Total m :</b>			<b>30,000</b>	<b>8,16 €</b>	<b>244,80 €</b>			
8.31	M	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm, color gris claro.						
<b>Total m :</b>			<b>180,000</b>	<b>14,36 €</b>	<b>2.584,80 €</b>			

## Capítulo nº 8 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.32	M	Red de pequeña evacuación, empotrada, de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
			<b>Total m :</b>	<b>10,000</b>	<b>11,19 €</b>
					<b>111,90 €</b>
8.33	M	Red de pequeña evacuación, empotrada, de PVC, serie B, de 40 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
			<b>Total m :</b>	<b>10,000</b>	<b>4,84 €</b>
					<b>48,40 €</b>
8.34	M	Red de pequeña evacuación, empotrada, de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.			
			<b>Total m :</b>	<b>25,000</b>	<b>7,24 €</b>
					<b>181,00 €</b>
8.35	Ud	Bote sifónico de PVC, de 110 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, empotrado.			
			<b>Total Ud :</b>	<b>5,000</b>	<b>18,29 €</b>
					<b>91,45 €</b>
8.36	Ud	Bote sifónico de PVC, de 110 mm de diámetro, con rejilla de acero inoxidable, empotrado.			
			<b>Total Ud :</b>	<b>5,000</b>	<b>21,93 €</b>
					<b>109,65 €</b>
8.37	Ud	Sombrerete de ventilación de PVC, de 110 mm de diámetro, para tubería de ventilación, conectado al extremo superior de la bajante con unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.			
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>20,30 €</b>
					<b>60,90 €</b>
8.38	M²	Rejilla de ventilación de lamas fijas de aluminio lacado color blanco con 60 micras de espesor mínimo de película seca. Incluso tornillos.			
			<b>Total m² :</b>	<b>20,000</b>	<b>40,32 €</b>
					<b>806,40 €</b>
8.39	Ud	Montacoches eléctrico de adherencia para 3000 kg y 0,6 m/s, sistema de accionamiento de 1 velocidad de 3 paradas (6 m), maniobra universal simple, puertas de acceso correderas automáticas de 220 cm de ancho y 200 cm de altura en acero pintado, cabina sin puerta y nivel medio de acabado.			
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>63.420,65 €</b>
					<b>63.420,65 €</b>
			<b>Parcial nº 8 Instalaciones :</b>		<b>122.255,11 €</b>

## Capítulo nº 9 Aislamientos e impermeabilizaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
9.1	M <sup>2</sup>	Aislamiento térmico horizontal de soleras en contacto con el terreno, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 40 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,2 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope en la base de la solera, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor, preparado para recibir una solera de hormigón. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Área de solera del concesionario (30x20)	600				600,000	
							600,000	600,000
							600,000	600,000
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>		<b>600,000</b>	<b>10,59 €</b>		<b>6.354,00 €</b>
9.2	M <sup>2</sup>	Impermeabilización de foso de ascensor constituido por muro de superficie lisa de hormigón, elementos prefabricados de hormigón o revocos de mortero rico en cemento, con mortero cementoso impermeabilizante flexible bicomponente, de color gris, aplicado con brocha en dos o más capas, sobre el soporte humedecido, hasta conseguir un espesor mínimo total de 2 mm.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Foso del montacoches (3x5)	15				15,000	
							15,000	15,000
							15,000	15,000
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>		<b>15,000</b>	<b>6,82 €</b>		<b>102,30 €</b>
<b>Parcial nº 9 Aislamientos e impermeabilizaciones :</b>							<b>6.456,30 €</b>	

## Capítulo nº 10 Revestimientos y trasdosados

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
10.1	M <sup>2</sup>	Alicatado con azulejo acabado liso, 31x31 cm, 8 €/m <sup>2</sup> , capacidad de absorción de agua E>10%, grupo BIII, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, colocado sobre una superficie soporte de fábrica, en paramentos interiores, recibido con mortero de cemento M-5, sin junta (separación entre 1,5 y 3 mm); con cantoneras de PVC.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Alicatado servicio privado</i>	77,4				77,400	
		<i>Alicatado servicio público</i>	20				20,000	
							97,400	97,400
							97,400	97,400
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>		<b>97,400</b>		<b>25,93 €</b>		<b>2.525,58 €</b>
10.2	M <sup>2</sup>	Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 25x25 cm, 8 €/m <sup>2</sup> , capacidad de absorción de agua E<3%, grupo BIb, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color blanco y rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco, para juntas de hasta 3 mm.						
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>		<b>1.064,000</b>		<b>23,64 €</b>		<b>25.152,96 €</b>
10.3	M <sup>2</sup>	Falso techo registrable suspendido, situado a una altura mayor o igual a 4 m, constituido por: ESTRUCTURA: perfilera vista acabado lacado, color blanco, comprendiendo perfiles primarios y secundarios, suspendidos del forjado o elemento soporte con varillas y cuelgues; PLACAS: placas de escayola, de superficie fisurada, 60x60 cm. Incluso perfiles angulares, fijaciones para el anclaje de los perfiles y accesorios de montaje.						
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>		<b>1.064,000</b>		<b>21,40 €</b>		<b>22.769,60 €</b>
<b>Parcial nº 10 Revestimientos y trasdosados :</b>							<b>50.448,14 €</b>	

## Capítulo nº 11 Señalización y equipamiento

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
11.1	Ud	Lavabo de porcelana sanitaria, sobre encimera, gama media, color blanco, de 500x250 mm, y desagüe, acabado cromado. Incluso juego de fijación y silicona para sellado de juntas.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>6,000</b>	<b>172,45 €</b>	<b>1.034,70 €</b>
11.2	Ud	Taza de inodoro de tanque bajo, de acero inoxidable AISI 304, para adosar a la pared, acabado satinado, de 655x360x400 mm, con cisterna de inodoro, de doble descarga, de acero inoxidable AISI 304, acabado satinado, con juego de mecanismos de doble descarga de 3/6 litros, de 385x360x150 mm, asiento y tapa de inodoro, de madera. Incluso tubo para evacuación horizontal del inodoro, tornillos de seguridad de acero inoxidable y silicona para sellado de juntas.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>5,000</b>	<b>1.218,14 €</b>	<b>6.090,70 €</b>
11.3	Ud	Plato de ducha acrílico, gama básica, color blanco, de 80x80 cm, con juego de desagüe, con juego de desagüe. Incluso silicona para sellado de juntas.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>181,66 €</b>	<b>544,98 €</b>
11.4	Ud	Urinario de porcelana sanitaria, con alimentación y desagüe vistos, gama básica, color blanco, de 250x320 mm, equipado con grifería temporizada empotrada, gama media, acabado cromado, de 25x108 mm grifería temporizada empotrada, gama media, acabado cromado, de 25x108 mm y desagüe visto, con sifón botella, color blanco. Incluso silicona para sellado de juntas.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>150,75 €</b>	<b>452,25 €</b>
11.5	Ud	Fregadero de acero inoxidable para instalación en encimera, de 1 cubeta, de 450x490 mm, con válvula de desagüe, para encimera de cocina, equipado con grifería monomando con cartucho cerámico para fregadero, gama básica, acabado cromado, compuesta de caño giratorio, aireador y enlaces de alimentación flexibles, válvula con desagüe y sifón. Incluso conexión a las redes de agua fría y caliente y a la red de evacuación existentes, fijación del aparato y sellado con silicona.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>194,47 €</b>	<b>194,47 €</b>
<b>Parcial nº 11 Señalización y equipamiento :</b>					<b>8.317,10 €</b>





## Capítulo nº 13 Gestión de residuos

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
13.1	M <sup>3</sup>	Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminació						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Metros cúbicos de tierras removidas</i>		90,000	30,000	0,500	1.350,000	
							1.350,000	1.350,000
							1.350,000	1.350,000
				<b>Total m<sup>3</sup> :</b>	<b>1.350,000</b>	<b>4,04 €</b>		<b>5.454,00 €</b>
								<b>Parcial nº 13 Gestión de residuos : 5.454,00 €</b>

## Capítulo nº 14 Control de calidad y ensayos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
14.1	Ud	Estudio geotécnico del terreno en suelo medio (arcillas, margas) con 2 sondeos hasta 7 m tomando 1 muestra inalterada y 1 muestra alterada (SPT), 4 penetraciones dinámicas mediante penetrómetro dinámico (DPSH) hasta 5 m y realización de los siguientes ensayos de laboratorio: 2 de análisis granulométrico; 2 de límites de Atterberg; 2 de humedad natural; densidad aparente; resistencia a compresión; Proctor Normal; C.B.R. 2 de contenido en sulfatos.			
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>2.434,31 €</b>	<b>2.434,31 €</b>
<b>Parcial nº 14 Control de calidad y ensayos :</b>					<b>2.434,31 €</b>

## Capítulo nº 15 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
15.1	Ud	Protección de hueco horizontal de una arqueta de 50x50 cm de sección, durante su proceso de construcción hasta que se coloque su tapa definitiva, realizada mediante tabloncillos de madera de pino de 15x5,2 cm, colocados uno junto a otro hasta cubrir la totalidad del hueco, reforzados en su parte inferior por tres tabloncillos en sentido contrario, fijados con clavos de acero, con rebaje en su refuerzo para alojarla en el hueco de la planta de la arqueta de modo que impida su movimiento horizontal, preparada para soportar una carga puntual de 3 kN. Amortizable en 4 usos.						
<b>Total Ud :</b>			<b>7,000</b>	<b>11,52 €</b>	<b>80,64 €</b>			
15.2	M	Sistema provisional de protección de borde de forjado, clase A, de 1 m de altura, que proporciona resistencia sólo para cargas estáticas y para superficies de trabajo con un ángulo de inclinación máximo de 10°, formado por: barandilla principal de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud, amortizable en 150 usos; barandilla intermedia de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud, dispuesta de manera que una esfera de 470 mm no pase a través de cualquier apertura, amortizable en 150 usos; rodapié metálico de 3 m de longitud, que tenga el borde superior al menos 15 cm por encima de la superficie de trabajo, amortizable en 150 usos y guardacuerpos fijos de seguridad fabricados en acero de primera calidad pintado al horno en epoxi-poliéster, de 40 mm de diámetro y 1200 mm de longitud, separados entre sí una distancia máxima de 2,5 m y fijados al forjado con base plástica embebida en el hormigón, amortizables en 20 usos.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Longitud forjado</i>	30				30,000	
							30,000	30,000
							30,000	30,000
<b>Total m :</b>			<b>30,000</b>	<b>7,91 €</b>	<b>237,30 €</b>			
15.3	M <sup>2</sup>	Sistema S de red de seguridad fija, colocada horizontalmente, formado por: red de seguridad UNE-EN 1263-1 S A2 M100 D M, de poliamida de alta tenacidad, anudada, de color blanco, para cubrir huecos horizontales de superficie comprendida entre 35 y 250 m <sup>2</sup> . Incluso cuerda de unión de polipropileno, para unir las redes y pletinas y ganchos de acero galvanizado, para atar la cuerda perimetral de las redes a un soporte adecuado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Metros cuadrados: 5x30</i>	150				150,000	
							150,000	150,000
							150,000	150,000
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>150,000</b>	<b>13,79 €</b>	<b>2.068,50 €</b>			
15.4	M	Protección de trabajos en cubierta inclinada con una pendiente máxima del 40%, evitando pisar directamente sobre la misma, mediante pasarela de circulación de aluminio, de 3,00 m de longitud, anchura útil de 0,60 m, con plataforma de superficie antideslizante sin desniveles, con 100 kg de capacidad de carga, amortizable en 20 usos.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>(Metros de cubierta) x (número de pasarelas)</i>	30	5,000			150,000	
							150,000	150,000
							150,000	150,000

## Capítulo nº 15 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe		
			<b>Total m :</b>	<b>150,000</b>	<b>10,52 €</b>	<b>1.578,00 €</b>	
15.5	Ud	Cuadro eléctrico provisional de obra para una potencia máxima de 50 kW, compuesto por armario de distribución con dispositivo de emergencia, tomas y los interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales necesarios, amortizable en 4 usos.					
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>816,28 €</b>	<b>816,28 €</b>	
15.6	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, amortizable en 3 usos.					
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>16,11 €</b>	<b>48,33 €</b>	
15.7	M	Vallado provisional de solar, de 2,2 m de altura, compuesto por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, sujeta mediante puntas planas de acero a rollizos de madera, de 10 a 12 cm de diámetro y 3,2 m de longitud, hincados en el terreno cada 2,5 m, amortizables en 5 usos.					
			<b>Total m :</b>	<b>100,000</b>	<b>13,37 €</b>	<b>1.337,00 €</b>	
15.8	Ud	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el período de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.					
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>309,00 €</b>	<b>309,00 €</b>	
15.9	Ud	Formación del personal, necesaria para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.					
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>2.060,00 €</b>	<b>2.060,00 €</b>	
15.10	Ud	Casco contra golpes, destinado a proteger al usuario de los efectos de golpes de su cabeza contra objetos duros e inmóviles, amortizable en 10 usos.					
			<b>Total Ud :</b>	<b>30,000</b>	<b>0,29 €</b>	<b>8,70 €</b>	
15.11	Ud	Sistema anticaídas compuesto por un conector básico (clase B) que permite ensamblar el sistema con un dispositivo de anclaje, amortizable en 4 usos; un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible con función de bloqueo automático y un sistema de guía, amortizable en 4 usos; una cuerda de fibra de longitud fija como elemento de amarre, amortizable en 4 usos; un absorbedor de energía encargado de disipar la energía cinética desarrollada durante una caída desde una altura determinada, amortizable en 4 usos y un arnés anticaídas con dos puntos de amarre constituido por bandas, elementos de ajuste y hebillas, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta, amortizable en 4 usos.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		2				2,000	
						2,000	2,000
						2,000	2,000
			<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>	<b>95,43 €</b>		<b>190,86 €</b>

## Capítulo nº 15 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
15.12	Ud	Máscara de protección facial, para soldadores, con armazón opaco y mirilla fija, de sujeción manual y con filtros de soldadura, amortizable en 5 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>5,95 €</b>	<b>23,80 €</b>
15.13	Ud	Gafas de protección con montura universal, de uso básico, con dos oculares integrados en una montura de gafa convencional con protección lateral, amortizable en 5 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>30,000</b>	<b>3,17 €</b>	<b>95,10 €</b>
15.14	Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos, de algodón con refuerzo de serraje vacuno en la palma, resistente a la abrasión, al corte por cuchilla, al rasgado y a la perforación, amortizable en 4 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>30,000</b>	<b>4,11 €</b>	<b>123,30 €</b>
15.15	Ud	Par de guantes para trabajos eléctricos, de baja tensión, amortizable en 4 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>	<b>12,76 €</b>	<b>25,52 €</b>
15.16	Ud	Par de guantes para soldadores, de serraje vacuno, amortizable en 4 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>2,76 €</b>	<b>11,04 €</b>
15.17	Ud	Juego de orejeras, estándar, compuesto por un casquete diseñado para producir presión sobre la cabeza mediante un arnés y ajuste con almohadillado central, con atenuación acústica de 28 dB, amortizable en 10 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>3,47 €</b>	<b>13,88 €</b>
15.18	Ud	Par de botas de media caña de seguridad, con puntera resistente a un impacto de hasta 200 J y a una compresión de hasta 15 kN, con resistencia al deslizamiento, a la penetración y a la absorción de agua, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>30,000</b>	<b>27,24 €</b>	<b>817,20 €</b>
15.19	Ud	Mono de protección, amortizable en 5 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>30,000</b>	<b>9,53 €</b>	<b>285,90 €</b>
15.20	Ud	Mono de protección para trabajos de soldeo, con propagación limitada de la llama y resistencia a la electricidad, sometidos a una temperatura ambiente hasta 100°C, amortizable en 3 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>	<b>33,59 €</b>	<b>67,18 €</b>
15.21	Ud	Chaqueta con capucha de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión, para prevenir frente al riesgo de paso de una corriente peligrosa a través del cuerpo humano, amortizable en 5 usos.			
		<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>	<b>17,64 €</b>	<b>35,28 €</b>

## Capítulo nº 15 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe		
15.22	Ud	Botiquín de urgencia para caseta de obra, provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de fijeras, pinzas, guantes desechables, bolsa de goma para agua y hielo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardíacos de urgencia, un torniquete, un termómetro clínico y jeringuillas desechables, fijado al paramento con tornillos y tacos.					
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>122,27 €</b>	<b>122,27 €</b>		
15.23	Ud	Acometida provisional de fontanería enterrada a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión a la red provisional de obra, hasta una distancia máxima de 8 m.					
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>125,88 €</b>	<b>125,88 €</b>		
15.24	Ud	Acometida provisional de saneamiento enterrada a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m.					
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>507,59 €</b>	<b>507,59 €</b>		
15.25	Ud	Acometida provisional de electricidad aérea a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión al cuadro eléctrico provisional de obra, hasta una distancia máxima de 50 m.					
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>215,23 €</b>	<b>215,23 €</b>		
15.26	Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra, de dimensiones 3,45x2,05x2,30 m (7,00 m <sup>2</sup> ), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, inodoro, dos platos de ducha y lavabo de tres grifos y puerta de madera en inodoro y corfina en ducha.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Meses		6				6,000	
						6,000	6,000
						6,000	6,000
<b>Total Ud :</b>			<b>6,000</b>	<b>197,16 €</b>	<b>1.182,96 €</b>		
15.27	Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra, de dimensiones 7,87x2,33x2,30 m (18,40 m <sup>2</sup> ), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Meses		6				6,000	
						6,000	6,000
						6,000	6,000
<b>Total Ud :</b>			<b>6,000</b>	<b>225,19 €</b>	<b>1.351,14 €</b>		

## Capítulo nº 15 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
<b>15.28</b>	<b>Ud</b>	Mes de alquiler de caseta prefabricada para despacho de oficina con aseo (lavabo e inodoro) en obra, de dimensiones 6,00x2,33x2,30 m (14,00 m²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Meses			6				6,000	
							6,000	6,000
							6,000	6,000
			<b>Total Ud :</b>			<b>6,000</b>	<b>166,13 €</b>	<b>996,78 €</b>
<b>15.29</b>	<b>Ud</b>	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de dimensiones 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Meses			6				6,000	
							6,000	6,000
							6,000	6,000
			<b>Total Ud :</b>			<b>6,000</b>	<b>123,46 €</b>	<b>740,76 €</b>
<b>15.30</b>	<b>Ud</b>	Taquilla individual, percha, banco para 5 personas, espejo, portarrollos, jabonera, secamanos eléctrico en local o caseta de obra para vestuarios y/o aseos.						
			<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>173,91 €</b>	<b>173,91 €</b>
<b>15.31</b>	<b>Ud</b>	Mesa para 10 personas, 2 bancos para 5 personas, horno microondas, nevera y depósito de basura en local o caseta de obra para comedor.						
			<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>328,00 €</b>	<b>328,00 €</b>
<b>15.32</b>	<b>M</b>	Cinta para balizamiento, de material plástico, de 8 cm de anchura, impresa por ambas caras en franjas de color rojo y blanco.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Frontal parcela			100				100,000	
							100,000	100,000
							100,000	100,000
			<b>Total m :</b>			<b>100,000</b>	<b>1,47 €</b>	<b>147,00 €</b>
<b>15.33</b>	<b>Ud</b>	Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos.						



## Capítulo nº 15 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>11,05 €</b>	<b>11,05 €</b>
15.34	Ud	Paleta manual de paso alternativo, de polipropileno, con señal de detención obligatoria por una cara y de paso por la otra, con mango de plástico, amortizable en 5 usos.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>3,30 €</b>	<b>9,90 €</b>
15.35	Ud	Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, amortizable en 3 usos, fijado con bridas.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>8,71 €</b>	<b>26,13 €</b>
15.36	Ud	Señal de advertencia, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma negro de forma triangular sobre fondo amarillo, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>4,47 €</b>	<b>13,41 €</b>
15.37	Ud	Señal de prohibición, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma negro de forma circular sobre fondo blanco, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>4,47 €</b>	<b>13,41 €</b>
15.38	Ud	Señal de obligación, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma circular sobre fondo azul, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>4,47 €</b>	<b>13,41 €</b>
15.39	Ud	Señal de extinción, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma rectangular sobre fondo rojo, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>4,91 €</b>	<b>14,73 €</b>
15.40	Ud	Señal de evacuación, salvamento y socorro, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma rectangular sobre fondo verde, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>3,000</b>	<b>4,91 €</b>	<b>14,73 €</b>
15.41	Ud	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>309,00 €</b>	<b>309,00 €</b>
15.42	Ud	Disco autoadhesivo de señalización, antideslizante, de vinilo, serigrafiado con textos y pictogramas, de varios colores, de Ø=30 cm, para pavimentos.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>5,000</b>	<b>6,67 €</b>	<b>33,35 €</b>
15.43	Ud	Tira autoadhesiva de señalización, antideslizante, de vinilo, serigrafiado con textos y pictogramas, de varios colores, de 100x5 cm, para pavimentos.				
			<b>Total Ud :</b>	<b>5,000</b>	<b>2,27 €</b>	<b>11,35 €</b>

## Capítulo nº 15 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe		
15.44	Ud	Cartel general indicativo de riesgos biológicos, de PVC, de 1 mm de espesor, serigrafiado con textos y pictogramas, de 420x297 mm, con 6 orificios de fijación. Incluso bridas de fijación al paramento.					
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>11,37 €</b>	<b>11,37 €</b>		
15.45	Ud	Mampara separadora de protección, de sobremesa, de 750x680 mm, de metacrilato transparente de 3 mm de espesor, con dos soportes de sujeción del mismo material, para protección frente a riesgos biológicos.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Mamparas en oficinas</i>	2			2,000	
						2,000	2,000
						2,000	2,000
<b>Total Ud :</b>			<b>2,000</b>	<b>36,83 €</b>	<b>73,66 €</b>		
15.46	Ud	Estación de higiene, de 60x60x160 cm, formada por: panel autoportante de tablero de fibras tipo HDF, de 25 mm de espesor, con texto y pictograma indicativo de su uso, bordes redondeados y canteados con plástico, pies regulables, y dos estantes de chapa de acero, acabado lacado, para colocar las cajas de guantes y mascarillas; dosificador de gel hidroalcohólico virucida, rellenable de accionamiento manual, de 1 l de capacidad, de polipropileno; y contenedor, de 40 l de capacidad, de polipropileno, con pedal de apertura de tapa, para depositar los guantes usados y las mascarillas usadas.					
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>152,53 €</b>	<b>152,53 €</b>		
15.47	Ud	Caja de 100 mascarillas quirúrgicas de un solo uso, tipo I, de 17,5x9,5 cm, formadas por tres capas, las capas interior y exterior de poliéster y la capa intermedia de polipropileno, con puente nasal de aluminio para mejorar el ajuste al contorno de la nariz y cintas elásticas para sujeción de la mascarilla a la cabeza.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Mascarillas para trabajadores [5]</i>				5,000	
						5,000	5,000
						5,000	5,000
<b>Total Ud :</b>			<b>5,000</b>	<b>66,55 €</b>	<b>332,75 €</b>		
15.48	Ud	Felpudo para la desinfección del calzado con zona de secado, con base antideslizante de PVC, acabado superficial con rizos de PVC y de polipropileno entrelazados, colocado sobre bandeja de chapa de acero, de 1000x650 mm, con dos compartimentos, uno para el vertido del desinfectante virucida y otro para el secado del calzado.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		<i>Felpudo para oficinas y comedor [2]</i>				2,000	
						2,000	2,000
						2,000	2,000
<b>Total Ud :</b>			<b>2,000</b>	<b>60,30 €</b>	<b>120,60 €</b>		

## Capítulo nº 15 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Parcial nº 15 Seguridad y salud :</b>					<b>17.285,71 €</b>

## Presupuesto de ejecución material

Capítulo	Importe (€)
1 Actuaciones previas	3.658,14
2 Acondicionamiento del terreno	44.408,33
3 Cimentaciones	70.518,79
4 Cubiertas	103.003,56
5 Estructuras	433.218,58
6 Fachadas y particiones	278.821,75
7 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	12.683,95
8 Instalaciones	122.255,11
9 Aislamientos e impermeabilizaciones	6.456,30
10 Revestimientos y trasdosados	50.448,14
11 Señalización y equipamiento	8.317,10
12 Urbanización interior de la parcela	7.359,84
13 Gestión de residuos	5.454,00
14 Control de calidad y ensayos	2.434,31
15 Seguridad y salud	17.285,71
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>1.166.323,61</b>
13% de gastos generales	151.622,07
6% de beneficio industrial	69.979,42
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>1.387.925,10</b>
21% IVA	291.464,27
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>1.679.389,37</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de UN MILLÓN SEISCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS.

BÉJAR, JULIO DE 2021.

Fdo.

Francisco José Hernández Gallego.

Ingeniero mecánico.



# ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 6

FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO

## Contenido

1	MEMORIA .....	1
1.1.	Introducción .....	1
1.2	Datos identificativos de la obra .....	2
1.3	Condiciones del solar en el que se va a realizar la obra y de su entorno .....	3
1.4	Sistemas de control y señalización de accesos a la obra .....	3
1.5	Instalación eléctrica provisional de obra .....	4
1.6	Otras instalaciones provisionales de obra .....	6
1.7	Servicios de higiene y bienestar de los trabajadores.....	7
1.8	Instalación de asistencia a accidentados y primeros auxilios .....	9
1.9	Instalación contra incendios .....	11
1.10	Señalización e iluminación de seguridad .....	13
1.11	Riesgos laborales .....	14
1.12	Trabajos que implican riesgos especiales .....	18
1.13	Medidas de prevención para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19 .....	19
1.14	Trabajos posteriores de conservación, reparación o mantenimiento.....	19
2	PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES .....	211
2.1	Introducción .....	211
2.2	Legislación vigente aplicable a esta obra .....	211
2.3	Aplicación de la normativa: responsabilidades .....	33
2.4	Agentes intervinientes en la organización de la seguridad en la obra .....	40
2.5	Documentación necesaria para el control de la seguridad en la obra .....	43
2.6	Criterios de medición, valoración, certificación y abono de las unidades de obra de seguridad y salud.....	45
2.7	Condiciones técnicas.....	46
3	Presupuesto de ejecución material.....	55
4	Planos .....	61

## **1 MEMORIA**

### **1.1. Introducción**

#### **1.1.1 Justificación**

El presente estudio de seguridad y salud, en adelante llamado ESS, se elabora con el fin de cumplir con la legislación vigente en la materia, la cual determina la obligatoriedad del promotor de elaborar durante la fase de proyecto el correspondiente estudio de seguridad y salud.

El ESS puede definirse como el conjunto de documentos que, formando parte del proyecto de obra, son coherentes con el contenido del mismo y recogen las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleva la realización de esta obra.

#### **1.1.2 Objeto**

Su objetivo es ofrecer las directrices básicas a la empresa contratista, para que cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales, mediante la elaboración del correspondiente Plan de Seguridad y Salud desarrollado a partir de este ESS, bajo el control del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Es voluntad del autor de este ESS identificar, según su buen saber y entender, todos los riesgos que pueda entrañar el proceso de construcción de la obra, con el fin de proyectar las medidas de prevención adecuadas.

En el ESS se aplican las medidas de protección sancionadas por la práctica, en función del proceso constructivo definido en el proyecto de ejecución. En caso de que el contratista, en la fase de elaboración del Plan de Seguridad y Salud, utilice tecnologías o procedimientos diferentes a los previstos en este ESS, deberá justificar sus soluciones alternativas y adecuarlas técnicamente a los requisitos de seguridad contenidos en el mismo.

El ESS es un documento relevante que forma parte del proyecto de ejecución de la obra y, por ello, deberá permanecer en la misma debidamente custodiado, junto con el resto de documentación del proyecto. En ningún caso puede sustituir al plan de seguridad y salud.

#### **1.1.3 Ámbito de aplicación**

La aplicación del presente ESS será vinculante para todo el personal que realice su trabajo en el interior del recinto de la obra, a cargo tanto del contratista como de los subcontratistas, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

#### **1.1.4 Variaciones**

El plan de seguridad y salud elaborado por la empresa constructora adjudicataria que desarrolla el presente ESS podrá ser variado en función del proceso de ejecución de



la obra y de las posibles incidencias o modificaciones de proyecto que puedan surgir durante el transcurso de la misma, siempre previa aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

#### 1.1.5 Agentes intervinientes

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

Autores del Estudio de Seguridad y Salud	Francisco José Hernández Gallego/ Ingeniero Mecánico
Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de ejecución	Francisco José Hernández Gallego / Ingeniero Mecánico
Contratistas y subcontratistas	Constructora adjudicataria de las obras
Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra	Francisco José Hernández Gallego / Ingeniero Mecánico

## 1.2 Datos identificativos de la obra

### 1.2.1 Datos generales

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

Denominación del proyecto	
Emplazamiento	Madrid (Madrid)
Superficie de la parcela (m <sup>2</sup> )	10.000,00
Superficies de actuación (m <sup>2</sup> )	4.000,00
Número de plantas sobre rasante	1
Número de plantas bajo rasante	0
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	1.166.323,61€
Presupuesto del ESS	17.285,65€

### 1.2.2 Número medio mensual de trabajadores previsto en la obra

A efectos del cálculo de los equipos de protección individual, de las instalaciones y de los servicios de higiene y bienestar necesarios, se tendrá en cuenta que el número medio mensual de trabajadores previstos que trabajen simultáneamente en la obra son 20.

### 1.2.3 Plazo previsto de ejecución de la obra

El plazo previsto de ejecución de la obra es de 6 meses.

### 1.2.4 Tipología de la obra a construir

Nave industrial, destinada a taller y concesionario de vehículos de menos de 7500 kg.

### **1.3 Condiciones del solar en el que se va a realizar la obra y de su entorno**

En este apartado se especifican aquellas condiciones relativas al solar y al entorno donde se ubica la obra.

#### **1.3.1 Accesos a la obra y vías de circulación**

En el entorno de la obra existen numerosas naves industriales dedicadas a servicios de comercio, supermercado, etc. La gran afluencia de vehículos y peatones requerirá actuaciones de señalización de entrada y salida de vehículos en obra.

#### **1.3.2 Presencia de tráfico rodado en vía urbana e interferencias con el mismo**

La vía de acceso a la obra contiene dos carriles por sentido de circulación. Por tanto, la incorporación a la vía por parte de los vehículos de obra no se prevé complicada.

#### **1.3.3 Interferencias con la circulación peatonal en vía urbana**

La salida de la obra pasa por la acera. Por tanto, se señalizará correctamente la salida de vehículos de obra.

#### **1.3.4 Circulación de peatones y vehículos en el interior de la obra**

Antes del establecimiento de las zonas de paso para los vehículos en obra, se comprobará el buen estado del firme. Las zonas de paso peatonal y de circulación rodada deben estar permanentemente libres de acopios y de obstáculos.

#### **1.3.5 Existencia de líneas eléctricas aéreas y enterradas en tensión**

No existen líneas eléctricas aéreas ni enterradas en la parcela.

#### **1.3.6 Existencia de canalizaciones enterradas que atraviesan el solar**

No existen canalizaciones enterradas que atraviesen la parcela.

#### **1.3.7 Tipo de cubierta**

Se trata de una cubierta ligera solucionada con correas sobre dinteles. Se deberán tomar las medidas pertinentes para evitar el riesgo de caída.

#### **1.3.8 Características del terreno**

En el Estudio Geotécnico realizado en el solar se recogen las características del terreno donde se asentará la obra.

#### **1.3.9 Condiciones climáticas y ambientales**

No es necesario adoptar ninguna medida especial para impedir la entrada masiva de agua, al no existir lluvias fuertes.

### **1.4 Sistemas de control y señalización de accesos a la obra**

#### **1.4.1 Vallado del solar**

Resulta especialmente importante restringir el acceso a la obra de personal no autorizado, de manera que todo el recinto de la obra quede inaccesible para toda persona ajena a ella.

Para ello se dispondrá un vallado provisional de solar con malla electrosoldada, de altura no inferior a dos metros, delimitando la zona de la obra.

#### 1.4.2 Señalización de accesos

Se señalarán debidamente las distintas entradas a la obra, tanto el acceso de los trabajadores como el de los vehículos. Se situará en un lugar perfectamente visible una señal de obra que indique la prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.

En cada uno de los accesos a la obra se colocará un panel de señalización que recoja las prohibiciones y las obligaciones que debe respetar todo el personal de la obra.

### 1.5 **Instalación eléctrica provisional de obra**

Previa petición a la empresa suministradora, ésta realizará la acometida provisional de obra y conexión con la red general por medio de un armario de protección aislante dotado de llave de seguridad, que constará de un cuadro general, toma de tierra y las debidas protecciones de seguridad.

Con anterioridad al inicio de las obras, deberán realizarse las siguientes instalaciones provisionales de obra:

#### 1.5.1 Cuadro provisional eléctrico de obra

Para alimentar las necesidades de abastecimiento eléctrico de la obra durante su ejecución, se instalará un cuadro general formado por un armario metálico o de material aislante, en cuyo interior se alojarán los mecanismos de protección, compuestos como mínimo por un interruptor de corte general, tantos interruptores automáticos magnetotérmicos como circuitos disyunga, interruptores diferenciales de 300 mA para los circuitos de fuerza y de 30 mA para los de alumbrado.

Se instalará dentro de un armario metálico con cierre de seguridad fijado a un paramento vertical, quedando la llave bajo custodia de la persona asignada, la cual asumirá la responsabilidad de mantenerlo permanentemente cerrado. Las tomas de corriente se efectuarán por los laterales del armario para que la puerta pueda cerrarse sin dificultad.

Nunca deben instalarse expuestos directamente a la intemperie, por lo que se protegerán mediante viseras eficaces como protección adicional de la lluvia y la nieve. No se instalarán en las rampas de acceso al fondo de las excavaciones.

Independientemente del cuadro general, se dispondrán tantos cuadros secundarios con las mismas características que el general como sean necesarios, que faciliten la accesibilidad a cualquier punto de la obra. Se debe comprobar periódicamente el funcionamiento de los diferenciales.

Las instalaciones eléctricas de máquinas de elevación y transporte estarán equipadas de un interruptor de corte omnipolar general, accionado a mano y colocado en el circuito principal, que permita que la instalación eléctrica quede desconectada durante el mantenimiento y reparación. Estará situado junto al equipo eléctrico de accionamiento en un lugar fácilmente accesible desde el suelo e identificable mediante un rótulo indeleble.

#### 1.5.2 Interruptores

La función básica de los interruptores consiste en cortar la continuidad del paso de corriente entre el cuadro de obra y las tomas de corriente del mismo. Pueden ser interruptores puros, como es el caso de los seccionadores, o desempeñar a la vez funciones de protección contra cortocircuitos y sobrecargas, como es el caso de los magnetotérmicos.

Se ajustarán expresamente a las disposiciones y especificaciones reglamentarias, debiéndose instalar en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad, debidamente señalizadas y colocadas en paramentos verticales o en pies derechos estables.

#### 1.5.3 Tomas de corriente

Las tomas de corriente serán bases de enchufe tipo hembra, protegidas mediante una tapa hermética con resorte, compuestas de material aislante, de modo que sus contactos estén protegidos. Se anclarán en la tapa frontal o en los laterales del cuadro general de obra o de los cuadros auxiliares.

Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permitan dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas. Cada toma suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta y dispondrá de un cable para la conexión a tierra. No deberán nunca desconectarse tirando del cable.

#### 1.5.4 Cables

Los cables y las mangueras eléctricas tienen la función de transportar hasta el punto de consumo la corriente eléctrica que alimenta las instalaciones o maquinarias. Se denomina cable cuando se trata de un único conductor y manguera cuando está formado por un conjunto de cables aislados individualmente, agrupados mediante una funda protectora aislante exterior.

Los conductores utilizados en instalaciones interiores serán de tipo flexible, aislados con elastómeros o plásticos, y tendrán una sección suficiente para soportar una tensión nominal mínima de 440 V. En el caso de acometidas, su tensión nominal será como mínimo de 1000 V.

La distribución desde el cuadro general de la obra a los cuadros secundarios o de planta se efectuará mediante canalizaciones aéreas a una altura mínima de 2,5 m en las zonas de paso de peatones y de 5,0 m en las de paso de vehículos. Cuando esto no sea posible, podrán llevarse tendidos por el suelo cerca de los paramentos verticales, debidamente canalizados, señalizados y protegidos.

Los extremos de los cables y mangueras estarán dotados de clavijas de conexión, quedando terminantemente prohibidas las conexiones a través de hilos desnudos en la base del enchufe.

En caso de tener que efectuar empalmes provisionales entre mangueras, éstos se realizarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad, disponiéndose elevados fuera del alcance de los operarios, nunca tendidos por el suelo. Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizadas estancas de seguridad.

#### 1.5.5 Prolongadores o alargadores

Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles, con protección mínima IP 447.

En caso de utilizarse durante un corto periodo de tiempo, podrán llevarse tendidos por el suelo cerca de los paramentos verticales, para evitar caídas por tropiezos o que sean pisoteados.

#### 1.5.6 Instalación de alumbrado

Las zonas de trabajo se iluminarán mediante aparatos de alumbrado portátiles, proyectores, focos o lámparas, cuyas masas se conectarán a la red general de tierra.

Serán de tipo protegido contra chorros de agua, con un grado de protección mínimo IP 447.

Se deberá emplear iluminación artificial en aquellas zonas de trabajo que carezcan de iluminación natural o ésta sea insuficiente, o cuando se proyecten sombras que dificulten los trabajos. Para ello, se utilizarán preferentemente focos o puntos de luz portátiles provistos de protección antichoque, para que proporcionen la iluminación apropiada a la tarea a realizar.

#### 1.5.7 Equipos y herramientas de accionamiento eléctrico

Todos los equipos y herramientas de accionamiento eléctrico que se utilicen en obra dispondrán de la correspondiente placa de características técnicas, que debe estar en perfecto estado, con el fin de que puedan ser identificados sus sistemas de protección.

Todas las máquinas de accionamiento eléctrico deben desconectarse tras finalizar su uso.

Cada trabajador deberá ser informado de los riesgos que conlleva el uso de la máquina que utilice, no permitiéndose en ningún caso su uso por personal inexperto.

En las zonas húmedas o en lugares muy conductores, la tensión de alimentación de las máquinas se realizará mediante un transformador de separación de circuitos y, en caso contrario, la tensión de alimentación no será superior a 24 voltios.

#### 1.5.8 Conservación y mantenimiento de la instalación eléctrica provisional de obra

Diariamente se efectuará una revisión general de la instalación, debiéndose comprobar:

- El funcionamiento de los interruptores diferenciales y magnetotérmicos.
- La conexión de cada cuadro y máquina con la red de tierra, verificándose la continuidad de los conductores a tierra.
- El grado de humedad de la tierra en que se encuentran enterrados los electrodos de puesta a tierra.
- Que los cuadros eléctricos permanecen con la cerradura en correcto estado.
- Que no existen partes en tensión al descubierto en los cuadros generales, en los auxiliares ni en los de las distintas máquinas.

Todos los trabajos de conservación y mantenimiento, así como las revisiones periódicas, se efectuarán por un instalador autorizado, que extenderá el correspondiente parte en el que quedará reflejado el trabajo realizado, entregando una de las copias al responsable del seguimiento del plan de seguridad y salud.

Antes de iniciar los trabajos de reparación de cualquier elemento de la instalación, se comprobará que no hay tensión en la misma, mediante los aparatos apropiados. Al desconectar la instalación para efectuar trabajos de reparación, se adoptarán las medidas necesarias para evitar que se pueda conectar nuevamente de manera accidental. Para ello, se dispondrán las señales reglamentarias y se custodiará la llave del cuadro.

### 1.6 **Otras instalaciones provisionales de obra**

Con antelación al inicio de las obras, se realizarán las siguientes instalaciones provisionales.

### 1.6.1 Caseta para despacho de oficinas

Se procederá a llevar las acometidas de energía eléctrica y de agua hasta los diferentes módulos provisionales para despacho de oficina que vayan a instalarse en la obra. En caso de que lleven aseos incorporados, se realizará la red de saneamiento para la evacuación de las aguas residuales procedentes de los mismos hasta la red general de alcantarillado.

La caseta se colocará sobre una base resistente, no inundable y elevada del suelo, que presentará una superficie horizontal y libre de obstáculos.

### 1.6.2 Zona de almacenamiento y acopio de materiales

En la zona de almacenamiento y acopio de materiales se adoptarán las siguientes medidas de carácter preventivo:

- Se situará, siempre que sea posible, a una distancia mínima de 10 m de la construcción.
- Deberá presentar una superficie de apoyo resistente, plana, nivelada y libre de obstáculos. Estará elevada, para evitar su inundación en caso de fuertes lluvias.
- Será fácilmente accesible para camiones y grúas.
- Se apilarán los materiales de manera ordenada sobre calzos de madera, de forma que la altura de almacenamiento no supere la indicada por el fabricante.
- Quedará debidamente delimitada y señalizada.
- Se estudiará el recorrido desde esta zona de almacenamiento y acopio de los materiales hasta el lugar de su utilización en la obra, de modo que esté libre de obstáculos.

### 1.6.3 Zona de almacenamiento de residuos

Se habilitará una zona de almacenamiento limpia y ordenada, donde se depositarán los contenedores con los sistemas precisos de recogida de posibles derrames, todo ello según disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia de residuos.

Se adoptarán las siguientes medidas de carácter preventivo:

- Se segregarán todos los residuos que sea posible, con el fin de no generar más residuos de los necesarios ni convertir en peligrosos, al mezclarlos, aquellos residuos que no lo son por separado.
- Deberá presentar una superficie de apoyo resistente, plana, nivelada y libre de obstáculos. Estará elevada, para evitar su inundación en caso de fuertes lluvias.
- Será fácilmente accesible para camiones y grúas.
- Quedará debidamente delimitada y señalizada.
- Se estudiará el recorrido desde esta zona de almacenamiento de residuos hasta la salida de la obra, de modo que esté libre de obstáculos.

## 1.7 **Servicios de higiene y bienestar de los trabajadores**

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en la legislación vigente en la materia.

El cálculo de la superficie de los locales destinados a los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores, se ha obtenido en función del uso y del número medio de operarios que trabajarán simultáneamente, según las especificaciones del plan de ejecución de la obra.

Se llevarán las acometidas de energía eléctrica y de agua hasta los diferentes módulos provisionales de los diferentes servicios sanitarios y comunes que se vayan a instalar en esta obra, realizándose la instalación de saneamiento para evacuar las aguas procedentes de los mismos hacia la red general de alcantarillado.

#### 1.7.1 Vestuarios

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo.

La dotación mínima prevista para los vestuarios es de:

- 1 armario guardarropa o taquilla individual, dotada de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado, por cada trabajador.
- 1 silla o plaza de banco por cada trabajador.
- 1 percha por cada trabajador.

#### 1.7.2 Aseos

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente.

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 inodoro por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción.
- 1 lavabo por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra.
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 espejo de dimensiones mínimas 40x50 cm por cada 10 trabajadores o fracción.
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

Las dimensiones mínimas de la cabina para inodoro o ducha serán de 1,20x1,00 m y 2,30 m de altura. Deben preverse las correspondientes reposiciones de jabón, papel higiénico y detergentes. Las cabinas tendrán fácil acceso y estarán próximas al área de trabajo, sin visibilidad desde el exterior, y estarán provistas de percha y puerta con cierre interior. Dispondrán de ventilación al exterior y, en caso de que no puedan conectarse a la red municipal de alcantarillado, se utilizarán retretes anaeróbicos.

#### 1.7.3 Comedor

La dotación mínima prevista para el comedor es de:

- 1 fregadero con servicio de agua potable por cada 25 trabajadores o fracción.
- 1 mesa con asientos por cada 10 trabajadores o fracción.
- 1 horno microondas por cada 25 trabajadores o fracción.
- 1 frigorífico por cada 25 trabajadores o fracción.

Estará ubicado en lugar próximo a los de trabajo, separado de otros locales y de focos insalubres o molestos. Tendrá una altura mínima de 2,30 m, con iluminación, ventilación y temperatura adecuadas. El suelo, las paredes y el techo serán susceptibles de fácil limpieza. Dispondrá de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables, para cada trabajador.

Quedan prohibidos los comedores provisionales que no estén debidamente habilitados. En cualquier caso, todo comedor debe estar en buenas condiciones de limpieza y ventilación. A la salida del comedor se instalarán cubos de basura para la recogida selectiva de residuos orgánicos, vidrios, plásticos y papel, que serán depositados diariamente en los contenedores de los servicios municipales.

### **1.8 Instalación de asistencia a accidentados y primeros auxilios**

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

#### **1.8.1 Medios de auxilio en obra**

En la obra se dispondrá un botiquín en sitio visible y accesible a los trabajadores y debidamente equipado según las disposiciones vigentes en la materia, que regulan el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo.

Su contenido mínimo será de:

- Un frasco conteniendo agua oxigenada.
- Un frasco conteniendo alcohol de 96°.
- Un frasco conteniendo tintura de yodo.
- Un frasco conteniendo mercurocromo.
- Un frasco conteniendo amoníaco.
- Una caja conteniendo gasa estéril.
- Una caja conteniendo algodón hidrófilo estéril.
- Una caja de apósitos adhesivos.
- Vendas.
- Un rollo de esparadrapo.
- Una bolsa de goma para agua y hielo.
- Una bolsa con guantes esterilizados.
- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Un par de tijeras.
- Tónicos cardíacos de urgencia.
- Un torniquete.
- Un termómetro clínico.
- Jeringuillas desechables.

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

#### **1.8.2 Medidas en caso de emergencia**

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración



de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

### 1.8.3 Presencia de los recursos preventivos del contratista

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio de seguridad y salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

### 1.8.4 Llamadas en caso de emergencia

En caso de emergencia por accidente, incendio, etc.
<b>112</b>
Hospital Universitario Fundación Alcorcón Calle Budapest, 1, 28922 Alcorcón, Madrid 916 21 94 00
Tiempo estimado: 9 minutos

<b>ASPECTOS QUE DEBE COMUNICAR LA PERSONA QUE REALIZA LA LLAMADA AL TELÉFONO DE EMERGENCIAS</b>	
Especificar despacio y con voz muy clara:	
1	¿QUIÉN LLAMA?: Nombre completo y cargo que desempeña en la obra.
2	¿DÓNDE ES LA EMERGENCIA?: identificación del emplazamiento de la obra.
3	¿CUÁL ES LA SITUACIÓN ACTUAL?: Personas implicadas y heridos, acciones emprendidas, etc.

<b>COMUNICACIÓN A LOS EQUIPOS DE SALVAMENTO</b>	
Ambulancias	<b>112</b>

Bomberos	<b>080</b>
Policía nacional	<b>091</b>
Policía local	<b>092</b>
Guardia civil	<b>062</b>
Mutua de accidentes de trabajo	<b>663902005</b>

<b>COMUNICACIÓN AL EQUIPO TÉCNICO</b>		
Jefe de obra	<b>Francisco José Hernández Gallego</b>	<b>663902004</b>
Responsable de seguridad de la empresa	<b>Francisco José Hernández Gallego</b>	<b>663902004</b>
Coordinador de seguridad y salud	<b>Francisco José Hernández Gallego</b>	<b>663902004</b>
Servicio de prevención de la obra	<b>Francisco José Hernández Gallego</b>	<b>663902004</b>

Nota: Se deberán situar copias de esta hoja en lugares fácilmente visibles de la obra, para la información y conocimiento de todo el personal.

### **1.9 Instalación contra incendios**

En el anejo correspondiente al Plan de Emergencia se establecen las medidas de actuación en caso de emergencia, riesgo grave y accidente, así como las actuaciones a adoptar en caso de incendio.

Los recorridos de evacuación estarán libres de obstáculos, de aquí la importancia que supone el orden y la limpieza en todos los tajos.

En la obra se dispondrá la adecuada señalización, con indicación expresa de la situación de extintores, recorridos de evacuación y de todas las medidas de protección contra incendios que se estimen oportunas.

Debido a que durante el proceso de construcción el riesgo de incendio proviene fundamentalmente de la falta de control sobre las fuentes de energía y los elementos fácilmente inflamables, se adoptarán las siguientes medidas de carácter preventivo:

- Se debe ejercer un control exhaustivo sobre el modo de almacenamiento de los materiales, incluyendo los de desecho, en relación a su cantidad y a las distancias respecto a otros elementos fácilmente combustibles.
- Se evitará toda instalación incorrecta, aunque sea de carácter provisional, así como el manejo inadecuado de las fuentes de energía, ya que constituyen un claro riesgo de incendio.

Los medios de extinción a utilizar en esta obra consistirán en mantas ignífugas, arena y agua, además de extintores portátiles, cuya carga y capacidad estarán en consonancia con la naturaleza del material combustible y su volumen.

Los extintores se ubicarán en las zonas de almacenamiento de materiales, junto a los cuadros eléctricos y en los lugares de trabajo donde se realicen operaciones de soldadura, oxicorte, pintura o barnizado.

Quedará totalmente prohibido, dentro del recinto de la obra, realizar hogueras, utilizar hornillos de gas y fumar, así como ejecutar cualquier trabajo de soldadura y oxicorte en los lugares donde existan materiales inflamables.

Todas estas medidas han sido concebidas con el fin de que el personal pueda extinguir el incendio en su fase inicial o pueda controlar y reducir el incendio hasta la llegada de los bomberos, que deberán ser avisados inmediatamente.

#### 1.9.1 Cuadro eléctrico

Se colocará un extintor de nieve carbónica CO<sub>2</sub> junto a cada uno de los cuadros eléctricos que existan en la obra, incluso los de carácter provisional, en lugares fácilmente accesibles, visibles y debidamente señalizados.

#### 1.9.2 Zonas de almacenamiento

Los almacenes de obra se situarán, siempre que sea posible, a una distancia mínima de 10 m de la zona de trabajo. En caso de que se utilicen varias casetas provisionales, la distancia mínima aconsejable entre ellas será también de 10 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, las casetas deberán ser no combustibles.

Los materiales que hayan de ser utilizados por oficios diferentes, se almacenarán, siempre que sea posible, en recintos separados. Los materiales combustibles estarán claramente discriminados entre sí, evitándose cualquier tipo de contacto de estos materiales con equipos y canalizaciones eléctricas.

Los combustibles líquidos se almacenarán en casetas independientes y dentro de recipientes de seguridad especialmente diseñados para tal fin.

Las sustancias combustibles se conservarán en envases cerrados con la identificación de su contenido mediante etiquetas fácilmente legibles.

Los espacios cerrados destinados a almacenamiento deberán disponer de ventilación directa y constante. Para extinguir posibles incendios, se colocará un extintor adecuado al tipo de material almacenado, situado en la puerta de acceso con una señal de peligro de incendio y otra de prohibido fumar.

<b>Clase de fuego</b>	<b>Materiales a extinguir</b>	<b>Extintor recomendado</b>
A	Materiales sólidos que forman brasas	Polvo ABC, Agua, Espuma y CO <sub>2</sub>
B	Combustibles líquidos (gasolinas, aceites, barnices, pinturas, etc.) Sólidos que funden sin arder (polietileno expandido, plásticos termoplásticos, PVC, etc.)	Polvo ABC, Polvo BC, Espuma y CO <sub>2</sub>
C	Fuegos originados por combustibles gaseosos (gas natural, gas propano, gas butano, etc.)	Polvo ABC, Polvo BC y CO <sub>2</sub>

	Fuegos originados por combustibles líquidos bajo presión (aceite de circuitos hidráulicos, etc.)	
D	Fuegos originados por la combustión de metales inflamables y compuestos químicos (magnesio, aluminio en polvo, sodio, litio, etc.)	Consultar con el proveedor en función del material o materiales a extinguir

### 1.9.3 Casetas de obra

Se colocará en cada una de las casetas de obra, en un lugar fácilmente accesible, visible y debidamente señalizado, un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 13-A.

### 1.9.4 Trabajos de soldadura

Se deberá tener especial cuidado en el mantenimiento de los equipos de soldadura.

Para extinguir fuegos incipientes ocasionados por partículas incandescentes originadas en operaciones de corte y soldadura, se esparcirá sobre el lugar recalentado arena abundante, que posteriormente se empapará con agua.

Se colocarán junto a la zona de trabajo, en un lugar fácilmente accesible, visible y debidamente señalizado, extintores de carro con agente extintor acorde con el tipo de fuego previsible.

En las fichas de seguridad que aparecen en los Anejos, se explicitan las circunstancias que requieren de extintor.

## 1.10 Señalización e iluminación de seguridad

### 1.10.1 Señalización

Se señalizarán e iluminarán las zonas de trabajo, tanto diurnas como nocturnas, fijando en cada momento las rutas alternativas y los desvíos que en cada caso sean pertinentes.

Esta obra deberá comprender, al menos, la siguiente señalización:

- En los cuadros eléctricos general y auxiliar de obra, se instalarán las señales de advertencia de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de incendio, como es el caso de almacenamiento de materiales combustibles o inflamables, se instalará la señal de prohibido fumar.
- En las zonas donde haya peligro de caída de altura, se utilizarán las señales de utilización obligatoria del arnés de seguridad.
- En las zonas de ubicación de los extintores, se colocarán las correspondientes señales para su fácil localización.
- Las vías de evacuación en caso de incendio estarán debidamente señalizadas mediante las correspondientes señales.
- En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la correspondiente señal para ser fácilmente localizado.

No obstante, en caso de que pudieran surgir a lo largo de su desarrollo situaciones no previstas, se utilizará la señalización adecuada a cada circunstancia con el visto bueno del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.








Durante la ejecución de la obra deberá utilizarse, para la delimitación de las zonas donde exista riesgo, la cinta balizadora o malla de señalización, hasta el momento en










que se instale definitivamente el sistema de protección colectiva y se coloque la señal de riesgo correspondiente. Estos casos se recogen en las fichas de unidades de obra.











## 1.11 Riesgos laborales





### 1.11.1 Relación de riesgos considerados en esta obra

Con el fin de unificar criterios y servir de ayuda en el proceso de identificación de los riesgos laborales, se aporta una relación de aquellos riesgos que pueden presentarse durante el transcurso de esta obra, con su código, icono de identificación, tipo de riesgo y una definición resumida.

Cód.	Imagen	Riesgo	Definición
01		Caída de personas a distinto nivel.	Incluye tanto las caídas desde puntos elevados, tales como edificios, árboles, máquinas o vehículos, como las caídas en excavaciones o pozos y las caídas a través de aberturas.
02		Caída de personas al mismo nivel.	Incluye caídas en lugares de paso o superficies de trabajo y caídas sobre o contra objetos.
03		Caída de objetos por desplome.	El riesgo existe por la posibilidad de desplome o derrumbamiento de: estructuras elevadas, pilas de materiales, tabiques, hundimientos de forjados por sobrecarga, hundimientos de masas de tierra, rocas en corte de taludes, zanjas, etc.
04		Caída de objetos por manipulación.	Posibilidad de caída de objetos o materiales sobre un trabajador durante la ejecución de trabajos o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos, siempre que el accidentado sea la misma persona a la cual le caiga el objeto que estaba manipulando.
05		Caída de objetos desprendidos.	Posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su situación. Ejemplos: piezas cerámicas en fachadas, tierras de excavación, aparatos suspendidos, conductos, objetos y herramientas dejados en puntos elevados, etc.
06		Pisadas sobre objetos.	Riesgo de lesiones (torceduras, esguinces, pinchazos, etc.) por pisar o tropezar con objetos abandonados o irregularidades del suelo, sin producir caída. Ejemplos: herramientas, escombros, recortes, residuos, clavos, desniveles, tubos, cables, etc.
07		Choque contra objetos inmóviles.	Considera al trabajador como parte dinámica, es decir, que interviene de forma directa y activa, golpeándose contra un objeto que no estaba en movimiento.

Cód.	Imagen	Riesgo	Definición
08		Choque contra objetos móviles.	Posibilidad de recibir un golpe por partes móviles de maquinaria fija y objetos o materiales en manipulación o transporte. Ejemplos: elementos móviles de aparatos, brazos articulados, carros deslizantes, mecanismos de pistón, grúas, transporte de materiales, etc.
09		Golpe y corte por objetos o herramientas.	Posibilidad de lesión producida por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas y útiles manuales, etc. Ejemplos: herramientas manuales, cuchillas, destornilladores, martillos, lijas, cepillos metálicos, muelos, aristas vivas, cristales, sierras, cizallas, etc.
10		Proyección de fragmentos o partículas.	Riesgo de lesiones producidas por piezas, fragmentos o pequeñas partículas. Comprende los accidentes debidos a la proyección sobre el trabajador de partículas o fragmentos procedentes de una máquina o herramienta.
11		Atrapamiento por objetos.	Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento de cualquier parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales, tales como engranajes, rodillos, correas de transmisión, mecanismos en movimiento, etc.
12		Aplastamiento por vuelco de máquinas.	Posibilidad de sufrir una lesión por aplastamiento debido al vuelco de maquinaria móvil, quedando el trabajador atrapado por ella.
13		Sobreesfuerzo.	Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas y/o fatiga física al producirse un desequilibrio entre las exigencias de la tarea y la capacidad física del individuo. Ejemplos: manejo de cargas a brazo, amasado, lijado manual, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos, etc.
14		Exposición a temperaturas ambientales extremas.	Posibilidad de daño por permanencia en ambiente con calor o frío excesivos. Ejemplos: hornos, calderas, cámaras frigoríficas, etc.
15		Contacto térmico.	Riesgo de quemaduras por contacto con superficies o productos calientes o fríos. Ejemplos: estufas, calderas, tuberías, sopletes, resistencias eléctricas, etc.
16		Contacto eléctrico.	Daños causados por descarga eléctrica al entrar en contacto con algún elemento sometido a tensión eléctrica. Ejemplos: conexiones, cables y enchufes en mal estado, soldadura eléctrica, etc.

Cód.	Imagen	Riesgo	Definición
17		Exposición a sustancias nocivas.	Posibilidad de lesiones o afecciones producidas por la inhalación, contacto o ingestión de sustancias perjudiciales para la salud. Se incluyen las asfixias y los ahogos.
18		Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	Posibilidad de lesiones producidas por contacto directo con sustancias agresivas. Ejemplos: ácidos, álcalis (sosa cáustica, cal viva, cemento, etc.).
19		Exposición a radiaciones.	Posibilidad de lesión o afección por la acción de radiaciones. Ejemplos: rayos X, rayos gamma, rayos ultravioleta en soldadura, etc.
20		Explosión.	Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o estallido de recipientes a presión. Ejemplos: gases de butano o propano, disolventes, calderas, etc.
21		Incendio.	Accidentes producidos por efectos del fuego o sus consecuencias.
22		Afección causada por seres vivos.	Riesgo de lesiones o afecciones por la acción sobre el organismo de animales, contaminantes biológicos y otros seres vivos. Ejemplos: Mordeduras de animales, picaduras de insectos, parásitos, etc.
23		Atropello con vehículos.	Posibilidad de sufrir una lesión por golpe o atropello por un vehículo (perteneciente o no a la empresa) durante la jornada laboral. Incluye los accidentes de tráfico en horas de trabajo y excluye los producidos al ir o volver del trabajo.
24		Exposición a agentes químicos.	Riesgo de lesiones o afecciones por entrada de agentes químicos en el cuerpo del trabajador a través de las vías respiratorias, por absorción cutánea, por contacto directo, por ingestión o por penetración por vía parenteral a través de heridas.
25		Exposición a agentes físicos.	Riesgo de lesiones o afecciones por la acción del ruido o del polvo.
26		Exposición a agentes biológicos.	Riesgo de lesiones o afecciones por entrada de agentes biológicos en el cuerpo del trabajador a través de las vías respiratorias, mediante la inhalación de bioaerosoles, por el contacto con la piel y las mucosas o por inoculación con material contaminado (vía parenteral).
27		Exposición a agentes psicosociales.	Incluye los riesgos provocados por la deficiente organización del trabajo, que puede provocar situaciones de estrés excesivo que afecten a la salud de los trabajadores.

Cód.	Imagen	Riesgo	Definición
28		Derivado de las exigencias del trabajo.	Incluye los riesgos derivados del estrés de carga o postural, factores ambientales, estrés mental, horas extra, turnos de trabajo, etc.
29		Personal.	Incluye los riesgos derivados del estilo de vida del trabajador y de otros factores socioestructurales (posición profesional, nivel de educación y social, etc.).
30		Deficiencia en las instalaciones de limpieza personal y de bienestar de las obras.	Incluye los riesgos derivados de la falta de limpieza en las instalaciones de obra correspondientes a vestuarios, comedores, aseos, etc.
31		Otros.	

Los riesgos considerados son los reseñados por la estadística del "Anuario de Estadística de Accidentes de Trabajo de la Secretaría General Técnica de la Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales".

#### 1.11.2 Relación de riesgos evitables

A continuación, se identifican los riesgos laborales evitables, indicándose las medidas preventivas a adoptar para que sean evitados en su origen, antes del comienzo de los trabajos en la obra.

Entre los riesgos laborales evitables de carácter general destacamos los siguientes, omitiendo el prolijo listado ya que todas estas medidas están incorporadas en las fichas de maquinaria, pequeña maquinaria, herramientas manuales, equipos auxiliares, etc., que se recogen en los Anejos.

Riesgo eliminado	Medidas preventivas previstas
Los originados por el uso de máquinas sin mantenimiento preventivo.	Control de sus libros de mantenimiento.
Los originados por la utilización de máquinas carentes de protecciones en sus partes móviles.	Control del buen estado de las máquinas, apartando de la obra aquellas que presenten cualquier tipo de deficiencia.
Los originados por la utilización de máquinas carentes de protecciones contra los contactos eléctricos.	Exigencia de que todas las máquinas estén dotadas de doble aislamiento o, en su caso, de toma de tierra de las carcasas metálicas, en combinación con los interruptores diferenciales de los cuadros de suministro y con la red de toma de tierra general eléctrica.

#### 1.11.3 Relación de riesgos no evitables

Por último, se indica la relación de los riesgos no evitables o que no pueden eliminarse. Estos riesgos se exponen en el anejo de fichas de seguridad de cada una de las unidades de obra previstas, con la descripción de las medidas de prevención correspondientes, con el fin de minimizar sus efectos o reducirlos a un nivel aceptable.



### 1.12 Trabajos que implican riesgos especiales

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales que suelen presentarse en la demolición de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

### 1.13 Medidas de prevención para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19

- 1) Sin perjuicio del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y del resto de la normativa laboral que resulte de aplicación, el director del centro de trabajo, deberá:
  - a. Adoptar medidas de ventilación, limpieza y desinfección adecuadas a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso.
  - b. Poner a disposición de los trabajadores agua y jabón, o geles hidroalcohólicos o desinfectantes con actividad virucida, autorizados por las autoridades sanitarias para la limpieza de manos.
  - c. Adaptar las condiciones de trabajo, incluida la ordenación de los puestos de trabajo y la organización de los turnos, así como el uso de los lugares comunes de forma que se garantice el mantenimiento de una distancia de seguridad interpersonal mínima entre los trabajadores, de acuerdo con la regulación vigente. Cuando ello no sea posible, deberá proporcionarse a los trabajadores equipos de protección adecuados al nivel de riesgo.
  - d. Adoptar medidas para evitar la coincidencia masiva de personas, tanto trabajadores como clientes o usuarios, en los centros de trabajo durante las franjas horarias de mayor afluencia previsible.
  - e. Adoptar medidas para la reincorporación progresiva de forma presencial a los puestos de trabajo y la potenciación del uso del teletrabajo cuando por la naturaleza de la actividad laboral sea posible.
- 2) Las personas que presenten síntomas compatibles con COVID-19 o estén en aislamiento domiciliario debido a un diagnóstico por COVID-19 o que se encuentren en periodo de cuarentena domiciliaria por haber tenido contacto estrecho con alguna persona con COVID-19 no deberán acudir a su centro de trabajo.
- 3) Si un trabajador empezara a tener síntomas compatibles con la enfermedad, se contactará de inmediato con el teléfono habilitado para ello por las autoridades sanitarias, y, en su caso, con los correspondientes servicios de prevención de riesgos laborales. De manera inmediata, el trabajador se colocará una mascarilla y será aislado del resto del personal, siguiendo las recomendaciones que se le indiquen, hasta que su situación médica sea valorada por un profesional sanitario.

### 1.14 Trabajos posteriores de conservación, reparación o mantenimiento.


La utilización de los medios de seguridad y salud en estos trabajos responderá a las necesidades de cada momento, surgidas como consecuencia de la ejecución de los cuidados, reparaciones o actividades de mantenimiento que durante el proceso de explotación se lleven a cabo, siguiendo las indicaciones del manual de uso y mantenimiento.

El edificio ha sido dotado de vías de acceso a las zonas de cubierta donde se puedan ubicar posibles instalaciones de captación solar, aparatos de aire acondicionado o antenas de televisión, habiéndose estudiado en todo caso su colocación, durante la obra, en lugares lo más accesibles posible.



Los trabajos posteriores que entrañan mayores riesgos son aquellos asociados a la necesidad de un proyecto específico, en el que se incluirán las correspondientes medidas de seguridad y salud a adoptar para su realización, siguiendo las disposiciones vigentes en el momento de su redacción.

A continuación se incluye un listado donde se analizan algunos de los típicos trabajos que podrían realizarse una vez entregado el edificio. El objetivo de este listado es el de servir como guía para el futuro técnico redactor del proyecto específico, que será la persona que tenga que estudiar en cada caso las actividades a realizar y plantear las medidas preventivas a adoptar.


**Trabajos:** Limpieza o reparación de tuberías, arquetas o pozos de la red de saneamiento.

Cód.	Imagen	Riesgo eliminado	Medidas preventivas previstas
17		Exposición a sustancias nocivas.	Se comprobará la ausencia de gases explosivos y se dotará al personal especializado de los equipos de protección adecuados.

**Trabajos:** Limpieza o reparación de cerramiento de fachada, arreglo de cornisas, revestimientos o defensas exteriores, limpieza de sumideros o cornisas, sustitución de tejas y demás reparaciones en la cubierta.

Cód.	Imagen	Riesgo eliminado	Medidas preventivas previstas
01		Caída de personas a distinto nivel.	Se colocarán medios auxiliares seguros, creando plataformas de trabajo estables y con barandillas de protección.
05		Caída de objetos desprendidos.	Acotación con vallas que impidan el paso de personas a través de las zonas de peligro de caída de objetos, sobre la vía pública o patios interiores.

**Trabajos:** Aplicación de pinturas y barnices.

<b>Cód.</b>	<b>Imagen</b>	<b>Riesgo eliminado</b>	<b>Medidas preventivas previstas</b>
17		Exposición a sustancias nocivas.	Se realizarán con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

Aquellos otros trabajos de mantenimiento realizados por una empresa especializada que tenga un contrato con la propiedad del inmueble, como pueda ser el mantenimiento de los ascensores, se realizarán siguiendo los procedimientos seguros establecidos por la propia empresa y por la normativa vigente en cada momento, siendo la empresa la responsable de hacer cumplir las normas de seguridad y salud en el trabajo que afecten a la actividad desarrollada por sus trabajadores.

Para el resto de actividades que vayan a desarrollarse y no necesiten de la redacción de un proyecto específico, tales como la limpieza y mantenimiento de los falsos techos, la sustitución de luminarias, etc., se seguirán las pautas indicadas en esta memoria para la ejecución de estas mismas unidades de obra.

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

### **2.1. Introducción**

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de la obra "Nave industrial destinada a concesionario y taller de reparación de vehículos", situada en Alcorcón (Madrid), según el proyecto redactado por Francisco José Hernández Gallego. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento.

### **2.2. Legislación vigente aplicable a esta obra**

A continuación, se expone la normativa y legislación en materia de seguridad y salud aplicable a esta obra.

#### **2.2.1. Y. Seguridad y salud**

#### **Ley de Prevención de Riesgos Laborales**

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 10 de noviembre de 1995

Completada por:

#### **Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo**

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificada por:

#### **Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social**

Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.

B.O.E.: 31 de diciembre de 1998

Completada por:

#### **Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal**

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 24 de febrero de 1999

Completada por:

#### **Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completada por:

**Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico**

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completada por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo**

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de junio de 2003

Modificada por:

**Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales**

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 13 de diciembre de 2003

Desarrollada por:

**Desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales**

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 2004

Completada por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas**

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completada por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completada por:

**Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificada por:

**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

**Reglamento de los Servicios de Prevención**

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 1997

Completado por:

**Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo**

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

**Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención**

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Completado por:

**Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

**Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico**

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas**

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

**Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

**Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción**

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

**Modificación del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención**

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración.

B.O.E.: 23 de marzo de 2010

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 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 y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

**Seguridad y Salud en los lugares de trabajo**

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

**Manipulación de cargas**

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

**Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo**

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

**Modificación del 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 y ampliación de su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos**

Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 5 de abril de 2003

Completado por:

**Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 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 y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

### **Utilización de equipos de trabajo**

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 7 de agosto de 1997

Modificado por:

**Modificación del 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**

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

### **Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción**

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 25 de octubre de 1997

Completado por:



**Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

**Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción**

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

**Desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción**

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Disposición final tercera. Modificación de los artículos 13 y 18 del Real Decreto 1627/1997.

B.O.E.: 25 de agosto de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 12 de septiembre de 2007

- YC. Sistemas de protección colectiva
  - o YCU. Protección contra incendios

**Real Decreto por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión**

Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 2 de septiembre de 2015

**Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias**

Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de febrero de 2009

Corrección de errores:

**Corrección de errores del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias**

B.O.E.: 28 de octubre de 2009

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio**

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Texto consolidado

### **Señalización de seguridad y salud en el trabajo**

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

**Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 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 y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

- *YI. Equipos de protección individual*

### **Utilización de equipos de protección individual**

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 12 de junio de 1997

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual**

Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de julio de 1997

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

**Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto**

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

- YM. Medicina preventiva y primeros auxilios
  - o YMM. Material médico

**Orden por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social**

Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 11 de octubre de 2007

#### **2.2.1.4. YP. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar**

##### **DB-HS Salubridad**

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HS.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 28 de marzo de 2006

Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de octubre de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 25 de enero de 2008

Modificado por:

**Modificación de determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre**

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de abril de 2009

Modificado por:

**Orden por la que se modifican el Documento Básico DB-HE "Ahorro de energía" y el Documento Básico DB-HS "Salubridad", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**

Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, del Ministerio de Fomento.

B.O.E.: 23 de junio de 2017

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**

Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, del Ministerio de Fomento.

B.O.E.: 27 de diciembre de 2019

**Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano**

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de febrero de 2003

**Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis**

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo.

B.O.E.: 18 de julio de 2003

**Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51**

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002

Modificado por:

**Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03**

Sentencia de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo.

B.O.E.: 5 de abril de 2004

Completado por:

**Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico**

Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial.

B.O.E.: 19 de febrero de 1988

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio**

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Texto consolidado

Modificado por:

**Real Decreto por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo**

Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 31 de diciembre de 2014

Modificado por el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática

B.O.E.: 20 de junio de 2020

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial**

Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática.

B.O.E.: 20 de junio de 2020

### **Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones**

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 1 de abril de 2011

Desarrollado por:

**Orden por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo**

Modificados los artículos 2 y 6 por la Orden ECE/983/2019.

Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 16 de junio de 2011

Modificado por:

**Real Decreto por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre y se regulan determinados aspectos para la liberación del segundo dividendo digital**

Real Decreto 391/2019, de 21 de junio, del Ministerio de Economía y Empresa.

B.O.E.: 25 de junio de 2019

Modificado por:

**Orden por la que se regulan las características de reacción al fuego de los cables de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones, se modifican determinados anexos del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo y se modifica la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla dicho reglamento**

Orden ECE/983/2019, de 26 de septiembre, del Ministerio de Economía y Empresa.

B.O.E.: 3 de octubre de 2019

- YS. Señalización provisional de obras
  - o YSB. Balizamiento

### **Instrucción 8.3-IC Señalización de obras**

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

### **Señalización de seguridad y salud en el trabajo**

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

**Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 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 y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

- *YSV. Señalización vertical*

### **Instrucción 8.3-IC Señalización de obras**

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

- *YSN. Señalización manual*

### **Instrucción 8.3-IC Señalización de obras**

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

- *YSS. Señalización de seguridad y salud*

### **Señalización de seguridad y salud en el trabajo**

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

**Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 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 y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

### **2.3. Aplicación de la normativa: responsabilidades**

En cumplimiento de la legislación en materia de prevención de riesgos laborales, las empresas intervinientes en la obra, ya sean contratistas o subcontratistas, realizarán la actividad preventiva atendiendo a los siguientes criterios de carácter general:

#### **2.3.1. 2.3.1. Organización de la actividad preventiva de las empresas**

##### **- Servicio de Prevención**

Las empresas podrán tener un servicio de prevención propio, mancomunado o ajeno, que deberá estar en condiciones de proporcionar el asesoramiento y el apoyo que éstas precisen, según los riesgos que pueden presentarse durante la ejecución de las obras. Para ello se tendrá en consideración:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores en los términos previstos en la ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La formación e información a los trabajadores, para garantizar que en cada fase de la obra puedan realizar sus tareas en perfectas condiciones de salud.
- La prestación de los primeros auxilios y el cumplimiento de los planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

##### **- Delegado de Prevención**

Las empresas tendrán uno o varios Delegados de Prevención, en función del número de trabajadores que posean en plantilla. Éstos serán los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

##### **- Comité de Seguridad y Salud**

Si la empresa tiene más de 50 trabajadores, se constituirá un comité de seguridad y salud en los términos descritos por la ley. En caso contrario, se constituirá antes del inicio de la obra una Comisión de Seguridad formada por un representante de cada empresa subcontratista, un técnico de prevención como recurso preventivo de la empresa contratista y el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, designado por el promotor.



- Vigilancia de la salud de los trabajadores por parte de las empresas

La empresa constructora contratará los servicios de una entidad independiente, cuya misión consiste en la vigilancia de la salud de los trabajadores mediante el seguimiento y control de sus reconocimientos médicos, con el fin de garantizar que puedan realizar las tareas asignadas en perfectas condiciones de salud.

- Formación de los trabajadores en materia preventiva

La empresa constructora contratará los servicios de un centro de formación o de un profesional competente para ello, que imparta y acredite la formación en materia preventiva a los trabajadores, con el objeto de garantizar que, en cada fase de la obra, todos los trabajadores tienen la formación necesaria para ejecutar sus tareas, conociendo los riesgos de las mismas, de modo que puedan colaborar de forma activa en la prevención y control de dichos riesgos.

- Información a los trabajadores sobre el riesgo

Mediante la presentación al contratista de este estudio de seguridad y salud, se considera cumplida la responsabilidad del promotor, en cuanto al deber de informar adecuadamente a los trabajadores sobre los riesgos que puede entrañar la ejecución de las obras.

Es responsabilidad de las empresas intervinientes en la obra realizar la evaluación inicial de riesgos y el plan de prevención de su empresa, teniendo la obligación de informar a los trabajadores del resultado de los mismos.

### 2.3.2. Reuniones de coordinación de seguridad

Todas las empresas intervinientes en esta obra tienen la obligación de cooperar y coordinar su actividad preventiva. Para tal fin, se realizarán las reuniones de coordinación de seguridad que se estimen oportunas.

El empresario titular del centro de trabajo tiene la obligación de informar e instruir a los otros empresarios (subcontratistas) sobre los riesgos detectados y las medidas a adoptar.

La Empresa principal está obligada a vigilar que los contratistas y subcontratistas cumplan la normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Así mismo, los trabajadores autónomos que desarrollen actividades en esta obra tienen el deber de informarse e instruirse debidamente, y de cooperar activamente en la prevención de los riesgos laborales.

Se organizarán reuniones de coordinación, dirigidas por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, en las que se informará al contratista principal y a todos los representantes de las empresas subcontratistas, de los riesgos que pueden presentarse en cada una de las fases de ejecución según las unidades de obra proyectadas.

Los riesgos asociados a cada unidad de obra se detallan en las correspondientes fichas de los anejos a la memoria.

### 2.3.3. Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de ejecución

Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

#### 2.3.4. Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá ser nombrado por el promotor en todos aquellos casos en los que interviene más de una empresa, o bien una empresa y trabajadores autónomos o varios trabajadores autónomos. Debe asumir la responsabilidad y el encargo de las tareas siguientes:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- 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.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

Se compromete, además, a cumplir su función en estrecha colaboración con los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo. Cualquier divergencia entre ellos será planteada ante el promotor.

#### 2.3.5. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

Con el fin de minimizar los riesgos inherentes a todo proceso constructivo, se reseñan algunos principios generales que deben tenerse presentes durante la ejecución de esta obra:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección correcta y adecuada del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento y circulación.
- La correcta manipulación de los distintos materiales y la adecuada utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, así como su control previo a la puesta en servicio, con objeto de corregir los defectos que pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- El correcto almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La cooperación efectiva entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

### 2.3.6. Deberes de información del promotor, de los contratistas y de otros empresarios

En relación con las obligaciones de información de los riesgos por parte del empresario titular, antes del inicio de cada actividad el coordinador de seguridad y salud dará las oportunas instrucciones al contratista principal sobre los riesgos existentes en relación con los procedimientos de trabajo y la organización necesaria de la obra, para que su ejecución se desarrolle de acuerdo con las instrucciones contenidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

La empresa contratista principal, y todas las empresas intervinientes, contribuirán a la adecuada información del coordinador de seguridad y salud, incorporando las disposiciones técnicas por él propuestas en las opciones arquitectónicas, técnicas y/o organizativas contenidas en el proyecto de ejecución, o bien planteando medidas alternativas de una eficacia equivalente o mejorada.

### 2.3.7. Obligaciones de los contratistas y subcontratistas

Los contratistas y subcontratistas están obligados a cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud, así como la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, durante la ejecución de la obra. Además, deberán informar a los trabajadores autónomos de todas las medidas que hayan de adoptarse en relación a su seguridad y salud.

Cuando concurren varias empresas en la obra, la empresa contratista principal tiene el deber de velar por el cumplimiento de la normativa de prevención. Para ello, exigirá a las empresas subcontratistas que acrediten haber realizado la evaluación de riesgos y la planificación preventiva de las obras para las que se les ha contratado y que hayan cumplido con sus obligaciones de formar e informar a sus respectivos trabajadores de los riesgos que entrañan las tareas que desempeñan en la obra.

La empresa contratista principal comprobará que se han establecido los medios necesarios para la correcta coordinación de los trabajos cuya realización simultánea pueda agravar los riesgos.

### 2.3.8. Obligaciones de los trabajadores autónomos y de los empresarios que ejerzan personalmente una actividad profesional en la obra

Los trabajadores autónomos y los empresarios que ejerzan personalmente una actividad profesional en la obra, han de utilizar equipamientos de protección individual apropiados al riesgo que se ha de prevenir y adecuados al entorno de trabajo. Así mismo, habrán de responder a las prescripciones de seguridad y salud propias de los equipamientos de trabajo que el contratista pondrá a disposición de los trabajadores.

### 2.3.9. Responsabilidad, derechos y deberes de los trabajadores

Se reseñan las responsabilidades, los derechos y los deberes más relevantes, que afectan a los trabajadores que intervengan en la obra.

Derechos de los trabajadores en materia de seguridad y salud:

- Estar debidamente formados para manejar los equipos de trabajo, la maquinaria y las herramientas con las que realizarán los trabajos en la obra.
- Disponer de toda la información necesaria sobre los riesgos laborales relacionados con su labor, recibiendo formación periódica sobre las buenas prácticas de trabajo.
- Estar debidamente provistos de la ropa de trabajo y de los equipos de protección individual, adecuados al tipo de trabajo a realizar.

- Ser informados de forma adecuada y comprensible, pudiendo plantear propuestas alternativas en relación a la seguridad y salud, en especial sobre las previsiones del plan de seguridad y salud.
- Poder consultar y participar activamente en la prevención de los riesgos laborales de la obra.
- Poder dirigirse a la autoridad competente.
- Interrumpir el trabajo en caso de peligro serio.

Deberes y responsabilidades de los trabajadores en materia de seguridad y salud:

- Usar adecuadamente los equipos de trabajo, la maquinaria y las herramientas manuales con los que desarrollarán su actividad en obra, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles.
- Utilizar correctamente y hacer buen uso de los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- Controlar y comprobar, antes del inicio de los trabajos, que los accesos a la zona de trabajo son los adecuados, que la zona de trabajo se encuentra debidamente delimitada y señalizada, que están montadas las protecciones colectivas reglamentarias y que los equipos de trabajo a utilizar se encuentran en buenas condiciones de uso.
- Contribuir al cumplimiento de sus obligaciones establecidas por la autoridad competente, así como las del resto de trabajadores, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
- Consultar de inmediato con su superior jerárquico directo cualquier duda sobre el método de trabajo a emplear, no comenzando una tarea sin antes tener conocimiento de su correcta ejecución.
- Informar a su superior jerárquico directo de cualquier peligro o práctica insegura que se observe en la obra.
- No desactivar los dispositivos de seguridad existentes en la obra y utilizarlos de forma correcta.
- Transitar por la obra prestando la mayor atención posible, evitando discurrir junto a máquinas y vehículos o bajo cargas suspendidas.
- No fumar en el lugar de trabajo.
- Obedecer las instrucciones del empresario en lo que concierne a la seguridad y salud.
- Responsabilizarse de sus actos personales.

#### 2.3.10. Normas preventivas de carácter general a adoptar por parte de los trabajadores durante la ejecución de esta obra

La formación e información de los trabajadores sobre los riesgos laborales y los métodos de trabajo seguro a utilizar durante la ejecución de la obra, son fundamentales para el éxito de la prevención de los riesgos y en la reducción de los accidentes laborales que pueden ocasionarse en la obra.

El contratista principal y el resto de los empresarios subcontratistas y trabajadores autónomos, están legalmente obligados a formar al personal a su cargo en el método de trabajo seguro, con el fin de que todos los trabajadores conozcan:

- Los riesgos propios de la actividad laboral que desempeñan.
- Los procedimientos de trabajo seguro que deben aplicar.
- La utilización correcta de las protecciones colectivas y el cuidado que deben dispensarles.

- El uso correcto de los equipos de protección individual necesarios para su trabajo.

- Normas generales

Se pretende identificar las normas preventivas más generales que han de observar los trabajadores de la obra durante su jornada de trabajo, independientemente de su oficio.

Será requisito imprescindible, antes de comenzar cualquier trabajo en la obra, que hayan sido previamente dispuestas y verificadas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de seguridad pertinentes. En tal sentido, deberán estar:

- Colocadas las protecciones colectivas necesarias y comprobadas por personal cualificado.
- Señalizadas, acotadas y delimitadas las zonas afectadas.
- Dotados los trabajadores de los equipos de protección individual necesarios y de la ropa de trabajo adecuada.
- Los tajos limpios de sustancias, de elementos punzantes, salientes, abrasivos, resbaladizos u otros que supongan cualquier riesgo para los trabajadores.
- Advertidos y debidamente formados e instruidos todos los trabajadores.
- Adoptadas todas las medidas de seguridad que sean necesarias en cada caso.

Una vez dispuestas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de prevención necesarias, se comprobarán periódicamente, manteniéndose y conservando durante todo el tiempo que hayan de permanecer en obra, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Durante la ejecución de cualquier trabajo o unidad de obra, se tomarán las siguientes medidas:

- Se seguirán en todo momento las indicaciones del pliego de condiciones técnicas particulares del proyecto de ejecución y las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa, en relación al proceso de ejecución de la obra.
- Se observarán las prescripciones del presente ESS, las normas contenidas en el correspondiente plan de seguridad y salud y las órdenes e instrucciones dictadas por el responsable del seguimiento y control del mismo, que afecten a la seguridad y salud de los trabajadores.
- Habrán de ser revisadas e inspeccionadas las medidas de seguridad y salud adoptadas, según la periodicidad definida en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Una vez finalizados los trabajos de ejecución de cualquier trabajo o unidad de obra, se tomarán las siguientes medidas:

- Se dispondrán los equipos de protección colectiva y las medidas de seguridad necesarias para evitar nuevas situaciones potenciales de riesgo.
- Se trasladarán a los trabajadores las instrucciones y las advertencias que se consideren oportunas, sobre el correcto uso, conservación y mantenimiento de la parte de obra ejecutada, así como sobre las protecciones colectivas y medidas de seguridad dispuestas.

- Se retirarán del lugar o área de trabajo, los equipos, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales, los materiales sobrantes y los escombros generados.

- Lugares de trabajo situados por encima o por debajo del nivel del suelo

Los lugares de trabajo de la obra, bien sean móviles o fijos, situados por encima o por debajo del nivel del suelo, deberán ser sólidos y estables. Antes de su utilización se debe comprobar:

- El número de trabajadores que los van a ocupar.
- Las cargas máximas a soportar y su distribución en superficie.
- Las acciones exteriores que puedan influirles.

Con el fin de evitar cualquier desplazamiento del conjunto o parte del mismo, deberá garantizarse su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros.

Deberán disponer de un adecuado mantenimiento técnico que verifique su estabilidad y solidez, procediendo a su limpieza periódica para garantizar las condiciones de higiene requeridas para su correcto uso.

- Puestos de trabajo

El empresario deberá adaptar el trabajo a las condiciones particulares del operario, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo, con vistas a atenuar el trabajo monótono y repetitivo, que puede ser una fuente de accidentes y repercutir negativamente en la salud de los trabajadores de la obra.

Todos los trabajadores que intervengan en la obra deberán tener la capacitación y cualificación adecuadas a su categoría profesional y a los trabajos o actividades que hayan de desarrollar, de modo que no se permitirá la ejecución de trabajos por operarios que no posean la preparación y formación profesional suficientes.

- Zonas de riesgo especial

Las zonas de la obra que entrañen riesgos especiales, tales como almacenes de productos inflamables o centros de transformación, entre otros, deberán estar equipadas con dispositivos de seguridad que eviten que los trabajadores no autorizados puedan acceder a ellas.

Cuando los trabajadores autorizados entren en las zonas de riesgo especial, se deberán tomar las medidas de seguridad pertinentes, pudiendo acceder sólo aquellos trabajadores que hayan recibido información y formación adecuadas.

Las zonas de riesgo especial deberán estar debidamente señalizadas de modo visible e inteligible.

- Zonas de tránsito, comunicación y vías de circulación

Las zonas de tránsito, comunicación y vías de circulación de la obra, incluidas escaleras y pasarelas, deberán estar diseñadas, situadas, acondicionadas y preparadas para su uso, de modo que puedan utilizarse con facilidad y con plena seguridad, conforme al uso al que se les haya destinado.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación dentro de la obra, deberán preverse unas distancias de seguridad o medios de protección adecuados para los peatones.

Aquellos lugares de la obra por los que deban circular los trabajadores y que supongan un riesgo para ellos, deberán disponer de pasarelas con un ancho mínimo de 60 cm.

Las rampas de las escaleras que comuniquen los distintos niveles, deberán disponer de peldaños desde el mismo momento de su construcción.

Ninguna puerta de acceso a los puestos de trabajo o a las distintas plantas del edificio en construcción permanecerá cerrada, de modo que no pueda impedir la salida de los operarios durante el horario de trabajo.

Las vías de circulación destinadas a vehículos y máquinas deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, accesos, pasos de peatones, pasillos y escaleras.

Las zonas de tránsito y las vías de circulación deberán estar debidamente marcadas, señalizadas e iluminadas, manteniéndose siempre libres de objetos u obstáculos que impidan su correcta utilización.

Las puertas de acceso a las escaleras de la obra no se abrirán directamente sobre sus peldaños, sino sobre los descansillos o rellanos.

Todas aquellas zonas que, de manera provisional, queden sin protección, serán cerradas, condenadas y debidamente señalizadas, para evitar la presencia de trabajadores en dichas zonas.

- Orden y limpieza de la obra

Las vías de circulación interna, las zonas de tránsito, los locales y lugares de trabajo, así como los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores, deberán mantenerse siempre en buen estado de salubridad, para lo cual se realizará la limpieza periódica de los mismos.

## **2.4. Agentes intervinientes en la organización de la seguridad en la obra**

Es conveniente que todos los agentes intervinientes en la obra conozcan tanto sus obligaciones como las del resto de los agentes, con el objeto de que puedan ser coordinados e integrados en la consecución de un mismo fin.

### 2.4.1. Promotor de las obras

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

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo estudio de seguridad y salud, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, facilitando copias a las empresas contratistas y subcontratistas y a los trabajadores autónomos contratados directamente por el promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de seguridad y salud previamente al comienzo de las obras.

El promotor tendrá la consideración de contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma.

El promotor está obligado a abonar al contratista, previa certificación del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y en su defecto de la dirección facultativa, las unidades de obra incluidas en el ESS.

#### 2.4.2. Contratista

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Recibe el encargo directamente del promotor y ejecutará las obras según el proyecto técnico.

Habrà de presentar un plan de seguridad y salud redactado en base al presente ESS y al proyecto de ejecución de obra, para su aprobación por parte del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, independientemente de que exista un contratista principal, subcontratistas o trabajadores autónomos, antes del inicio de los trabajos en esta obra.

No podrán iniciarse las obras hasta la aprobación del correspondiente plan de seguridad y salud por parte del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Éste comunicará a la dirección facultativa de la obra la existencia y contenido del plan de seguridad y salud finalmente aprobado.

Adoptará 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, cumpliendo las órdenes efectuadas por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

Supervisará 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.

Entregará la información suficiente al coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Designará un delegado de prevención, que coordine junto con el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los medios de seguridad y salud laboral previstos en este ESS.

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales, durante la ejecución de la obra.

Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.



Atender las indicaciones y consignas del coordinador en materia de seguridad y salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

#### 2.4.3. Subcontratista

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Es contratado por el contratista, estando obligado a conocer, adherirse y cumplir las directrices contenidas en el plan de seguridad y salud.

#### 2.4.4. Trabajador autónomo

Es la persona física, distinta del contratista y subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Aportará su manual de prevención de riesgos a la empresa que lo contrate, pudiendo adherirse al plan de seguridad y salud del contratista o del subcontratista, o bien realizar su propio plan de seguridad y salud relativo a la parte de la obra contratada.

Cumplirá las condiciones de trabajo exigibles en la obra y las prescripciones contenidas en el plan de seguridad y salud.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

#### 2.4.5. Trabajadores por cuenta ajena

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

#### 2.4.6. Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

#### 2.4.7. Proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

#### 2.4.8. Dirección facultativa

Se entiende como dirección facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección facultativa y del promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

#### 2.4.9. Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de ejecución

Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

#### 2.4.10. Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra

Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el promotor, que forma parte de la Dirección Facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades asociadas a las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- 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.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

### 2.5. **Documentación necesaria para el control de la seguridad en la obra**

### 2.5.1. Estudio de seguridad y salud

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el promotor, donde se precisan las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

### 2.5.2. Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio de seguridad y salud, cada contratista elaborará el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio de seguridad y salud, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio de seguridad y salud.

El coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio de la misma.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la Dirección Facultativa.

### 2.5.3. Acta de aprobación del plan de seguridad y salud

El plan de seguridad y salud elaborado por el contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección Facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

### 2.5.4. Comunicación de apertura de centro de trabajo

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

Deberá exponerse en la obra en lugar visible y se mantendrá permanentemente actualizada en el caso de que se produzcan cambios no identificados inicialmente.

### 2.5.5. Libro de incidencias

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la demolición deberá notificar al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

#### 2.5.6. Libro de órdenes

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la Dirección Facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el contratista de la obra.

#### 2.5.7. Libro de subcontratación

El contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

Al libro de subcontratación tendrán acceso el promotor, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

### **2.6. Criterios de medición, valoración, certificación y abono de las unidades de obra de seguridad y salud**

#### 2.6.1. Mediciones y presupuestos

Se seguirán los criterios de medición definidos para cada unidad de obra del ESS.

Los errores que pudieran encontrarse en el estado de mediciones o en el presupuesto, se aclararán y se resolverán en presencia del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes de la ejecución de la unidad de obra que contuviese dicho error.

Las unidades de obra no previstas darán lugar a la oportuna elaboración de un precio contradictorio, el cual deberá haber sido aprobado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra antes de acometer el trabajo.

#### 2.6.2. Certificaciones

Las certificaciones de los trabajos de Seguridad y Salud se realizarán a través de relaciones valoradas de las unidades de obra totalmente ejecutadas, en los términos pactados en el correspondiente contrato de obra.

Salvo que se indique lo contrario en las estipulaciones del contrato de obra, el abono de las unidades de seguridad y salud se efectuará mediante certificación de las unidades ejecutadas conforme al criterio de medición en obra especificado, para cada unidad de obra, en el ESS.

Para efectuar el abono se aplicarán los importes de las unidades de obra que procedan, que deberán ser coincidentes con las del estudio de seguridad y salud. Será imprescindible la previa aceptación del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Para el abono de las unidades de obra correspondientes a la formación específica de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud, los reconocimientos médicos y el seguimiento y el control interno en obra, será requisito imprescindible la previa verificación y justificación del cumplimiento por parte del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de las previsiones establecidas que debe contener el plan de seguridad y salud. Para tal fin, será preceptivo que el promotor aporte la acreditación documental correspondiente.

#### 2.6.3. Disposiciones Económicas

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el promotor y el contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas
- De los precios
  - Precio básico
  - Precio unitario
  - Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
  - Precios contradictorios
  - Reclamación de aumento de precios
  - Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
  - De la revisión de los precios contratados
  - Acopio de materiales
  - Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones Mutuas
- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

## 2.7. Condiciones técnicas

### 2.7.1. Maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales

Es responsabilidad del contratista asegurarse de que toda la maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales empleados en la obra, cumplan las disposiciones legales y reglamentarias vigentes sobre la materia.

- Queda prohibido el montaje parcial de cualquier maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales. Es decir, no se puede omitir ningún componente con los que se comercializan para su correcta función.
- La utilización, montaje y conservación de todos ellos se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso suministrado por el fabricante.
- Únicamente se permite en esta obra, la maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales, que tengan incorporados sus propios dispositivos de seguridad y cumplan las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia de seguridad y salud.
- El contratista adoptará las medidas necesarias para que toda la maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales que se utilicen en esta obra, sean las más apropiadas al tipo de trabajo que deba realizarse, de tal forma que quede garantizada la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido, se tendrán en cuenta los principios ergonómicos en relación al diseño del puesto de trabajo y a la posición de los trabajadores durante su uso.
- El mantenimiento de las herramientas es fundamental para conservarlas en buen estado de uso. Por ello, se realizarán inspecciones periódicas para comprobar su buen funcionamiento y su óptimo estado de limpieza, su correcto afilado y el engrase de las articulaciones.

Los requisitos para la correcta instalación, utilización y mantenimiento de la maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales a utilizar en esta obra se definen en las correspondientes fichas de prevención de riesgos incluidas en los anejos.

### 2.7.2. Medios de protección individual

#### - Condiciones generales

Todos los medios de protección individual empleados en la obra, además de cumplir estrictamente con la normativa vigente en la materia, reunirán las siguientes condiciones:

- Dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.
- Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.
- El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

- Los equipos de protección individual serán suministrados gratuitamente por el contratista y reemplazados de inmediato cuando se deterioren como consecuencia de su uso, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite. Debe quedar constancia por escrito del motivo del recambio, especificando además el nombre de la empresa y el operario que recibe el nuevo equipo de protección individual, para garantizar el correcto uso de estas protecciones.
- Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.
- Las normas de utilización de los equipos de protección individual se atenderán a las recomendaciones incluidas en los folletos explicativos de los fabricantes, que el contratista certificará haber entregado a cada uno de los trabajadores.
- Los equipos se limpiarán periódicamente y siempre que se ensucien, guardándolos en un lugar seco no expuesto a la luz solar. Cada operario es responsable del estado y buen uso de los equipos de protección individual (EPIs) que utilice.
- Los equipos de protección individual que tengan fecha de caducidad, antes de llegar ésta, se acopiarán de forma ordenada y serán revisados por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para que autorice su eliminación de la obra.

Los requisitos que deben cumplir cada uno de los equipos de protección individual (EPIs) a utilizar en la obra, se definen en las correspondientes fichas de prevención de riesgos incluídas en los anejos.

- Control de entrega de los equipos

El contratista incluirá, en su plan de seguridad y salud, el modelo de parte de entrega de los equipos de protección individual a sus trabajadores, que como mínimo debe contener los siguientes datos:

- Número del parte.
- Identificación del contratista.
- Empresa afectada por el control, sea contratista, subcontratista o un trabajador autónomo.
- Nombre del trabajador que recibe los equipos de protección individual.
- Oficio que desempeña, especificando su categoría profesional.
- Listado de los equipos de protección individual que recibe el trabajador.
- Firma del trabajador que recibe el equipo de protección individual.
- Firma y sello de la empresa.

Los partes deben elaborarse al menos por duplicado, quedando el original archivado en poder del encargado de seguridad y salud, el cual entregará una copia al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

2.7.3. Medios de protección colectiva

- Condiciones generales

El contratista es el responsable de que los medios de protección colectiva utilizados en la obra cumplan las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia de seguridad y salud, además de las siguientes condiciones de carácter general:

- Las protecciones colectivas previstas en este ESS y descritas en los planos protegen los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra. El plan de seguridad y salud respetará las previsiones del ESS, aunque podrá modificarlas mediante la correspondiente justificación técnica documental, debiendo ser aprobadas tales variaciones por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del plan de seguridad y salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.
- Estarán disponibles para su uso inmediato, dos días antes de la fecha prevista de su montaje en obra, acopiadas en las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación.
- Cuando se utilice madera para el montaje de las protecciones colectivas, ésta será totalmente maciza, sana y carente de imperfecciones, nudos o astillas. No se utilizará en ningún caso material de desecho.
- Queda prohibida la iniciación de un trabajo o actividad que requiera una protección colectiva hasta que ésta quede montada por completo en el ámbito del riesgo que neutraliza o elimina.
- El contratista queda obligado a incluir en su plan de ejecución de obra la fecha de montaje, mantenimiento, cambio de ubicación y retirada de cada una de las protecciones colectivas previstas en este estudio de seguridad y salud.
- Antes de la utilización de cualquier sistema de protección colectiva, se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las apropiadas al riesgo que se quiere prevenir, verificando que su instalación no representa un peligro añadido a terceros.
- Se controlará el número de usos y el tiempo de permanencia de las protecciones colectivas, con el fin de no sobrepasar su vida útil. Dejarán de utilizarse, de forma inmediata, en caso de deterioro, rotura de algún componente o cuando sufran cualquier otra incidencia que comprometa o menoscabe su eficacia. Una vez colocadas en obra, deberán ser revisadas periódicamente y siempre antes del inicio de cada jornada.
- Sólo deben utilizarse los modelos de protecciones colectivas previstos expresamente para esta obra.
- Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante. Tan pronto como se produzca la necesidad de reponer o sustituir las protecciones colectivas, se paralizarán los tajos protegidos por ellas y se desmontarán de forma inmediata. Hasta que se alcance de nuevo el nivel de seguridad que se exige, estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de sistemas anticaídas sujetos a dispositivos y líneas de anclaje.
- El contratista, en virtud de la legislación vigente, está obligado al montaje, al mantenimiento en buen estado y a la retirada de la protección colectiva por sus propios medios o mediante subcontratación, quedando incluidas todas estas operaciones en el precio de la contrata.
- El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.
- En caso de que una protección colectiva falle por cualquier causa, el contratista queda obligado a conservarla en la posición de uso prevista y montada, hasta



que se realice la investigación oportuna, dando debida cuenta al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

- Cuando el fallo se deba a un accidente, se procederá según las normas legales vigentes, avisando sin demora, inmediatamente tras ocurrir los hechos, al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

En todas las situaciones en las que se prevea que puede producirse riesgo de caída a distinto nivel, se instalarán previamente dispositivos de anclaje para el enganche de los arneses de seguridad. De forma especial, en aquellos trabajos para los que, por su corta duración, se omitan las protecciones colectivas, en los que deberá concretarse la ubicación y las características de dichos dispositivos de anclaje.

Los requisitos que deben cumplir cada uno de los equipos de protección colectiva a utilizar en esta obra se definen en las correspondientes fichas de prevención de riesgos incluidas en los anejos.

- Mantenimiento, cambios de posición, reparación y sustitución

El contratista propondrá al coordinador en materia de seguridad y salud, dentro de su plan de seguridad y salud, un "programa de evaluación" donde figure el grado de cumplimiento de lo dispuesto en este pliego de condiciones en materia de prevención de riesgos laborales.

Este programa de evaluación contendrá, al menos, la metodología a seguir según el propio sistema de construcción del contratista, la frecuencia de las observaciones o de los controles que va a realizar, los itinerarios para las inspecciones planeadas, el personal que prevé utilizar en cada tarea y el análisis de la evolución de los controles efectuados.

- Sistemas de control de accesos a la obra

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá tener conocimiento de la existencia de las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. Para ello, el contratista o los contratistas elaborarán una relación de:

- Las personas autorizadas a acceder a la obra.
- Las personas designadas como responsables y encargadas de controlar el acceso a la obra.
- Las instrucciones para el control de acceso, en las que se indique el horario previsto, el sistema de cierre de la obra y el mecanismo de control del acceso.

#### 2.7.4. Instalación eléctrica provisional de obra

- Condiciones generales

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la memoria y de los planos del ESS, debiendo ser realizada por una empresa autorizada.

La instalación deberá realizarse de forma que no constituya un peligro de incendio ni de explosión, y de modo que las personas queden debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Para la selección del material y de los dispositivos de prevención de las instalaciones provisionales, se deberá tomar en consideración el tipo y la potencia de la energía

distribuida, las condiciones de influencia exteriores y la competencia de las personas que tengan acceso a las diversas partes de la instalación.

Las instalaciones de distribución de obra deberán ser verificadas periódicamente y mantenidas en buen estado de funcionamiento. Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán ser identificadas, verificadas y comprobadas, indicando claramente en qué condición se encuentran.

- Personal instalador

El montaje de la instalación deberá ser realizado necesariamente por personal especializado. Podrá dirigirlo un instalador autorizado sin título facultativo hasta una potencia total instalada de 50 kW. A partir de esta potencia, la dirección de la instalación corresponderá a un técnico cualificado.

Una vez finalizado el montaje y antes de su puesta en servicio, el contratista deberá presentar al técnico responsable del seguimiento del plan de seguridad y salud, la certificación acreditativa del correcto montaje y funcionamiento de la instalación.

- Ubicación y distribución de los cuadros eléctricos

Se colocarán en lugares sobre los que no exista riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados en niveles superiores, salvo que se utilice una protección específica que evite completamente estos riesgos. Esta protección será extensible tanto al lugar donde se ubique cada cuadro, como a la zona de acceso de las personas que deban acercarse al mismo.

Estarán dentro del recinto de la obra, separados de los lugares de paso de máquinas y vehículos. El acceso al lugar en que se ubique cada uno de los cuadros estará libre de objetos y materiales que entorpezcan el paso.

La base sobre la que pisen las personas que puedan acceder a los cuadros eléctricos, estará constituida por una tarima de material aislante, elevada del suelo como mínimo a una altura de 30 cm, para evitar los riesgos derivados de posibles encharcamientos o inundaciones.

Existirá un cuadro general del cual se tomarán, en su caso, las derivaciones para otros auxiliares, con objeto de facilitar la conexión de máquinas y equipos portátiles, evitando tendidos eléctricos excesivamente largos.

#### 2.7.5. Otras instalaciones provisionales de obra

- Instalación de agua potable y saneamiento

La acometida de agua potable a la obra se realizará por la compañía suministradora en la zona designada en los planos del ESS, siguiendo las especificaciones técnicas y requisitos establecidos por la compañía suministradora de aguas.

Se conectará la instalación de saneamiento a la red pública.

- Almacenamiento y señalización de productos

Los talleres, los almacenes y cualquier otra zona, que deberá estar detallada en los planos, donde se manipulen, almacenen o acopien sustancias o productos explosivos, inflamables, nocivos, peligrosos o insalubres, estarán debidamente identificados y señalizados, según las especificaciones contenidas en la ficha técnica del material correspondiente. Dichos productos cumplirán las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia de envasado y etiquetado.

Con carácter general, se deberá señalar:

- Los riesgos específicos de cada local, tales como peligro de incendio, de explosión, de radiación, etc.
- La ubicación de los medios de extinción de incendios.
- Las vías de evacuación y salidas.
- La prohibición de fumar en dichas zonas.
- La prohibición de utilización de teléfonos móviles, en caso necesario.

#### 2.7.6. Servicios de higiene y bienestar de los trabajadores

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotadas de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

Los suelos, las paredes y los techos de estas instalaciones serán continuos, lisos e impermeables, enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con la frecuencia requerida para cada caso, mediante líquidos desinfectantes o antisépticos.

Todos los elementos de la instalación sanitaria, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas, así como los armarios y bancos, estarán siempre en buen estado de uso.

Los locales dispondrán de luz y se mantendrán en las debidas condiciones de confort y salubridad.

#### 2.7.7. Asistencia a accidentados y primeros auxilios

Para la asistencia a accidentados, se dispondrá en la obra de una caseta o un local acondicionado para tal fin, que contenga los botiquines para primeros auxilios y pequeñas curas, con la dotación reglamentaria, además de la información detallada del emplazamiento de los diferentes centros médicos más cercanos donde poder trasladar a los accidentados.

El contratista debe disponer de un plan de emergencia en su empresa y tener formados a sus trabajadores para atender los primeros auxilios.

Los objetivos generales para poner en marcha un dispositivo de primeros auxilios se resumen en:

- Salvar la vida de la persona afectada.
- Poner en marcha el sistema de emergencias.
- Garantizar la aplicación de las técnicas básicas de primeros auxilios hasta la llegada de los sistemas de emergencia.
- Evitar realizar acciones que, por desconocimiento, puedan provocar al accidentado un daño mayor.

### 2.7.8. Instalación contra incendios

Para evitar posibles riesgos de incendio, queda totalmente prohibida en presencia de materiales inflamables o de gases, la realización de hogueras y operaciones de soldadura, así como la utilización de mecheros. Cuando, por cualquier circunstancia justificada, esto resulte inevitable, dichas operaciones se realizarán con extrema precaución, disponiendo siempre de un extintor adecuado al tipo de fuego previsto.

Deberán estar instalados extintores adecuados al tipo de fuego en los siguientes lugares: local de primeros auxilios, oficinas de obra, almacenes con productos inflamables, cuadro general eléctrico de obra, vestuarios y aseos, comedores, cuadros de máquinas fijos de obra, en la proximidad de cualquier zona donde se trabaje con soldadura y en almacenes de materiales y acopios con riesgo de incendio.

### 2.7.9. Señalización e iluminación de seguridad

#### - Señalización de la obra: normas generales

El contratista deberá establecer un sistema de señalización de seguridad adecuado, con el fin de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre aquellos objetos y situaciones susceptibles de provocar riesgos, así como para indicar el emplazamiento de los dispositivos y equipos que se consideran importantes para la seguridad de los trabajadores.

La puesta en práctica del sistema de señalización en obra, no eximirá en ningún caso al contratista de la adopción de los medios de protección indicados en el presente ESS.

Se deberá informar adecuadamente a los trabajadores, para que conozcan claramente el sistema de señalización establecido.

El sistema de señalización de la obra cumplirá las exigencias reglamentarias establecidas en la legislación vigente. No se utilizarán en la obra elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas, ni señales que no cumplan con las disposiciones vigentes en materia de señalización de los lugares de trabajo o que no sean capaces de resistir tanto las inclemencias meteorológicas como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable.

#### - Señalización de las vías de circulación de máquinas y vehículos

Las vías de circulación en el recinto de la obra por donde transcurran máquinas y vehículos, deberán estar señalizadas de acuerdo con las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia de circulación de vehículos en carretera.

#### - Personal auxiliar de los maquinistas para las labores de señalización

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión, se empleará a una o varias personas como señalistas, encargadas de dirigir las maniobras para evitar cualquier percance o accidente.

Los maquinistas y el personal auxiliar encargado de la señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales normalizado previamente establecido.

- Iluminación de los lugares de trabajo y de tránsito

Todos los lugares de trabajo o de tránsito dispondrán, siempre que sea posible, de iluminación natural. En caso contrario, se recurrirá a la iluminación artificial o mixta, que será apropiada y suficiente para las operaciones o trabajos que se efectúen en ellos.

La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible, procurando mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de cada tarea.

Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia, así como los deslumbramientos indirectos, producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de trabajo o en sus proximidades.

En los lugares de trabajo y de tránsito con riesgo de caídas, escaleras y salidas de urgencia o de emergencia, se deberá intensificar la iluminación para evitar posibles accidentes.

Se deberá emplear iluminación artificial en aquellas zonas de trabajo que carezcan de iluminación natural o ésta sea insuficiente, o cuando se proyecten sombras que dificulten los trabajos. Para ello, se utilizarán preferentemente focos o puntos de luz portátiles provistos de protección antichoque, para que proporcionen la iluminación apropiada a la tarea a realizar.

Las intensidades mínimas de iluminación para las diferentes zonas de trabajo previstas en la obra serán:

- En patios, galerías y lugares de paso: 20 lux.
- En las zonas de carga y descarga: 50 lux.
- En almacenes, depósitos, vestuarios y aseos: 100 lux.
- En trabajos con máquinas: 200 lux.
- En las zonas de oficinas: 300 a 500 lux.

En los locales y lugares de trabajo con riesgo de incendio o explosión, la iluminación será antideflagrante.

Se dispondrá de iluminación de emergencia adecuada a las dimensiones de los locales y al número de operarios que trabajen simultáneamente, que sea capaz de mantener al menos durante una hora una intensidad de 5 lux. Su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

#### 2.7.10. Materiales, productos y sustancias peligrosas

Los productos, materiales y sustancias químicas que impliquen algún riesgo para la seguridad o la salud de los trabajadores, deberán recibirse en obra debidamente envasados y etiquetados, de forma que identifiquen claramente tanto su contenido como los riesgos que conlleva su almacenamiento, manipulación o utilización.

Se proporcionará a los trabajadores la información adecuada, las instrucciones sobre su correcta utilización, las medidas preventivas adicionales a adoptar y los riesgos asociados tanto a su uso correcto, como a su manipulación o empleo inadecuados.

No se admitirán en obra envases de sustancias peligrosas que no sean originales ni aquellos que no cumplan con las disposiciones legales y reglamentarias vigentes sobre la materia. Esta consideración se hará extensiva al etiquetado de los envases.

Los envases de capacidad inferior o igual a un litro que contengan sustancias líquidas muy tóxicas o corrosivas deberán llevar una indicación de peligro fácilmente detectable.

2.7.11. Ergonomía. Manejo manual de cargas

Condiciones de aplicación del R.D. 487/2007 a la obra.

2.7.12. Exposición al ruido

Condiciones de aplicación del R.D. 286/2006 a la obra.

2.7.13. Condiciones técnicas de la organización e implantación

Procedimientos para el control general de vallados, accesos, circulación interior, extintores, etc.

**3. Presupuesto de ejecución material****PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD**

<b>Nº UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	<b>Ud</b> Protección de hueco horizontal de una arqueta de 50x50 cm de sección, durante su proceso de construcción hasta que se coloque su tapa definitiva, realizada mediante tabloncillos de madera de pino de 15x5,2 cm, colocados uno junto a otro hasta cubrir la totalidad del hueco, reforzados en su parte inferior por tres tabloncillos en sentido contrario, fijados con clavos de acero, con rebaje en su refuerzo para alojarla en el hueco de la planta de la arqueta de modo que impida su movimiento horizontal, preparada para soportar una carga puntual de 3 kN. Amortizable en 4 usos.	7,00	11,52	<b>80,64</b>
2	<b>m</b> Sistema provisional de protección de borde de forjado, clase A, de 1 m de altura, que proporciona resistencia sólo para cargas estáticas y para superficies de trabajo con un ángulo de inclinación máximo de 10º, formado por: barandilla principal de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud, amortizable en 150 usos; barandilla intermedia de tubo de acero de 25 mm de diámetro y 2500 mm de longitud, dispuesta de manera que una esfera de 470 mm no pase a través de cualquier apertura, amortizable en 150 usos; rodapié metálico de 3 m de longitud, que tenga el borde superior al menos 15 cm por encima de la superficie de trabajo, amortizable en 150 usos y guardacuerpos fijos de seguridad fabricados en acero de primera calidad pintado al horno en epoxi-poliéster, de 40 mm de diámetro y 1200 mm de longitud, separados entre sí una distancia máxima de 2,5 m y fijados al forjado con base plástica embebida en el hormigón, amortizables en 20 usos.	30,00	7,91	<b>237,30</b>
3	<b>m²</b> Sistema S de red de seguridad fija, colocada horizontalmente, formado por: red de seguridad UNE-EN 1263-1 S A2 M100 D M, de poliamida de alta tenacidad, anudada, de color blanco, para cubrir huecos horizontales de superficie comprendida entre 35 y 250 m². Incluso cuerda de unión de polipropileno, para unir las redes y pletinas y ganchos de acero galvanizado, para atar la cuerda perimetral de las redes a un soporte adecuado.	150,00	13,79	<b>2.068,50</b>
4	<b>m</b> Protección de trabajos en cubierta inclinada con una pendiente máxima del 40%, evitando pisar directamente sobre la misma, mediante pasarela de circulación de aluminio, de 3,00 m de longitud, anchura útil de 0,60 m, con plataforma de superficie antideslizante sin desniveles, con 100 kg de capacidad de carga, amortizable en 20 usos.	150,00	10,52	<b>1.578,00</b>
5	<b>m</b> Vallado provisional de solar, de 2,2 m de altura, compuesto por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, sujeta mediante puntas planas de acero a rollizos de madera, de 10 a 12 cm de diámetro y 3,2 m de longitud, hincados en el terreno cada 2,5 m, amortizables en 5 usos.	100,00	13,37	<b>1.337,00</b>

## PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD

Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
6 Ud	Cuadro eléctrico provisional de obra para una potencia máxima de 50 kW, compuesto por armario de distribución con dispositivo de emergencia, tomas y los interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales necesarios, amortizable en 4 usos.	1,00	816,28	<b>816,28</b>
7 Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, amortizable en 3 usos.	3,00	16,11	<b>48,33</b>
8 Ud	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.	1,00	309,00	<b>309,00</b>
9 Ud	Formación del personal, necesaria para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	1,00	2.060,00	<b>2.060,00</b>
10 Ud	Casco contra golpes, destinado a proteger al usuario de los efectos de golpes de su cabeza contra objetos duros e inmóviles, amortizable en 10 usos.	30,00	0,29	<b>8,70</b>
11 Ud	Sistema anticaídas compuesto por un conector básico (clase B) que permite ensamblar el sistema con un dispositivo de anclaje, amortizable en 4 usos; un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible con función de bloqueo automático y un sistema de guía, amortizable en 4 usos; una cuerda de fibra de longitud fija como elemento de amarre, amortizable en 4 usos; un absorbedor de energía encargado de disipar la energía cinética desarrollada durante una caída desde una altura determinada, amortizable en 4 usos y un arnés anticaídas con dos puntos de amarre constituido por bandas, elementos de ajuste y hebillas, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta, amortizable en 4 usos.	2,00	95,43	<b>190,86</b>
12 Ud	Máscara de protección facial, para soldadores, con armazón opaco y mirilla fija, de sujeción manual y con filtros de soldadura, amortizable en 5 usos.	4,00	5,95	<b>23,80</b>
13 Ud	Gafas de protección con montura universal, de uso básico, con dos oculares integrados en una montura de gafa convencional con protección lateral, amortizable en 5 usos.	30,00	3,17	<b>95,10</b>
14 Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos, de algodón con refuerzo de serraje vacuno en la palma, resistente a la abrasión, al corte por cuchilla, al rasgado y a la perforación, amortizable en 4 usos.	30,00	4,11	<b>123,30</b>
15 Ud	Par de guantes para trabajos eléctricos, de baja tensión, amortizable en 4 usos.	2,00	12,76	<b>25,52</b>
16 Ud	Par de guantes para soldadores, de serraje vacuno, amortizable en 4 usos.	4,00	2,76	<b>11,04</b>



### PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD

Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
17 Ud	Juego de orejeras, estándar, compuesto por un casquete diseñado para producir presión sobre la cabeza mediante un arnés y ajuste con almohadillado central, con atenuación acústica de 28 dB, amortizable en 10 usos.	4,00	3,47	<b>13,88</b>
18 Ud	Par de botas de media caña de seguridad, con puntera resistente a un impacto de hasta 200 J y a una compresión de hasta 15 kN, con resistencia al deslizamiento, a la penetración y a la absorción de agua, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.	30,00	27,24	<b>817,20</b>
19 Ud	Mono de protección, amortizable en 5 usos.	30,00	9,53	<b>285,90</b>
20 Ud	Mono de protección para trabajos de soldeo, con propagación limitada de la llama y resistencia a la electricidad, sometidos a una temperatura ambiente hasta 100°C, amortizable en 3 usos.	2,00	33,59	<b>67,18</b>
21 Ud	Chaqueta con capucha de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión, para prevenir frente al riesgo de paso de una corriente peligrosa a través del cuerpo humano, amortizable en 5 usos.	2,00	17,64	<b>35,28</b>
22 Ud	Botiquín de urgencia para caseta de obra, provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas, guantes desechables, bolsa de goma para agua y hielo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardíacos de urgencia, un torniquete, un termómetro clínico y jeringuillas desechables, fijado al paramento con tornillos y tacos.	1,00	122,27	<b>122,27</b>
23 Ud	Acometida provisional de fontanería enterrada a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión a la red provisional de obra, hasta una distancia máxima de 8 m.	1,00	125,88	<b>125,88</b>
24 Ud	Acometida provisional de saneamiento enterrada a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m.	1,00	507,59	<b>507,59</b>
25 Ud	Acometida provisional de electricidad aérea a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión al cuadro eléctrico provisional de obra, hasta una distancia máxima de 50 m.	1,00	215,23	<b>215,23</b>
26 Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra, de dimensiones 3,45x2,05x2,30 m (7,00 m <sup>2</sup> ), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, inodoro, dos platos de ducha y lavabo de tres grifos y puerta de madera en inodoro y cortina en ducha.	6,00	197,16	<b>1.182,96</b>

## PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD

Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
27 Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra, de dimensiones 7,87x2,33x2,30 m (18,40 m <sup>2</sup> ), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.	6,00	225,19	<b>1.351,14</b>
28 Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para despacho de oficina con aseo (lavabo e inodoro) en obra, de dimensiones 6,00x2,33x2,30 m (14,00 m <sup>2</sup> ), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.	6,00	166,13	<b>996,78</b>
29 Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de dimensiones 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m <sup>2</sup> ), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.	6,00	123,46	<b>740,76</b>
30 Ud	Taquilla individual, percha, banco para 5 personas, espejo, portarrollos, jabonera, secamanos eléctrico en local o caseta de obra para vestuarios y/o aseos.	1,00	173,91	<b>173,91</b>
31 Ud	Mesa para 10 personas, 2 bancos para 5 personas, horno microondas, nevera y depósito de basura en local o caseta de obra para comedor.	1,00	328,00	<b>328,00</b>
32 m	Cinta para balizamiento, de material plástico, de 8 cm de anchura, impresa por ambas caras en franjas de color rojo y blanco.	100,00	1,47	<b>147,00</b>
33 Ud	Paleta manual de paso alternativo, de polipropileno, con señal de detención obligatoria por una cara y de paso por la otra, con mango de plástico, amortizable en 5 usos.	3,00	3,30	<b>9,90</b>
34 Ud	Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, amortizable en 3 usos, fijado con bridas.	3,00	8,71	<b>26,13</b>
35 Ud	Señal de advertencia, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma negro de forma triangular sobre fondo amarillo, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	3,00	4,47	<b>13,41</b>
36 Ud	Señal de prohibición, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma negro de forma circular sobre fondo blanco, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	3,00	4,47	<b>13,41</b>

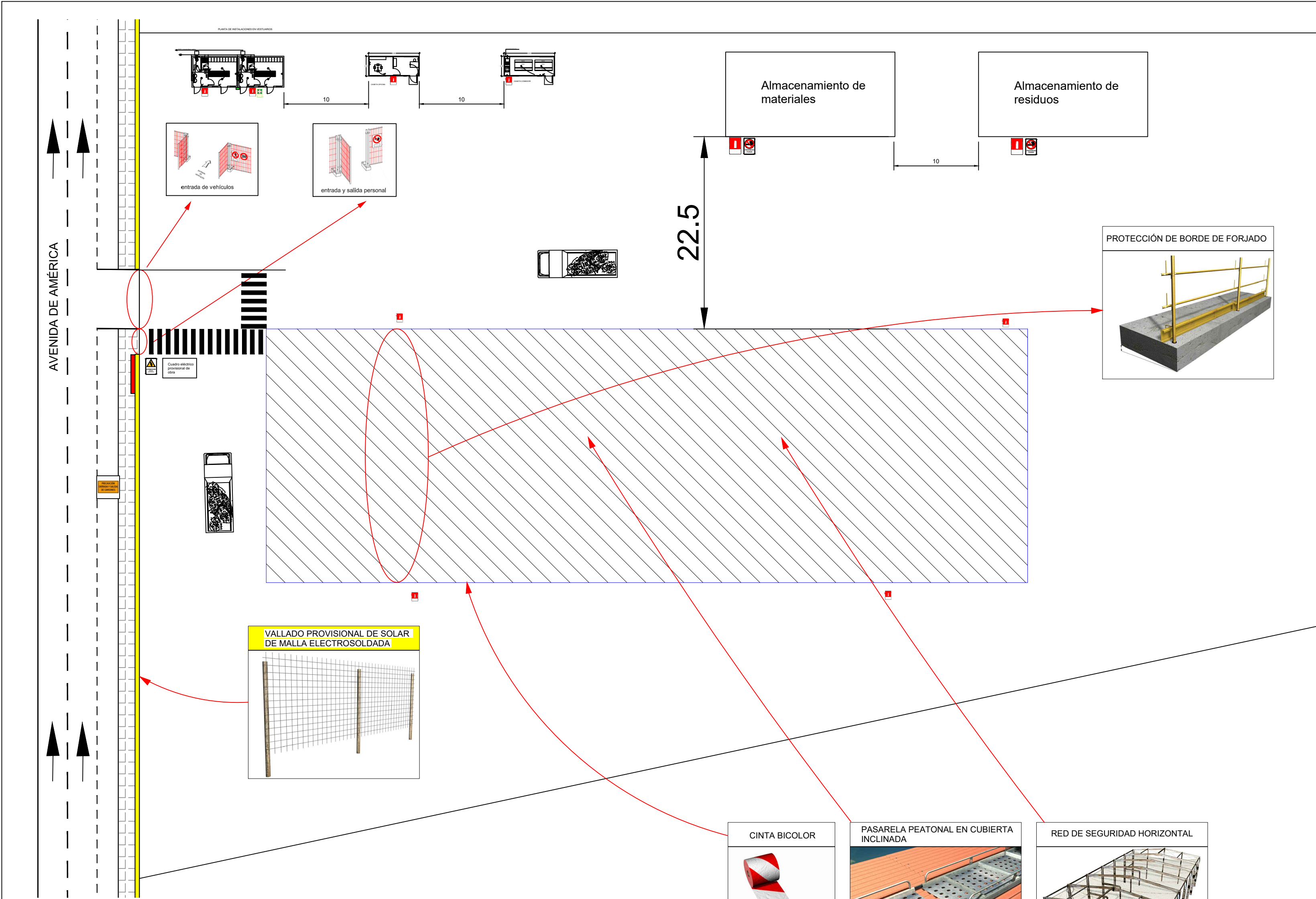
### PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD

Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
37 Ud	Señal de obligación, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma circular sobre fondo azul, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	3,00	4,47	<b>13,41</b>
38 Ud	Señal de extinción, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma rectangular sobre fondo rojo, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	3,00	4,91	<b>14,73</b>
39 Ud	Señal de evacuación, salvamento y socorro, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma rectangular sobre fondo verde, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	3,00	4,91	<b>14,73</b>
40 Ud	Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos.	1,00	11,05	<b>11,05</b>
41 Ud	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	1,00	309,00	<b>309,00</b>
42 Ud	Estación de higiene, de 60x60x160 cm, formada por: panel autoportante de tablero de fibras tipo HDF, de 25 mm de espesor, con texto y pictograma indicativo de su uso, bordes redondeados y canteados con plástico, pies regulables, y dos estantes de chapa de acero, acabado lacado, para colocar las cajas de guantes y mascarillas; dosificador de gel hidroalcohólico virucida, rellenable de accionamiento manual, de 1 l de capacidad, de polipropileno; y contenedor, de 40 l de capacidad, de polipropileno, con pedal de apertura de tapa, para depositar los guantes usados y las mascarillas usadas.	1,00	152,53	<b>152,53</b>
43 Ud	Felpudo para la desinfección del calzado con zona de secado, con base antideslizante de PVC, acabado superficial con rizos de PVC y de polipropileno entrelazados, colocado sobre bandeja de chapa de acero, de 1000x650 mm, con dos compartimentos, uno para el vertido del desinfectante virucida y otro para el secado del calzado.	2,00	60,30	<b>120,60</b>
44 Ud	Disco autoadhesivo de señalización, antideslizante, de vinilo, serigrafiado con textos y pictogramas, de varios colores, de Ø=30 cm, para pavimentos.	5,00	6,67	<b>33,35</b>
45 Ud	Tira autoadhesiva de señalización, antideslizante, de vinilo, serigrafiado con textos y pictogramas, de varios colores, de 100x5 cm, para pavimentos.	5,00	2,27	<b>11,35</b>
46 Ud	Caja de 100 mascarillas quirúrgicas de un solo uso, tipo I, de 17,5x9,5 cm, formadas por tres capas, las capas interior y exterior de poliéster y la capa intermedia de polipropileno, con puente nasal de aluminio para mejorar el ajuste al contorno de la nariz y cintas elásticas para sujeción de la mascarilla a la cabeza.	5,00	66,55	<b>332,75</b>
47 Ud	Mampara separadora de protección, de sobremesa, de 750x680 mm, de metacrilato transparente de 3 mm de espesor, con dos soportes de sujeción del mismo material, para protección frente a riesgos biológicos.	2,00	36,83	<b>73,66</b>

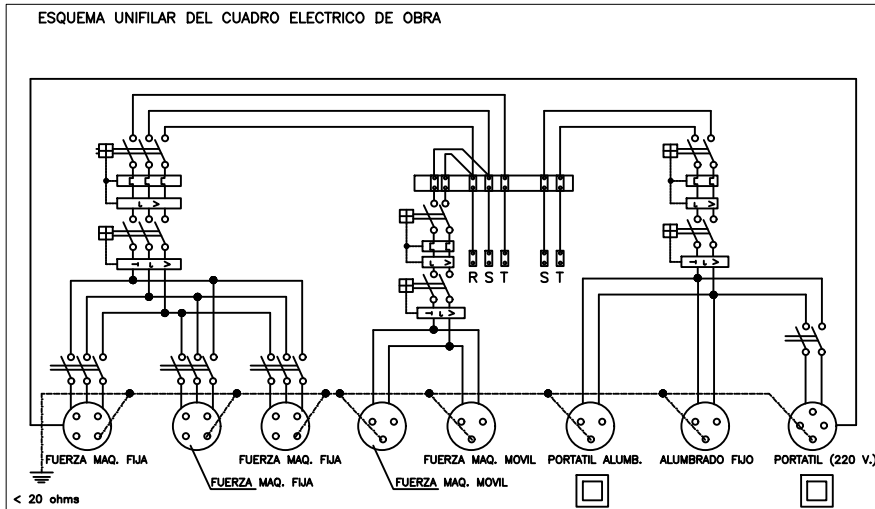
**PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD**

<b>Nº UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
48 Ud	Cartel general indicativo de riesgos biológicos, de PVC, de 1 mm de espesor, serigrafiado con textos y pictogramas, de 420x297 mm, con 6 orificios de fijación. Incluso bridas de fijación al paramento.	1,00	11,37	<b>11,37</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD:</b>				<b>17.285,71</b>

**Asciede el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DIECISIETE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS**

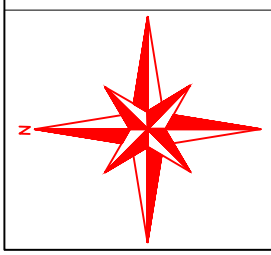


TELEFONOS DE EMERGENCIA		DIRECCION DE LA OBRA	
		Francisco José Hernández Gallego Director Seguridad y Salud	
		663902005	
	BOMBEROS	080	
	POLICIA NACIONAL	091	
	GUARDIA CIVIL	062	
	AMBULANCIAS	112	9110219400
	HOSPITALES	112	9110219400



**ES OBLIGATORIO SEGUIR TODAS LAS NORMAS DE SEGURIDAD**

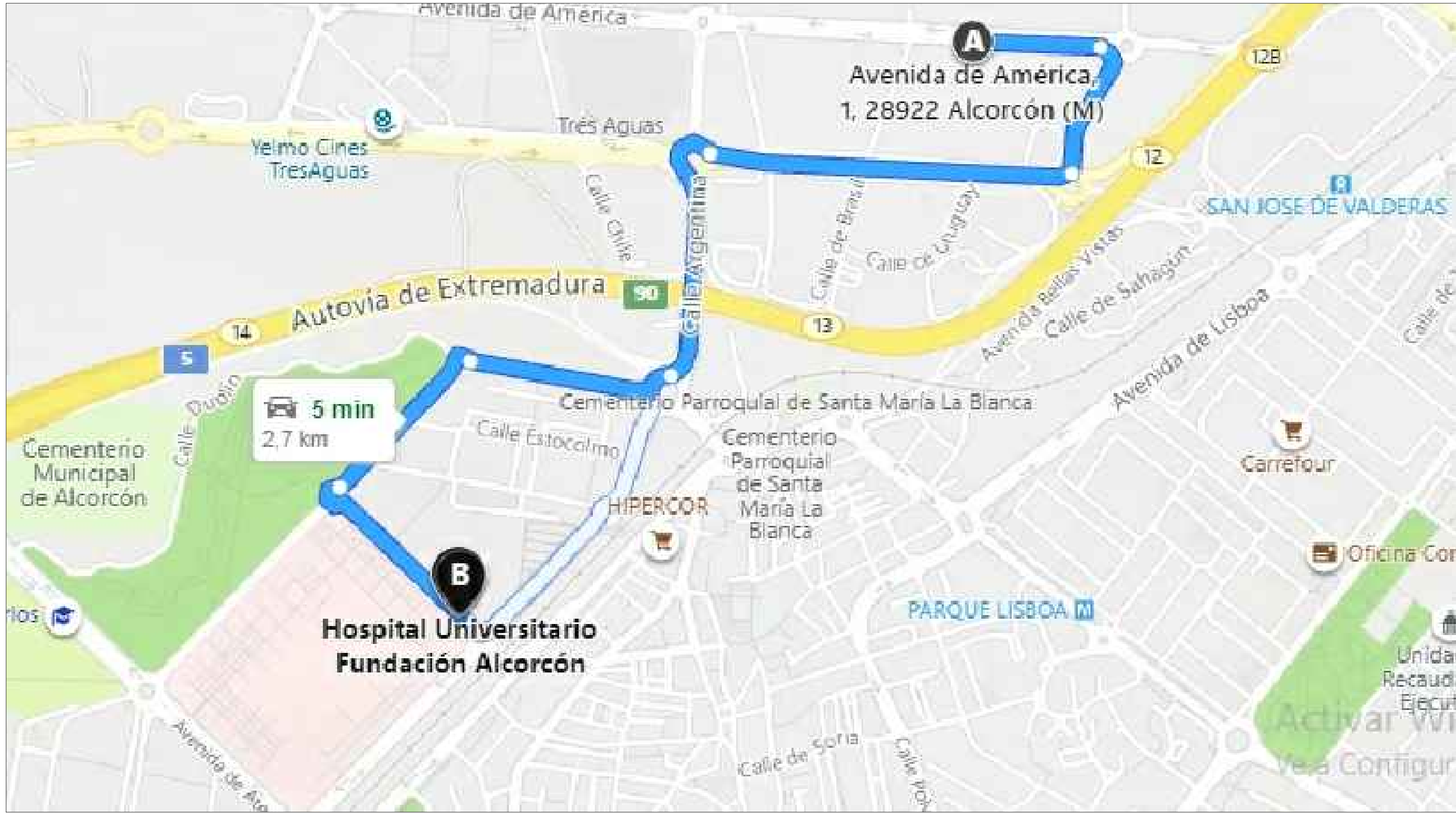
**PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA NO AUTORIZADA**



PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN: AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID	
TUTOR: JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN	
PLANO: <b>SEGURIDAD Y SALUD</b>	NUMERO: <b>1</b>
AUTOR: FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO	ESCALA: <b>1:200</b>

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN Y VENTA DE VEHÍCULOS HASTA 7500 KG	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
SITUACIÓN	AVENIDA DE AMÉRICA, 1, 28922 ALCORCÓN, MADRID
TUTOR	JOSÉ ALEJANDRO REVERIEGO MARTÍN
PLANO	RECORRIDO AL HOSPITAL
NUMERO	2
AUTOR	FRANCISCO JOSÉ HERNÁNDEZ GALLEGO