



## MEMORIA

### PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN

### DIVISIÓN INTERIOR DE CUBIERTA PARA VEHÍCULOS EN PARQUE BOMBEROS 1

### DIRECCIÓN DE SERVICIOS DE ARQUITECTURA

UNIDAD: OFICINA TECNICA DE ARQUITECTURA

ARQUITECTO: Eduardo Martín Correas

MAYO / 2021

21-019 - ELR BOMBEROS 1 CUBIERTA REFORMA-P1 - REM 2384



## PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE DIVISIÓN INTERIOR DE CUBIERTA PARA VEHÍCULOS EN PARQUE BOMBEROS 1

EMPLAZAMIENTO: PARQUE DE BOMBEROS 1. C/ Valle de Broto , 16 – 50015. ZARAGOZA

PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

### INDICE

#### DOC I. MEMORIA

---

##### 1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

- 1.1.- Agentes
- 1.2.- Información Previa (Declaración de Normativa y Circunstancias Urbanísticas)
- 1.3.- Descripción del Proyecto
- 1.4.- Prestaciones del Edificio

##### 2.- MEMORIA CONSTRUCTIVA

- 2.1.- Sustentación del Edificio
- 2.2.- Sistema estructural
- 2.3.- Sistema envolvente
- 2.4.- Sistema de compartimentación
- 2.5.- Sistemas de acabados
- 2.6.- Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

##### 3.- CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE

- 3.1.- DB-SI Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio
- 3.2.- DB-SUA Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad
- 3.3.- DB-SE Exigencias básicas de seguridad estructural
- 3.4.- DB-HS Exigencias básicas de salubridad
- 3.5.- DB-HR Exigencias básicas de protección frente al ruido
- 3.6.- DB-HE Exigencias básicas de ahorro de energía
- 3.7.- Certificación energética del edificio

##### 4.-PRESUPUESTO Y PLAZO DE OBRAS

##### 5-ANEXOS A LA MEMORIA

- ANEXO 1.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- ANEXO 2.- SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO
- ANEXO 3.- SEGURIDAD ESTRUCTURAL
- ANEXO 4.- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEXO 5.- AHORRO DE ENERGÍA
- ANEXO 6.- SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD
- ANEXO 7.- SALUBRIDAD
- ANEXO 8.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEXO 9.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD
- ANEXO 10.- PROGRAMACIÓN VALORADA DE LA EJECUCIÓN DE OBRA
- ANEXO 11.- DOCUMENTACIÓN ADMINISTRATIVA

#### DOC II.- PLANOS

---

#### DOC III.- PLIEGO DE CONDICIONES

---

#### DOC IV.- ESTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO

---

- LISTADO DE UNITARIOS
- CUADRO DE AUXILIARES Y DESCOMPUESTOS
- MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- RESUMEN DE PRESUPUESTO

#### DOC V.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

---



## MEMORIA

### 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 1.1 Agentes

Promotor: AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA  
 Proyectista: Eduardo Martín Correas. Arquitecto  
 Col. nº 2.101 del Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón.  
 Dirección: Calle Inocencio Jiménez nº3, 1ºB  
 50001 Zaragoza. Tel/Fax.: 976 21 06 36

Redactor del Estudio de Seguridad y Salud: Luis Manuel Quintanilla. Ingeniero Técnico Industrial

#### 1.2 Información previa (Declaración de Normativa y Circunstancias urbanísticas)

El presente proyecto tiene por objeto la definición de los documentos y cálculos necesarios para la completa descripción de las obras e instalaciones necesarias para acondicionar un recinto de 10x10 metros con destino a almacén y vestuario en un lateral del hangar para vehículos existente en el Parque de Bomberos de Valle de Broto nº16 de Zaragoza.

Es de aplicación en lo referente a la ordenación urbanística, el Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza (2001, Texto Refundido de 2007), que contiene las ordenanzas reguladoras del suelo urbano.

La finca en la que se encuentra el hangar no se ve afectada por ningún ámbito de protección o regulación especial, por lo que le es aplicable la ordenanza general de suelo urbano y la específica de su calificación como Sistema General de Equipamiento de Servicios Públicos.

A continuación se aportan las fichas justificativas del cumplimiento de las Ordenanzas Municipales de Edificación de Zaragoza, así como la ficha urbanística emitida por los Servicios Técnicos del Ayuntamiento de Zaragoza relativa a la parcela donde se ubica el recinto.

#### PARAMETROS URBANISTICOS DE LA PARCELA:

Planeamiento aplicable	Plan General de Zaragoza 2001, TR 2007	
- ZONIFICACION	SISTEMA GENERAL EN SUELO URBANO A.14.07 SP (PU)	
- AREA DE INTERVENCION	AREA 43	
Alineaciones	CONFORME <input checked="" type="checkbox"/>	NO CONFORME <input type="checkbox"/>

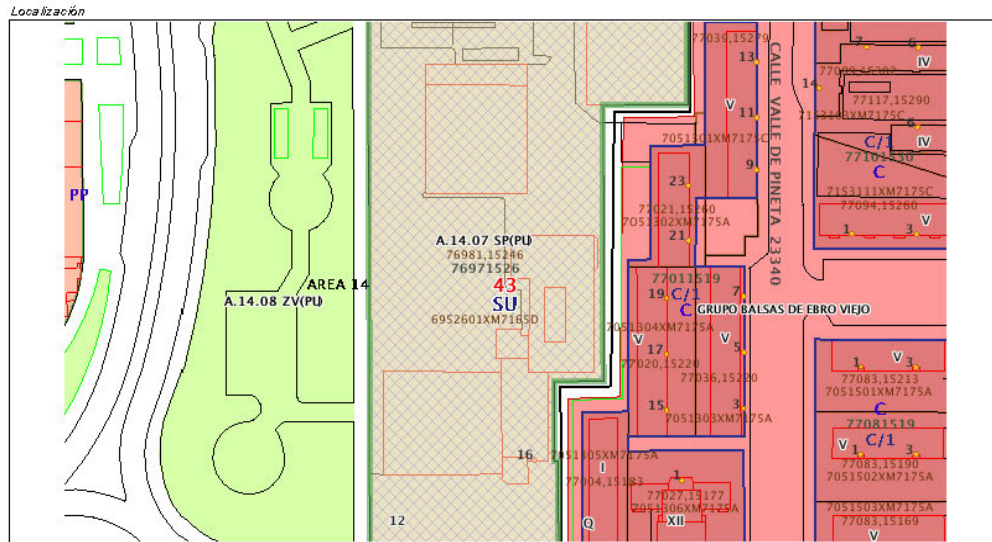
#### Características del local

Situación del uso en el edificio	c (Artº2.6.5 NNUU PGOU) Local en edificio exento (porche) con acceso independiente	
Uso del inmueble	Equipamiento, Servicios Públicos (art.8.2.8.3 Grupo 9)	
Uso previsto del local	Almacén	
Compatibilidad del uso (art.8.2.14)	PERMITIDO <input checked="" type="checkbox"/>	TOLERADO PREEXISTENTE <input type="checkbox"/>
Superficie de la parcela	11.788,63 m²	
<b>Condiciones de la edificación en el conjunto de la parcela (Grado A.2/1)</b>		
Edificabilidad	1,50m²/m² : 17.683 m²	17.128+105,03 m² = 17.233,03m²
Ocupación	50% en planta baja	No se modifica
Distancia mínima entre edificios	0,4 H (del más alto)	No se modifica



	<b>FICHA DE INFORMACIÓN URBANÍSTICA</b>				página: 1 de 1
	<i>Información urbanística no vinculante</i>				
Versión 2.0		Datos obtenidos por procesamiento informático del sistema SIGGURZ			Zaragoza, 27-abr-2021

Coord. Municipal	Coord. Hacienda	Localización Plano	Zaragoza/Código	Área Referencia
76981,15246	6952601XM7165D	X.M7165S	ZARAGOZA	043
Dirección 1ª	Dirección 2ª	Dirección 3ª	Dirección 4ª	
- ,16	-	-	-	



Datos Cartográficos		Long. Fachada	Ancho Calle	Código Calle	Nombre Calle
Sup. Parcela	11788,63	1) 180,33	9,44	99991	Vía para cálculo urbanístico
Sup. Cesión	0,00	2) 0,00	4,54	99992	Vía para cálculo urbanístico
Otras Sup.	0,00	3) 92,00	18,36	34120	CALLE PANTANO DE YESA
		4) 0,00	0,00	-	-
		5) 0,00	0,00	-	-

Sup. Equip. 11594,636

Datos referidos a la parcela.

Datos Planeamiento Vigente	
Plan General Ordenación Urbana Zaragoza / Texto Refundido 2007	

SUELO URBANO					P. Recogido	I. Desarrollo	I. Gestión	ED
S. Urbano	P. Recogido	A. Intervención	Sup. Área	Sup. Cartog.				
SU	AREA 14	-	-	-				
Zona	Grado	SubGrado	Uso Principal		Instrum.	Expte.	Aprób.	
-	-	-	-					
Sistemas Espacios Libres y Equipamientos y Servicios								
A.14.07	SG	PU	SP	C/ Valle de Broto (Parque de Bomberos) - Parcela n.º 12 del Plan Parcial				

CATALOGACIÓN:					Entorno de B.I.C.		
I. Monumen.	I. Arquitect.	I. Ambiental.	Grado	Local interés			
-	-	-	-	-			

Datos Edificación				ITE:		
Solar	Lic. Deribo.	Lic. Urbanística	Lic. 1ª Ocup.	Última ITE	Próxima ITE	Titularidad
-	-	-	-			

### 1.3 Descripción del Proyecto

En la presente Memoria y sus anexos, se comprobará el comportamiento de las soluciones constructivas proyectadas frente a las acciones externas previstas en el Código Técnico de la Edificación, y el cumplimiento de las condiciones impuestas en las Ordenanzas municipales de Zaragoza.

El hangar es una aparcamiento rectangular de 40x10m, cubierto y cerrado por tres de sus lados con un revestimiento sencillo de chapa plegada. La estructura está compuesta por nueve pórticos de perfilera laminada que forman ocho vanos de cinco metros de anchura. En el lado abierto se duplica la anchura de vanos a 10m para facilitar la maniobra de entrada y salida de vehículos. El objeto de este proyecto es cerrar el doble vano de uno de los extremos del hangar, reservando un espacio de almacén y vestuario sensiblemente cuadrado de 104 metros cuadrados de superficie cerrada.





El recinto se encuentra limpio de tabiquerías e instalaciones en la zona de actuación, salvo por el cuadro principal de baja tensión fijado a uno de los postes y los circuitos de iluminación normal y de emergencia que discurren vistos por los pórticos.

Se ha previsto dejar dos puertas dobles de 2m de anchura cada una para acceder al interior por su cara frontal, y realizar los nuevos cerramientos con chapas micro-perforadas, para aligerar el peso añadido y reducir su resistencia al viento. Para la ejecución de los nuevos paramentos se ha proyectado una subestructura metálica triangulada de perfiles laminados y conformados dispuestos para distribuir uniformemente los esfuerzos a la estructura principal a ambos lados del cerramiento, eliminando la necesidad de instalar nuevos pilares con su correspondiente cimentación profunda.

El local se destinará a almacén de materiales y prendas de vestir necesarios para el servicio. El almacenamiento del género se dispondrá en dos pasillos, cada uno enfrentado a una de las salidas, y se apilará en estanterías fijas. No se han previsto dependencias de ningún tipo en su interior. Se trasladará el cuadro de maniobra del fondo del local para situarlo junto a los accesos, y se desplazará el cuadro general del hangar al siguiente vano para resultar accesible por el exterior del almacén.

### ESTADO ACTUAL DEL RECINTO (COMPLETO)

PLANTA BAJA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUP. CONSTRUIDA
	Hangar diáfano	403 m <sup>2</sup>	412,67 m <sup>2</sup>
<b>SUMA DE SUPERFICIE CERRADA</b>		0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
<b>SUMA DE SUPERFICIE ABIERTA</b>		<b>403 m<sup>2</sup></b>	<b>412,67 m<sup>2</sup></b>

### ESTADO REFORMADO

PLANTA BAJA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUP. CONSTRUIDA
	Almacén	98,44 m <sup>2</sup>	105,03 m <sup>2</sup>
	Hangar diáfano	301,29 m <sup>2</sup>	307,64 m <sup>2</sup>
<b>SUMA DE SUPERFICIE CERRADA</b>		<b>98,44 m<sup>2</sup></b>	<b>105,03 m<sup>2</sup></b>
<b>SUMA DE SUPERFICIE ABIERTA</b>		<b>301,29 m<sup>2</sup></b>	<b>307,64 m<sup>2</sup></b>

### Características constructivas del local:

Número de plantas del local:.....1

### Planta principal:

Altura libre (a cara baja de vigas):4,94m (frente de local) y 4,18m (fondo de local)

Recorrido de evacuación (máximo):.....10,10 m

Anchura de la puerta:.....2 m

### Plantas anejas:

Sótano:..... NO

Entreplanta:.....NO

### Potencia instalada en el local:

Potencia de alumbrado (Kw):.....0,2 Kw

Potencia de fuerza (Kw):.....8,8 Kw

Potencia calorífica (Kw):.....0 Kw

### Actuaciones: Elementos afectados por la reforma



## DEMOLICIONES

---

Las demoliciones incluirán los siguientes conceptos:

Fachada:	No hay.
Medianiles:	No hay.
Techos / cubiertas:	No hay.
Tabiques:	No hay.
Revestimientos:	No hay.
Solados:	Se levantan dos bandas de 80cm del solado en la base de los cerramientos nuevos para anclar sub-estructura y cerrajería.
Falsos techos:	No hay.
Aislamiento térmico:	No hay.
Carpinterías:	No hay.
Vidriería:	No hay.
Aislamiento acústico:	No hay.
Fontanería:	No hay.
Saneamiento:	No hay.
Inst. Eléctrica/ ilumin.:	Se trasladan las cajas de protección y maniobra a otros puntos del edificio. Se modifican los circuitos de alumbrado para separarlos del resto del hangar.
Ventilación/ Climat.:	No hay.
Cerrajería:	No hay.
Tuberías y conductos:	No hay, salvo los conductos soterrados bajo el pavimento, que se mantienen.

## NUEVA CONSTRUCCIÓN

---

La obra nueva incluirá los siguientes conceptos que se describirán más adelante:

Fachada:	Nuevos cerramientos de chapa lacada microperforada en dos lados del recinto.
Medianiles:	No hay.
Techos / cubiertas:	No se modifica la cubierta existente.
Tabiques:	No hay.
Revestimientos:	No hay.
Solados:	El solado de terrazo se restituye en las zonas levantadas.
Falsos techos:	No hay.
Aislamiento térmico:	No hay.
Carpinterías:	No hay.
Vidriería:	No hay.
Aislamiento acústico:	No hay.
Pinturas:	Esmalte sobre la sub-estructura de los nuevos cerramientos. Pintura intumescente R-30 sobre la perfiles de la estructura principal por el interior del recinto.
Fontanería:	No hay.
Saneamiento:	No hay.
Inst. Eléctrica/ ilumin.:	Nueva instalación eléctrica de alimentación de los cuadros y de iluminación.
Ventilación/ Climat.:	No hay.
Cerrajería:	Se colocan dos puertas dobles practicables al exterior de chapa perforada.
Tuberías y conductos:	No hay tuberías. Conductos adosados a la estructura portante, según planos de instalaciones.

### 1.4 Prestaciones del edificio

El almacén dispondrá de un espacio diáfano de 100 metros cuadrados de superficie útil para almacenamiento, con dos accesos de 2x2,60m de puertas dobles de apertura hacia el exterior. Al ser un recinto exterior cerrado pero no estanco, no se ha previsto acondicionarlo como espacio interior habitable.

En cuanto a las exigencias básicas que el nuevo recinto deberá cumplir, éstas son las siguientes:

El proyecto garantizará la seguridad estructural del recinto y de su envolvente, por lo que se dimensionarán los elementos para que resistan las acciones y sobrecargas previsibles en todas las hipótesis previstas en el Código Técnico de la Edificación.

El proyecto garantizará la seguridad de los usuarios frente al riesgo de incendio, para lo cual se instalarán las medidas necesarias de señalización, protección y resistencia al fuego.



En cuanto al ahorro energético, el local previsto tiene una mínima necesidad energética. Así pues, no será preciso realizar obras o instalaciones para favorecer el ahorro energético en el uso normal de esta instalación.

El recinto contará con las condiciones adecuadas de utilización y accesibilidad para el uso previsto.

No es preciso proyectar soluciones específicas para la protección frente al ruido al tratarse de un recinto habitable de forma ocasional, no estanco, no acondicionado, y que no es colindante con recintos protegidos.

Lo mismo ocurre en cuanto a las condiciones de protección frente a la humedad y de calidad del aire interior.

## 2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

### 2.1. Sustentación del edificio

El sistema de sustentación del edificio no se modifica porque la actuación se desarrolla en el interior del hangar existente, que ya cuenta con estructura portante, dos fachadas y cubierta. La reforma NO afectará a la cimentación del edificio, ni supone variación de la cota de solera del local.

### 2.2. Sistema estructural

La reforma se adapta al sistema estructural del edificio en el que se ubica el local, reforzando o adaptando éste en los puntos en los que se incluyen nuevos paramentos de fachada.

Para dar estabilidad a los dos nuevos cerramientos se define una estructura triangulada de perfilera metálica de acero laminado y conformado de secciones comerciales, que distribuye las cargas, sobrecargas y acciones hasta la estructura principal del edificio, constituida por los pórticos de secciones IPE de acero laminado que apoyan en la cimentación. Esta estructura secundaria permite además fijar los paneles del cerramiento de chapa perforada, y dejar los huecos necesarios para la instalación de las dos puertas de acceso.

### 2.3. Sistema envolvente

La solución constructiva con las que se delimita el local es estable frente a las acciones exteriores, cargas de peso propio y sobrecargas de uso. La fachada y cubierta existente se mantiene igual, sin alterar su estabilidad frente a las sobrecargas de viento, y permite evacuar el agua correctamente, además de ser impermeable al paso de humedad.

- La estabilidad frente al fuego queda acreditada en el **Anexo 2**.
- La seguridad del uso del local resultante se establece en el **Anexo 6**.
- El aislamiento acústico del sistema envolvente no es preceptivo en este caso en cumplimiento del DB HR protección frente al ruido, al tratarse de una reforma parcial de un recinto que además mantiene su condición de exterior, tal y como se establece en el artículo II. "Ámbito de aplicación", punto d) del citado Documento Básico.



- El proyecto de obras no entra dentro del ámbito de aplicación de la limitación del consumo energético DB-HE0, puesto que se trata de una reforma que no afecta a la envolvente térmica de los edificios de la parcela, ni del DB-HE1 de limitación de la demanda energética, al tratarse de la reforma de una edificación sin condiciones térmicas de confort, es decir, de baja demanda energética.
- En el **Anexo 5** se justifica el DB-HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” junto con el cálculo del VEEI límite, los sistemas de control y regulación y el plan de mantenimiento.
- En el presente caso no es preceptiva la contribución solar de ACS ni la contribución fotovoltaica de energía eléctrica (DB-HE4 y 5).

El sistema envolvente del hangar existente es de chapa plegada atornillada a la estructura sin huecos, que no se modifica. Las dos nuevas paredes que delimitan el almacén por el interior del hangar se cierran con paneles de chapa microperforada en los entrepaños de la subestructura, con acabado lacado, en dos formatos:

- Chapa lisa para fachada de 1,5mm de espesor perforada R6 T9 (40,27%) montada sobre bastidor perimetral en angular L de 40mm formando cassettes de dimensiones 1,20 x1,20m, fijados con tornillos a los perfiles de la subestructura. Esta solución se colocará en el paño inferior en los extremos laterales de ambas fachadas, en el paño superior cerrando los vanos superiores de la estructura triangulada, por detrás de ésta.
- Chapa plegada de fachada arquitectónica perfil EUROLINE 12 FA o equivalente, de 1,2mm de espesor, perforada R3 T6 (22,65%) fijada a bastidor perimetral de angular L40mm, en paneles con formato 2,35m x 1,20m atornillados a los perfiles de la subestructura. Esta solución se colocará en los paños inferiores centrales de ambas fachadas, incluyendo las puertas de acceso al almacén (sobre perfil conformado L 30mm en las hojas de puertas), con el pliegue en horizontal. Para formar el lado largo se unirán dos chapas enteras de 1,14m con solape central.

A continuación se definen las características técnicas del perfil de chapa plegada:



Perfil de Fachada Arquitectónica (6.190.12)

## EUROLINE 12 FA

### APLICACIÓN

Chapa metálica de acero autoportante destinada como revestimiento exterior de fachada simple o sándwich (en posición horizontal y/o vertical).

### PROPIEDADES MATERIA PRIMA (Acero)

CONCEPTO	REF. NORMA
Tolerancias dimensionales	EN 10143
Acero	EN 10346
Recubrimiento orgánico	EN 10169

	Espesor (mm)					
	0,60	0,70	0,75	0,80	1,00	1,20
Peso (kg/m <sup>2</sup> )	5,16	6,03	6,46	6,85	8,61	10,33
I <sub>9</sub> (cm <sup>4</sup> /ml)	1,549	1,733	1,864	1,996	2,521	3,046
W <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> /ml)	1,730	1,928	2,068	2,207	2,758	3,296
W <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /ml)	4,216	4,672	4,992	5,309	6,532	7,693

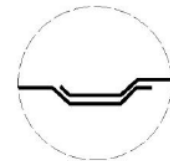
### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

CONCEPTO	VALOR	UDS.	TOLERANCIA
Profundidad del perfil (h)	12	mm	± 1,0
Altura del rigidizador	---	mm	---
Paso de onda	190	mm	± 2,0
Anchura de la cresta y del valle (b <sub>1</sub> , b <sub>2</sub> )	(127,39)	mm	+2,0/-1,0
Anchura útil (w)	300	mm	± 5,0
Radio de plegado (r)	---	mm	+ 2,0 / 0,0
Defecto de rectitud (δ)	≤ a la tol.	mm	2,0 /ml (Máx.: 10,0)
Defecto de ortogonalidad (s)	≤ a la tol.	mm	≤ 0,5% de (w)
Longitud (l)	A medida. <sup>(1)</sup>	mm	l ≤ 3.000 mm +10,0/-5,0 l > 3.000 mm + 20,0/-5,0
Desviación del solape lateral (D)	≤ a la tol.	mm	± 2,0 sobre 500 mm
Ángulos y radios de curvado	---	°	---
Reacción al fuego	Clase A1 <sup>(2)</sup> / Clase C-s3,d0 <sup>(3)</sup>		
<sup>(1)</sup> Longitud. Máx.: 4.000 mm; Long. Mín.: 100 mm			
<sup>(2)</sup> Clase A1: Según Decisión de la comisión 2010/737/UE			
<sup>(3)</sup> Clase C-s3,d0: Según Decisión de la comisión 2010/737/UE para revestimiento Plastisol PVC			

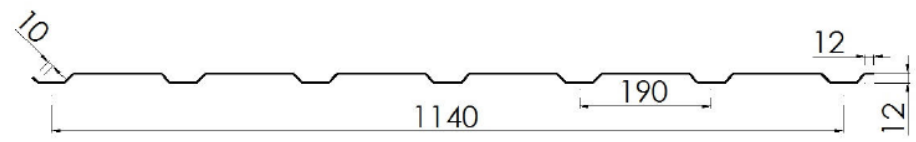


07  
EN 14782:2006

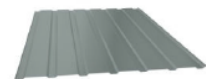
DETALLE SOLAPE



DETALLE SECCIÓN CHAPA



DETALLE 3D



Las características de espesor, sección y dimensiones de las perforaciones de ambos tipos de chapas de fachada podrán modificarse por otras soluciones comerciales que resulten equivalentes a criterio de la Dirección Facultativa de las obras.

Ninguno de los cerramientos de fachada entra en contacto con el suelo, quedando entre 17 y 37cm de altura libre para permitir las labores de limpieza con agua a presión y favorecer su mantenimiento. No obstante, se colocarán faldones de chapa plegada o rejilla tipo tramex por debajo del perfil inferior del cerramiento perimetral hasta el pavimento, por razones de seguridad y para evitar la entrada de hojas o suciedad desde el exterior.

### 2.4. Sistema de compartimentación

La totalidad del local es un sector de incendios independiente. Las condiciones de resistencia al fuego de los elementos separadores se describen en el Anexo 1, y cumplirán lo establecido para la sectorización de edificios y locales.





## 2.5. Sistema de acabados

Los nuevos acabados de paramentos que se proyectan no serán absorbentes de humedad, serán estables a la luz y fácilmente limpiables. Se mantienen los suelos existentes que son resistentes al tráfico previsto de personas y mercancías, y antideslizantes.

El proyecto no prevé la instalación de fachadas ciegas, ni medianeras, falsos techos, tabiquería interior, carpinterías de aluminio o madera, o elementos de vidrio.

- Pintura: Los paneles de chapa perforada estarán lacados en color a elegir por la D.F. La estructura principal del hangar que conforma el recinto se protegerá con pintura intumescente R-30. La perfiles metálica de los cerramientos se pintará con esmalte del mismo color que los cerramientos de chapa, sobre dos manos de imprimación antioxidante.

- Cerrajería: Se han proyectado dos puertas practicables de dos hojas de bastidor metálico de cuadrado #40.2 cerrado con chapa perforada plegada EUROLINE 12 FA similar a la de fachada, con apertura hacia el exterior, y contarán con cerradura y manillas.

## 2.6. Sistema de acondicionamiento e instalaciones

- No es preciso incluir instalaciones de climatización o ventilación. La ventilación del local queda garantizada porque los cerramientos son permeables y permiten la circulación de aire por el interior.
- Instalación eléctrica: El tipo de cable utilizado será cero halógenos, al igual que los tubos rígidos de protección por los que discurren los circuitos. Las instalaciones de iluminación se controlarán con dos circuitos independientes, alcanzando una iluminancia media mínima de 100 lux en el plano de suelo o de trabajo en el interior del recinto.
- El nuevo recinto contará con alumbrado de emergencia para señalar los elementos de protección contra el fuego y las salidas del edificio.
- La acometida eléctrica del local proviene del cuadro general que se traslada al exterior del local, y llega hasta el cuadro de protección y mando que se situará junto a los accesos. En esa misma zona al lado de las salidas se colocarán sendos extintores de polvo polivalente.
- En el local no es preceptiva la instalación de equipos de energía solar o de otros sistemas de ahorro de energía, puesto que no se precisa de dotación de agua caliente sanitaria.

## 3. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE

### 3.1. DB-SI Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio

Se aporta como Anexo 2 el documento de cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.

### 3.2. DB-SUA Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad

Se aporta como Anexo 6 el documento de cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad.



**3.3. DB-SE Exigencias básicas de seguridad estructural**

Se aporta como Anexo 3 el documento de cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad estructural.

**3.4. DB-HS Exigencias básicas de salubridad**

No son aplicables a este proyecto las exigencias básicas de salubridad previstas en el CTE DB-HS, porque se trata de un recinto exterior, con cerramientos no estancos que no permiten el acondicionamiento del interior.

**3.5. DB-HR Exigencias básicas de protección frente al ruido**

No son aplicables a este proyecto las exigencias básicas de protección frente al ruido previstas en el CTE DB-HR, por el mismo motivo.

**3.6. DB-HE Exigencias básicas de ahorro de energía**

Se aporta como Anexo 5 el documento de cumplimiento de las exigencias básicas de ahorro de energía previstas en el CTE DB-HE, salvo las correspondientes a la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, que se incluyen en el Anexo.

**3.7. Certificación energética del edificio**

No es de aplicación en este edificio.

**4. PRESUPUESTO Y PLAZO DE OBRAS**

El presupuesto previsto para la realización de estas obras se expresa a continuación, y viene desglosado por capítulos y partidas en el correspondiente documento 4 que acompaña a este proyecto.

Presupuesto de ejecución material de las obras: ....	32.675,27 €
Gastos generales y beneficio industrial 19%: .....	6.208,31 €
Presupuesto de contrata de las obras:.....	38.883,58 €
IVA 21%: .....	8.165,55 €
<b>Presupuesto general: .....</b>	<b>47.049,13 €</b>

Asciende el presupuesto general de las obras a la cantidad de:  
**CUARENTA Y SIETE MIL CUARENTA Y NUEVE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS.**

Se ha previsto un plazo de ejecución de las obras de **cuatro semanas.**

Zaragoza, mayo de 2021

El Arquitecto:

Fdo: Eduardo Martín Correas

## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

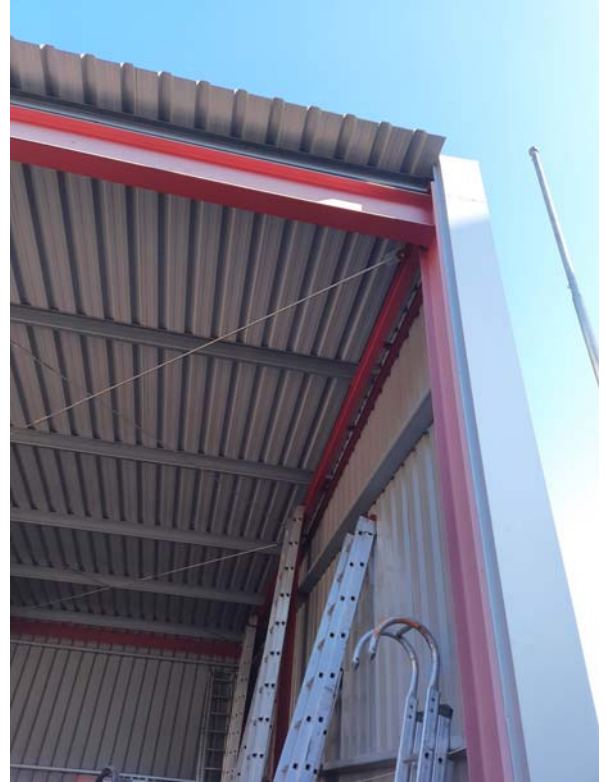
### **ANEXO 1**

### **REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



ANEXO 1. Reportaje fotográfico





Zaragoza, mayo de 2021



## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

### **ANEXO 2**

#### **SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO**

## ANEXO 2. Seguridad en caso de incendio

### 1.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO

*REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm. 74, martes 28 marzo 2006)*

#### **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.

**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

### 1.2 CUMPLIMIENTO DEL RSCIEI (RD 2267/2004).

### 1.3 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS RD 1942/1993.

### 1.4 CUMPLIMIENTO DE LA ORDENANZA MUNICIPAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 2011.



## 1.1 TIPO DE PROYECTO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO

Definición del tipo de proyecto de que se trata, así como el tipo de obras previstas y el alcance de las mismas.

**El proyecto consiste en el cerramiento de un lado del hangar de vehículos para delimitar un recinto cerrado bajo la cubierta, ocupando 2 vanos de la estructura metálica existente, sin intervenir en el resto del hangar. El nuevo almacén cumplirá las condiciones de seguridad contra incendios del CTE DB-SI y del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, así como la Ordenanza Municipal de Protección contra incendios.**

Tipo de proyecto <sup>(1)</sup>	Tipo de obras previstas <sup>(2)</sup>	Alcance de las obras <sup>(3)</sup>	Cambio de uso <sup>(4)</sup>
<b>Proyecto de obra</b>	<b>reforma</b>	<b>parcial</b>	<b>Cambio de uso garaje a almacén</b>

<sup>(1)</sup> Proyecto de obra; proyecto de cambio de uso; proyecto de acondicionamiento; proyecto de instalaciones; proyecto de apertura...

<sup>(2)</sup> Proyecto de obra nueva; proyecto de reforma; proyecto de rehabilitación; proyecto de consolidación o refuerzo estructural; proyecto de legalización...

<sup>(3)</sup> Reforma total; reforma parcial; rehabilitación integral...

<sup>(4)</sup> Indíquese si se trata de una reforma que prevea un cambio de uso o no.

Los establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RD. 2267/2004, de 3 de diciembre) cumplen las exigencias básicas mediante su aplicación.

Deben tenerse en cuenta las exigencias de aplicación del Documento Básico CTE-SI que prescribe el apartado III (Criterios generales de aplicación) para las reformas y cambios de uso.

### 1.1.1 SECCIÓN SI 1: Propagación interior

El proyecto cumple las exigencias del SI1:

#### Compartimentación en sectores de incendio

Los edificios y establecimientos estarán compartimentados en sectores de incendios en las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección, mediante elementos cuya resistencia al fuego satisfaga las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección.

A los efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial y las escaleras y pasillos protegidos contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los límites que establece la tabla 1.1.

**El recinto cerrado constituye un único sector de incendio.**

**Según Anexo I del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, es un establecimiento tipo C (Establecimiento ocupa totalmente un edificio con distancia mayor a 3 m del edificio más próximo de otros establecimientos)**

**Se considera que la actividad es de almacenamiento de productos relacionados con la actividad del parque de bomberos.**

**Calculando del lado de la seguridad, se considera que se dispondrán estanterías en el recinto de almacén de 80 cm de ancho, y con una altura máxima de almacenamiento de 4,10 m.**

**A los efectos del cálculo de la carga de fuego, consideramos que se trata de elementos textiles en su mayoría, cuya carga de fuego es de  $q_{vi} = 400 \text{ MJ/m}^3$  (según tabla 1.2 RSCIEI). El grado de peligrosidad es  $C_i = 1,30$  (según tabla 1.1 RSCIEI), considerando que se trata de sólidos que comienzan su ignición a una temperatura entre 100 y 200 °C.**



El coeficiente de corrección es Ra=1 (según tabla 1.2 RSCIEI), para el tipo de producto almacenado seleccionado.

La superficie construida del recinto que constituye el sector de incendio es 105,51 m2

Considerando una longitud de estanterías de  $l_i=1 \times 9,80 + 2 \times 4,60 + 2 \times 2,90 + 2 \times 9,60 \text{ m} = 44,00 \text{ m}$  y  $a_i=0,80 \text{ m}$  de anchura, y  $h_i=4,10 \text{ m}$  de altura, la superficie de almacenamiento es:  $S_i=35,20 \text{ m}^2$

Resulta una Densidad de carga de fuego ponderada y corregida de :

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{)}$$

$$Q_s = 400 \text{ MJ/m}^3 \times 1,30 \times 4,10 \text{ m} \times 35,20 \times 1 / 105,51 \text{ m}^2 = 711 \text{ MJ/m}^2$$

por lo que le corresponde un Nivel de riesgo intrínseco Bajo 2 (según tabla 1.3 del Anexo I del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales).

Sector	Superficie construida (m <sup>2</sup> )		Uso previsto (1)	Resistencia al fuego del elemento compartimentador (2) (3)	
	Norma	Proyecto		Norma	Proyecto
TODO EL LOCAL	6.000	105,51 m2	Almacén	EI-30	No procede

Al tratarse de un edificio aislado, no hay elementos delimitadores de un sector de incendio con otros sectores.

- (1) Según se consideran en el Anejo SI-A (Terminología) del Documento Básico CTE-SI. Para los usos no contemplados en este Documento Básico, debe procederse por asimilación en función de la densidad de ocupación, movilidad de los usuarios, etc.
- (2) Los valores mínimos están establecidos en la Tabla 1.2 de esta Sección.
- (3) Los techos deben tener una característica REI, al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio.

### Ascensores

No existen ascensores en este proyecto.

Ascensor	Número de sectores que atraviesa	Resistencia al fuego de la caja (1)		Vestíbulo de independencia		Puerta	
		Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
		EI-120		Sí		E-30	
		EI-120		Sí		E-30	

- (1) Las condiciones de resistencia al fuego de la caja del ascensor dependen de si delimitan sectores de incendio y están contenidos o no en recintos de escaleras protegidas, tal como establece el apartado 1.4 de esta Sección.

### Locales de riesgo especial

Los locales y zonas de riesgo especial se clasifican conforme a tres grados de riesgo (alto, medio y bajo) según los criterios que se establecen en la tabla 2.1 de esta Sección, cumpliendo las condiciones que se establecen en la tabla 2.2 de esta Sección.

No hay ningún local de riesgo especial en este proyecto.

Local o zona	Superficie construida (m <sup>2</sup> )		Nivel de riesgo (1)	Vestíbulo de independencia (2)		Resistencia al fuego del elemento compartimentador (y sus puertas) (3)	
	Norma	Proyecto		Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
-	-	-	-	-	-	-	-



- (1) Según criterios establecidos en la Tabla 2.1 de esta Sección.
- (2) La necesidad de vestíbulo de independencia está en función del nivel de riesgo del local o zona, conforme exige la Tabla 2.2 de esta Sección.
- (3) Los valores mínimos están establecidos en la Tabla 2.2 de esta Sección.

### Espacios ocultos y patinillos instalaciones

La compartimentación de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos salvo que la compartimentación de éstos cuente con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse a la mitad en los registros.

La resistencia al fuego de estos espacios debe mantenerse en los puntos de paso de instalaciones.

**No hay espacios ocultos para el cumplimiento del punto 3 del DB SI-1.**

**A los materiales de suelos, paredes y techos se les exige que sean D-s3 d0 como mínimo, por estar en un local de riesgo bajo y tipología C.**

### Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos de zonas comunes y de circulación deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 de esta Sección.

**Los valores de norma a alcanzar serán los indicados en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.**

Situación del elemento	Revestimiento			
	De techos y paredes		De suelos	
	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Suelos almacén	-	-	C <sub>FL</sub> -s1	C <sub>FL</sub> -s1
Muros y techo almacén	C-s3,d0	C-s3,d0	-	-
Revestimiento exterior de fachadas	C-s3,d0	C-s3,d0		
Sistema de almacenamiento: bastidores y accesorios	Acero clase A1	Acero clase A1		
Sistema de almacenamiento: revestimientos pintados	B-s3 d0 para revest <100 micrones	B-s3 d0 para revest <100 micrones		

## 1.1.2 SECCIÓN SI 2: Propagación exterior

El proyecto cumple las exigencias del SI2:

No existen elementos verticales separadores con otros recintos, al tratarse de un recinto aislado.

No obstante se exige que la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no sea inferior a la estabilidad al fuego exigida en la Tabla 2.2 del RSCIEI, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio, que es EI-30.

## 1.1.3 SECCIÓN SI 3: Evacuación de ocupantes

El proyecto cumple las exigencias del SI3:





## Evacuación de ocupantes

### Cálculo de ocupación, número de salidas, longitud de recorridos de evacuación y dimensionado de los medios de evacuación

- En los establecimientos de Uso Comercial o de Pública Concurrencia de cualquier superficie y los de uso Docente, Residencial Público o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m<sup>2</sup> contenidos en edificios cuyo uso previsto principal sea distinto del suyo, las salidas de uso habitual y los recorridos de evacuación hasta el espacio exterior seguro estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión; no obstante dichos elementos podrán servir como salida de emergencia de otras zonas del edificio. Sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.
- Como excepción al punto anterior, los establecimientos de uso Pública Concurrencia cuya superficie construida total no exceda de 500 m<sup>2</sup> y estén integrados en centros comerciales podrán tener salidas de uso habitual o salidas de emergencia a las zonas comunes de circulación del centro. Cuando su superficie sea mayor que la indicada, al menos las salidas de emergencia serán independientes respecto de dichas zonas comunes.
- El cálculo de la anchura de las salidas de recinto, de planta o de edificio se realizará, según se establece el apartado 4 de esta Sección, teniendo en cuenta la inutilización de una de las salidas, cuando haya más de una, bajo la hipótesis más desfavorable y la asignación de ocupantes a la salida más próxima.
- Para el cálculo de la capacidad de evacuación de escaleras, cuando existan varias, no es necesario suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

**El local está destinado al uso almacén y no se prevé una ocupación permanente, por lo que se considera de ocupación nula.**

**La disposición prevista de estanterías define dos recorridos independientes con dos salidas (ambas salidas de planta y de edificio a espacio exterior seguro), con recorridos de evacuación menores de 25 m. Los recorridos previstos son siempre menores de 50m desde cualquier punto ocupable hasta la salida de planta (recorrido máximo: 10,10 m).**

Puertas:  $A \geq P/200 \Rightarrow 0,80m$ - **Cuenta con 2 puertas dobles de hojas de 1,00 m de ancho**

Pasillos y rampas  $A \geq P/200 \Rightarrow 1,00m$  **Pasillos entre estanterías de 1,00 m de ancho mínimo**

Recinto, planta, sector	Uso previsto (1)	Superficie útil (m <sup>2</sup> )	Densidad ocupación (2) (m <sup>2</sup> /pers.)	Ocupación (pers.)	Número de salidas (3)		Recorridos de evacuación (3) (4) (m)		Anchura de salidas (5)(m) /Anchura de pasillos	
					Norma	Proy.	Norma	Proy.	Norma	Proy.
Almacén	almacén	97,83	-	0	1	2	50	15,70	0.80 / 1,00	2x1,00 / >1,00



- (1) Según se consideran en el Anejo SI-A (Terminología) del Documento Básico CTE-SI. Para los usos previstos no contemplados en este Documento Básico, debe procederse por asimilación en función de la densidad de ocupación, movilidad de los usuarios, etc.
- (2) Los valores de ocupación de los recintos o zonas de un edificio, según su actividad, están indicados en la Tabla 2.1 de esta Sección.
- (3) El número mínimo de salidas que debe haber en cada caso y la longitud máxima de los recorridos hasta ellas están indicados en la Tabla 3.1 de esta Sección.
- (4) La longitud de los recorridos de evacuación que se indican en la Tabla 3.1 de esta Sección se pueden aumentar un 25% cuando se trate de sectores de incendio protegidos con una instalación automática de extinción.

) El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la Tabla 4.1 de esta Sección.

**Según Anexo II del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales los pasos longitudinales en la zona de almacén y los pasos de recorridos de evacuación deberán ser de al menos 1.00 m de ancho. Los anchos de los mismos son de al menos 1,00 m superando el valor máximo reglamentario.**

**No es necesario colocar pasos transversales en el almacén por no superar la distancia máxima reglamentaria de 10,00 m.**

### Protección de las escaleras

Las condiciones de protección de las escaleras se establecen en la Tabla 5.1 de esta Sección.

- Las escaleras protegidas deben cumplir además las condiciones de ventilación que se contienen en la definición del término que obra en el Anejo SI-A (Terminología) del Documento Básico CTE-SI.
- Las escaleras especialmente protegidas deben cumplir además las condiciones de ventilación que se contienen en la definición del término que obra en el Anejo SI-A (Terminología) del Documento Básico CTE-SI.
- Las escaleras que sirvan a diversos usos previstos cumplirán en todas las plantas las condiciones más restrictivas de las correspondientes a cada uno de ellos.

**No existen escaleras en este proyecto.**

Escalera	Sentido de evacuación (asc./desc.)	Altura de evacuación (m)	Protección (1)		Vestíbulo de independencia (2)		Anchura (3) (m)		Ventilación			
			Norma	Proy.	Norma	Proy.	Norma	Proy.	Natural (m <sup>2</sup> )		Forzada	
									Norma	Proy.	Norma	Proy.
			NP	NP	-	-	1,00	-		-		-

- (1) Las escaleras serán protegidas o especialmente protegidas, según el sentido y la altura de evacuación y usos a los que sirvan, según establece la Tabla 5.1 de esta Sección:  
No protegida (NO PROCEDE); Protegida (P); Especialmente protegida (EP).
- (2) Se justificará en la memoria la necesidad o no de vestíbulo de independencia en los casos de las escaleras especialmente protegidas.
- (3) El dimensionado de las escaleras de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la Tabla 4.1 de esta Sección. Como orientación de la capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura, puede utilizarse la Tabla 4.2 de esta Sección (a justificar en memoria).



### Vestíbulos de independencia

Los vestíbulos de independencia cumplirán las condiciones que se contienen en la definición del término que obra en el Anejo SI-A (Terminología) del Documento Básico CTE-SI. Las condiciones de ventilación de los vestíbulos de independencia de escaleras especialmente protegidas son las mismas que para dichas escaleras.

**No existen vestíbulos de independencia en este proyecto.**

Vestíbulo de independencia (¹)	Recintos que acceden al mismo	Resistencia al fuego del vestíbulo		Ventilación				Puertas de acceso		Distancia entre puertas (m)	
		Norma	Proy.	Natural (m²)		Forzada		Norma	Proy.	Norma	Proy.
				Nor	Proy.	Nor	Proy.				
		EI-120						EI <sub>2</sub> C-30		0,50	

(¹) Señálese el sector o escalera al que sirve.

### 1.1.4 SECCIÓN SI 4: Dotación de instalaciones de protección contra incendios

El proyecto cumple las exigencias del SI4:

- La exigencia de disponer de instalaciones de detección, control y extinción del incendio viene recogida en la Tabla 1.1 de esta Sección en función del uso previsto, superficies, niveles de riesgo, etc.
- Aquellas zonas cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que deban estar integradas y que deban constituir un sector de incendio diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para el uso previsto de la zona.
- El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones, así como sus materiales, sus componentes y sus equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el apartado 3.1. de la Norma, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 1942/1993, de 5 de noviembre) y disposiciones complementarias, y demás reglamentación específica que le sea de aplicación.

**Se disponen dos extintores de eficacia 21A-113B (según tabla 3.2 RSCIEI), a menos de 15 m desde cualquier punto ocupable en el local. Antes de la apertura o inicio de actividad se comprobará que la dotación de extintores se suficiente para la distribución de estanterías.**

**SI bien no es exigible puesto que que la ocupación es menor a 10 personas, se ha previsto instalar alumbrado de emergencia.**

**Los extintores estarán señalizados según norma UNE-23033-1,**

Recinto, planta, sector	Extintores portátiles		Columna seca		B.I.E.		Detección y alarma		Instalación de alarma		Rociadores automáticos de agua	
	Norma	Proy.	Norma	Proy.	Norma	Proy.	Norma	Proy.	Norma	Proy.	Norma	Proy.
Local de Almacén	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No

En caso de precisar otro tipo de instalaciones de protección (p.ej. ventilación forzada de garaje, extracción de humos de cocinas industriales, sistema automático de extinción, ascensor de emergencia, hidrantes exteriores etc.), consígnese en las siguientes casillas el sector y la instalación que se prevé:

### 1.1.5 SECCIÓN SI 5: Intervención de los bomberos

El proyecto cumple las exigencias de aproximación y entorno y de accesibilidad por fachada del SI-5.

El cerramiento tiene dos puertas en la fachada, en planta baja, en una calle interior de la parcela con una anchura de mayor de 5 m, con gálibo superior a los 4,50 m y capacidad suficiente del vial. No es necesario el cumplimiento de las condiciones formales previstas en el CTE en lo relativo a dimensiones de maniobra exteriores porque la altura de evacuación prevista es inferior a 9 metros.



## 1.1.6 SECCIÓN SI 6: Resistencia al fuego de la estructura

El proyecto cumple las exigencias de resistencia estructural del SI-6.

La resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas, soportes y tramos de escaleras que sean recorrido de evacuación, salvo que sean escaleras protegidas), es suficiente si:

- alcanza la clase indicada en la Tabla 3.1 de esta Sección, que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura (en la Tabla 3.2 de esta Sección si está en un sector de riesgo especial) en función del uso del sector de incendio y de la altura de evacuación del edificio;
- soporta dicha acción durante un tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el Anejo B.

**No se modifica la estructura principal en este proyecto. Los elementos estructurales existentes cumplen las condiciones de estabilidad al fuego previstas por la Norma.**

**Según Tabla 2.2 del RSCIEI, para riesgo bajo y tipología tipo C, se requiere una estabilidad al fuego R-30, para plantas sobre rasante, pero por tratarse de una cubierta ligera no prevista para evacuación y dado que su eventual colapso no pueda dañar a otros edificios, no se exige estabilidad al fuego. No obstante, se ha previsto proteger la estructura principal con pintura intumescente de al menos R-30.**

Sector o local de riesgo especial	Uso del recinto inferior al forjado considerado	Material estructural considerado (1)			Estabilidad al fuego de los elementos estructurales	
		Soportes	Vigas	Forjado / cubierta	Norma	Proyecto (2)

Local de almacén	-	Metálicos	Metálicas	- /metálica	R-30	<b>R-30</b>
------------------	---	-----------	-----------	-------------	------	-------------

(1) Debe definirse el material estructural empleado en cada uno de los elementos estructurales principales (soportes, vigas, forjados, losas, tirantes, etc.)

(2) La resistencia al fuego de un elemento puede establecerse de alguna de las formas siguientes:

- comprobando las dimensiones de su sección transversal obteniendo su resistencia por los métodos simplificados de cálculo con datos en los anejos B a F, aproximados para la mayoría de las situaciones habituales;
- adoptando otros modelos de incendio para representar la evolución de la temperatura durante el incendio;
- mediante la realización de los ensayos que establece el R.D. 312/2005, de 18 de marzo.

Deberá justificarse en la memoria el método empleado y el valor obtenido.

## 1.3 CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS RD 1942/1993.

El proyecto CUMPLE las condiciones impuestas en el Apéndice 1 de características de aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios RD 1942/1993:

1. Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al Reglamento de aparatos a presión y a su Instrucción técnica complementaria MIE-AP5.
2. Los extintores de incendio necesitarán, antes de su fabricación o importación, con independencia de lo establecido por la ITC-MIE-AP5, ser aprobados de acuerdo con lo establecido en el artículo 2 de este Reglamento, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE 23.110.
3. El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.
4. El tipo de agente extintor, polvo ABC, es adecuado al tipo de fuego previsible en el local.





**1.4 CUMPLIMIENTO DE LA ORDENANZA MUNICIPAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 2011.**

2. PROPAGACIÓN INTERIOR

2.2.1 Si el cuadro eléctrico tiene una potencia igual o superior a 100 KW, se emplaza en local de riesgo especial bajo (tabla 2.2 del DB SI-1).....NO PROCEDE

2.3 Revestimiento de fachadas mínimo: ..... B-s3,d0

3. PROPAGACIÓN EXTERIOR

3.1 Los cerramientos del local cuenta con bandas mayores de un metro resistentes al fuego para evitar la propagación exterior del fuego.....NO PROCEDE

4. EVACUACIÓN DE OCUPANTES.

4.1 No hay ocupación mayor de 50 personas.

5. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

5.4.1. El local NO está en la relación de establecimientos del Art.4 del Capítulo 1. En consecuencia, no es necesario disponer detectores de incendios en falso techo o suelo técnico. .... CUMPLE

5.5.2. El local no está entre los locales afectados por el pto. 5.5.2 (ANEXO I). En consecuencia, no es preceptiva la instalación de sistema de extinción automática..... CUMPLE

**ANEXO II. ESTABLECIMIENTOS DE USO INDUSTRIAL**

1. USOS INDUSTRIALES ESPECÍFICOS.

Los establecimientos destinados a archivos o mini-almacenes en su totalidad, se les aplicará el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales y el presente anexo y, a efectos de aplicación de esta normativa, serán considerados como mínimo, establecimientos de nivel de riesgo intrínseco medio.

2. CALCULO DE LA CARGA DE FUEGO.

Para el cálculo de la carga de fuego se ha considerado como altura de almacenamiento la máxima posible (hasta el techo), por lo que es posible almacenar en estanterías metálicas hasta 4,10m de altura desde el suelo.

Zaragoza, mayo de 2021

Eduardo Martín Correas. Arquitecto



## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

### **ANEXO 3**

### **SEGURIDAD ESTRUCTURAL**



## ANEXO 3. SE-Seguridad Estructural

### 3. Seguridad estructural

#### 3.1. Normativa

En el presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes documentos del Código Técnico de la Edificación (CTE):

- DB SE: Seguridad estructural
- DB SE AE: Acciones en la edificación
- DB SE C: Cimientos
- DB SE A: Acero
- DB SE F: Fábrica

Además, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa en vigor:

- EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural.
- NSCE-02: Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

De acuerdo a las necesidades, usos previstos y características de los elementos estructurales, se adjunta la justificación documental del cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad estructural.

#### 3.2. Documentación

El proyecto contiene la documentación completa, incluyendo memoria, planos, pliego de condiciones, instrucciones de uso y plan de mantenimiento.

#### 3.3. Exigencias básicas de seguridad estructural (DB SE)

##### 3.3.1. Análisis estructural y dimensionado

###### Proceso

El proceso de verificación estructural del edificio se describe a continuación:

- Determinación de situaciones de dimensionado.
- Establecimiento de las acciones.
- Análisis estructural.
- Dimensionado.

###### Situaciones de dimensionado

- Persistentes: Condiciones normales de uso.
- Transitorias: Condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
- Extraordinarias: Condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o a las que puede resultar expuesto el edificio (acciones accidentales).

###### Periodo de servicio (vida útil):

En este proyecto se considera una vida útil para la estructura de 50 años.

###### Métodos de comprobación: Estados límite

Situaciones que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

###### Estados límite últimos

Situación que, de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura.

Como estados límites últimos se han considerado los debidos a:

- Pérdida de equilibrio del edificio o de una parte de él.
- Deformación excesiva.
- Transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo.
- Rotura de elementos estructurales o de sus uniones.
- Inestabilidad de elementos estructurales.

###### Estados límite de servicio

Situación que de ser superada afecta a:

- El nivel de confort y bienestar de los usuarios.
- El correcto funcionamiento del edificio.
- La apariencia de la construcción.



### 3.3.2. Acciones

#### Clasificación de las acciones

Las acciones se clasifican, según su variación con el tiempo, en los siguientes tipos:

- Permanentes (G): son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable.
- Variables (Q): son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio (uso y acciones climáticas).
- Accidentales (A): son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia (sismo, incendio, impacto o explosión).

#### Valores característicos de las acciones

Los valores de las acciones están reflejadas en la justificación de cumplimiento del documento DB SE AE (ver apartado Acciones en la edificación (DB SE AE)).

### 3.3.3. Datos geométricos

La definición geométrica de la estructura está indicada en los planos de proyecto.

### 3.3.4. Características de los materiales

Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del Documento Básico correspondiente o bien en la justificación de la instrucción EHE-08.

### 3.3.5. Modelo para el análisis estructural

En caso necesario, se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales, considerando los elementos que definen la estructura: muros de fábrica, pilares, vigas y forjados unidireccionales.

Se establece la compatibilidad de desplazamientos en todos los nudos, considerando seis grados de libertad y la hipótesis de indeformabilidad en el plano para cada forjado continuo, impidiéndose los desplazamientos relativos entre nudos.

A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, se supone un comportamiento lineal de los materiales.

#### Cálculos por ordenador

Nombre del programa: CYPECAD.

Empresa: CYPE Ingenieros, S.A.- Avda. Eusebio Sempere, 5 - 03003 ALICANTE.

CYPECAD realiza un cálculo espacial por métodos matriciales, considerando todos los elementos que definen la estructura: muros de fábrica, pilares, vigas y forjados unidireccionales.

Se establece la compatibilidad de desplazamientos en todos los nudos, considerando seis grados de libertad y utilizando la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta (diafragma rígido), para modelar el comportamiento del forjado.

A los efectos de obtención de las distintas respuestas estructurales (solicitaciones, desplazamientos, tensiones, etc.) se supone un comportamiento lineal de los materiales, realizando por tanto un cálculo estático para acciones no sísmicas. Para la consideración de la acción sísmica se realiza un análisis modal espectral.

Debido a la sencillez de la estructura existente, en la que simplemente se renuevan los elementos deteriorados que ya están suficientemente sobredimensionados, no se precisan cálculos por ordenador en este proyecto.

### 3.3.6. Verificaciones basadas en coeficientes parciales

En la verificación de los estados límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia, respectivamente.

Verificación de la estabilidad:  $E_{d, \text{estab}} \leq E_{d, \text{desestab}}$

-  $E_{d, \text{estab}}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones estabilizadoras.

-  $E_{d, \text{desestab}}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones desestabilizadoras.

Verificación de la resistencia de la estructura:  $R_d \geq E_d$

-  $R_d$ : Valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

-  $E_d$ : Valor de cálculo del efecto de las acciones.



### Combinaciones de acciones consideradas y coeficientes parciales de seguridad

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**- Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

**- Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G<sub>k</sub> Acción permanente

P<sub>k</sub> Acción de pretensado

Q<sub>k</sub> Acción variable

γ<sub>G</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ<sub>P</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

γ<sub>Q,1</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

γ<sub>Q,i</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

ψ<sub>p,1</sub> Coeficiente de combinación de la acción variable principal

ψ<sub>a,i</sub> Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

#### E.L.S. Flecha. Acero laminado: CTE DB SE-A

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	0.700

Frecuente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300

#### E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700



### Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

### Deformaciones: flechas y desplazamientos horizontales

Según lo expuesto en el artículo 4.3.3 del documento CTE DB SE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha comprobado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en 4.3.3.2 de dicho documento.

Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tienen en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

En la obtención de los valores de las flechas se considera el proceso constructivo, las condiciones ambientales y la edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de flecha pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías.

Se establecen los siguientes límites de deformación de la estructura:

Flechas relativas para los siguientes elementos				
Tipo de flecha	Combinación	Tabiques frágiles	Tabiques ordinarios	Resto de casos
Integridad de los elementos constructivos (flecha activa)	Característica G+Q	1 / 500	1 / 400	1 / 300
Confort de usuarios (flecha instantánea)	Característica de sobrecarga Q	1 / 350	1 / 350	1 / 350
Apariencia de la obra (flecha total)	Casi permanente G + $\Psi_2$ Q	1 / 300	1 / 300	1 / 300

Desplazamientos horizontales	
Local	Total
Desplome relativo a la altura entre plantas: $\delta/h < 1/250$	Desplome relativo a la altura total del edificio: $\Delta/H < 1/500$

### Vibraciones

No se ha considerado el efecto debido a estas acciones sobre la estructura.

### 3.4. Acciones en la edificación (DB SE AE)

#### 3.4.1. Acciones permanentes (G)

##### Peso propio de la estructura

Para elementos lineales (pilares, vigas, diagonales, etc.) se obtiene su peso por unidad de longitud como el producto de su sección bruta por el peso específico del acero 78,5 kN/m<sup>3</sup>.

##### Cargas permanentes superficiales

Se estiman uniformemente repartidas en la cubierta. Representan elementos tales como peso de la chapa de cerramiento, instalaciones, luminarias, etc.

##### Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento

Éstos se consideran como cargas lineales obtenidas a partir del espesor, la altura y el peso específico de los materiales que componen dichos elementos constructivos, teniendo en cuenta los valores especificados en el anejo C del Documento Básico SE AE.





### Cargas superficiales generales de plantas

Cubierta		
Planta	Tipo	Peso propio (kN/m <sup>2</sup> )
cubierta	cerramiento existente	0,10

Cargas permanentes superficiales (tabiquería, pavimentos y revestimientos)	
Planta	Carga superficial (kN/m <sup>2</sup> )
Cerramientos de chapa	0,10

### Cargas adicionales (puntuales, lineales y superficiales)

Planta	Superficiales		Lineales		Puntuales	
	Mín. (kN/m <sup>2</sup> )	Máx. (kN/m <sup>2</sup> )	Mín. (kN/m)	Máx. (kN/m)	Mín. (kN)	Máx. (kN)
CUBIERTA-FALDONES	---	---	---	---	2	---

### 3.4.2. Acciones variables (Q)

#### Sobrecarga de uso

Se tienen en cuenta los valores indicados en la tabla 3.1 del documento DB SE AE.

#### Cargas superficiales generales de planta

Planta	Carga superficial (kN/m <sup>2</sup> )
CUBIERTA	0,040

#### Viento

Se han considerado acciones de este tipo en el cálculo de la estructura.

Presión dinámica básica  $q_b = 0,45 \text{ kN/m}^2$

periodo de servicio = 50 años

coeficiente corrector = 1

Coeficiente de exposición  $C_e = 1,985$

Planta	Carga superficial (kN/m <sup>2</sup> )			
	cubierta	Barlovento	laterales	sotavento
V (0)	-0,188/-0,188/-0,161/-0,054/-0,045	0,07	0,11/0,07/-0,44	-0,37
V (90)	-0,15/-0,11/-0,05	0,07	0,11/0,07/-0,44	-0,03
V180)	-0,188/-0,188/-0,161/-0,054/-0,045	0,07	0,11/0,07/-0,44	-0,37
V(270)	-0,21/-0,12/-0,07	0,07	0,11/0,07/-0,44	-0,03

#### Acciones térmicas

No se ha considerado en el cálculo de la estructura.

#### Nieve

Se tienen en cuenta los valores indicados en el apartado 3.5 del documento DB SE AE.

Zona climática de invierno = 2

Altura = 208 msnm

$S_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$

En la cubierta  $\mu (5^\circ) = 1,00$

Carga de nieve = 0,50 kN/m<sup>2</sup>

### 3.4.3. Acciones accidentales

Se consideran acciones accidentales los impactos, las explosiones, el sismo y el fuego. La condiciones en que se debe estudiar la acción del sismo y las acciones debidas a éste en caso de que sea necesaria su consideración están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.



## Sismo

No se han considerado acciones de este tipo en el cálculo de la estructura.

## Incendio

Se protegerá la estructura principal con pintura intumescente de forma de conseguir una resistencia al fuego R-30.

### 3.5. Cimientos (DB SE C)

No se ven afectos por la reforma.

### 3.7. Elementos estructurales de acero (DB SE A)

#### 3.7.1. Generalidades

Se comprueba el cumplimiento del presente Documento Básico para aquellos elementos realizados con acero.

En el diseño de la estructura se contempla la seguridad adecuada de utilización, incluyendo los aspectos relativos a la durabilidad, fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento.

#### 3.7.2. Bases de cálculo

Para verificar el cumplimiento del apartado 3.2 del Documento Básico SE, se ha comprobado:

- La estabilidad y la resistencia (estados límite últimos)
- La aptitud para el servicio (estados límite de servicio)

#### Estados límite últimos

La determinación de la resistencia de las secciones se hace de acuerdo a lo especificado en el capítulo 6 del documento DB SE A, partiendo de las esbelteces, longitudes de pandeo y esfuerzos actuantes para todas las combinaciones definidas en la presente memoria, teniendo en cuenta la interacción de los mismos y comprobando que se cumplen los límites de resistencia establecidos para los materiales seleccionados.

#### Estados límite de servicio

Se comprueba que todas las barras cumplen, para las combinaciones de acciones establecidas en el apartado 4.3.2 del Documento Básico SE, con los límites de deformaciones, flechas y desplazamientos horizontales.

#### 3.7.3. Durabilidad

Los perfiles de acero están protegidos de acuerdo a las condiciones de uso y ambientales y a su situación, de manera que se asegura su resistencia, estabilidad y durabilidad durante el periodo de vida útil, debiendo mantenerse de acuerdo a las instrucciones de uso y plan de mantenimiento correspondiente.

#### 3.7.4. Materiales

Los coeficientes parciales de seguridad utilizados para las comprobaciones de resistencia son:

- $\gamma_{M0} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.
- $\gamma_{M1} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad.
- $\gamma_{M2} = 1,25$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión.

#### Características de los aceros empleados

Los aceros empleados en este proyecto se corresponden con los indicados en la norma UNE EN 10025: Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general.

Las propiedades de los aceros utilizados son las siguientes:

- Módulo de elasticidad longitudinal (E): 210.000 N/mm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad transversal o módulo de rigidez (G): 81.000 N/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ): 0.30
- Coeficiente de dilatación térmica ( $\alpha$ ):  $1,2 \cdot 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$
- Densidad ( $\rho$ ): 78.5 kN/m<sup>3</sup>

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

### **3.7.5. Análisis estructural**

El análisis estructural se ha realizado con el modelo descrito en el Documento Básico SE, discretizándose las barras de acero con las propiedades geométricas obtenidas de las bibliotecas de perfiles de los fabricantes o calculadas de acuerdo a la forma y dimensiones de los perfiles.

Los tipos de sección a efectos de dimensionamiento se clasifican de acuerdo a la tabla 5.1 del Documento Básico SE A, aplicando los métodos de cálculo descritos en la tabla 5.2 y los límites de esbeltez de las tablas 5.3, 5.4, y 5.5 del mencionado documento.

La traslacionalidad de la estructura se contempla aplicando los métodos descritos en el apartado 5.3.1.2 del Documento Básico SE A teniendo en consideración los correspondientes coeficientes de amplificación.

### **3.8. Muros de fábrica (DB SE F)**

No hay elementos estructurales de frabrica de obra.

### **3.9. Elementos estructurales de madera (DB SE M)**

No hay elementos estructurales de madera

Zaragoza, mayo de 2021



Eduardo Martín Correas. Arquitecto

## ANEJO DE CALCULO. UNIONES DE ESTRUCTURA

### UNION 1

IPE-270 - Ala Sup.:

#### Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.06117 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_{PI} : \frac{0.06117}{1} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{lim} : \frac{5.00000}{1} \%$$

IPE-270 - Ala inf.:

#### Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.01577 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_{PI} : \frac{0.01577}{1} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{lim} : \frac{5.00000}{1} \%$$

IPE-270 - Alma:

#### Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.03582 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.0358  
l     2     %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m     0     %

160.80.5 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.02188 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.0218  
l     8     %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m     0     %

160.80.5 - Ala inf.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.02302 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.0230  
l     2     %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m     0     %

160.80.5 - Alma izq.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.



**DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA**

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.04999 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : \frac{0.0499}{9} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : \frac{5.0000}{0} \%$$

160.80.5 - Alma der.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.05767 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : \frac{0.0576}{7} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : \frac{5.0000}{0} \%$$

UPN-80 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.06430 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : \frac{0.0643}{0} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : \frac{5.0000}{0} \%$$

UPN-80 - Ala inf.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$\varepsilon_{PI} \leq \varepsilon_{lim}$$

$$0.09696 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\varepsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\varepsilon_{PI} : \frac{0.0969}{6} \%$$

$\varepsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\varepsilon_{lim} : \frac{5.0000}{0} \%$$

UPN-80 - Alma:

### Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$\varepsilon_{PI} \leq \varepsilon_{lim}$$

$$0.05160 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\varepsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\varepsilon_{PI} : \frac{0.0516}{0} \%$$

$\varepsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\varepsilon_{lim} : \frac{5.0000}{0} \%$$

FRONTAL1:

### Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$\varepsilon_{PI} \leq \varepsilon_{lim}$$

$$0.05735 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\varepsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\varepsilon_{PI} : \frac{0.0573}{5} \%$$

$\varepsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\varepsilon_{lim} : \frac{5.0000}{0} \%$$

FRONTAL1 - 1:

### Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

**DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA**

$$1,2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 32.5 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm}$$



**e<sub>1</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$e_1 : \frac{32.}{5} \text{ mm}$$

$$1,2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 32.5 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm}$$



**e<sub>2</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$e_2 : \frac{32.}{5} \text{ mm}$$

$$2,2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm}$$



**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{70.}{0} \text{ mm}$$

$$2,4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm}$$



**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{70.}{0} \text{ mm}$$

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{14.}{0} \text{ mm}$$

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{10.}{0} \text{ mm}$$

**Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)**

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_n}{\gamma_{M2}}$$

$$2.42 \text{ kN} \leq 32.37 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$F_{v,Ed} : \frac{2.4}{2} \text{ kN}$$

$$c \quad \_ \quad 0,6f_{ub} A_s n$$

$$F_{v,R} = \frac{32.3}{7} \frac{k}{N}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s = \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} = \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**n**: Número de planos de corte  $n = \frac{0}{1}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} = \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,R} = \frac{103.2}{0} \frac{k}{N}$$

**α**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha = \frac{1.0}{0}$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$$

**β**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta = \frac{2.5}{0}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del material de la pieza

$$f_u = \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$$

**d**: Diámetro del vástago del tornillo

$$d = \frac{12.}{0} \text{ m}$$

**t**: Espesor de la pieza

$$t = \frac{10.}{0} \text{ m}$$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia

$\gamma_M$ :  $\frac{1.2}{2}$   
 $\frac{5}{5}$

Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+ 1.5·V(0°)H1.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

**0.21 kN ≤ 48.56 kN ✓**

$F_{t,Ed}$ :  $\frac{0.2}{1}$  kN

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$F_{t,Rd}$ :  $\frac{48.5}{6}$  kN

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción

**A<sub>s</sub>**:  $\frac{84.3}{0}$  mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo

**f<sub>ub</sub>**:  $\frac{800.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia

$\gamma_M$ :  $\frac{1.2}{2}$   
 $\frac{5}{5}$

No será preciso comprobar el valor de Bp,Rd cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{df_{ub}}{6f_u}$$

**t<sub>min</sub>**: Espesor de la pieza más delgada a unir

**t<sub>min</sub>**:  $\frac{10.}{0}$  m

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo

**f<sub>ub</sub>**:  $\frac{800.0}{0}$  MPa

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del acero de la chapa

**f<sub>u</sub>**:  $\frac{430.0}{0}$  MPa

**d**: Diámetro nominal del tornillo

**d**:  $\frac{12.}{0}$  m



Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.08 kN ≤ 1.00  
kN



**F<sub>v,Ed</sub>**: Esfuerzo cortante del tornillo

$\frac{2.4}{2}$   
**F<sub>v,Ed</sub>** : 2 kN

**F<sub>v,Rd</sub>**: Resistencia a cortante del tornillo

$\frac{32.3}{7}$   
**F<sub>v,Rd</sub>** : 7 kN

**F<sub>t,Ed</sub>**: Esfuerzo de tracción del tornillo

$\frac{0.2}{1}$   
**F<sub>t,Ed</sub>** : 1 kN

**F<sub>t,Rd</sub>**: Resistencia a tracción del tornillo

$\frac{48.5}{6}$   
**F<sub>t,Rd</sub>** : 6 kN

FRONTAL1 - 2:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1,2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

16.8 mm ≤ 32.5 mm ≤ 80.0  
mm



**e<sub>1</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$\frac{32.}{5}$   
**e<sub>1</sub>** : 5 mm

$$1,2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

16.8 mm ≤ 32.5 mm ≤ 80.0  
mm



**e<sub>2</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$\frac{32.}{5}$   
**e<sub>2</sub>** : 5 mm

$$2,2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

30.8 mm ≤ 70.0 mm ≤ 140.0  
mm



**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$\frac{70.}{0}$   
**p<sub>1</sub>** : 0 mm

**DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA**

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm}$$



**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{70.}{0} \text{ mm}$$

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{14.}{0} \text{ mm}$$

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{10.}{0} \text{ mm}$$

**Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)**

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

$$2.32 \text{ kN} \leq 32.37 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} : \frac{2.3}{2} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,Rd} : \frac{32.3}{7} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s : \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**n**: Número de planos de corte  $n : \frac{0}{1}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

$$F_{v,Rd} = \alpha f_{ub} d t$$

$F_{b,R}$ :  $\frac{103.2}{0}$  k  
d N

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha$ :  $\frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u}$ : 1, 0;

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta$ :  $\frac{2.5}{0}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u$ :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

d: Diámetro del vástago del tornillo d:  $\frac{12.}{0}$  mm

t: Espesor de la pieza t:  $\frac{10.}{0}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia

$\gamma_M$ :  $\frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$0.00 \text{ kN} \leq 48.56 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed}: \frac{0.0}{0} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,R}: \frac{48.5}{6} \text{ kN}$$

$A_s$ : Área resistente a tracción

$$A_s: \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo

**f<sub>u</sub>** : 800.0 MP  
**b** 0 a

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia

**γ<sub>M</sub>** : 1.2  
**2** 5

No será preciso comprobar el valor de Bp,Rd cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{\min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

**t<sub>min</sub>**: Espesor de la pieza más delgada a unir

**t<sub>mi</sub>** : 10. m  
**n** 0 m

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo

**f<sub>u</sub>** : 800.0 MP  
**b** 0 a

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del acero de la chapa

**f** : 430.0 MP  
**u** 0 a

**d**: Diámetro nominal del tornillo

: 12. m  
**d** 0 m

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.07 kN ≤ 1.00  
kN



**F<sub>v,Ed</sub>**: Esfuerzo cortante del tornillo

**F<sub>v,Ed</sub>** : 2.3 kN

**F<sub>v,Rd</sub>**: Resistencia a cortante del tornillo

**F<sub>v,Rd</sub>** : 32.3 kN

**F<sub>t,Ed</sub>**: Esfuerzo de tracción del tornillo

**F<sub>t,Ed</sub>** : 0.0 kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo

$F_{t,Rd}$ :  $\frac{48.5}{6}$  kN

FRONTAL1 - 3:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125 \text{ mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 32.5 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm}$$



$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$e_1$ :  $\frac{32.}{5}$  mm

$$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125 \text{ mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 32.5 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm}$$



$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$e_2$ :  $\frac{32.}{5}$  mm

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200 \text{ mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm}$$



$p_1$ : Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$p_1$ :  $\frac{70.}{0}$  mm

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200 \text{ mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm}$$



$p_2$ : Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$p_2$ :  $\frac{70.}{0}$  mm

$d_0$ : Diámetro del agujero

$d_0$ :  $\frac{14.}{0}$  mm

$t$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$t$ :  $\frac{10.}{0}$  mm

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .





$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

2.57 kN ≤ 32.37 kN ✓

$F_{v,Ed} : \frac{2.5}{7} \text{ kN}$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$F_{v,R} : \frac{32.3}{7} \text{ kN}$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s : \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**n**: Número de planos de corte  $n : \frac{0}{1}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha\beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,R} : \frac{103.2}{0} \text{ kN}$

**α**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha : \frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$

**β**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta : \frac{2.5}{0}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

**d**: Diámetro del vástago del tornillo  $d : \frac{12.}{0} \text{ mm}$

t: Espesor de la pieza  $t$ :  $\frac{10.}{0}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$ :  $\frac{1.2}{5}$

Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$0.17 \text{ kN} \leq 48.56 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{0.1}{7} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,Rd} : \frac{48.5}{6} \text{ kN}$$

$A_s$ : Área resistente a tracción

$$A_s : \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$$

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo

$$f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia

$$\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, Rd$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t_{min} : \frac{10.}{0} \text{ m}$$

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo

$$f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de la chapa

$f_u$ : 430.0 MPa

$d$ : Diámetro nominal del tornillo

$d$ : 12.0 mm

Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.08 kN ≤ 1.00 kN ✓

$F_{v,Ed}$ : Esfuerzo cortante del tornillo

$F_{v,Ed}$ : 2.5 / 7 kN

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo

$F_{v,Rd}$ : 32.3 / 7 kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo

$F_{t,Ed}$ : 0.1 / 7 kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo

$F_{t,Rd}$ : 48.5 / 6 kN

FRONTAL1 - 4:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1,2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

16.8 mm ≤ 32.5 mm ≤ 80.0 mm ✓

$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$e_1$ : 32.5 / 5 mm

$$1,2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

16.8 mm ≤ 32.5 mm ≤ 80.0 mm ✓

$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$e_2$ : 32.5 / 5 mm



## DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm}$$



**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{70.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm}$$



**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{70.}{0} \text{ mm}$$

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{14.}{0} \text{ mm}$$

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{10.}{0} \text{ mm}$$

### Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

$$2.62 \text{ kN} \leq 32.37 \text{ kN}$$



$$F_{v,Ed} : \frac{2.6}{2} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,R} : \frac{32.3}{7} \text{ kN}$$

$$A_s : \text{Área resistente a tracción} \quad A : \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$$

$$f_{ub} : \text{Tensión última a tracción del tornillo} \quad f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$$

$$n : \text{Número de planos de corte} \quad n : \frac{0}{1}$$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,R} : 103.2 \text{ k}$   
 $d : 0 \text{ N}$

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha : \frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta : \frac{2.5}{0}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

$d$ : Diámetro del vástago del tornillo  $d : \frac{12}{0} \text{ mm}$

$t$ : Espesor de la pieza  $t : \frac{10}{0} \text{ mm}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

**0.18 kN ≤ 48.56 kN ✓**

$F_{t,Ed} : \frac{0.1}{8} \text{ kN}$

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$F_{t,R} : 48.5 \text{ k}$   
 $d : 6 \text{ N}$



<b>A<sub>s</sub></b> : Área resistente a tracción	<b>A</b> : 84.3 mm s <u>0</u> <sup>2</sup>
<b>f<sub>ub</sub></b> : Tensión última a tracción del tornillo	<b>f<sub>u</sub></b> : 800.0 MP b <u>0</u> a
<b>γ<sub>M2</sub></b> : Coeficiente parcial para la resistencia	<b>γ<sub>M</sub></b> : 1.2 2 <u>5</u>

No será preciso comprobar el valor de Bp,Rd cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:


$$t_{\min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

<b>t<sub>min</sub></b> : Espesor de la pieza más delgada a unir	<b>t<sub>mi</sub></b> : 10. m n <u>0</u> m
<b>f<sub>ub</sub></b> : Tensión última a tracción del tornillo	<b>f<sub>u</sub></b> : 800.0 MP b <u>0</u> a
<b>f<sub>u</sub></b> : Resistencia a tracción del acero de la chapa	<b>f</b> : 430.0 MP u <u>0</u> a
<b>d</b> : Diámetro nominal del tornillo	: 12. m <b>d</b> <u>0</u> m

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.08 kN ≤ 1.00 

**F<sub>v,Ed</sub>**: Esfuerzo cortante del tornillo **F<sub>v,Ed</sub>** : 2.6 kN

**F<sub>v,Rd</sub>**: Resistencia a cortante del tornillo **F<sub>v,Rd</sub>** : 32.3 kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed}$  :  $\frac{0.1}{8}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd}$  :  $\frac{48.5}{6}$  kN

FRONTAL1 - 5:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 32.5 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm}$$



$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$e_1 : \frac{32.}{5} \text{ mm}$$

$$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 32.5 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm}$$



$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$e_2 : \frac{32.}{5} \text{ mm}$$

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm}$$



$p_1$ : Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{70.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm}$$



$p_2$ : Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{70.}{0} \text{ mm}$$

$d_0$ : Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{14.}{0} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{10.}{0} \text{ mm}$$

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

2.71 kN ≤ 32.37 kN ✓

$$F_{v,Ed} = \frac{2.7}{1} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,R} = \frac{32.3}{7} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s = \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} = \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**n**: Número de planos de corte  $n = \frac{0}{1}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} = \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha\beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,R} = \frac{103.2}{0} \text{ N}$$

**α**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha = \frac{1.0}{0}$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$$

**β**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta = \frac{2.5}{0}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u = \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

d: Diámetro del vástago del tornillo  $d : \frac{12}{0}$  mm

t: Espesor de la pieza  $t : \frac{10}{0}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$1.19 \text{ kN} \leq 48.56 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{1.1}{9} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,Rd} : \frac{48.5}{6} \text{ kN}$$

$A_s$ : Área resistente a tracción

$$A_s : \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$$

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo

$$f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia

$$\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, Rd$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t_{min} : \frac{10}{0} \text{ mm}$$

<b>f<sub>ub</sub></b> : Tensión última a tracción del tornillo	<b>f<sub>u</sub></b> : 800.0 MP b <u>  0  </u> a
<b>f<sub>u</sub></b> : Resistencia a tracción del acero de la chapa	<b>f</b> : 430.0 MP u <u>  0  </u> a
<b>d</b> : Diámetro nominal del tornillo	: 12. m d <u>  0  </u> m

Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.10 kN ≤ 1.00 kN ✓

**F<sub>V,Ed</sub>**: Esfuerzo cortante del tornillo **F<sub>V,Ed</sub>** :  $\frac{2.7}{1}$  kN

**F<sub>V,Rd</sub>**: Resistencia a cortante del tornillo **F<sub>V,Rd</sub>** :  $\frac{32.3}{7}$  kN

**F<sub>t,Ed</sub>**: Esfuerzo de tracción del tornillo **F<sub>t,Ed</sub>** :  $\frac{1.1}{9}$  kN

**F<sub>t,Rd</sub>**: Resistencia a tracción del tornillo **F<sub>t,Rd</sub>** :  $\frac{48.5}{6}$  kN

FRONTAL1 - 6:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$1,2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$  16.8 mm ≤ 32.5 mm ≤ 80.0 mm ✓

**e<sub>1</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir **e<sub>1</sub>** :  $\frac{32.}{5}$  mm

$1,2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$  16.8 mm ≤ 32.5 mm ≤ 80.0 mm ✓

**e<sub>2</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir 32.  
e<sub>2</sub> : 5 mm

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm} \quad \checkmark$$

**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir 70.  
p<sub>1</sub> : 0 mm

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 70.0 \text{ mm} \leq 140.0 \text{ mm} \quad \checkmark$$

**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir 70.  
p<sub>2</sub> : 0 mm

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero 14.  
d<sub>0</sub> : 0 mm

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir 10.  
t : 0 mm

**Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)**

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_n}{\gamma_{M2}}$$

$$2.66 \text{ kN} \leq 32.37 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$F_{v,Ed} : \frac{2.6}{6} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,R} : \frac{32.3}{7} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción A : 84.3  
s : 0 mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo 800.0  
f<sub>ub</sub> : 0 MPa



**n**: Número de planos de corte **n** :  $\frac{0}{1}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} : \frac{103.2}{0} \text{ kN}$$

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha$  :  $\frac{1.0}{0}$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$$

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta$  :  $\frac{2.5}{0}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del material de la pieza **f<sub>u</sub>** :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

**d**: Diámetro del vástago del tornillo **d** :  $\frac{12}{0}$  mm

**t**: Espesor de la pieza **t** :  $\frac{10}{0}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$0.45 \text{ kN} \leq 48.56 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{0.4}{5} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,R} : \frac{48.5}{6} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s : \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de Bp,Rd cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

**t<sub>min</sub>**: Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{min} : \frac{10.}{0} \text{ m}$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

**d**: Diámetro nominal del tornillo  $d : \frac{12.}{0} \text{ m}$

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$0.09 \text{ kN} \leq 1.00 \text{ kN}$$



**F<sub>v,Ed</sub>**: Esfuerzo cortante del tornillo

$$F_{v,Ed} : \frac{2.6}{6} \text{ kN}$$

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo  $F_{v,Rd} : \frac{32.3}{7} \text{ kN}$

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed} : \frac{0.4}{5} \text{ kN}$

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd} : \frac{48.5}{6} \text{ kN}$

AJUSTE2 - Ala Sup. - Frontal:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$94.84 \leq 404.71$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{61.2}{3} \text{ MP}$

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón  $\tau_{\perp} : \frac{4.1}{1} \text{ MP}$

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón  $\tau_{\parallel} : \frac{41.6}{1} \text{ MP}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MP}$

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w : \frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.75 \cdot N(EI)$ .



$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$61.23 \leq 309.60$$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta

$$\sigma_{\perp} : \frac{61.2}{3} \text{ MP}$$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$$f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MP}$$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia

$$\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$$

### Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$$a \leq 0,7t_{\min}$$

$$4.0 \leq 5.6$$



$a$ : Espesor de garganta

$$a : \frac{4.0}{0} \text{ m}$$

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t_{\min} : \frac{8.0}{0} \text{ m}$$

$$a \geq 3 \text{ mm}$$

$$4.0 \geq 3.0$$



$a$ : Espesor de garganta

$$a : \frac{4.0}{0} \text{ m}$$

AJUSTE2 - Ala Sup. - Trasero:

### Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$175.72 \leq 404.71$$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta

$$\sigma_{\perp} : \frac{47.7}{2} \text{ MP}$$



$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón  $\tau_{\perp} : 89.3 \text{ MP}$   
 $\perp \quad \underline{9} \quad \text{a}$

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón  $\tau_{\parallel} : 39.2 \text{ MP}$   
 $\parallel \quad \underline{9} \quad \text{a}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : 430.0 \text{ MP}$   
 $\underline{0} \quad \text{a}$

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w : 0.8$   
 $\underline{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : 1.2$   
 $\underline{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$   $47.72 \leq 309.60$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : 47.7 \text{ MP}$   
 $\underline{2} \quad \text{a}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : 430.0 \text{ MP}$   
 $\underline{0} \quad \text{a}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : 1.2$   
 $\underline{5}$

**Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)**

$a \leq 0,7t_{\min}$   $4.0 \leq 5.6$

$a$ : Espesor de garganta  $a : 4. \text{ m}$   
 $\underline{0} \quad \text{m}$

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min} : 8. \text{ m}$   
 $\underline{0} \quad \text{m}$

$$a \geq 3 \text{ mm}$$

$$4.0 \geq 3.0 \quad \checkmark$$

**a**: Espesor de garganta

$$\begin{array}{l} : 4. \text{ m} \\ \mathbf{a} \quad \underline{0} \text{ m} \end{array}$$

AJUSTE2 - Ala inf. - Frontal:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\begin{array}{l} 74.93 \leq \\ 404.71 \end{array} \quad \checkmark$$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta

$$\begin{array}{l} \sigma : 28.0 \text{ MP} \\ \perp \quad \underline{8} \text{ a} \end{array}$$

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón

$$\begin{array}{l} \tau : 39.4 \text{ MP} \\ \perp \quad \underline{9} \text{ a} \end{array}$$

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón

$$\begin{array}{l} \tau_{\parallel} : 7.0 \text{ MP} \\ \parallel \quad \underline{4} \text{ a} \end{array}$$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$$\begin{array}{l} \mathbf{f} : 430.0 \text{ MP} \\ \mathbf{u} \quad \underline{0} \text{ a} \end{array}$$

$\beta_w$ : Factor de correlación

$$\begin{array}{l} \beta : 0.8 \\ \mathbf{w} \quad \underline{5} \end{array}$$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia

$$\begin{array}{l} \gamma_{\mathbf{M}} : 1.2 \\ \mathbf{2} \quad \underline{5} \end{array}$$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\begin{array}{l} 28.08 \leq \\ 309.60 \end{array} \quad \checkmark$$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta

$$\begin{array}{l} \sigma : 28.0 \text{ MP} \\ \perp \quad \underline{8} \text{ a} \end{array}$$



$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$$f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MP}$$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia

$$\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$$

Espeor de garganta (EAE, 59.3.2)

$$a \leq 0,7t_{\min}$$

$$4.0 \leq 5.6 \quad \checkmark$$

$a$ : Espesor de garganta

$$a : \frac{4.0}{0} \text{ m}$$

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t_{\min} : \frac{8.0}{0} \text{ m}$$

$$a \geq 3 \text{ mm}$$

$$4.0 \geq 3.0 \quad \checkmark$$

$a$ : Espesor de garganta

$$a : \frac{4.0}{0} \text{ m}$$

AJUSTE2 - Ala inf. - Trasero:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\frac{96.01}{404.71} \leq \quad \checkmark$$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta

$$\sigma_{\perp} : \frac{55.1}{5} \text{ MP}$$

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón


$$\tau_{\perp} : \frac{39.4}{1} \text{ MP}$$

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón



$$\tau_{\parallel} : \frac{22.4}{9} \text{ MP}$$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar	$f_u$ : 430.0 MP u 0 a
$\beta_w$ : Factor de correlación	$\beta_w$ : 0.8 w 5
$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia	$\gamma_{M2}$ : 1.2 2 5

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$ \sigma_{\perp}  \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$	55.15 ≤ 309.60	
$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta	$\sigma_{\perp}$ : 55.1 MP 1 5 a	
$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar	$f_u$ : 430.0 MP u 0 a	
$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia	$\gamma_{M2}$ : 1.2 2 5	

**Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)**

$a \leq 0,7t_{\min}$	4.0 ≤ 5.6	
$a$ : Espesor de garganta	$a$ : 4. m 0 m	
$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir	$t_{\min}$ : 8. m n 0 m	
$a \geq 3 \text{ mm}$	4.0 ≥ 3.0	
$a$ : Espesor de garganta	$a$ : 4. m 0 m	

AJUSTE2 - Alma - Frontal:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$139.83 \leq 404.71$$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$ : 66.2 MP  
2 a

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón  $\tau_{\perp}$ : 70.9 MP  
9 a

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón  $\tau_{\parallel}$ : 3.9 MP  
3 a

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u$ : 430.0 MP  
0 a

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w$ : 0.8  
5

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2}$ : 1.2  
5

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$66.22 \leq 309.60$$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$ : 66.2 MP  
2 a

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u$ : 430.0 MP  
0 a

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia

$\gamma_M$  : 1.2  
2 5

Espeor de garganta (EAE, 59.3.2)

$$a \leq 0,7t_{\min}$$

$$4.0 \leq 4.2 \quad \checkmark$$

**a**: Espesor de garganta

: 4. m  
**a** 0 m

**t<sub>min</sub>**: Espesor de la pieza más delgada a unir

**t<sub>mi</sub>**: 6. m  
n 0 m

$$a \geq 3 \text{ mm}$$

$$4.0 \geq 3.0 \quad \checkmark$$

**a**: Espesor de garganta

: 4. m  
**a** 0 m

AJUSTE2 - Alma - Trasero:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$92.13 \leq 404.71 \quad \checkmark$$

**$\sigma_{\perp}$** : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta

**$\sigma$** : 50.8 MP  
 $\perp$  7 a

**$\tau_{\perp}$** : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón

**$\tau$** : 43.1 MP  
 $\perp$  6 a

**$\tau_{\parallel}$** : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón

**$\tau_{\parallel}$** : 10.2 MP  
| 2 a

**$f_u$** : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

**$f$** : 430.0 MP  
 **$u$**  0 a

$\beta_w$ : Factor de correlación	$\beta : 0.8$ $w \quad 5$
$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia	$\gamma_M : 1.2$ $2 \quad 5$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$ \sigma_{\perp}  \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$	$50.87 \leq 309.60$ ✓
$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta	$\sigma : 50.8 \text{ MP}$ $\perp \quad 7 \quad a$
$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar	$f : 430.0 \text{ MP}$ $u \quad 0 \quad a$
$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia	$\gamma_M : 1.2$ $2 \quad 5$

**Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)**

$a \leq 0,7t_{\min}$	$4.0 \leq 4.2$ ✓
$a$ : Espesor de garganta	$: 4. \text{ m}$ $a \quad 0 \text{ m}$
$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir	$t_{mi} : 6. \text{ m}$ $n \quad 0 \text{ m}$
$a \geq 3 \text{ mm}$	$4.0 \geq 3.0$ ✓
$a$ : Espesor de garganta	$: 4. \text{ m}$ $a \quad 0 \text{ m}$

UNION 2

IPE-270 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones LC1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

**0.06618 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_{PI} : \frac{0.06618}{1} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{lim} : \frac{5.00000}{1} \%$$

IPE-270 - Ala inf.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones LC1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

**0.04053 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_{PI} : \frac{0.04053}{1} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{lim} : \frac{5.00000}{1} \%$$

IPE-270 - Alma:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones LC1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

**0.08117 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_{PI} : \frac{0.08117}{1} \%$$



$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

UPN-220 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones LC1.

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.19072 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.1907  
l 2 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

UPN-220 - Ala inf.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones LC1.

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.11454 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.1145  
l 4 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

UPN-220 - Alma:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones LC1.

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.15776 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.1577  
l 6 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

PLACA1:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones LC1.

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

1.76948 %  $\leq$  5.00000 % ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 1.7694  
l 8 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

TORNILLOS1 - 1:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$

16.8 mm  $\leq$  40.0 mm  $\leq$  72.0 mm ✓

$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

40.  
 $e_1$  : 0 mm

$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$

16.8 mm  $\leq$  40.0 mm  $\leq$  72.0 mm ✓

$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

40.  
 $e_2$  : 0 mm

$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$

30.8 mm  $\leq$  60.0 mm  $\leq$  126.0 mm ✓

$p_1$ : Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

60.  
 $p_1$  : 0 mm

$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$

30.8 mm  $\leq$  60.0 mm  $\leq$  126.0 mm ✓

**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir **p<sub>2</sub>** : 60. mm

**d<sub>o</sub>**: Diámetro del agujero **d<sub>o</sub>** : 14. mm

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir **t** : 9. mm

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_n}{\gamma_{M2}}$$

**5.58 kN ≤ 32.37 kN ✓**

**F<sub>v,Ed</sub>** : 5.5 kN

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

**F<sub>v,Rd</sub>** : 32.3 kN

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción **A<sub>s</sub>** : 84.3 mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo **f<sub>ub</sub>** : 800.0 MPa

**n**: Número de planos de corte **n** : 1

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia **γ<sub>M2</sub>** : 1.2

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha\beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

**F<sub>b,Rd</sub>** : 92.8 kN

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha$  :  $\frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u}$ : 1, 0:

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta$  :  $\frac{2.5}{0}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u$  :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro del vástago del tornillo  $d$  :  $\frac{12}{0}$  mm

$t$ : Espesor de la pieza  $t$  :  $\frac{9}{0}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$15.84 \text{ kN} \leq 48.56 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{15.8}{4} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,R} : \frac{48.5}{6} \text{ kN}$$

$A_s$ : Área resistente a tracción  $A_s$  :  $\frac{84.3}{0}$  mm<sup>2</sup>

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$  :  $\frac{800.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, R_d$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{\min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min} : \frac{9}{0}$  mm

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro nominal del tornillo  $d : \frac{12}{0}$  mm

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.41 kN ≤ 1.00  
kN



$F_{v,Ed}$ : Esfuerzo cortante del tornillo  $F_{v,Ed} : \frac{5.5}{8}$  kN

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo  $F_{v,Rd} : \frac{32.3}{7}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed} : \frac{15.8}{4}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd} : \frac{48.5}{6}$  kN

TORNILLOS1 - 2:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 40.0 \text{ mm} \leq 72.0 \text{ mm}$$



**e<sub>1</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$e_1 : \underline{40.0} \text{ mm}$$

$$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 40.0 \text{ mm} \leq 72.0 \text{ mm}$$



**e<sub>2</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$e_2 : \underline{40.0} \text{ mm}$$

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 60.0 \text{ mm} \leq 126.0 \text{ mm}$$



**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \underline{60.0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 60.0 \text{ mm} \leq 126.0 \text{ mm}$$



**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \underline{60.0} \text{ mm}$$

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero

$$d_0 : \underline{14.0} \text{ mm}$$


**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \underline{9.0} \text{ mm}$$

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

$$3.70 \text{ kN} \leq 32.37 \text{ kN}$$


$$F_{v,Ed} : \underline{3.7} \text{ kN}$$



$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,R} : \frac{32.3}{7} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s : \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**n**: Número de planos de corte  $n : \frac{0}{1}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha\beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,R} : \frac{92.8}{8} \text{ kN}$$

**α**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha : \frac{1.0}{0}$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$$

**β**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta : \frac{2.5}{0}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

**d**: Diámetro del vástago del tornillo  $d : \frac{12}{0} \text{ mm}$

**t**: Espesor de la pieza  $t : \frac{9}{0} \text{ mm}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

**0.95 kN ≤ 48.56 kN ✓**

$F_{t,Ed} : \frac{0.9}{5} \text{ kN}$

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$F_{t,Rd} : \frac{48.5}{6} \text{ kN}$

$A_s$ : Área resistente a tracción  $A_s : \frac{84.3}{0} \text{ mm}^2$

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, Rd$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{min} : \frac{9.}{0} \text{ mm}$

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

$d$ : Diámetro nominal del tornillo  $d : \frac{12.}{0} \text{ mm}$

Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.13 kN ≤ 1.00  
kN



$F_{v,Ed}$ : Esfuerzo cortante del tornillo

$F_{v,Ed}$ :  $\frac{3.7}{0}$  kN

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo

$F_{v,Rd}$ :  $\frac{32.3}{7}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo

$F_{t,Ed}$ :  $\frac{0.9}{5}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo

$F_{t,Rd}$ :  $\frac{48.5}{6}$  kN

TORNILLOS1 - 3:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1,2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

16.8 mm ≤ 40.0 mm ≤ 72.0  
mm



$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$e_1$ :  $\frac{40.}{0}$  mm

$$1,2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

16.8 mm ≤ 40.0 mm ≤ 72.0  
mm



$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$e_2$ :  $\frac{40.}{0}$  mm

$$2,2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

30.8 mm ≤ 60.0 mm ≤ 126.0  
mm



**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir 60.  
**p<sub>1</sub>** : 0 mm

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 60.0 \text{ mm} \leq 126.0 \text{ mm} \quad \checkmark$$

**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir 60.  
**p<sub>2</sub>** : 0 mm

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero 14.  
**d<sub>0</sub>** : 0 mm

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir 9.  
**t** : 0 mm

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

$$12.24 \text{ kN} \leq 32.37 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$F_{v,Ed} : \frac{12.2}{4} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,R} : \frac{32.3}{7} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción **A** 84.3  
**s** : 0 mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo **f<sub>ub</sub>** : 0 MPa  
800.0

**n**: Número de planos de corte **n** : 1  
0

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia **γ<sub>M2</sub>** : 5  
1.2

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,R} : \frac{92.8}{8} \text{ kN}$$

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha : \frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u}$ : 1, 0;

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta : \frac{2.5}{0}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro del vástago del tornillo  $d : \frac{12}{0}$  mm

$t$ : Espesor de la pieza  $t : \frac{9}{0}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$13.18 \text{ kN} \leq 48.56 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{13.1}{8} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,R} : \frac{48.5}{6} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s$  : 84.3 mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$  : 800.0 MPa

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  : 1.2

No será preciso comprobar el valor de Bp,Rd cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{\min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

**t<sub>min</sub>**: Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min}$  : 9 mm

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$  : 800.0 MPa

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u$  : 430.0 MPa

**d**: Diámetro nominal del tornillo  $d$  : 12 mm

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.57 kN ≤ 1.00 kN



**F<sub>v,Ed</sub>**: Esfuerzo cortante del tornillo  $F_{v,Ed}$  : 12.2 / 4 kN

**F<sub>v,Rd</sub>**: Resistencia a cortante del tornillo  $F_{v,Rd}$  : 32.3 / 7 kN

**F<sub>t,Ed</sub>**: Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed}$  : 13.1 / 8 kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd}$  :  $\frac{48.5}{6}$  kN

TORNILLOS1 - 4:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 40.0 \text{ mm} \leq 72.0 \text{ mm}$$



$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$e_1 : \frac{40.}{0} \text{ mm}$$

$$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$16.8 \text{ mm} \leq 40.0 \text{ mm} \leq 72.0 \text{ mm}$$



$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$e_2 : \frac{40.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 60.0 \text{ mm} \leq 126.0 \text{ mm}$$



$p_1$ : Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{60.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$30.8 \text{ mm} \leq 60.0 \text{ mm} \leq 126.0 \text{ mm}$$



$p_2$ : Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{60.}{0} \text{ mm}$$

$d_0$ : Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{14.}{0} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{9.}{0} \text{ mm}$$

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.



$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

9.47 kN ≤ 32.37 kN ✓

$F_{v,Ed} : \frac{9.4}{7}$  kN

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$F_{v,R} : \frac{32.3}{7}$  kN

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s : \frac{84.3}{0}$  mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0}$  MPa

**n**: Número de planos de corte  $n : \frac{0}{1}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha\beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,R} : \frac{92.8}{8}$  kN

**α**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha : \frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$

**β**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta : \frac{2.5}{0}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

**d**: Diámetro del vástago del tornillo  $d : \frac{12}{0}$  mm



t: Espesor de la pieza t :  $\frac{9}{0}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

**0.13 kN ≤ 48.56 kN ✓**

$F_{t,Ed}$  :  $\frac{0.1}{3}$  kN

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$F_{t,R}$  :  $\frac{48.5}{6}$  kN

$A_s$ : Área resistente a tracción  $A_s$  :  $\frac{84.3}{0}$  mm<sup>2</sup>

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$  :  $\frac{800.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, Rd$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{df_{ub}}{6f_u}$$

$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{min}$  :  $\frac{9}{0}$  mm

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$  :  $\frac{800.0}{0}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u$ :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro nominal del tornillo  $d$ :  $\frac{12.}{0}$  mm

Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.29 kN ≤ 1.00  
kN



$F_{v,Ed}$ : Esfuerzo cortante del tornillo  $F_{v,Ed}$ :  $\frac{9.4}{7}$  kN

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo  $F_{v,Rd}$ :  $\frac{32.3}{7}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed}$ :  $\frac{0.1}{3}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd}$ :  $\frac{48.5}{6}$  kN

SOLDADURA1 - Frontal:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

45.89 ≤  
404.71



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$ :  $\frac{18.5}{6}$  MPa

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón

$\tau_{\perp}$ :  $\frac{21.9}{9}$  MPa



$\tau_{||}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón  $\tau_{||} : \frac{10.1}{7}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w : \frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$   $19.89 \leq 309.60$  ✓

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{19.8}{9}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

### Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$a \leq 0,7t_{min}$   $5.0 \leq 7.0$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a : \frac{5.}{0}$  mm

$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{min} : \frac{10.}{0}$  mm

$a \geq 3$  mm  $5.0 \geq 3.0$  ✓

a: Espesor de garganta  $a$  :  $\frac{5}{0}$  mm

SOLDADURA1 - Trasero:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad 44.26 \leq 404.71 \quad \checkmark$$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$  :  $\frac{16.1}{8}$  MPa

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón  $\tau_{\perp}$  :  $\frac{19.8}{9}$  MPa

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón  $\tau_{\parallel}$  :  $\frac{13.0}{4}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u$  :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w$  :  $\frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga LC1.

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad 22.62 \leq 309.60 \quad \checkmark$$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$  :  $\frac{22.6}{2}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u$  :  $\frac{430.0}{0}$  MPa



$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$a \leq 0,7t_{\min}$

$5.0 \leq 7.0$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a : \frac{5.}{0}$  mm

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$t_{\min} : \frac{10.}{0}$  mm

$a \geq 3$  mm

$5.0 \geq 3.0$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a : \frac{5.}{0}$  mm

UNION 3

P1 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.06452 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : \frac{0.0645}{1} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : \frac{5.0000}{m} \%$$

P1 - Ala inf.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.06046 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : \frac{0.0604}{1} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : \frac{5.0000}{m} \%$$

P1 - Alma:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.20718 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : \frac{0.2071}{1} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

V1 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.05314 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.0531  
l 4 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

V1 - Ala inf.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.04495 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.0449  
l 5 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

V1 - Alma izq.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.07704 % ≤ 5.00000 %** ✓



$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.0770  
l 4 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

V1 - Alma der.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.03830 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.0383  
l 0 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

V2 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.01529 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.0152  
l 9 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

V2 - Ala inf.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.01544 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : 0.0154$$

I	4	%
---	---	---

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : 5.0000$$

m	0	%
---	---	---

V2 - Alma:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.01785 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : 0.0178$$

I	5	%
---	---	---

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : 5.0000$$

m	0	%
---	---	---

FRONTAL1:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.06601 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : 0.0660$$

I	1	%
---	---	---

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : 5.0000$$

m	0	%
---	---	---

PLACA1:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$\epsilon_{Pl} \leq \epsilon_{lim}$

**0.03750 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{Pl}$ : Deformación plástica

$\epsilon_{Pl}$  : 0.0375  
 l 0 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{lim}$  : 5.0000  
 m 0 %

FRONTAL1 - 1:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$

21.6 mm ≤ 50.0 mm ≤ 52.8 mm ✓

$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

50.  
 $e_1$  : 0 mm

$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$

21.6 mm ≤ 50.0 mm ≤ 52.8 mm ✓

$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

50.  
 $e_2$  : 0 mm

$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$

39.6 mm ≤ 80.0 mm ≤ 92.4 mm ✓

$p_1$ : Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

80.  
 $p_1$  : 0 mm

$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$

39.6 mm ≤ 80.0 mm ≤ 92.4 mm ✓

$p_2$ : Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

80.  
 $p_2$  : 0 mm

**d<sub>o</sub>**: Diámetro del agujero

18.  
**d<sub>o</sub>**: 0 mm

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir

6.  
**t**: 6 mm

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

8.23 kN ≤ 60.29 kN ✓

8.2  
**F<sub>v,Ed</sub>**: 3 kN

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

**F<sub>v,Rd</sub>**: 60.2 k  
9 N

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción **A<sub>s</sub>**: 157.0  
0 mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo **f<sub>ub</sub>**: 800.0  
0 MPa

**n**: Número de planos de corte **n**: 0  
1

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia **γ<sub>M2</sub>**: 1.2  
5

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

**F<sub>b,Rd</sub>**: 90.8 k  
2 N

**α**: Coeficiente igual al menor de los valores: **α**: 1.0  
0

$$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$$

$$\beta: \text{Coeficiente igual al menor de los valores: } \beta : \frac{2.5}{0}$$

$$f_u: \text{Resistencia a tracción del material de la pieza } f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$$

$$d: \text{Diámetro del vástago del tornillo } d : \frac{16}{0} \text{ mm}$$

$$t: \text{Espesor de la pieza } t : \frac{6}{6} \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2}: \text{Coeficiente parcial para la resistencia } \gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$3.62 \text{ kN} \leq 90.43 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{3.6}{2} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,R} : \frac{90.4}{3} \text{ kN}$$

$$A_s: \text{Área resistente a tracción } s : \frac{157.0}{0} \text{ mm}^2$$

$$f_{ub}: \text{Tensión última a tracción del tornillo } f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, R_d$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{\min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min}$  :  $\frac{6.}{6}$  mm

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$  :  $\frac{800.0}{0}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u$  :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro nominal del tornillo  $d$  :  $\frac{16.}{0}$  mm

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

$0.17 \text{ kN} \leq 1.00$   
kN



$F_{v,Ed}$ : Esfuerzo cortante del tornillo  $F_{v,Ed}$  :  $\frac{8.2}{3}$  kN

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo  $F_{v,Rd}$  :  $\frac{60.2}{9}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed}$  :  $\frac{3.6}{2}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd}$  :  $\frac{90.4}{3}$  kN

FRONTAL1 - 2:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm}$$



**e<sub>1</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$e_1 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$

$$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm}$$



**e<sub>2</sub>**: Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$e_2 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{18.}{0} \text{ mm}$$

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{6.}{6} \text{ mm}$$

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

$$8.74 \text{ kN} \leq 60.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$F_{v,Ed} = \frac{8.7}{4} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0.6 f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,R} = \frac{60.2}{9} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s = \frac{157.0}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} = \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**n**: Número de planos de corte  $n = \frac{0}{1}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} = \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,R} = \frac{90.8}{2} \text{ kN}$$

**α**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha = \frac{1.0}{0}$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$$

**β**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta = \frac{2.5}{0}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u = \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

**d**: Diámetro del vástago del tornillo  $d = \frac{16}{0} \text{ mm}$

**t**: Espesor de la pieza  $t = \frac{6}{6} \text{ mm}$



$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$2.65 \text{ kN} \leq 90.43 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{2.6}{5} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,Rd} : \frac{90.4}{3} \text{ kN}$$

$A_s$ : Área resistente a tracción  $A_s : \frac{157.0}{0} \text{ mm}^2$

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, Rd$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{min} : \frac{6.}{6} \text{ mm}$

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$


$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

d: Diámetro nominal del tornillo  $d$ :  $\frac{16.}{0}$  mm

Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

$0.17 \text{ kN} \leq 1.00$  

kN

$F_{v,Ed}$ : Esfuerzo cortante del tornillo  $F_{v,Ed} : \frac{8.7}{4}$  kN

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo  $F_{v,Rd} : \frac{60.2}{9}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed} : \frac{2.6}{5}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd} : \frac{90.4}{3}$  kN

FRONTAL1 - 3:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$1,2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$   $21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8$  

mm

$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir  $e_1 : \frac{50.}{0}$  mm

$1,2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$   $21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8$  

mm

$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir  $e_2 : \frac{50.}{0}$  mm

$2,2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$   $39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4$  

mm

**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir 80.  
**p<sub>1</sub>** : 0 mm

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm} \quad \checkmark$$

**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir 80.  
**p<sub>2</sub>** : 0 mm

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero 18.  
**d<sub>0</sub>** : 0 mm

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir 6.  
**t** : 6 mm

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

$$8.99 \text{ kN} \leq 60.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$F_{v,Ed} : \frac{8.9}{9} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,Rd} : \frac{60.2}{9} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción **A** 157.0  
**s** : 0 mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo **f<sub>ub</sub>** : 800.0 MPa  
**d** : 0

**n**: Número de planos de corte **n** : 1



$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,Rd}$  :  $\frac{90.8}{2}$  kN

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha$  :  $\frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u}$  : 1, 0;

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta$  :  $\frac{2.5}{0}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u$  :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro del vástago del tornillo  $d$  :  $\frac{16}{0}$  mm

$t$ : Espesor de la pieza  $t$  :  $\frac{6}{6}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$2.14 \text{ kN} \leq 90.43 \text{ kN}$  ✓

$F_{t,Ed}$  :  $\frac{2.1}{4}$  kN

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$F_{t,Rd}$  :  $\frac{90.4}{3}$  kN

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $s$  :  $\frac{A}{s} : \frac{157.0}{0}$  mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0}$  MPa

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de Bp,Rd cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{\min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

**t<sub>min</sub>**: Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min} : \frac{6.}{6}$  mm

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0}$  MPa

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

**d**: Diámetro nominal del tornillo  $d : \frac{16.}{0}$  mm

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

0.17 kN ≤ 1.00  
kN



**F<sub>V,Ed</sub>**: Esfuerzo cortante del tornillo

$F_{V,Ed} : \frac{8.9}{9}$  kN

**F<sub>V,Rd</sub>**: Resistencia a cortante del tornillo

$F_{V,Rd} : \frac{60.2}{9}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed} : \frac{2.1}{4} \text{ kN}$

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd} : \frac{90.4}{3} \text{ kN}$

FRONTAL1 - 4:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm}$$



$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$e_1 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$

$$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm}$$



$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$e_2 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



$p_1$ : Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



$p_2$ : Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

$d_0$ : Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{18.}{0} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{6.}{6} \text{ mm}$$

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

9.89 kN ≤ 60.29 kN ✓

$F_{v,Ed} = \frac{9.8}{9}$  kN

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$F_{v,R} = \frac{60.2}{9}$  kN

$A_s$ : Área resistente a tracción  $A_s = \frac{157.0}{0}$  mm<sup>2</sup>

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} = \frac{800.0}{0}$  MPa

$n$ : Número de planos de corte  $n = \frac{0}{1}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} = \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha\beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,R} = \frac{90.8}{2}$  kN

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha = \frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u}$ : 1, 0;

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta = \frac{2.5}{0}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u = \frac{430.0}{0}$  MPa

**d:** Diámetro del vástago del tornillo **d** :  $\frac{16.}{0}$  mm

**t:** Espesor de la pieza **t** :  $\frac{6.}{6}$  mm

**$\gamma_{M2}$ :** Coeficiente parcial para la resistencia  **$\gamma_{M2}$**  :  $\frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$2.05 \text{ kN} \leq 90.43 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{2.0}{5} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,R} : \frac{90.4}{3} \text{ kN}$$

**$A_s$ :** Área resistente a tracción  **$A_s$**  :  $\frac{157.0}{0}$  mm<sup>2</sup>

**$f_{ub}$ :** Tensión última a tracción del tornillo  **$f_{ub}$**  :  $\frac{800.0}{0}$  MPa

**$\gamma_{M2}$ :** Coeficiente parcial para la resistencia  **$\gamma_{M2}$**  :  $\frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, Rd$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{df_{ub}}{6f_u}$$

**$t_{min}$ :** Espesor de la pieza más delgada a unir  **$t_{min}$**  :  $\frac{6.}{6}$  mm



$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$ :  $\frac{800.0}{0}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u$ :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro nominal del tornillo  $d$ :  $\frac{16.}{0}$  mm

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

$0.18 \text{ kN} \leq 1.00$   
kN



$F_{v,Ed}$ : Esfuerzo cortante del tornillo

$F_{v,Ed}$ :  $\frac{9.8}{9}$  kN

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo

$F_{v,Rd}$ :  $\frac{60.2}{9}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo

$F_{t,Ed}$ :  $\frac{2.0}{5}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo

$F_{t,Rd}$ :  $\frac{90.4}{3}$  kN

SOLDADURA1 - Frontal:

### Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$120.88 \leq$   
 $404.71$





$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{36.9}{8}$  MPa

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón  $\tau_{\perp} : \frac{34.6}{7}$  MPa

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón  $\tau_{\parallel} : \frac{56.6}{8}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w : \frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$  48.72 ≤ 309.60

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{48.7}{2}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

### Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$a \leq 0,7t_{\min}$  4.0 ≤ 7.0

$a$ : Espesor de garganta  $a : \frac{4}{0}$  mm



$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$t_{min}$ :  $\frac{10.}{0}$  mm

$a \geq 3$  mm

$4.0 \geq 3.0$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a$ :  $\frac{4.}{0}$  mm

SOLDADURA1 - Trasero:

### Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$122.24 \leq 404.71$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$ :  $\frac{34.6}{7}$  MPa

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón

$\tau_{\perp}$ :  $\frac{36.9}{8}$  MPa

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón

$\tau_{\parallel}$ :  $\frac{56.6}{8}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$f_u$ :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w$ :  $\frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2}$ :  $\frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .



$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$34.67 \leq 309.60$$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$ :  $\frac{34.6}{7}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u$ :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2}$ :  $\frac{1.2}{5}$

### Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$$a \leq 0,7t_{\min}$$

$$4.0 \leq 7.0$$



$a$ : Espesor de garganta  $a$ :  $\frac{4.}{0}$  mm

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min}$ :  $\frac{10.}{0}$  mm

$$a \geq 3 \text{ mm}$$

$$4.0 \geq 3.0$$



$a$ : Espesor de garganta  $a$ :  $\frac{4.}{0}$  mm

SOLDADURA2 - Frontal:

### Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$204.28 \leq 404.71$$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$ :  $\frac{76.5}{8}$  MPa



$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón

$$\tau_{\perp} : \frac{64.0}{6} \text{ MPa}$$

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón

$$\tau_{\parallel} : \frac{88.6}{0} \text{ MPa}$$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$$f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$$

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w : \frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$76.58 \leq 309.60$$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{76.5}{8} \text{ MPa}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$$f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

### Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$$a \leq 0,7t_{\min}$$

$$3.0 \leq 3.5$$



$a$ : Espesor de garganta  $a : \frac{3}{0} \text{ mm}$

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t_{\min} : \frac{5}{0} \text{ mm}$$

$a \geq 3 \text{ mm}$

$3.0 \geq 3.0$  ✓

**a:** Espesor de garganta **a** :  $\frac{3.}{0}$  mm

SOLDADURA2 - Trasero:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
1.35·PP+1.5·Q+0.9·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$212.72 \leq$   
 $404.71$



**$\sigma_{\perp}$ :** Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  **$\sigma_{\perp}$**  :  $\frac{64.0}{6}$  MPa

**$\tau_{\perp}$ :** Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón

$\frac{76.5}{8}$  MPa

**$\tau_{\parallel}$ :** Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón

$\frac{88.6}{0}$  MPa

**$f_u$ :** Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$\frac{430.0}{0}$  MPa

**$\beta_w$ :** Factor de correlación  **$\beta_w$**  :  $\frac{0.8}{5}$

**$\gamma_{M2}$ :** Coeficiente de minoración de resistencia  **$\gamma_{M2}$**  :  $\frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
1.35·PP+1.5·Q+0.75·N(EI).

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$72.95 \leq$   
 $309.60$





$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{72.9}{5}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

### Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$a \leq 0,7t_{\min}$  3.0 ≤ 3.5 ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a : \frac{3.}{0}$  mm

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min} : \frac{5.}{0}$  mm

$a \geq 3$  mm 3.0 ≥ 3.0 ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a : \frac{3.}{0}$  mm

### SOLDADURA3 - 1:

#### Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$  44.38 ≤ 404.71 ✓

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{17.1}{4}$  MPa

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón  $\tau_{\perp} : \frac{15.5}{8}$  MPa



$\tau_{||}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón  $\tau_{||} : \frac{17.7}{7} \text{ MPa}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w : \frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$   $26.44 \leq 309.60$  ✓

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{26.4}{4} \text{ MPa}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

**Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)**

$a \leq 0,7t_{\min}$   $4.0 \leq 4.2$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a : \frac{4.}{0} \text{ mm}$

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min} : \frac{6.}{0} \text{ mm}$

$a \geq 3 \text{ mm}$   $4.0 \geq 3.0$  ✓



a: Espesor de garganta  $a$  :  $\frac{4}{0}$  mm

SOLDADURA3 - 3:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
1.35·PP+1.5·Q+0.9·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad 44.37 \leq 404.71 \quad \checkmark$$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$  :  $\frac{15.3}{4}$  MPa

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón  $\tau_{\perp}$  :  $\frac{14.3}{4}$  MPa

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón  $\tau_{\parallel}$  :  $\frac{19.2}{9}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u$  :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w$  :  $\frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  
1.35·PP+1.5·Q+0.9·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad 23.31 \leq 309.60 \quad \checkmark$$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$  :  $\frac{23.3}{1}$  MPa



$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$f_u$ : 430.0  
0 MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2}$ : 1.2  
5

### Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$a \leq 0,7t_{min}$

$4.0 \leq 4.2$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a$ : 4.  
0 mm

$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$t_{min}$ : 6.  
0 mm

$a \geq 3$  mm

$4.0 \geq 3.0$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a$ : 4.  
0 mm

### SOLDADURA3 - 4:

### Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$40.23 \leq$   
 $404.71$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$ : 26.4  
2 MPa

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón

$\tau_{\perp}$ : 14.9  
8 MPa

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón

$\tau_{\parallel}$ : 9.0  
7 MPa



$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$f_u$ :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w$ :  $\frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2}$ :  $\frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$27.98 \leq 309.60$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp}$ :  $\frac{27.9}{8}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$f_u$ :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2}$ :  $\frac{1.2}{5}$

### Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$$a \leq 0,7t_{\min}$$

$4.0 \leq 4.2$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a$ :  $\frac{4.}{0}$  mm

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$t_{\min}$ :  $\frac{6.}{0}$  mm

$$a \geq 3 \text{ mm}$$

$4.0 \geq 3.0$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a$ :  $\frac{4.}{0}$  mm



UNION 4

P1 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.13632 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : 0.1363$$

$$I \quad \underline{\quad 2 \quad} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : 5.0000$$

$$m \quad \underline{\quad 0 \quad} \%$$

P1 - Ala inf.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.12692 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : 0.1269$$

$$I \quad \underline{\quad 2 \quad} \%$$

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : 5.0000$$

$$m \quad \underline{\quad 0 \quad} \%$$

P1 - Alma:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$1.75384 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 1.7538  
l 4 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

V1 - Ala Sup.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.30686 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.3068  
l 6 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

V1 - Ala inf.:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$

**0.28884 % ≤ 5.00000 %** ✓

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$\epsilon_P$  : 0.2888  
l 4 %

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$\epsilon_{li}$  : 5.0000  
m 0 %

V1 - Alma:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.12871 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : 0.1287$$

I	1	%
---	---	---

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : 5.0000$$

m	0	%
---	---	---

FRONTAL1:

Deformación de la chapa

La máxima deformación plástica se produce para la combinación de acciones  
0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\epsilon_{PI} \leq \epsilon_{lim}$$

$$0.57725 \% \leq 5.00000 \% \quad \checkmark$$

$\epsilon_{PI}$ : Deformación plástica

$$\epsilon_P : 0.5772$$

I	5	%
---	---	---

$\epsilon_{lim}$ : Límite de la deformación plástica

$$\epsilon_{li} : 5.0000$$

m	0	%
---	---	---

FRONTAL1 - 1:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1,2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$e_1 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$

$$1,2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$e_2 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$



## DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{80.0}{0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{80.0}{0} \text{ mm}$$

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{18.0}{0} \text{ mm}$$

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{6.0}{6} \text{ mm}$$

### Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

$$6.86 \text{ kN} \leq 60.29 \text{ kN}$$



$$F_{v,Ed} : \frac{6.8}{6} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,R} : \frac{60.2}{9} \text{ kN}$$

$$A_s : \text{Área resistente a tracción} \quad s : \frac{157.0}{0} \text{ mm}^2$$

$$f_{ub} : \text{Tensión última a tracción del tornillo} \quad f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$$

$$n : \text{Número de planos de corte} \quad n : \frac{0}{1}$$



$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,R} : 90.8 \text{ k}$   
 $d : 2 \text{ N}$

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha : \frac{1.0}{0}$

$$\frac{f_{ub}}{f_u}; 1, 0;$$

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta : \frac{2.5}{0}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

$d$ : Diámetro del vástago del tornillo  $d : \frac{16}{0} \text{ mm}$

$t$ : Espesor de la pieza  $t : \frac{6}{6} \text{ mm}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

**21.84 kN ≤ 90.43 kN ✓**

$F_{t,Ed} : \frac{21.8}{4} \text{ kN}$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$F_{t,R} : 90.4 \text{ k}$   
 $d : 3 \text{ N}$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $s$  :  $\frac{A}{s} : \frac{157.0}{0}$  mm<sup>2</sup>

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0}$  MPa

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de Bp,Rd cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{\min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

**t<sub>min</sub>**: Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min} : \frac{6.}{6}$  mm

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0}$  MPa

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

**d**: Diámetro nominal del tornillo  $d : \frac{16.}{0}$  mm

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$0.29 \text{ kN} \leq 1.00 \text{ kN}$$



**F<sub>v,Ed</sub>**: Esfuerzo cortante del tornillo

$$F_{v,Ed} : \frac{6.8}{6} \text{ kN}$$

**F<sub>v,Rd</sub>**: Resistencia a cortante del tornillo

$$F_{v,Rd} : \frac{60.2}{9} \text{ kN}$$

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed}$  :  $\frac{21.8}{4}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd}$  :  $\frac{90.4}{3}$  kN

FRONTAL1 - 2:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm}$$



$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$e_1 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$

$$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm}$$



$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$e_2 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



$p_1$ : Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



$p_2$ : Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

$d_0$ : Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{18.}{0} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{6.}{6} \text{ mm}$$

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A n}{\gamma_{M2}}$$

5.74 kN ≤ 60.29 kN ✓

$$F_{v,Ed} = \frac{5.7}{4} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,R} = \frac{60.2}{9} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s = \frac{157.0}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} = \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**n**: Número de planos de corte  $n = \frac{0}{1}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} = \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha\beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,R} = \frac{90.8}{2} \text{ kN}$$

**α**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha = \frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u} = 1, 0;$

**β**: Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta = \frac{2.5}{0}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u = \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

d: Diámetro del vástago del tornillo  $d$  :  $\frac{16.}{0}$  mm

t: Espesor de la pieza  $t$  :  $\frac{6.}{6}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$8.48 \text{ kN} \leq 90.43 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{8.4}{8} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,Rd} : \frac{90.4}{3} \text{ kN}$$

$A_s$ : Área resistente a tracción  $A_s$  :  $\frac{157.0}{0}$  mm<sup>2</sup>

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$  :  $\frac{800.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, Rd$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{df_{ub}}{6f_u}$$

$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{min}$  :  $\frac{6.}{6}$  mm

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$  :  $\frac{800.0}{0}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u$ :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro nominal del tornillo  $d$ :  $\frac{16.}{0}$  mm

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

$0.16 \text{ kN} \leq 1.00$  ✓

$F_{v,Ed}$ : Esfuerzo cortante del tornillo

$F_{v,Ed}$ :  $\frac{5.7}{4}$  kN

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo

$F_{v,Rd}$ :  $\frac{60.2}{9}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo

$F_{t,Ed}$ :  $\frac{8.4}{8}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo

$F_{t,Rd}$ :  $\frac{90.4}{3}$  kN

FRONTAL1 - 3:

### Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1,2d_0 \leq e_1 \leq \min(125 \text{ mm}; 8t)$$

$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8$  mm ✓

$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$e_1$ :  $\frac{50.}{0}$  mm

$$1,2d_0 \leq e_2 \leq \min(125 \text{ mm}; 8t)$$

$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8$  mm ✓

$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$e_2$ :  $\frac{50.}{0}$  mm

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



**p<sub>1</sub>**: Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



**p<sub>2</sub>**: Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

**d<sub>0</sub>**: Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{18.}{0} \text{ mm}$$

**t**: Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{6.}{6} \text{ mm}$$

### Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$5.07 \text{ kN} \leq 60.29 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{v,Ed} : \frac{5.0}{7} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,R} : \frac{60.2}{9} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $s : \frac{A}{0} = \frac{157.0}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

n: Número de planos de corte  $n$  :  $\frac{0}{1}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} : \frac{90.8}{2} \text{ kN}$$

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha$  :  $\frac{1.0}{0}$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$$

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta$  :  $\frac{2.5}{0}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u$  :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

d: Diámetro del vástago del tornillo  $d$  :  $\frac{16.}{0}$  mm

t: Espesor de la pieza  $t$  :  $\frac{6.}{6}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$8.58 \text{ kN} \leq 90.43 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} : \frac{8.5}{8} \text{ kN}$$



$$F_{t,Rd} = \frac{0,9f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,R} = \frac{90.4}{3} \text{ kN}$$

**A<sub>s</sub>**: Área resistente a tracción  $A_s = \frac{157.0}{0} \text{ mm}^2$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} = \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**γ<sub>M2</sub>**: Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} = \frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de Bp,Rd cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{\min} \geq \frac{df_{ub}}{6f_u}$$

**t<sub>min</sub>**: Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min} = \frac{6}{6} \text{ mm}$

**f<sub>ub</sub>**: Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} = \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

**f<sub>u</sub>**: Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u = \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

**d**: Diámetro nominal del tornillo  $d = \frac{16}{0} \text{ mm}$

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$0.15 \text{ kN} \leq 1.00 \text{ kN}$$



**F<sub>v,Ed</sub>**: Esfuerzo cortante del tornillo

$$F_{v,Ed} = \frac{5.0}{7} \text{ kN}$$

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo  $F_{v,Rd}$ :  $\frac{60.2}{9}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo  $F_{t,Ed}$ :  $\frac{8.5}{8}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo  $F_{t,Rd}$ :  $\frac{90.4}{3}$  kN

FRONTAL1 - 4:

Disposiciones constructivas (EAE, 58.4)

$$1, 2d_0 \leq e_1 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm}$$



$e_1$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$e_1 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$

$$1, 2d_0 \leq e_2 \leq \min(125\text{mm}; 8t)$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 50.0 \text{ mm} \leq 52.8 \text{ mm}$$



$e_2$ : Distancia desde el centro de un agujero a un borde contiguo, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$e_2 : \frac{50.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 2d_0 \leq p_1 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



$p_1$ : Distancia entre centros de agujeros contiguos, medida en dirección del esfuerzo a transmitir

$$p_1 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

$$2, 4d_0 \leq p_2 \leq \min(200\text{mm}; 14t)$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 80.0 \text{ mm} \leq 92.4 \text{ mm}$$



$p_2$ : Distancia entre filas contiguas de tornillos o roblones, medida en dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir

$$p_2 : \frac{80.}{0} \text{ mm}$$

$d_0$ : Diámetro del agujero

$$d_0 : \frac{18.}{0} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$$t : \frac{6.}{6} \text{ mm}$$

Resistencias de un tornillo a cortante y aplastamiento (EAE, 58.6)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

6.38 kN ≤ 60.29 kN ✓

$F_{v,Ed} : \frac{6.3}{8} \text{ kN}$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub} A_s n}{\gamma_{M2}}$$

$F_{v,R} : \frac{60.2}{9} \text{ kN}$

$A_s$ : Área resistente a tracción  $A_s : \frac{157.0}{0} \text{ mm}^2$

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub} : \frac{800.0}{0} \text{ MPa}$

$n$ : Número de planos de corte  $n : \frac{0}{1}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha\beta f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$F_{b,R} : \frac{90.8}{2} \text{ N}$

$\alpha$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\alpha : \frac{1.0}{0}$

$\frac{f_{ub}}{f_u} : 1, 0;$

$\beta$ : Coeficiente igual al menor de los valores:  $\beta : \frac{2.5}{0}$



$f_u$ : Resistencia a tracción del material de la pieza  $f_u$ :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro del vástago del tornillo  $d$ :  $\frac{16.}{0}$  mm

$t$ : Espesor de la pieza  $t$ :  $\frac{6.}{6}$  mm

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$ :  $\frac{1.2}{5}$

### Resistencia de un tornillo a tracción (EAE, 58.7)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$22.70 \text{ kN} \leq 90.43 \text{ kN} \checkmark$$

$$F_{t,Ed} = \frac{22.7}{0} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{90.4}{3} \text{ kN}$$

$A_s$ : Área resistente a tracción  $A_s$ :  $\frac{157.0}{0}$  mm<sup>2</sup>

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$ :  $\frac{800.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente parcial para la resistencia  $\gamma_{M2}$ :  $\frac{1.2}{5}$

No será preciso comprobar el valor de  $B_p, Rd$  cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{d f_{ub}}{6 f_u}$$

$t_{min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir  $t_{min}$ :  $\frac{6.}{6}$  mm

$f_{ub}$ : Tensión última a tracción del tornillo  $f_{ub}$  :  $\frac{800.0}{0}$  MPa


$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de la chapa  $f_u$  :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$d$ : Diámetro nominal del tornillo  $d$  :  $\frac{16.}{0}$  mm

### Interacción cortante-tracción (EAE, 58.7.1)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

$0.29 \text{ kN} \leq 1.00$  

$F_{v,Ed}$ : Esfuerzo cortante del tornillo

$F_{v,Ed}$  :  $\frac{6.3}{8}$  kN

$F_{v,Rd}$ : Resistencia a cortante del tornillo

$F_{v,Rd}$  :  $\frac{60.2}{9}$  kN

$F_{t,Ed}$ : Esfuerzo de tracción del tornillo

$F_{t,Ed}$  :  $\frac{22.7}{0}$  kN

$F_{t,Rd}$ : Resistencia a tracción del tornillo


$F_{t,Rd}$  :  $\frac{90.4}{3}$  kN

FRONTAL1 - Alma - Frontal:

### Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$157.15 \leq 404.71$  

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta

$\sigma_{\perp}$  :  $\frac{153.1}{7}$  MPa



$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón  $\tau_{\perp} : 6.7$  MP  
 $\perp$  3 a

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón  $\tau_{\parallel} : 19.1$  MP  
 $\parallel$  5 a

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : 430.0$  MP  
 $u$  0 a

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w : 0.8$   
 $w$  5

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : 1.2$   
 $2$  5

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad 153.17 \leq 309.60 \quad \checkmark$$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{153.1}{7}$  MPa

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar  $f_u : \frac{430.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

### Espeor de garganta (EAE, 59.3.2)

$$a \leq 0,7t_{\min} \quad 5.0 \leq 6.3 \quad \checkmark$$

$a$ : Espeor de garganta  $a : \frac{5.}{0}$  mm

$t_{\min}$ : Espeor de la pieza más delgada a unir  $t_{\min} : \frac{9.}{0}$  mm

$a \geq 3 \text{ mm}$

$5.0 \geq 3.0$  ✓

a: Espesor de garganta  $a : \frac{5}{0} \text{ mm}$

FRONTAL1 - Alma - Trasero:

Resistencia de cordones en ángulo (EAE, 59.8)

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$64.85 \leq 404.71$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{17.8}{0} \text{ MPa}$

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección perpendicular al eje del cordón

$\tau_{\perp} : \frac{30.1}{5} \text{ MPa}$

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela al eje del cordón

$\tau_{\parallel} : \frac{19.6}{8} \text{ MPa}$

$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$f_u : \frac{430.0}{0} \text{ MPa}$

$\beta_w$ : Factor de correlación  $\beta_w : \frac{0.8}{5}$

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2} : \frac{1.2}{5}$

La tensión solicitante máxima se produce para el caso de carga  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$$|\sigma_{\perp}| \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$20.55 \leq 309.60$



$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal que actúa sobre el plano de garganta  $\sigma_{\perp} : \frac{20.5}{5} \text{ MPa}$



$f_u$ : Resistencia a tracción del acero de las piezas a soldar

$f_u$  :  $\frac{430.0}{0}$  MPa

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de minoración de resistencia  $\gamma_{M2}$  :  $\frac{1.2}{5}$

Espesor de garganta (EAE, 59.3.2)

$a \leq 0,7t_{\min}$

$5.0 \leq 6.3$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a$  :  $\frac{5.}{0}$  mm

$t_{\min}$ : Espesor de la pieza más delgada a unir

$t_{\min}$  :  $\frac{9.}{0}$  mm

$a \geq 3$  mm

$5.0 \geq 3.0$  ✓

$a$ : Espesor de garganta  $a$  :  $\frac{5.}{0}$  mm



## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

### **ANEXO 4**

### **ESTUDIO GEOTÉCNICO**



LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.  
POL. INDUSTRIAL VALDECONSEJO  
C/ ANETO, PARCELA Nº 8 - A  
TEL. 976 56 68 75 - FAX 976 56 66 12  
50410 CUARTE DE HUERVA (ZARAGOZA)

**INFORME GEOTÉCNICO.  
CECOPAL (CENTRO DE COORDINACIÓN  
OPERATIVO MUNICIPAL).  
C/ VALLE DE BROTO. ZARAGOZA.**

**AYTO. DE ZARAGOZA**

**Cuarte de Huerva, Diciembre de 2006**



## **1.- ANTECEDENTES**

El peticionario nos encarga la realización del estudio geotécnico del solar donde se proyecta la construcción de un Centro de Coordinación del Operativo Municipal (CECOPAL) situado dentro de las instalaciones del Parque de Bomberos en la calle Valle de Broto de Zaragoza.

El solar se encuentra a la misma cota o ligeramente más bajo que la acera. Tiene planta rectangular de 800 m<sup>2</sup> y se prevé un sótano, Planta Baja más 4 plantas.

El presente informe geotécnico tiene por objeto determinar los caracteres geológico-geotécnicos del terreno para poder definir las características de la cimentación.

## **2.- TRABAJOS REALIZADOS**

### **2.1.- En campo.**

Entre los días 19 y 20 de Diciembre de 2006 se realizaron un (1) sondeo mecánico a rotación (S-1) con obtención continua de testigo y cuatro (4) ensayos de penetración dinámica continua (P-1 a P-4).

#### **2.1.1.- Sondeo**

El sondeo se perforó a rotación, en seco con una sonda rotativa TP-50 de TECOINSA montada sobre camión IVECO, mediante baterías provistas de coronas de widia de 113 y 98 mm de diámetro. Fue necesaria la entubación del sondeo para evitar el cierre o hundimiento de las paredes.

La profundidad alcanzada en el sondeo fue de 13,60 m.



Para obtener un orden de magnitud acerca de la capacidad portante del terreno se realizaron diversos ensayos estándar de penetración (S.P.T.) a distintas profundidades.

El S.P.T. consiste en contar el número de golpes necesario para hincar 30 cm (15+15) un tomamuestras de 2" x 1 3/8" de diámetro con tubo bipartido, normalizado, mediante golpeo de una maza de 63,5 Kg de peso que cae desde una altura de 75 cm.

Para realizar el ensayo se marcan en el varillaje 60 cm en tramos de 15 cm, contándose los golpes para los 30 cm centrales (valor de N). Se considera que se obtiene rechazo y se suspende el ensayo cuando después de dar una serie de 100 golpes no se introducen los 30 cm en su totalidad o cuando tras dar 50 golpes el tomamuestras no se ha introducido 5 cm.

Los ensayos se realizaron con un penetrómetro automático TECOINSA que cumple las siguientes Normas: N.I. de la SIMSFE, S.P.T. y D.P.S.H. y que está provisto de cuentagolpes electrónico digital. Los resultados obtenidos han sido:

<i>Sondeo n<sup>o</sup></i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Golpeo</i>	<i>N</i>
S-1	1,80-2,40	7-10-6-5	16
S-1	4,80-5,40	23-17-13-16	30
S-1	7,00-7,60	15-26-34-29	60
S-1	10,00-10,60	7-12-22-27	34
S-1	13,00-13,60	8-15-24-50	39

Asimismo se tomo una muestra inalterada (M.I.) de los terrenos atravesados. La toma se realiza a percusión mediante un tomamuestras GMPV de pared gruesa en cuyo interior se aloja un tubo de P.V.C. donde se introduce la muestra. Inmediatamente después de su extracción se parafinan los extremos para evitar pérdidas de humedad. La hincada del tomamuestras se realiza mediante una maza de 63,5 Kg que cae desde una altura de 75 cm.



<i>Sondeo n°</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Golpeo</i>
S-1	4,20-4,80	5-6-6-42

La sucesión litológica obtenida en el sondeo se detalla a continuación; por otra parte, el perfil litológico y las fotografías se adjuntan en los apéndices.

#### Sondeo n° 1 (S-1)

- De 0,00 a 0,90 m: RELLENOS ANTRÓPICOS. Gravas poligénicas arenosas con cantos de hasta 15 cm de diámetro, raíces, plásticos,...
- De 0,90 a 3,20 m: Rellenos antrópicos. Limos arcillosos con cantos subredondeados y restos de ladrillos.
- De 3,20 a 4,20 m: Rellenos antrópicos. Arcillas de color gris-negro con abundante materia orgánica.
- De 4,20 a 4,80 m: Rellenos antrópicos. Restos de granito muy meteorizado.
- De 4,80 a 13,60 m: RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Gravas con cantos subredondeados y planares de naturaleza poligénica en matriz arenosa.

#### 2.1.3.- Ensayos de penetración dinámica

Las penetraciones dinámicas se han realizado según la norma D.P.S.H, con un penetrómetro automático TECOINSA con las características siguientes:

Masa de la maza .....	63,5 Kg (0,5 Kg)
Altura de caída .....	75,0 cm. ( $\pm 2,0$ cm)
Relación longitud/diámetro de la maza	$\geq 1$ y $\leq 2$
Masa máxima del yunque.....	30,0 Kg
Longitud de la varilla .....	1,0-2,0 m
Diámetro exterior de la varilla .....	32,0 mm.
Masa máxima varilla + niple.....	8,0 Kg/m.



Desviación máxima en primeros 5 m..	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m ....	2 %
Sección de la puntaza .....	Circular.
Area de la puntaza .....	20,0 cm <sup>2</sup>
Ángulo de la punta .....	90°
Conteo de golpes cada N .....	20,0 cm.

Se considera “Rechazo” cuando no se obtiene una penetración de 20 cm para 100 golpes o cuando se obtienen golpes mayores que 75 en tres tramos de 20 cm consecutivos.

La profundidad alcanzada fue la siguiente:

Penetración	Profundidad (m)
P-1	7,60
P-2	10,00(*)
P-3	10,00(*)
P-4	8,40

(\*) En los ensayos P-2 y P-3 se detuvo el ensayo a 10,0 m sin obtener rechazo.

Los ensayos comienzan a la misma cota que la del sondeo.

La situación de los ensayos y su gráfico se adjunta en los apéndices.

### **2.1.3.- En laboratorio**

Con diversas muestras obtenidas en el sondeo, se han realizado ensayos de laboratorio de acuerdo con normas NLT o procedimientos de buena práctica.

Los boletines se adjuntan en el apartado de APÉNDICES.



### **3.- NIVEL FREÁTICO**

Durante la realización del sondeo se ha detectado la existencia de nivel freático 4,80 m de profundidad, aunque es previsible que el nivel freático ascienda en épocas de avenidas del río Ebro.

La situación del solar, en la margen izquierda del río Ebro y relativamente próximo al mismo, hace que la situación del nivel freático esté relacionada con el nivel de las aguas del río Ebro, por ello cabe decir que estará sujeto a las fluctuaciones del mismo.

Una muestra de agua de S-1 analizada presenta un grado de agresividad medio para el hormigón.

### **4.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO**

En el sondeo se describe un nivel de rellenos antrópicos hasta 4,80 m de profundidad. Subyacente se describen materiales del recubrimiento Cuaternario hasta el final del sondeo.

Los rellenos están formados inicialmente por una capa de 0,90 m de espesor de gravas poligénicas arenosas con restos de plásticos, etc; subyacentes se encuentran limos arcillosos con cantos y fragmentos de ladrillo y finalmente un nivel de granito muy meteorizado que alcanza los 4,80 m de profundidad.

Los rellenos antrópicos presentan una consistencia y/o compacidad variable, consistencia entre media y dura, y compacidad entre floja y muy alta en los ensayos de penetración dinámica. En un ensayo SPT se obtiene  $N_{SPT} = 16$ , consistencia muy firme.

La muestra ensayada presenta un contenido en sulfatos de 1,0 %.

El recubrimiento Cuaternario lo forman materiales aluviales de terraza del río Ebro, constituidos en el sondeo S-1 por gravas poligénicas arenosas.



Según los ensayos SPT presentan compacidad alta-muy alta con golpes  $N_{SPT} > 30$  y en los ensayos de penetración dinámica se obtiene una compacidad muy alta con algún tramo de escaso espesor de compacidad media, que pueden corresponder a intercalaciones limo-arenosas de poco espesor hacia los 5-6 m de profundidad (P-1 y P-2).

Según los ensayo de penetración dinámica se trata de materiales de compacidad muy alta a partir de los 6,00 m.

Según Casagrande, las gravas se clasifican como GM y SM (gravas y arenas limosas) y son no plásticas.

El contenido en sulfatos de las muestras ensayadas es inferior al 0,1 %.

## **5.- RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS**

Dadas las características del terreno y del edificio lo más aconsejable es una cimentación profunda por pilotes apoyados en las gravas aluviales de compacidad muy alta que podemos considerar se encuentran normalmente a partir de 6 metros —ocasionalmente a menos de esta profundidad—, debiéndose empotrar los pilotes en las gravas al menos cuatro diámetros.

Los pilotes pueden ser de tipo CPI-8 o prefabricados hincados si no existen problemas por vibraciones debidas a la hinca en edificios o infraestructuras cercanas.





Consideramos un perfil hipotético que esté del lado de la seguridad para el cálculo de los pilotes:


De 0,00 a 4,80 m	Rellenos antrópicos. Suelo sin resistencia vertical a efectos de cálculo de pilotes. $\gamma_{\text{aparente}} = 1,8 \text{ t/m}^3$ $E = 50 \text{ Kg/cm}^2$
De 4,8 a 6,0 m .....	Arenas y limos de compacidad media. $C' = 0$ $\varphi' = 33^\circ$ $\gamma_{\text{sum}} = 1,0 \text{ t/m}^3$ $E = 150 \text{ Kg/cm}^2$
> 6,0 m .....	Gravas compactas a muy compactas $C' = 0$ $\varphi' = 38^\circ$ $\gamma_{\text{sum}} = 1,1 \text{ t/m}^3$ $E = 600 \text{ Kg/cm}^2$

Bajo la solera conviene sustituir el terreno existente por una capa de bolos o zahorra de unos 30 cm de espesor.

La excavación podrá hacerse con retroexcavadora y dado que se trata de rellenos heterogéneos, debería preverse un talud de excavación máximo 1H:2V, y en caso de tener que ser vertical, debería preverse el muro de sótano por bataches.

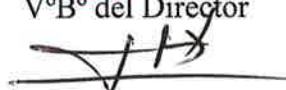


Dado el contenido en sulfatos del 1,0% en los rellenos, será necesario el empleo de cemento sulforresistente para la fabricación del hormigón de cimientos, muros y pilotes, considerando un tipo de exposición  $Q_b$ , según la Instrucción E.H.E.

  
Fdo. Begoña Fernández Gayán  
Geóloga

  
Fdo. Octavio Plumed Parrilla  
Ingeniero de Caminos



VºBº del Director  
  
Fdo. Javier Prats Rivera  
Ingeniero de Caminos



**LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.**  
POL. INDUSTRIAL VALDECONSEJO  
C/ ANETO, PARCELA Nº 8 - A  
TEL. 976 56 68 75 - FAX 976 56 66 12  
50410 CUARTE DE HUERVA (ZARAGOZA)

## **APENDICES**



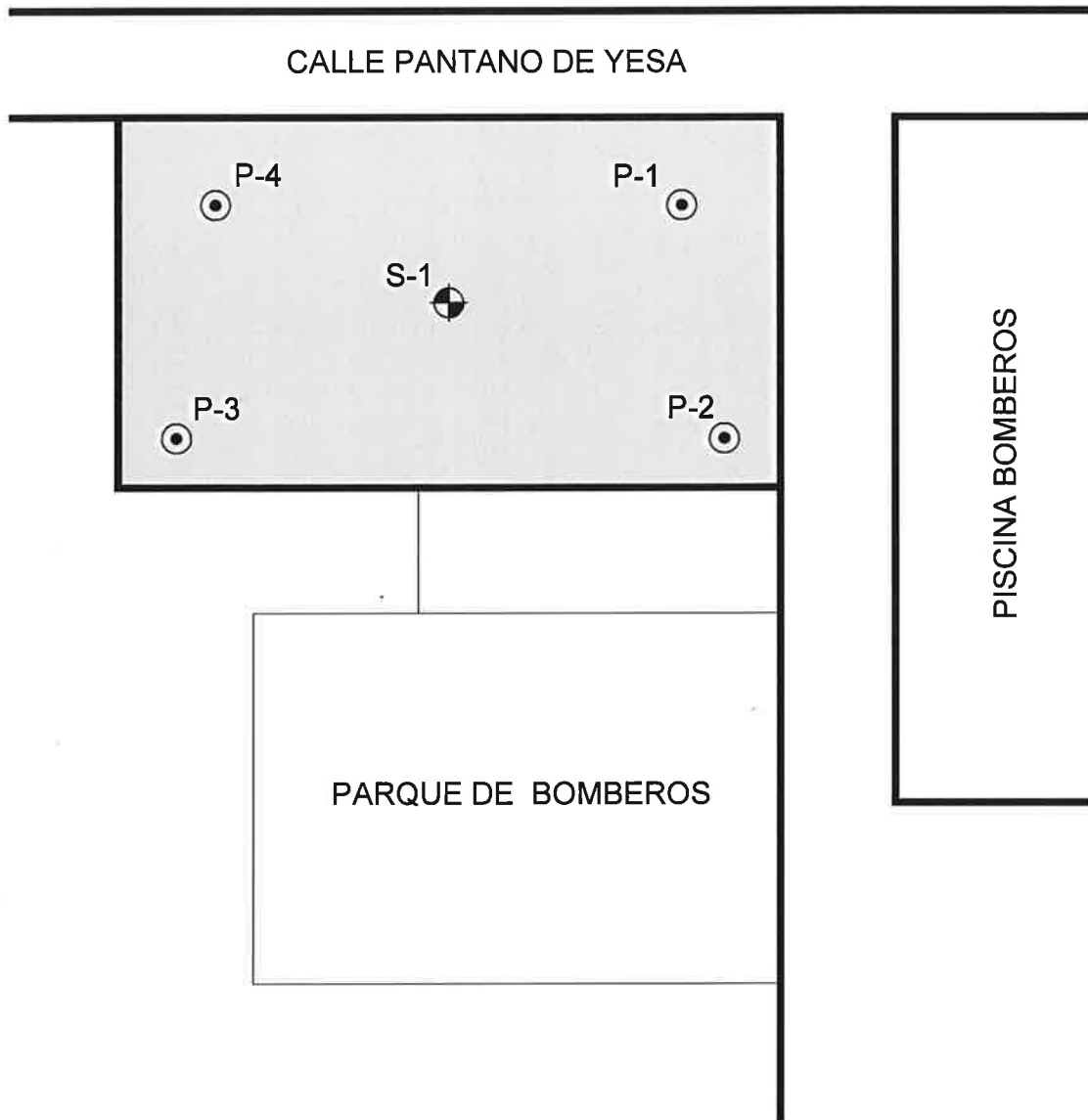
LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.  
POL. INDUSTRIAL VALDECONSEJO  
C/ ANETO, PARCELA Nº 8 - A  
TEL. 976 56 68 75 - FAX 976 56 66 12  
50410 CUARTE DE HUERVA (ZARAGOZA)

**APENDICE I**  
**Croquis de situación de trabajos.**



### LEYENDA

C-Nº		Calicata.
S-Nº		Sondeo.
P-Nº		Penetración.



# CROQUIS DE SITUACIÓN DE TRABAJOS



LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.

POL. INDUSTRIAL VALDECONSEJO  
C/ ANETO, PARCELA Nº 8 - A  
TEL. 976 56 68 75 - FAX 976 56 66 12  
50410 CUARTE DE HUERVA (ZARAGOZA)

**APENDICE II**  
**Gráficos del sondeo y las penetraciones.**



LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.

Nº Obra: 06AG1246  
 Obra: CECOPAL  
 C/VALLE DE BROTO  
 Localidad: ZARAGOZA  
 Peticionario: AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA  
 Fecha Inicio: 19-12-2006 Fecha Final: 20-12-2006

COORDENADAS  
 X =  
 Y =  
 Z =  
 Tipo de máquina: TP-50  
 Sondista: Antonio Cortés  
 Supervisor/a: Begoña Fernández

SONDEO  
**S-1**

Tipo Perforación	Ø Perforación	Revestimiento	Escala 1:80	Profundidad	Cota	Estratigrafía	Descripción	S.P.T.	Muestra	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
WS	113-B	113	1	0.90	-0.90		RELLENOS ANTRÓPICOS. Gravas poligénicas arenosas con plásticos, limos arcillosos con cantos y restos de ladrillos, arcillas de color gris-negro con abundante materia orgánica y restos de granito muy meteorizado.	10 20 30 40			
			2					1.80			
			3	3.20	-3.20			2.40			
			4	4.20	-4.20			4.80	MI-1		
			5	4.80	-4.80			5.40	4.80		
98-B			6				RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Gravas con cantos subredondeados y planares de naturaleza poligénica en matriz arenosa.	7.00			
			7					7.60			
			8								
			9								
			10								
			11								
			12								
			13								
			14	13.60	-13.60						
			15								

MI: Muestra Inalterada.

TIPO DE PERFORACIÓN  
 WS...Corona de widia sin agua.  
 WH...Corona de widia con agua.  
 D...Diamante.



LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.  
POL. INDUSTRIAL VALDECONSEJO  
C/ ANETO, PARCELA Nº 8 - A  
TEL. 976 56 68 75 - FAX 976 56 66 12  
50410 CUARTE DE HUERVA (ZARAGOZA)



**Emplazamiento del sondeo S-1. CECOPAL.**





**CECOPAL. Sondeo S-1. De 0,00 a 9,00 m.**



**CECOPAL. Sondeo S-1. De 9,00 a 13,60 m.**



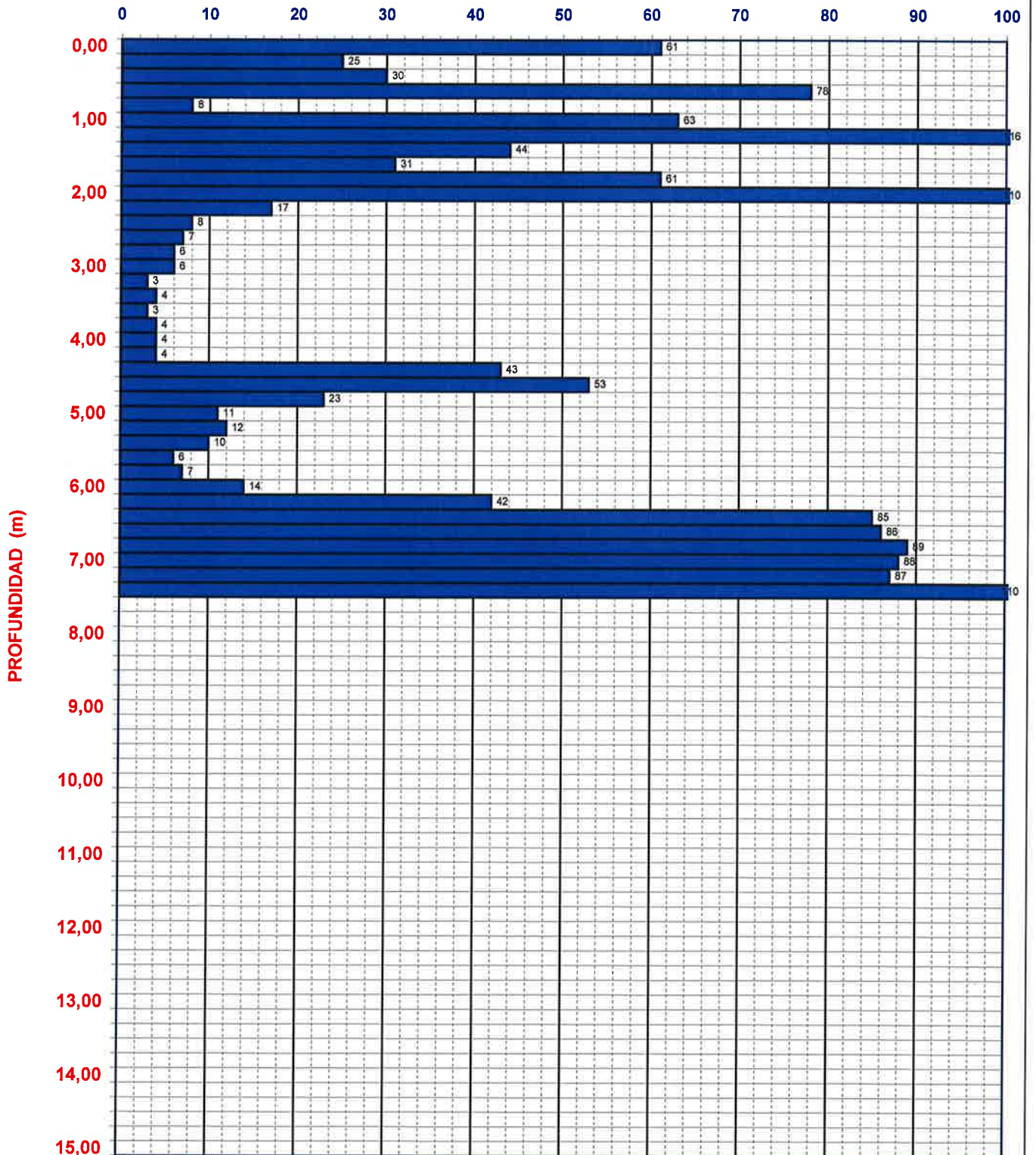


LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.

# PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

CECOPAL				PENETRACIÓN	
Peticionario		AYTO. DE ZARAGOZA		P - 1	
Fecha	20-dic-06	Situación	C/ Valle de Broto. Zaragoza		
Coordenadas					nº Obra
X:	-	Y:	-	Z:	-
					06AG1246

## GOLPEO 20cm



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 7,60 m.

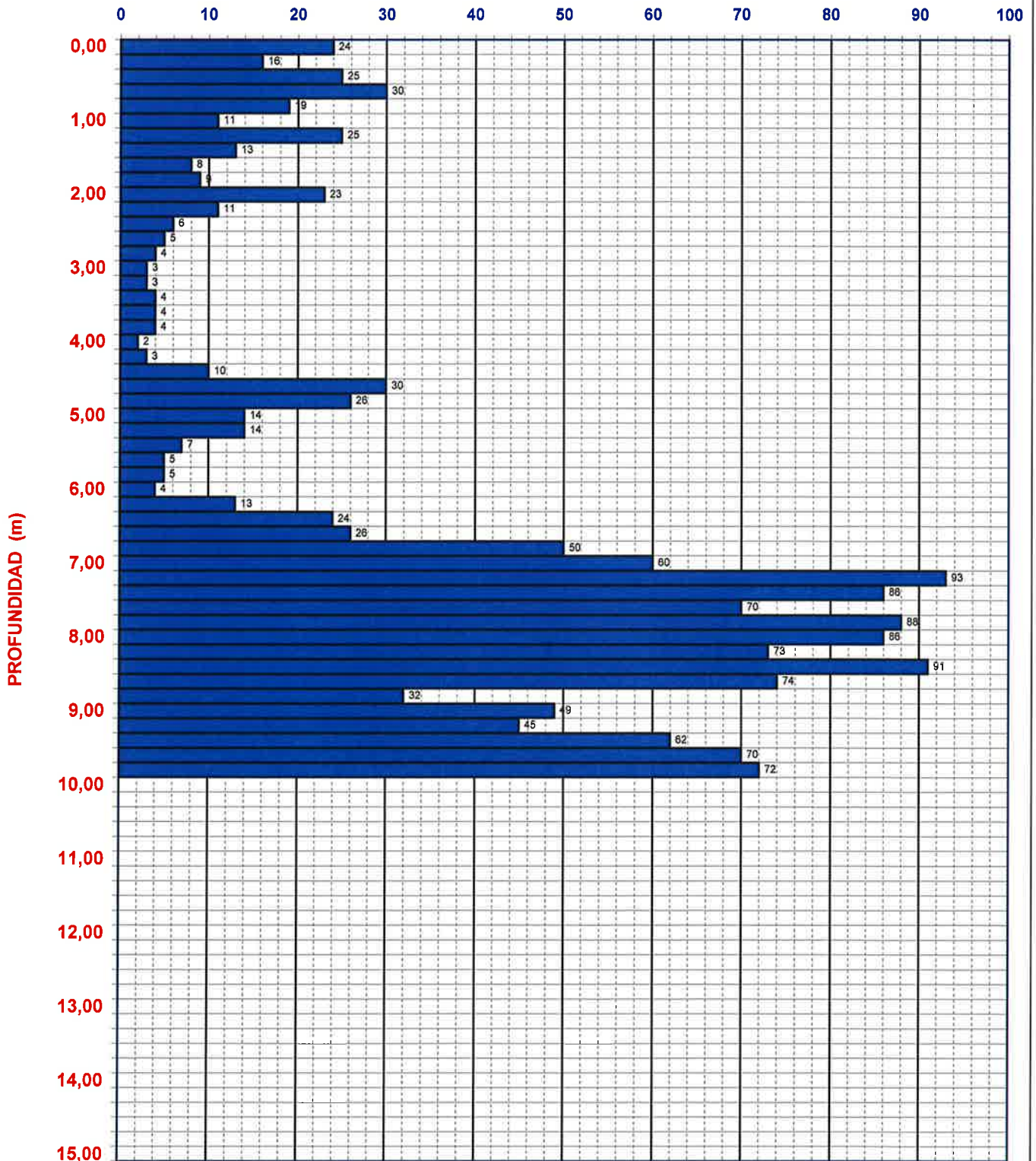


LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.

# PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

CECOPAL				PENETRACIÓN	
Peticionario		AYTO. DE ZARAGOZA		P - 2	
Fecha	20-dic-06	Situación	C/ Valle de Broto. Zaragoza		
Coordenadas					nº Obra
X:	-	Y:	-	Z:	-
					06AG1246

## GOLPEO 20cm



OBSERVACIONES: Se detiene el ensayo a 10,00 m.



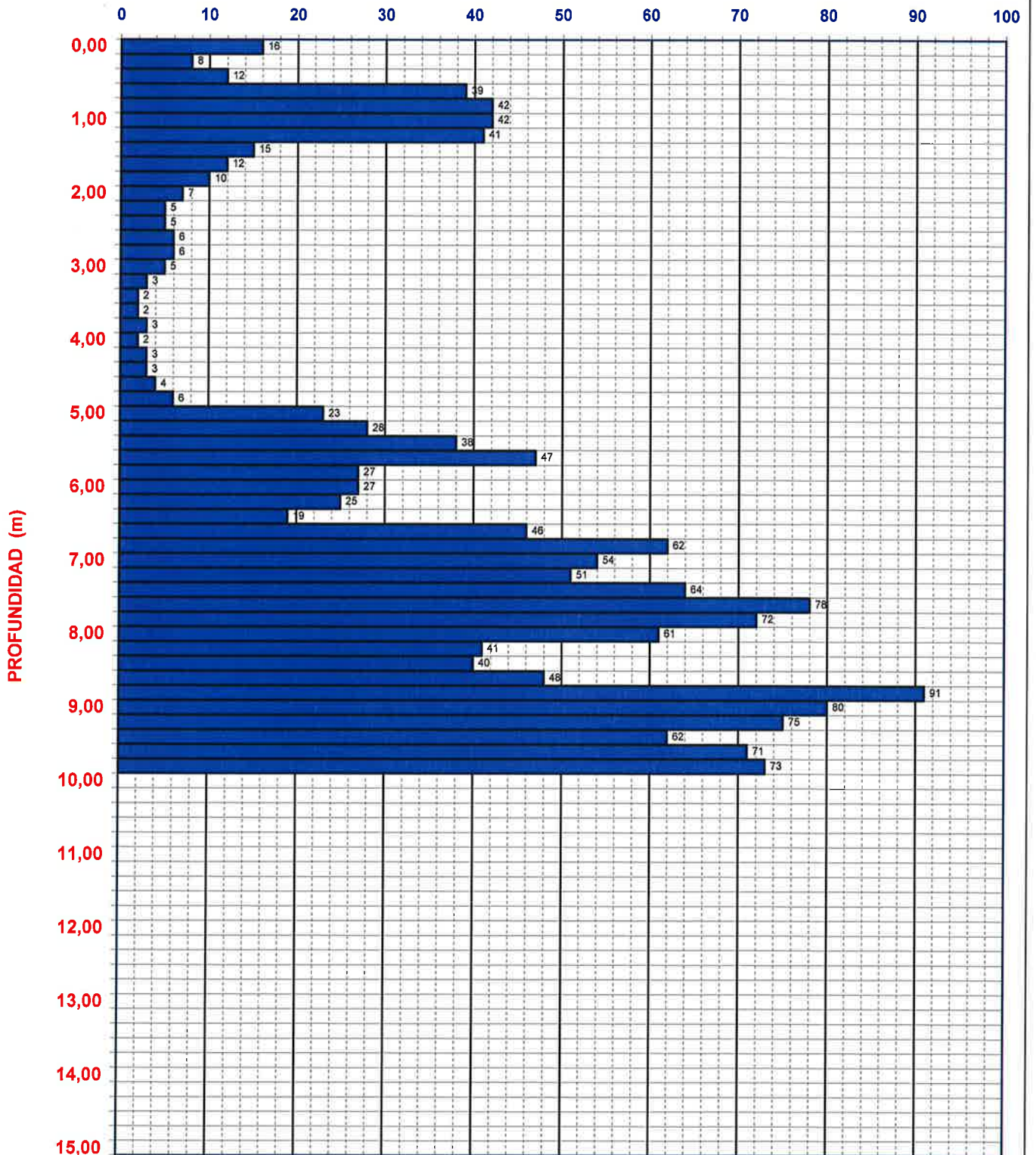


LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.

# PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

CECOPAL				PENETRACIÓN	
Peticionario		AYTO. DE ZARAGOZA		P - 3	
Fecha	20-dic-06	Situación	C/ Valle de Broto. Zaragoza		
Coordenadas					nº Obra
X:	-	Y:	-	Z:	-
					06AG1246

## GOLPEO 20cm



OBSERVACIONES: Se detiene el ensayo a 10,00 m.

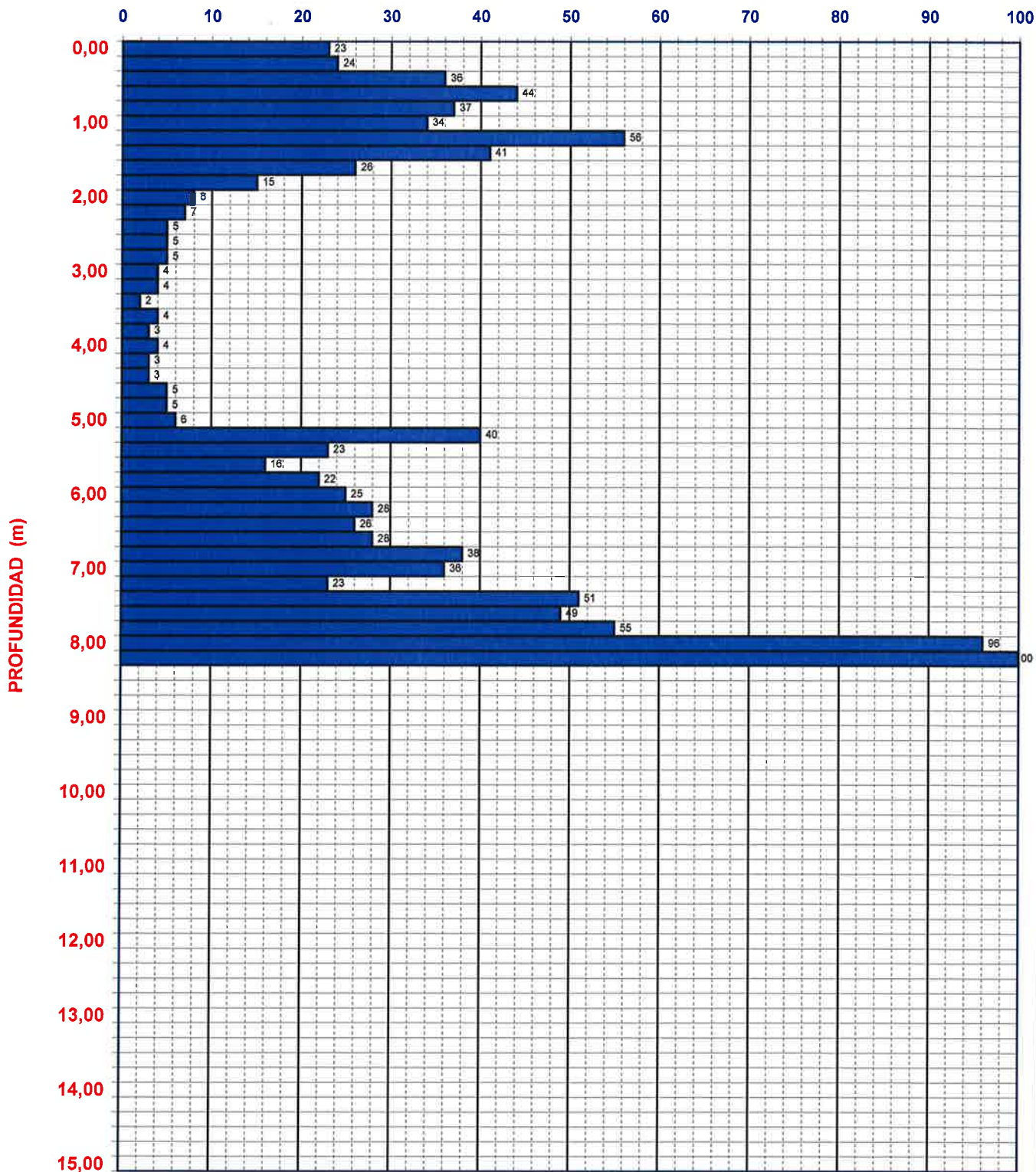


LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.

# PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

CECOPAL				PENETRACIÓN	
Peticionario		AYTO. DE ZARAGOZA		P - 4	
Fecha	20-dic-06	Situación	C/ Valle de Broto. Zaragoza		
Coordenadas					nº Obra
X:	-	Y:	-	Z:	-
					06AG1246

## GOLPEO 20cm



OBSERVACIONES:

Se obtiene rechazo a 8,40 m.



**LABORATORIO DE ENSAYOS TÉCNICOS, S.A.**  
POL. INDUSTRIAL VALDECONSEJO  
C/ ANETO, PARCELA Nº 8 - A  
TEL. 976 56 68 75 - FAX 976 56 66 12  
50410 CUARTE DE HUERVA (ZARAGOZA)

**APÉNDICE III**  
**Boletines de ensayos.**





**TRABAJO:** CECOPAL, CENTRO DE COORDINACIÓN OPERATIVO MUNICIPAL EN C/ VALLE DE BROTO.

**MUESTRA:** S-1. DE 2,40 a 2,60 m.

**Nº OBRA:** 06AG1246

**Nº REF:** 07AG00058

## ENSAYO DE SUELOS

**- Contenido en Finos (UNE 103101).**

Cernido 0,08 UNE (%) \_\_\_\_\_

**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104).**

Límite Líquido \_\_\_\_\_

Límite Plástico \_\_\_\_\_

Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) \_\_\_\_\_

Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) \_\_\_\_\_

Dens. seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) \_\_\_\_\_

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_

Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ 1,0

Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502).**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_

Índice al 98% PM \_\_\_\_\_

Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_

PG-3 \_\_\_\_\_

H.R.B. \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Octavio Plumed Parrilla  
Ingeniero de Caminos



Zaragoza a 03 - enero - 2007

VºBº del Director

Fdo. Javier Prats Rivera  
Ingeniero de Caminos



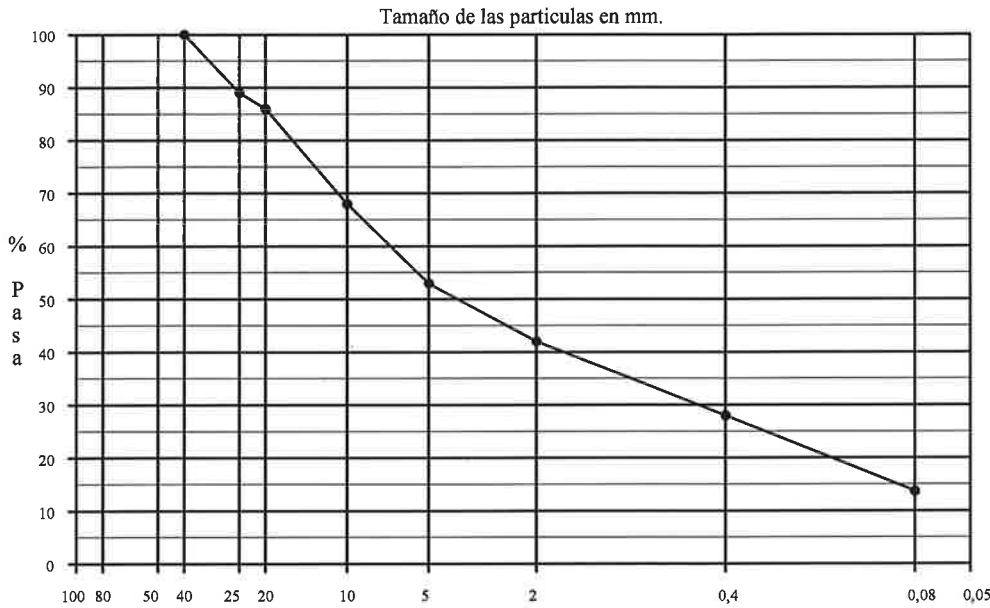
**TRABAJO:** CECOPAL, CENTRO DE COORDINACIÓN OPERATIVO MUNICIPAL EN C/ VALLE DE BROTO.  
**MUESTRA:** S-1. De 7,00 a 7,60 m.

**Nº OBRA:** 06AG1246

**Nº REF:** 07AG00063

## ENSAYO DE SUELOS

### - Análisis granulométrico (UNE-103101).



Tamiz UNE	% Pasa
100	
80	
50	
40	100
25	89
20	86
10	68
5	53
2	42
0,4	28
0,08	13,7

### - Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite Líquido \_\_\_\_\_ NP  
 Límite Plástico \_\_\_\_\_ NP  
 Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ NP

### - Ensayos Químicos

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
 Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ <0,1  
 Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

### - Proctor Modificado (UNE-103501)

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
 Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

### - Ensayo C.B.R. (UNE 103502)

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
 Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
 Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

### - Humedad (UNE-103300).

w (%) \_\_\_\_\_

### - Clasificación

Casagrande \_\_\_\_\_ GM  
 PG-3 \_\_\_\_\_  
 H.R.B. \_\_\_\_\_

### - Densidad (UNE-103301).

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
 Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Octavio Plumed Parrilla  
 Ingeniero de Caminos



Zaragoza a 03 - enero - 2007  
 VºBº del Director

Fdo. Javier Prats Rivera  
 Ingeniero de Caminos





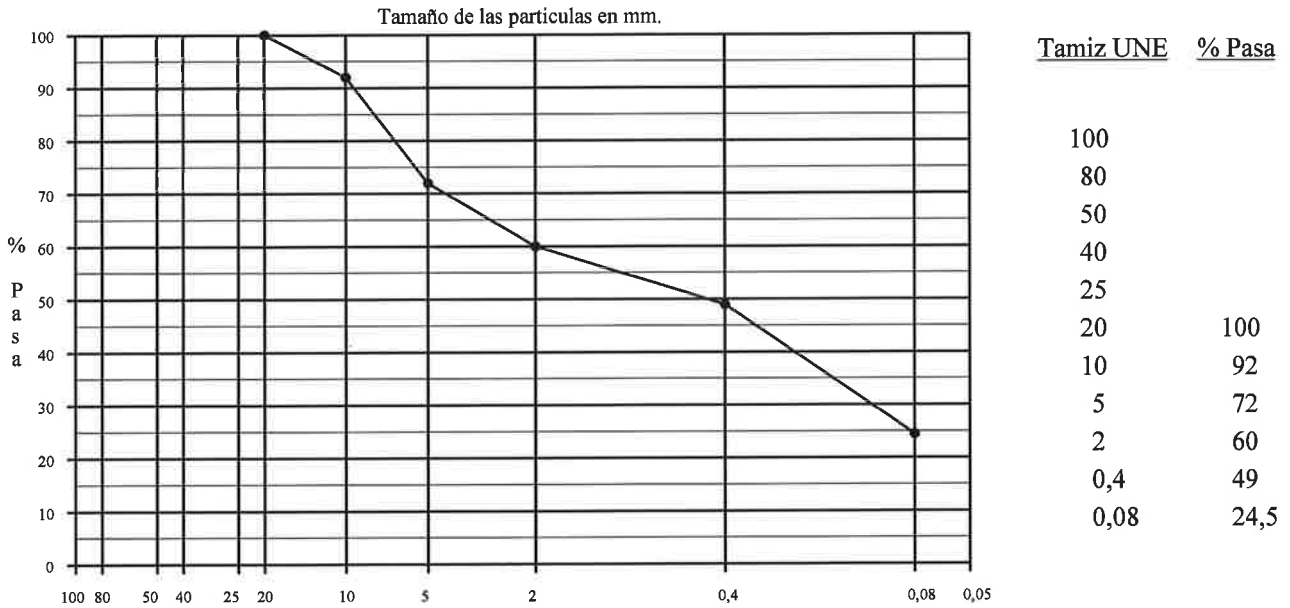
**TRABAJO:** CECOPAL, CENTRO DE COORDINACIÓN OPERATIVO MUNICIPAL EN C/ VALLE DE BROTO.  
**MUESTRA:** S-1. De 13,00 a 13,60 m.

**Nº OBRA:** 06AG1246

**Nº REF:** 07AG00064

## ENSAYO DE SUELOS

### - Análisis granulométrico (UNE-103101).



### - Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite Líquido \_\_\_\_\_ NP  
 Límite Plástico \_\_\_\_\_ NP  
 Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ NP

### - Ensayos Químicos

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
 Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ <0,1  
 Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

### - Proctor Modificado (UNE-103501)

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
 Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

### - Ensayo C.B.R. (UNE 103502)

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
 Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
 Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

### - Humedad (UNE-103300).

w (%) \_\_\_\_\_

### - Clasificación

Casagrande \_\_\_\_\_ SM  
 PG-3 \_\_\_\_\_  
 H.R.B. \_\_\_\_\_

### - Densidad (UNE-103301).

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
 Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Octavio Plumed Parrilla  
 Ingeniero de Caminos



Zaragoza a 03 - enero - 2007

VºBº del Director

Fdo. Javier Prats Rivera  
 Ingeniero de Caminos



**TRABAJO:** CECOPAL, CENTRO DE COORDINACIÓN OPERATIVO MUNICIPAL EN C/ VALLE DE BROTO.

**MUESTRA:** S-1 Muestra de agua

**Nº OBRA:** 06AG1246

**Nº REF:** 07AG00324

## AGRESIVIDAD DE AGUA PARA HORMIGONES

Exponente hidrógeno pH (Anejo 5. EHE)	7,19
CO <sub>2</sub> Agresivo (mg CO <sub>2</sub> /l) (Anejo 5. EHE)	8,8
Ión Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l) (Anejo 5. EHE)	14,5
Ión Magnesio (mg Mg <sup>++</sup> /l) (Anejo 5. EHE)	7,3
Ión Sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /l) (Anejo 5. EHE)	946,9
Residuo seco (mg/l) (Anejo 5. EHE)	2583
Ataque (Tabla 8.2.3.b de EHE)	MEDIO

Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Octavio Plumed Parrilla  
Ingeniero de Caminos

Zaragoza a 04 - enero - 2007  
VºBº del Director

Fdo. Javier Prats Rivera  
Ingeniero de Caminos

## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

### **ANEXO 5**

### **AHORRO DE ENERGÍA**

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm. 74, Martes 28 marzo 2006)

**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 un 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, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. 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. 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.



## ANEXO 5. Ahorro de energía

### 0. HE 0 / Limitación del consumo energético.

Esta sección no es de aplicación para este proyecto.

### 1. HE 1 / Limitación de la demanda energética.

Esta sección no es de aplicación para este proyecto.

### 2. HE 2 / Rendimiento de las instalaciones térmicas.

Esta sección no es de aplicación para este proyecto.

### 3. HE 3 / Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

#### 1. **Ámbito.**

El proyecto de acondicionamiento entra dentro del ámbito de aplicación del DB HE3 porque se renueva una parte de la instalación de un edificio existente.

#### 2. **Caracterización y cuantificación de las exigencias.**

##### 2.1 VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, VEEI

La disposición y potencia de las luminarias a instalar deben cumplir los requisitos básicos del DB-HE3 en cuanto al valor límite de eficiencia energética de la instalación, en Watios/m<sup>2</sup>, por cada 100 lux de iluminancia para cada recinto (Tabla 2.1). Esos valores de VEEI se definen en los cálculos siguientes. Para cumplir este requisito, se ha elegido un modelo de luminarias disponible en el mercado que supone un ahorro de consumo y durabilidad dentro de los costes previstos para este capítulo.

Se ha proyectado una instalación de iluminación artificial con las mismas luminarias de superficie existentes en el hangar, con carcasa reflectora de una potencia que cumple dichos valores límites; no obstante, la empresa instaladora comprobará una vez instalados los aparatos, lámparas y materiales de acabados finalmente ejecutados la eficiencia energética de la instalación en función de la iluminancia resultante, y justificará que ésta se ajusta a los correspondientes valores límite descritos en el recinto.

Se adjunta el cálculo de los valores de VEEI, iluminancia media, y potencia calculada de las luminarias.

TABLA 2.1 Valores límite de EEI.

Almacenes:	4,0
------------	-----

##### 2.2 POTENCIA INSTALADA EN EL LOCAL.

La potencia instalada en el local para iluminación no superará los valores de la Tabla 2.2 del DB. En este caso, el uso de almacén se identifica con el uso "Otros" de la tabla, que establece una potencia unitaria de 10 W/m<sup>2</sup>.

##### 2.3 SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN.

No son aplicables a este local los sistemas de aprovechamiento de la luz natural, al no ajustarse a las condiciones de uso y de soleamiento que vienen definidas en la norma.

No obstante, el proyecto garantiza que toda zona a iluminar dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, además del interruptor del cuadro



eléctrico. Se ha previsto instalar dos circuitos de encendido en el recinto para ajustar la iluminación a las necesidades en cada momento.

TABLA 1. CALCULO DEL VALOR DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL RECINTO.

LOCAL	Uso del local	Longitud del local	Ancho del local	SUPERFICIE RECINTO	altura del local	altura de las luminarias al plano de trabajo	índice del local	número de puntos considerandos	Factor de mantenimiento	Potencia total	Valor de la eficiencia energética de la instalación $VEEI = (100 \cdot P) / (S \cdot Em)$	VEEI Máximo	iluminancia media horizontal	índice de deslumbramiento unificado	índice de rendimiento de color
		m	m	m <sup>2</sup>	m	m	-	-	-	W	$\frac{W/m^2 \cdot 100}{lux}$		lux	-	-
		L	A	S	h	H	K	n	Fm	P	VEEI		Em	UGR	Ra
1	Almacén	9,20	8,40	$\frac{77,28}{98,44}$	4,50	3,50	1,25	9	0,80	$\frac{234}{234}$	2,88	<4	103	15	80

Potencia instalada en el local:  $P = 234 / 98,44 = 2,38 \text{ W/m}^2 < 10 \text{ W/m}^2$  CUMPLE.

#### 5. Plan de mantenimiento.

Frecuencia de reemplazamiento de lámparas.	A partir de 5.000 horas
Periodicidad de limpieza de luminarias	~ Anual
Comprobación del funcionamiento de los interruptores/pulsadores.	Frecuentemente
FACTOR DE MANTENIMIENTO DE LAS LUMINARIAS	0,8

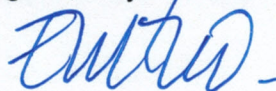
#### 4. HE 4 / Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

No es de aplicación este apartado al tratarse de la reforma de un local sin demanda de agua caliente sanitaria.

#### 5. HE 5 / Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

No es de aplicación este apartado al no modificarse el uso característico del inmueble, y no suponer una reforma integral del edificio.

Zaragoza, mayo de 2021



Eduardo Martín Correás. Arquitecto

## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

### **ANEXO 6**

### **SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD**

## ANEXO 6. Seguridad de Utilización y Accesibilidad

### 1.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO

REAL DECRETO 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación aprobado por R.D 314/2006 de 17 de Marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación a las personas con discapacidad.( BOE núm. 74, Martes 28 marzo 2006)

#### **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 similares 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.





## CUMPLIMIENTO DEL CTE: SEGURIDAD DE UTILIZACION Y ACCESIBILIDAD

### Ámbito de aplicación.

El proyecto que nos ocupa se ve afectado por las exigencias del CTE en materia de seguridad de utilización y accesibilidad al tratarse de una reforma parcial en un edificio existente.

### SUA 1 / Seguridad frente al riesgo de caídas.

#### 1.- Resbaladidad de los suelos

SU1. 1 Resbaladidad de los suelos	(Clasificación del suelo en función de su grado de deslizamiento UNE Clase ENV 12633:2003)	NORMA	PROY
	Zonas interiores secas con pendiente < 6%	1 (15<Rd<35)	-
Zonas interiores secas con pendiente ≥ 6% y escaleras	2 (35<Rd<45)	-	
Zonas interiores húmedas (entrada al edificio o terrazas cubiertas) con pendiente < 6%	2 (35<Rd<45)	3	
Zonas interiores húmedas (entrada al edificio o terrazas cubiertas) con pendiente ≥ 6% y escaleras	3 (Rd>45)	-	
Zonas exteriores, duchas y piscinas	3 (Rd>45)	3	

#### 2.- Discontinuidades en el pavimento

Se cumple con lo dispuesto respecto a discontinuidades en el pavimento, o perforaciones en el mismo.

#### 3.- Desniveles

Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda del 25%.

Todo el programa discurre en un recinto prácticamente plano. Se cumple la limitación de que en zonas de circulación no se disponga un escalón aislado, ni dos consecutivos.

No hay desniveles que precisen barreras de protección en este proyecto.

#### 4.- Rampas y Escaleras

##### 4.2.- Escaleras de uso general

No hay escaleras de uso general en el presente proyecto.

##### 4.3.4.- Pasamanos

No hay desniveles a salvar con rampas de circulación o escaleras en este proyecto.

#### 5.- Limpieza de los acristalamientos exteriores

No hay acristalamientos en este proyecto.

### SUA 2 / Seguridad frente al riesgo de impactos o atrapamiento.

#### 1.- Impacto

##### 1.1.- Impacto con elementos fijos

La altura libre de paso mínima será de 2.20m en cualquier recorrido interior. En los umbrales de las puertas la altura libre es superior a 2m (h= 2,68m).

Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2,20 m, como mínimo. (marquesinas,



toldos, etc.)

Se cumplen las medidas mínimas de paso de circulación y de altura de elementos volados.

## **1.2.- Impacto con elementos practicables**

Se colocan dos puertas que no invaden pasillos ni descansillos de escaleras o zonas de circulación con el barrido de sus hojas, que se hace hacia el exterior.

No existen puertas de vaivén opacas.

No hay puertas de garaje.

No hay vidrios en el presente proyecto, por lo tanto no hay vidrios en áreas de riesgo de impacto.

No se prevén puertas correderas que puedan generar condiciones de riesgo de atrapamiento.

## **SUA 3 / Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos**

La configuración del recinto proyectado impide que el usuario quede accidentalmente aprisionado en alguno de sus recintos.

Las puertas cumplirán las condiciones de fuerza de apertura máxima de 140N.

## **SU 4 / Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

### **1.- Alumbrado normal**

En el recinto se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores, medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

### **2.- Alumbrado de emergencia**

2.1. El almacén cuenta con alumbrado de emergencia en la salida y en los elementos de señalización y protección contra incendios.

2.2. Posición y características de las luminarias de emergencia.

Los puntos a iluminar dispondrán de luminarias situadas al menos a 2 metros de altura sobre el nivel del suelo, que aportarán una iluminancia horizontal mínima de 1 lux a lo largo del eje central de los recorridos de evacuación y de 5 lux en los puntos donde están situados los equipos de seguridad y los cuadros de alumbrado (artº2.3).

Para las condiciones de activación, rendimiento, tiempo de reacción y de servicio, etc. del sistema de alumbrado de emergencia se estará a lo dispuesto en la Sección 4.2 del CTE DB-SUA.

Se dispondrá una luminaria en cada puerta de salida, al igual que en el emplazamiento de los equipos de seguridad.

En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, de 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de ancho igual o menor que 2 m. A lo largo de la línea central de una vía de evacuación,



la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor de 40:1.

En este caso, las luminarias de emergencia se disponen en las puertas de salida del recinto, junto al cuadro eléctrico y en el emplazamiento de extintores.

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

No corresponde su aplicación.

**SUA 6 / Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.**

No corresponde su aplicación.

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

No corresponde su aplicación, al tratarse de un almacén.

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

No es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo en este caso, puesto que no se modifica la envolvente del hangar en el que se desarrolla el proyecto.



## SUA 9 / Accesibilidad

### 1.- Condiciones de accesibilidad

El itinerario desde el patio exterior hasta las puertas de acceso y por el interior del almacén se realiza por un espacio accesible sin barreras arquitectónicas.

#### 1.2.- Dotación de elementos accesibles

Para este uso no es precisa la ejecución de aparcamientos accesibles.

##### 1.2.6 Servicios higiénicos accesibles

Para este uso no es precisa la ejecución de servicios higiénicos accesibles.

##### 1.2.7 Mobiliario fijo

No hay mobiliario fijo al servicio de personas discapacitadas.

##### 1.2.8 Mecanismos

Los interruptores serán mecanismos accesibles (entre 80 y 120cm de altura para elementos de mando, y entre 40 y 120cm para tomas de corriente).

### 2.- Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad

#### 2.1.- Dotación

No es precisa la dotación de información y señalización de accesibilidad para este Proyecto.

Zaragoza, mayo de 2021

Eduardo Martín Correas. Arquitecto

## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

### **ANEXO 7**

### **SALUBRIDAD**



## ANEXO 7. Salubridad

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm. 74, Martes 28 marzo 2006)

Artículo 13. *Exigencias básicas de salubridad (HS) «Higiene, salud y protección del medio ambiente».*

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 manera 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, y de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua.

1. Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de 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 caudal del agua.
2. 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.



**Barrera contra el vapor:** elemento que tiene una resistencia a la difusión de vapor mayor que  $10 \text{ MN} \cdot \text{s/g}$  equivalente a  $2,7 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/mg}$ .

**Cámara de aire ventilada:** espacio de separación en la sección constructiva de una fachada o de una cubierta que permite la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de forma que se garantiza la ventilación cruzada.

**Cámara de bombeo:** depósito o arqueta donde se acumula provisionalmente el agua drenada antes de su bombeo y donde están alojadas las bombas de achique, incluyendo la o las de reserva.

**Capa antipunzonamiento:** *capa separadora* que se interpone entre dos capas sometidas a presión cuya función es proteger a la menos resistente y evitar con ello su rotura.

**Capa de protección:** producto que se dispone sobre la capa de impermeabilización para protegerla de las radiaciones ultravioletas y del impacto térmico directo del sol y además favorece la escorrentía y la evacuación del agua hacia los sumideros.

**Capa de regulación:** capa que se dispone sobre la capa drenante o el terreno para eliminar las posibles irregularidades y desniveles y así recibir de forma homogénea el hormigón de la solera o la placa.

**Capa separadora:** capa que se intercala entre elementos del sistema de impermeabilización para todas o algunas de las finalidades siguientes:

- evitar la adherencia entre ellos;
- proporcionar protección física o química a la membrana;
- permitir los movimientos diferenciales entre los *componentes* de la cubierta;
- actuar como capa antipunzonante;
- actuar como capa filtrante;
- actuar como capa ignífuga.

**Coefficiente de permeabilidad:** parámetro indicador del grado de permeabilidad de un suelo medido por la velocidad de paso del agua a través de él. Se expresa en m/s o cm/s. Puede determinarse directamente mediante ensayo en permeámetro o mediante ensayo in situ, o indirectamente a partir de la granulometría y la porosidad del terreno.

**Drenaje:** operación de dar salida a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos por medio de zanjas o cañerías.

**Elemento pasante:** elemento que atraviesa un elemento constructivo. Se entienden como tales las bajantes y las chimeneas que atraviesan las cubiertas.

**Encachado:** capa de grava de diámetro grande que sirve de base a una solera apoyada en el terreno con el fin de dificultar la ascensión del agua del terreno por capilaridad a ésta.

**Enjarje:** cada uno de los dentellones que se forman en la interrupción lateral de un muro para su trabazón al proseguirlo.

**Formación de pendientes (sistema de):** sistema constructivo situado sobre el soporte resistente de una cubierta y que tiene una inclinación para facilitar la evacuación de agua.

**Geotextil:** tipo de lámina plástica que contiene un tejido de refuerzo y cuyas principales funciones son filtrar, proteger químicamente y desolidarizar capas en contacto.

**Grado de impermeabilidad:** número indicador de la resistencia al paso del agua característica de una *solución constructiva* definido de tal manera que cuanto mayor sea la sollicitación de humedad mayor debe ser el grado de impermeabilización de dicha solución para alcanzar el mismo resultado. La resistencia al paso del agua se gradúa independientemente para las distintas soluciones de cada *elemento constructivo* por lo que las graduaciones de los distintos elementos no son equivalentes, por ejemplo, el grado 3 de un muro no tiene por qué equivaler al grado 3 de una fachada.

**Hoja principal:** hoja de una fachada cuya función es la de soportar el resto de las hojas y *componentes* de la fachada, así como, en su caso desempeñar la función estructural.

**Hormigón de consistencia fluida:** hormigón que, ensayado en la mesa de sacudidas, presenta un asentamiento comprendido entre el 70% y el 100%, que equivale aproximadamente a un asiento superior a 20 cm en el cono de Abrams.

**Hormigón de elevada compacidad:** hormigón con un índice muy reducido de huecos en su granulometría.

**Hormigón hidrófugo:** hormigón que, por contener sustancias de carácter químico hidrófobo, evita o disminuye sensiblemente la absorción de agua.

**Hormigón de retracción moderada:** hormigón que sufre poca reducción de volumen como consecuencia del proceso físico-químico del fraguado, endurecimiento o desecación.

**Impermeabilización:** procedimiento destinado a evitar el mojado o la absorción de agua por un material o *elemento constructivo*. Puede hacerse durante su fabricación o mediante la posterior aplicación de un tratamiento.

**Impermeabilizante:** producto que evita el paso de agua a través de los materiales tratados con él.

**Índice pluviométrico anual:** para un año dado, es el cociente entre la precipitación media y la precipitación media anual de la serie.

**Inyección:** técnica de recalce consistente en el refuerzo o consolidación de un terreno de cimentación mediante la introducción en él a presión de un mortero de cemento fluido con el fin de que rellene los huecos existentes.

**Intradós:** superficie interior del muro.

**Lámina drenante:** lámina que contiene nodos o algún tipo de pliegue superficial para formar canales por donde pueda discurrir el agua.

**Lámina filtrante:** lámina que se interpone entre el terreno y un *elemento constructivo* y cuya característica principal es permitir el paso del agua a través de ella e impedir el paso de las partículas del terreno.

**Lodo de bentonita:** suspensión en agua de bentonita que tiene la cualidad de formar sobre una superficie porosa una película prácticamente impermeable y que es tixotrópica, es decir, tiene la facultad de adquirir en estado de reposo una cierta rigidez.

**Mortero hidrófugo:** mortero que, por contener sustancias de carácter químico hidrófobo, evita o disminuye sensiblemente la absorción de agua.

**Mortero hidrófugo de baja retracción:** mortero que reúne las siguientes características:

- contiene sustancias de carácter químico hidrófobo que evitan o disminuyen sensiblemente la absorción de agua;
- experimenta poca reducción de volumen como consecuencia del proceso físico-químico del fraguado, endurecimiento o desecación.

**Muro parcialmente estanco:** muro compuesto por una hoja exterior resistente, una cámara de aire y una hoja interior. El muro no se impermeabiliza sino que se permite el paso del agua del terreno hasta la cámara donde se recoge y se evacua.

**Placa:** solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.

**Pozo drenante:** pozo efectuado en el terreno con entibación perforada para permitir la llegada del agua del terreno circundante a su interior. El agua se extrae por bombeo.

**Solera:** capa gruesa de hormigón apoyada sobre el terreno, que se dispone como pavimento o como base para un solado.

**Sub-base:** capa de bentonita de sodio sobre hormigón de limpieza dispuesta debajo del suelo.

**Suelo elevado:** suelo en el que la relación entre la suma de la superficie de contacto con el terreno y la de apoyo, y la superficie del suelo es inferior a 1/7.



## 1.1 MUROS.

No hay cerramientos verticales en contacto con el terreno.

Muros en contacto con el terreno HS1 Protección frente a la humedad	Presencia de agua	baja	media	alta	
	Coefficiente de permeabilidad del terreno (limos arenosos)				-
	<b>Grado de impermeabilidad</b>				(02)
	tipo de muro	de gravedad (03)	flexorresistente (04)	pantalla (05)	
	situación de la impermeabilización	interior	exterior	parcialmente estanco (06)	
	<b>Condiciones de las soluciones constructivas</b>				-(07)
	(01)	este dato se obtiene del informe geotécnico			
	(02)	este dato se obtiene de la tabla 2.1, apartado 2.1, exigencia básica HS1, CTE			
	(03)	Muro no armado que resiste esfuerzos principalmente de compresión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.			
	(04)	Muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.			
(05)	Muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye en el terreno mediante el vaciado del terreno exclusivo del muro y el consiguiente hormigonado in situ o mediante el hincado en el terreno de piezas prefabricadas. El vaciado del terreno del sótano se realiza una vez construido el muro.				
(06)	muro compuesto por una hoja exterior resistente, una cámara de aire y una hoja interior. El muro no se impermeabiliza sino que se permite el paso del agua del terreno hasta la cámara donde se recoge y se evacua.				
(07)	este dato se obtiene de la tabla 2.2, apartado 2.1, exigencia básica HS1, CTE				

## 1.2 SUELOS.

No hay suelos en contacto con tierras.

Suelos HS1 Protección frente a la humedad	Presencia de agua	baja	media	alta	
	Coefficiente de permeabilidad del terreno				-(01)
	Grado de impermeabilidad				-(02)
	tipo de muro	de gravedad	flexorresistente	pantalla	
	Tipo de suelo	suelo elevado (03)	solera (04)	placa (05)	
	Tipo de intervención en el terreno	sub-base (06)	inyecciones (07)	sin intervención	
	<b>Condiciones de las soluciones constructivas</b>				-(08)
	(01)	este dato se obtiene del informe geotécnico			
	(02)	este dato se obtiene de la tabla 2.3, apartado 2.2, exigencia básica HS1, CTE			
	(03)	Suelo situado en la base del edificio en el que la relación entre la suma de la superficie de contacto con el terreno y la de apoyo, y la superficie del suelo es inferior a 1/7.			
(04)	Capa gruesa de hormigón apoyada sobre el terreno, que se dispone como pavimento o como base para un solado.				
(05)	solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.				
(06)	capa de bentonita de sodio sobre hormigón de limpieza dispuesta debajo del suelo.				
(07)	técnica de recalce consistente en el refuerzo o consolidación de un terreno de cimentación mediante la introducción en él a presión de un mortero de cemento fluido con el fin de que rellene los huecos existentes.				
(08)	este dato se obtiene de la tabla 2.4, exigencia básica HS1, CTE				





### 1.3 FACHADAS.

El proyecto consta de dos cerramientos metálicos para delimitar una parte del hangar. Dichos cerramientos están formados por perfiles y chapas perforadas, de manera que no son estancos a la humedad, por lo que no es de aplicación este apartado.

Fachadas y medianeras descubiertas HS1 Protección frente a la humedad	Zona pluviométrica de promedios				IV (01)
	Altura de coronación del edificio sobre el terreno				
		x ≤ 15 m	16 – 40 m	41 – 100 m	> 100 m (02)
	Zona eólica	A		x B	C (03)
	Clase del entorno en el que está situado el edificio			x E0	E1 (04)
	Grado de exposición al viento	V1		x V2	V3 (05)
	Grado de impermeabilidad	1	2	x 3	4 5 (06)
	Revestimiento exterior			si	no
		Condiciones de las soluciones constructivas			- (07)

(01) Este dato se obtiene de la figura 2.4, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE  
 (02) Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.  
 (03) Este dato se obtiene de la figura 2.5, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE  
 (04) E0 para terreno tipo I, II, III  
 E1 para los demás casos, según la clasificación establecida en el DB-SE  
 - Terreno tipo I: Borde del mar o de un lago con una zona despejada de agua (en la dirección del viento) de una extensión mínima de 5 km.  
 - Terreno tipo II: Terreno llano sin obstáculos de envergadura.  
 - Terreno tipo III: Zona rural con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones de pequeñas dimensiones.  
 - Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal.  
 - Terreno tipo V: Centros de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura.  
 (05) Este dato se obtiene de la tabla 2.6, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE  
 (06) Este dato se obtiene de la tabla 2.5, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE  
 (07) Este dato se obtiene de la tabla 2.7, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE una vez obtenido el grado de impermeabilidad

### 1.4 CUBIERTAS.

No se interviene en la cubierta existente.

Parte 1 Cubiertas, terrazas y balcones HS1 Protección frente a la humedad	<b>Grado de impermeabilidad</b>	único			
	<b>Tipo de cubierta</b>	Chapa metálica			
		plana	x inclinada		
		convencional	invertida*		
	<b>Uso</b>				
	Transitable	peatones uso privado	peatones uso público	zona deportiva	vehículos
	X No transitable	El faldón de la cubierta no es transitable salvo para mantenimiento			
	Ajardinada				
	<b>Condición higrotérmica</b>				
	Ventilada				
X Sin ventilar					
<b>Barrera contra el paso del vapor de agua</b>					
	barrera contra el vapor por debajo del aislante térmico ( 01)				
<b>Sistema de formación de pendiente</b>					
	hormigón en masa				
	mortero de arena y cemento				
	hormigón ligero celular				
	hormigón ligero de arcilla expandida				
	hormigón ligero de perlita expandida (EPS)				
	arcilla expandida en seco				
	placas aislantes				
	elementos prefabricados (cerámicos, hormigón, fibrocemento) sobre tabiquillos				
X	chapa grecada				
	elemento estructural (forjado, losa de hormigón)				



Parte 2 Cubiertas, terrazas y balcones HS1 Protección frente a la humedad

**Pendiente**

10 % (02)  
-

**Aislante térmico (03)**

Material -  espesor

**Capa de impermeabilización (04)**

- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados
- Lámina de oxiasfalto
- Lámina de betún modificado
- Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado (PVC)
- Impermeabilización con etileno propileno dieno monómero (EPDM)
- Impermeabilización con poliolefinas
- Impermeabilización con un sistema de placas

**Sistema de impermeabilización**

adherido	semiadherido	no adherido	fijación mecánica
----------	--------------	-------------	-------------------

**Cámara de aire ventilada**

Área efectiva total de aberturas de ventilación:  $S_s = \frac{\text{[ ]}}{\text{[ ]}} = \text{[ ]}$   $30 > \frac{S_s}{A_c} > 3$

Superficie total de la cubierta:  $A_c = \text{[ ]}$

**Capa separadora**

- Para evitar el contacto entre materiales químicamente incompatibles
- Bajo el aislante térmico
- Bajo la capa de impermeabilización

Para evitar la adherencia entre:

- La impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos
- La capa de protección y la capa de impermeabilización
- La capa de impermeabilización y la capa de mortero, en cubiertas planas transitables con capa de rodadura de aglomerado asfáltico vertido sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización

Capa separadora antipunzonante bajo la capa de protección.

**Capa de protección**

- Impermeabilización con lámina autoprottegida
- Capa de grava suelta (05), (06), (07)
- Capa de grava aglomerada con mortero (06), (07)
- Solado fijo (07)

Baldosas recibidas con mortero	Capa de mortero	Piedra natural recibida con mortero
Adoquín sobre lecho de arena	Hormigón	Aglomerado asfáltico
Mortero filtrante	Otro:	<input type="text"/>

**Solado flotante (07)**

Piezas apoyadas sobre soportes (06)	Baldosas sueltas con aislante térmico incorporado
Otro:	<input type="text"/>

**Capa de rodadura (07)**

Aglomerado asfáltico vertido en caliente directamente sobre la impermeabilización			
Aglomerado asfáltico vertido sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización (06)			
Capa de hormigón (06)	Adoquinado	Otro:	<input type="text"/>

**Tierra Vegetal (06), (07), (08)**

**Tejado**

Teja	Pizarra	Zinc	Cobre	Placa de fibrocemento	Perfiles sintéticos
Aleaciones ligeras	Otro:	<input type="text"/>			

- (01) Cuando se prevea que vayan a producirse condensaciones en el aislante térmico, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía".
- (02) Este dato se obtiene de la tabla 2.9 y 2.10, exigencia básica HS1, CTE
- (03) Según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía"
- (04) Si la impermeabilización tiene una resistencia pequeña al punzonamiento estático se debe colocar una capa separadora antipunzonante entre esta y la capa de protección. Marcar en el apartado de Capas Separadoras.
- (05) Solo puede emplearse en cubiertas con pendiente < 5%
- (06) Es obligatorio colocar una capa separadora antipunzonante entre la capa de protección y la capa de impermeabilización. En el caso en que la capa de protección sea grava, la capa separadora será, además, filtrante para impedir el paso de áridos finos.
- (07) Es obligatorio colocar una capa separadora antipunzonante entre la capa de protección y el aislante térmico. En el caso en que la capa de protección sea grava, la capa separadora será, además, filtrante para impedir el paso de áridos finos.
- (08) Inmediatamente por encima de la capa separadora se dispondrá una capa drenante y sobre esta una capa filtrante.



**HS2 / Recogida y evacuación de residuos**

No es de aplicación esta sección al tratarse de una reforma puntual de un equipamiento público.

**HS3 / Calidad del aire interior**

No es de aplicación esta sección al ser una construcción abierta de uso distinto a vivienda.

**HS4 / Suministro de agua**

No es de aplicación esta sección porque el proyecto no contempla obras en las instalaciones de fontanería del edificio.

**HS5 / Evacuación de aguas residuales**

No es de aplicación esta sección. No se interviene ni en la cubierta ni en los desagües. Tampoco existen aguas residuales a evacuar.

**HS6 / Protección frente al gas radón**

No es de aplicación en este proyecto.

Zaragoza, mayo de 2021

Eduardo Martín Correas. Arquitecto

## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

### **ANEXO 8**

### **ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**



## Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

Art. 4.1. a). R. D. 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE de 13.02.08)

1.- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que los sustituya. [Artículo 4.1.a)1º]

### a) Obra Nueva:

Sº	V	d	Tn tot
m² superficie construída	m³ volumen residuos (S x 0,10)	densidad tipo entre 1,5 y 0,5 tn/m3	toneladas de residuo (v x d)
104,23	10,42	1,704	17,76

De manera aproximada, una vez se obtiene el dato global de Tn de RCDs por m² construído, utilizando los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos (Plan Nacional de RCDs 2001-2006), se podría estimar el peso por tipología de residuos.

Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	% en peso (según Cmdad Madrid, Plan Nacional de RCDs)	Tn cada tipo de RCD (Tn tot x %)
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>		
1. Asfalto (LER: 17 03 02)	0,000	0,000
2. Madera (LER: 17 02 01)	0,000	0,000
<b>3. Metales (LER: 17 04 )</b>	0,050	8,880
<b>4. Papel (LER: 20 01 01)</b>	0,020	0,355
<b>5. Plástico (LER: 17 02 03)</b>	0,050	0,888
6. Vidrio (LER: 17 02 02)	0,000	0,000
7. Yeso (LER: 17 08 02)	0,000	0,000
Total estimación (tn)		<b>10,124</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>		
1. Arena, grava y otros áridos (LER: 01 04 08 y 01 04 09)	0,010	0,178
<b>2. Hormigón (LER: 17 01 01)</b>	0,400	7,104
<b>3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos (LER: 17 01 02 y 17 01 03)</b>	<b>0,000</b>	0,000
4. Piedra (LER: 17 09 04)	0,000	0,000
Total estimación (tn)		<b>7,282</b>
<b>RCD: Potencialmente Peligrosos y otros</b>		
1. Basura (LER: 20 02 01 y 20 03 01)	0,010	0,178
2. Pot. Peligrosos y otros (LER: [ij])	0,010	0,178
Total estimación (tn)		<b>0,355</b>





Estimación del volumen de los RCD según el peso evaluado

Tn toneladas de residuo	d densidad tipo entre 1,5 y 0,5 tn/m <sup>3</sup>	V m <sup>3</sup> volumen residuos (Tn / d)
17,76	1,704	10,43

b) **Demolición:** Para la evaluación teórica del volumen aparente (m<sup>3</sup> RCD / m<sup>2</sup> obra) de residuo de la construcción y demolición (RCD) de un derribo, en ausencia de datos más contrastados, pueden manejarse parámetros a partir de estudios del ITEC.

Evaluación teórica del volumen de RCD	P (m <sup>3</sup> RCD cada m <sup>2</sup> construido)	S superficie construída	v m <sup>3</sup> de RCD (p x S)
<b>Estructura de fábrica</b>			
RCD: Naturaleza no pétreo	0,068	0	0
RCD: Naturaleza pétreo	0,185		0
RCD: Potencialmente peligrosos	0,002		0
Total estimación (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	0,255		0
<b>Estructura de hormigón</b>			
RCD: Naturaleza no pétreo	0,064	0	0
RCD: Naturaleza pétreo	0,829		0
RCD: Potencialmente peligrosos	0,002		0
Total estimación (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	0,895		0

Estimación del peso de los RCD según el volumen evaluado:

v m <sup>3</sup> volumen residuos	d densidad tipo entre 1,5 y 0,5 tn/m <sup>3</sup>	Tn toneladas de residuo (v x d)
0,00	1,704	0,00

c) **Obra nueva y derribo:**

Las tierras y pétreos que no sean reutilizadas in situ o en exterior, en restauraciones o acondicionamientos, y que sean llevadas finalmente a vertedero tendrán la consideración de RCDs, y deberá por tanto tenerse en cuenta. Las cantidades se calcularán con los datos de extracción previstos en proyecto.

<b>Tierras y pétreos de la excavación</b>		
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04	X
Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	17 05 06	
Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	17 05 08	

## 2.- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto de proyecto.

	No se prevé operación de prevención alguna
	Estudio de racionalización y planificación de compra y almacenamiento de materiales
	Realización de demolición selectiva
	Utilización de elementos prefabricados de gran formato (paneles prefabricados, losas alveolares...)
X	Las medidas de elementos de pequeño formato (ladrillos, baldosas, bloques...) serán múltiplos del módulo de la pieza, para así no perder material en los recortes;
	Se sustituirán ladrillos cerámicos por hormigón armado o por piezas de mayor tamaño.
X	Se utilizarán técnicas constructivas "en seco".
X	Se utilizarán materiales "no peligrosos" (Ej. pinturas al agua, material de aislamiento sin fibras irritantes o CFC.).
	Se realizarán modificaciones de proyecto para favorecer la compensación de tierras o la reutilización de las mismas.
	Se utilizarán materiales con "certificados ambientales" (Ej. tarimas o tablas de encofrado con sello PEFC o FSC).
	Se utilizarán áridos reciclados (Ej., para subbases, zahorras...), PVC reciclado ó mobiliario urbano de material reciclado....
X	Se reducirán los residuos de envases mediante prácticas como solicitud de materiales con envases retornables al proveedor o reutilización de envases contaminados o recepción de materiales con elementos de gran volumen o a granel normalmente servidos con envases.
	Otros (indicar)



### 3.- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de los residuos generados.

	Operación prevista	Destino previsto
X	No se prevé operación de reutilización alguna	
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	
	Reutilización de materiales cerámicos	
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio,...	
	Reutilización de materiales metálicos	
	Otros (indicar)	

Previsión de operaciones de valoración "in situ" de los residuos generados.

X	No se prevé operación alguna de valoración "in situ"
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE.
	Otros (indicar)

Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ".

	RCD: Naturaleza no pétreo	Tratamiento	Destino
	Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
X	Metales: cobre, bronce, latón, hierro, acero,...., mezclados o sin mezclar	Reciclado	Gestor autorizado Residuos No Peligrosos
X	Papel , plástico, vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Yeso		Gestor autorizado RNPs
RCD: Naturaleza pétreo			
X	Residuos pétreos trituradas distintos del código 01 04 07		Planta de Reciclaje RCD
X	Residuos de arena, arcilla, hormigón,...	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
	Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
	RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
RCD: Potencialmente peligrosos y otros			
	Mezcla de materiales con sustancias peligrosas ó contaminados	Depósito Seguridad	Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs)
	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad	
	Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad	
	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad	
	Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas		Gestor autorizado RPs
	Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	Tratamiento/ Depósito	
X	Tubos fluorescentes	Tratamiento/ Depósito	
	Pilas alcalinas, salinas y pilas botón	Tratamiento/ Depósito	
	Envases vacíos de plástico o metal contaminados	Tratamiento/ Depósito	
X	Sobrantes de pintura, de barnices, disolventes,...	Tratamiento/ Depósito	
	Baterías de plomo	Tratamiento/ Depósito	



## 4.- Medidas para la separación de los residuos en obra

X	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
X	Derribo separativo/ Segregación en obra nueva (ej: pétreos, madera, metales, plasticos+cartón+envases, orgánicos, peligrosos).
	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta
	Separación in situ de RCDs marcados en el art. 5.5. que superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
	Idem. aunque no superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
	Separación por agente externo de los RCDs marcados en el art. 5.5. que superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
	Idem. aunque no superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
	Se separarán in situ/agente externo otras fracciones de RCDs no marcadas en el artículo 5.5.
	Otros (indicar)

## 5.- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra, donde se especifique la situación de:.

	Bajantes de escombros
X	Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones.....).
	Zonas o contenedor para lavado de canaletas/cubetos de hormigón.
	Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos.
	Contenedores para residuos urbanos.
	Ubicación de planta móvil de reciclaje "in situ".
	Ubicación de materiales reciclados como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar
	Otros (indicar) Se replantearán los elementos necesarios y su ubicación en la propia obra.

## 6.- Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

X	Actuaciones previas en derribos: se realizará el apeo, apuntalamiento,... de las partes ó elementos peligrosos, tanto en la propia obra como en los edificios colindantes. Como norma general, se actuará retirando los elementos contaminantes y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles.....). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería, y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.
X	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, o bien en contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
X	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, chatarra...), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
X	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.
X	En el equipo de obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación para cada tipo de RCD.
X	Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
X	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera ..... ) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.
X	La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente, la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales. Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos "escombros".
X	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
	Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será





retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.
Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a la autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005.
Otros (indicar)

7.- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Tipo de RCD	Estimación RCD en m3	Estimación RCD en toneladas	Coste gestión en €/tn planta, vertedero, gestor autorizado...	Importe canon en €
Tierras y pétreos de la excavación de Naturaleza no pétreo	1,65 m <sup>3</sup>	2,64 Tn	1,96	5,17 €
de Naturaleza pétreo	5,94 m <sup>3</sup>	10,12 Tn	8,79	88,95 €
Potencialmente peligrosos y otros	4,27 m <sup>3</sup>	7,28 Tn	3,83	27,88 €
	0,21 m <sup>3</sup>	0,36 Tn	121,27	43,66 €
<b>total</b>	<b>12,068 m<sup>3</sup></b>	<b>20,4 Tn</b>		<b>165,66 €</b>

8.- En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma: Inventario de residuos peligrosos que se generarán.

<b>RCD: Potencialmente peligrosos</b>	<b>Cód. LER.</b>	
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)	17 01 06	
Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	17 02 04	
Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	17 03 01	
Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	17 04 09	
Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	17 06 01	
Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	17 06 03	
Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	17 08 01	
Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	17 09 03	
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03	
Absorbentes contaminados (trapos...)	15 02 02	X
Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	13 02 05	
Tubos fluorescentes	20 01 21	X
Pilas alcalinas y salinas	16 06 04	
Envases vacíos de metal ó plástico contaminados	15 01 10	
Sobrantes de pintura ó barnices	08 01 11	X
Sobrantes de disolventes no halogenados	14 06 03	
Sobrantes de desencofrantes	07 07 01	
RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	

Zaragoza, mayo de 2021

Eduardo Martín Correás. Arquitecto

## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

### **ANEXO 9**

#### **PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**



**PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

**Índice**

Datos de la obra.....	2
Organización de la obra.....	2
Asignación de funciones.....	2
Prescripciones generales de calidad.....	3
En cuanto a la recepción en obra:.....	3
En cuanto al control de calidad en la ejecución: .....	3
En cuanto al control de recepción de la obra terminada:.....	3
Condiciones para obtención de calidades de materiales y procesos constructivos:.....	3
Prescripciones generales de recepción de materiales.....	4
Materiales cuya recepción se controla.....	4
Normas de calidad utilizadas para ensayos.....	5
Inspecciones de recepción de materiales.....	6
Ensayos de materiales.....	7
Verificaciones de ejecución.....	7
Pruebas de servicio.....	8



## PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

para definir los trabajos que aseguren la calidad en la realización de la obra:

Obra	<b>PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DIVISIÓN INTERIOR DE CUBIERTA PARA VEHÍCULOS EN PARQUE BOMBEROS 1</b>
Dirección	C./Valle de Broto, 16. Parque de Bomberos 1
Municipio	Zaragoza
Provincia	Zaragoza

por encargo de:

Promotor	AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA
----------	--------------------------

### Organización de la obra

Responsables de calidad de la obra

Responsable	Depende de
Recepción e inspecciones de materiales	
Verificaciones de replanteos y características estructurales	

Reconocimiento de firmas de responsables de calidad

Responsable de calidad	Firma

### Asignación de funciones

Si en la obra no hubiera laboratorios para la realización de los ensayos, éstos pueden encargarse a laboratorios externos propuestos por el Jefe de obra y aprobados por el Director de ejecución de la obra.





## **Prescripciones generales de calidad**

El objeto de esta programación de calidad es establecer los controles que deben realizarse sobre los materiales y procesos de ejecución que se prevé que intervengan en la obra.

### **En cuanto a la recepción en obra:**

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el documento de proyecto o por la Dirección Facultativa.

Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometiéndose a criterios de aceptación y rechazo, y adoptándose en consecuencia las decisiones determinadas en el Plan o, en su defecto, por la Dirección Facultativa.

### **En cuanto al control de calidad en la ejecución:**

Durante la construcción, el Director de la Ejecución de la Obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

De aquellos elementos que formen parte de la estructura, cimentación y contención, se deberá contar con el visto bueno del arquitecto Director de Obra, a quién deberá ser puesto en conocimiento cualquier resultado anómalo para adoptar las medidas pertinentes para su corrección.

### **En cuanto al control de recepción de la obra terminada:**

Se realizarán las pruebas de servicio prescritas por la legislación aplicable, programadas en el Plan de control y especificadas en el Pliego de condiciones, así como aquéllas ordenadas por la Dirección Facultativa.

De la acreditación del control de recepción en obra, del control de calidad y del control de recepción de la obra terminada, se dejará constancia en la documentación final de la obra.

## **Condiciones y medidas para la obtención de las calidades de los materiales y de los procesos constructivos**

El Director de Ejecución de la obra cursará instrucciones al constructor para que aporte certificados de calidad, el marcado CE para productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

Se comprobará si el producto debe ostentar el “marcado CE” en función de que se haya publicado en el BOE la norma transposición de la norma armonizada (UNE-EN) o Guía DITE para él, que la fecha de aplicabilidad haya entrado en vigor y que el período de coexistencia con la correspondiente norma nacional haya expirado.

Además del marcado CE propiamente dicho, en el acto de la recepción el producto debe poseer una documentación adicional presentada, al menos, en la lengua oficial del Estado.

Cuando al producto le sean aplicables otras directivas, la información que acompaña al marcado CE debe registrar claramente las directivas que le han sido aplicadas.

Esta documentación depende del sistema de evaluación de la conformidad asignado al producto y puede consistir en uno o varios de los siguientes tipos de escritos:

- Declaración CE de conformidad: Documento expedido por el fabricante, necesario para todos los productos sea cual sea el sistema de evaluación asignado.
- Informe de ensayo inicial de tipo: Documento expedido por un Laboratorio notificado, necesario para los productos cuyo sistema de evaluación sea 3.
- Certificado de control de producción en fábrica: Documento expedido por un organismo de inspección notificado, necesario para los productos cuyo sistema de evaluación sea 2 y 2+.
- Certificado CE de conformidad: Documento expedido por un organismo de certificación notificado, necesario para los productos cuyo sistema de evaluación sea 1 y 1+.

Aunque el proceso prevé la retirada de la norma nacional correspondiente una vez que haya finalizado el período de coexistencia, se debe tener en cuenta que la verificación del marcado CE no



exime de la comprobación de aquellas especificaciones técnicas que estén contempladas en la normativa nacional vigente en tanto no se produzca su anulación expresa.

En general, para los materiales, El Director de la Ejecución de la obra establecerá, de conformidad con el Director de la Obra, la relación de ensayos y el alcance del control preciso.

### **Prescripciones generales de recepción de materiales**

En cuanto a las prescripciones de recepción de materiales, tales como entrega y apreciación de características aparentes, toma y conservación de las muestras, controles previos y de recepción a realizar, se atenderá a lo dispuesto por :

<b>CTE</b>	Código técnico de la Edificación
<b>EHE</b>	Instrucción de hormigón estructural
<b>REBT</b>	Reglamento electrotécnico para baja tensión
<b>RITE</b>	Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios
<b>ICT</b>	Ley 1/1998 y RD 401/2003 de Infraestructuras comunes de telecomunicación
<b>RC</b>	Instrucción para la recepción de cementos
<b>UNE y UNE EN</b>	Normas del sistema español de normalización, y las mismas, armonizadas con las correspondientes de la UE
<b>Pliego</b>	Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del proyecto

### **Materiales cuya recepción se controla:**

- Acero estructural laminado y en tubos.
- Baldosas de terrazo
- Chapas de cerramiento.
- Cerrajerías
- Luminarias.
- Mecanismos
- Pinturas
- Extintores
- Señalización luminiscente.



## Normas de calidad utilizadas para ensayos

Concepto	Descripción	Norma
<b>Acero estructural</b>	Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-A: Seguridad estructural-Acero. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008) • Epígrafe 12.3 Control de calidad de los materiales • Epígrafe 12.4 Control de calidad de la fabricación	
<b>Baldosas</b>	Obligatoriedad del marcado CE para estos productos (UNE-EN 14411) aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2004 (BOE 19/02/2004).	
<b>Cerrajería</b>	Obligatoriedad del marcado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 6 de mayo de 2002 (BOE 30/05/2002).  Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para salidas de socorro.	UNE-EN 179.
<b>Herrajes para la edificación</b>	Obligatoriedad del marcado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003), Resolución de 3 de octubre de 2003 (BOE 31/10/2002) y ampliado en Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).  Dispositivos de cierre controlado de puertas. Bisagras de un solo eje. Cerraduras y pestillos.	UNE-EN 1154. UNE-EN 1935. UNE -EN 12209.
<b>Instalaciones de protección contra incendios</b>	Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SI: Seguridad en caso de incendio. Texto modificado por Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre. (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008)	
<b>Instalaciones de electricidad</b>	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. (BOE 18/09/2002)  • ITC-BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones - Proyecto  En Fase de recepción de equipos y materiales Artículo 6. Equipos y materiales  En Fase de recepción de las instalaciones: • Artículo 18. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones • ITC-BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones • ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones	



## Inspecciones de recepción de materiales

Se realizarán las siguientes inspecciones de recepción de materiales.

### 1. Estructuras de acero

En el caso venir con certificado expedido por el fabricante se controlará que se corresponde de forma inequívoca cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.

Para las características que no queden avaladas por el certificado de origen se establecerá un control mediante ensayos realizados por un laboratorio independiente.

En los casos que alguno de los materiales, por su carácter singular, carezcan de normativa nacional específica se podrán utilizar otras normativas o justificaciones con el visto bueno de la dirección facultativa.

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-A-Seguridad Estructural-Acero Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006). Epígrafe 12. Control de calidad

- Epígrafe 12.3 Control de calidad de los materiales
- Epígrafe 12.4 Control de calidad de la fabricación

### 2. Comportamiento ante el fuego de elementos constructivos y Materiales de construcción

Justificación del comportamiento ante el fuego de elementos constructivos y los materiales (ver REAL DECRETO 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego).

### 3. Instalaciones de electricidad

Artículo 6. Recepción de Equipos y materiales.

- ITC-BT-06. Materiales. Redes aéreas para distribución en baja tensión.
- ITC-BT-07. Cables. Redes subterráneas para distribución en baja tensión.

### 4. Baldosas cerámicas

Documentación de identificación y ficha de producto Hoja Técnica.  
Declaración de conformidad CE del fabricante.

### 5. Adhesivos para baldosas cerámicas

Documentación de identificación y ficha de producto Hoja Técnica.  
Declaración de conformidad CE del fabricante.

### 6. Conjunto de lámparas y equipos auxiliares

Documentación de identificación y ficha de producto Hoja Técnica.  
Certificado de garantía del fabricante.

### 7. Material de baja tensión

Documentación de identificación y ficha de producto Hoja Técnica.  
Certificado de garantía del fabricante.

### 8. Señalización fotoluminiscente

Documentación de identificación y ficha de producto Hoja Técnica  
Certificado de garantía del fabricante  
Acreditación obligatoria





## Ensayos de materiales

Se realizarán los siguientes ensayos sobre los materiales.

### Estructuras de acero

#### Identificación del Producto

Elementos	Tipo	Estructura metálica cerramiento
Aceros en chapas y perfiles	S-275	
Tornillos, tuercas y arandelas	8.8	

#### Exigencia Documental de Control de Recepción

Tipo	Sistema Constructivo / Producto	Marcado CE	Dist.Cal	Otros	Control
	Aceros en chapas y perfiles		Si		Si
	Tornillos, tuercas y arandelas		Si		Si

#### Relación de Ensayos / Pruebas

Ref	Ensayos de control	Norma	DB de aplicación	Frecuencia prescriptiva	Frecuencia facultativa
1	Características mecánica (1s )	s/ DB-SE- A apt.4.2.4	DB-SE-A		
2	Análisis químico (1)	s/ DB-SE- A apt.4.2.4	DB-SE-A		
3	Inspección visual de soldaduras	UNE-EN 13018:2001 UNE 14044:2002	DB-SE-A	100%	
4	Reconocimiento soldadura por líquidos penetrantes	UNE 14612:1980	DB-SE-A	10%	Según punto 10.8.4 SE-A
5	Examen soldadura mediante partículas magnéticas	UNE-EN 1290:1998 UNE-EN 1290/1M:2002	DB-SE-A		Según punto 10.8.4 SE-A
6	Reconocimiento soldadura por ultrasonidos	UNE-EN 1714:1998 UNE-EN 1714/1M:2002	DB-SE-A		Según punto 10.8.4 SE-A
7	Examen radiográfico de uniones soldadas	UNE-EN 1435:1998 UNE-EN 1435/1M:2002	DB-SE-A		Según punto 10.8.4 SE-A
8	Comprobación par de apriete de tornillos		DB-SE-A	10%	
9	Espesor recubri. pinturas, galvanizado y morteros	UNE-EN-ISO-2808:2000	DB-SE-A	10%	
10	Adherencia de pinturas y morteros	UNE 48032:80	DB-SE-A		1 ud mínimo

(1) Ensayos para aceros no contemplados en el DB-SE-A apt. 4.2

#### SOLDEO (ver DB-SE-A apt. 10.3)

- Plan de soldeo: Se proporcionará al personal un plan de soldeo.
- Cualificación: Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse UNE-EN 287-1:1992

#### Verificaciones de ejecución

Se realizarán las siguientes verificaciones de ejecución. En cada visita de obra, el responsable de hacer estos controles indicará por escrito la fecha en que se realiza, si se acepta o se rechaza, y, en su caso, las acciones correctoras que deben aplicarse.

##### 1. Estructuras metálicas

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-A-Seguridad Estructural-Acero Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006). Epígrafe 12. Control de calidad.

Fase de ejecución de elementos constructivos  
Epígrafe 12.5 Control de calidad del montaje

## 2. Instalaciones Eléctricas

- Ejecución de acuerdo a las especificaciones de proyecto.
- Verificar características de apoyos, tierras, etc.
- Trazado y montajes de líneas repartidoras: sección del cable y montaje de bandejas y soportes.
- Situación de puntos y mecanismos.
- Sujeción de cables y señalización de circuitos.
- Características y situación de equipos de alumbrado y de mecanismos (marca, modelo y potencia).
- Montaje de mecanismos (verificación de fijación y nivelación)
- Verificar la situación de los cuadros y del montaje de la red.
- Cuadros generales:
  - Aspecto exterior e interior.
  - Dimensiones.
  - Características técnicas de los componentes del cuadro (interruptores, automáticos, diferenciales, relés, etc.)
  - Fijación de elementos y conexionado.
  - Identificación y señalización o etiquetado de circuitos y sus protecciones.
  - Conexionado de circuitos exteriores a cuadros.
- Pruebas de funcionamiento:
  - Comprobación de la resistencia de la red de tierra.
  - Disparo de automáticos.
  - Encendido de alumbrado.
  - Circuito de fuerza.
  - Comprobación del resto de circuitos de la instalación terminada.

## 3. Señalización fotoluminiscente

- Ejecución de acuerdo a las especificaciones de proyecto.
- Comprobar características, así como su ubicación y montaje.
- Comprobar equipos de mangueras y sprinklers: características, ubicación y montaje.

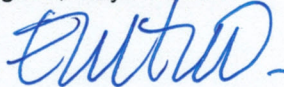
### **Pruebas de servicio**

Se realizarán las siguientes pruebas de servicio

#### 1. Instalaciones Eléctricas Fase de recepción de las instalaciones

- Artículo 18. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones
- ITC-BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones
- ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones
- Procedimiento para la tramitación, puesta en servicio e inspección de las instalaciones eléctricas no industriales conectadas a una alimentación en baja tensión en la Comunidad de Madrid, aprobado por (Orden 9344/2003, de 1 de octubre. (BOCM 18/10/2003).

Zaragoza, mayo de 2021



Eduardo Martín Correas. Arquitecto

## **5.- ANEXOS A LA MEMORIA**

### **ANEXO 10**

#### **PROGRAMACIÓN VALORADA DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

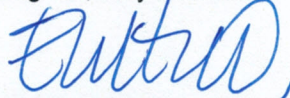


**ANEXO 10. Programación de obras**

**Programación valorada de ejecución de la obra**

ACTIVIDAD	SEMANAS				IMPORTE POR CAPITULO
	1	2	3	4	
	PLAZO ESTIMADO DE EJECUCION: 4 SEMANAS				
1. DEMOLICIONES Y MOVTO. DE TIERRAS	■				225,12 €
2. ESTRUCTURA METÁLICA	■	■	■		9.003,45 €
3. CERRAMIENTO DE CHAPA			■		13.833,52 €
4. CARPINTERÍAS				■	1.593,25 €
5. REPOSICIONES				■	657,22 €
6. PROTECCION CONTRA INCENDIOS				■	461,39 €
7. INSTALACION ELECTRICA		■	■	■	4.006,78 €
8. PINTURAS				■	1.034,21 €
9. SEGURIDAD Y SALUD	■	■	■	■	892,50 €
10. GESTION DE RESIDUOS	■	■	■	■	305,98 €
11. CONTROL DE CALIDAD		■	■	■	661,85 €
TOTAL MENSUAL EJECUTADO	32.675,27 €				IMPORTE TOTAL EJECUCION MATERIAL
TOAL ACUMULADO EJECUTADO	32.675,27 €				
PORCENTAJE ESTIMADO DEL TOTAL	100%				

Zaragoza, mayo de 2021



Eduardo Martín Correas. Arquitecto