



**VNIVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Trabajo Fin de Máster

Máster en Ingeniería Industrial

Diseño y Cálculo de Nave Industrial destinada para
Carpintería Metálica con Instalación Solar de Autoconsumo

Design and Calculation of an Industrial Building destined for Metallic Carpentry
with a Self-consumption Solar Installation

Autor: Carlos Rubén Esteban Rodríguez

Tutor: Mario Matas Hernández

Julio 2022

ÍNDICE GENERAL

I. MEMORIA

II. ANEXOS:

- **ANEXO I: ESTUDIO GEOTÉCNICO**
- **ANEXO II: CÁLCULO ANALÍTICO ESTRUCTURAL**
- **ANEXO III: COMPARACIÓN ANALÍTICO Vs CYPE**
- **ANEXO IV: ABASTECIMIENTO DE AGUA**
- **ANEXO V: EVACUACIÓN DE AGUAS**
- **ANEXO VI: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN**
- **ANEXO VII: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN**
- **ANEXO VIII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**
- **ANEXO IX: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**
- **ANEXO X: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO**

III. PLIEGO DE CONDICIONES

IV. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

VI. PLANOS

I. MEMORIA

ÍNDICE

1	MEMORIA DESCRIPTIVA	4
1.1	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.1	<i>Objeto</i>	4
1.1.2	<i>Localización</i>	4
1.1.3	<i>Condiciones legales</i>	5
1.1.4	<i>Normativa urbanística de uso local</i>	6
1.1.5	<i>Bases del proyecto</i>	7
1.1.6	<i>Estado actual de la parcela</i>	7
1.1.7	<i>Orografía y topografía</i>	7
1.1.8	<i>Datos geotécnicos</i>	8
1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
1.2.1	<i>Descripción y uso del edificio</i>	8
1.2.2	<i>Cubierta</i>	9
1.2.3	<i>Cerramiento lateral</i>	9
1.2.4	<i>Estructura principal</i>	9
1.2.5	<i>Solera</i>	9
1.2.6	<i>Cimentación</i>	9
1.2.7	<i>Descripción de las instalaciones</i>	9
1.2.8	<i>Suministro de agua</i>	10
1.2.9	<i>Evacuación de aguas</i>	10
1.2.10	<i>Climatización</i>	10
1.2.11	<i>Iluminación:</i>	10
1.2.12	<i>Instalación de protección contra incendios</i>	10
1.2.13	<i>Instalación eléctrica</i>	11
2	CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	11
2.1	SEGURIDAD ESTRUCTURAL	11
2.2	USO	11
2.3	HIGIENE SALUD Y MEDIO AMBIENTE	11
2.4	SEGURIDAD FRENTE A INCENDIOS	11
3	MEMORIA CONSTRUCTIVA	12
3.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA NAVE INDUSTRIAL.....	12
3.2	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	12
3.3	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	12
3.4	CONJUNTO ESTRUCTURAL	12
3.5	PLACAS DE ANCLAJE	12
3.6	TIPO DE ESTRUCTURA.....	13
3.7	CONJUNTO ENVOLVENTE	13
3.7.1	<i>Cerramiento lateral</i>	13
3.7.2	<i>Cubierta</i>	13
3.8	INSTALACIONES DEL EDIFICIO	14
3.8.1	<i>Protección contra incendios</i>	14
3.8.2	<i>Salubridad</i>	14

3.8.3	<i>Iluminación</i>	14
3.8.4	<i>Climatización</i>	14
3.8.5	<i>Electricidad</i>	14
3.8.6	<i>Instalación de autoconsumo fotovoltaica</i>	14
3.8.7	<i>Acabados y revestimiento de la nave</i>	14
4	MEMORIA JUSTIFICATIVA	15
4.1	CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN	15
4.1.1	<i>Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE)</i>	15
4.1.2	<i>Básico Seguridad de Utilización y accesibilidad (DB-SUA)</i>	16
4.1.3	<i>Documento Básico Seguridad en caso de incendio (DB-SI)</i>	21
4.1.4	<i>Documento Básico de Salubridad (DB-HS)</i>	28
4.1.5	<i>Documento Básico Ahorro de Energía. (DB-HE)</i>	36
4.1.6	<i>Documento Básico Protección frente al ruido. (DB-HR)</i>	41
4.2	REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (REBT)	42
4.3	NORMATIVA URBANÍSTICA LOCAL	43
4.4	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	43
5	DIAGRAMA DE GANTT SOBRE DURACIÓN DE FASES DE OBRA	44
6	REFERENCIAS	45

1 Memoria descriptiva

1.1 Introducción

1.1.1 Objeto

El objetivo del proyecto es el diseño y cálculo de una nave industrial destinada a la producción de estructuras metálicas ligeras, así como, el dimensionado de módulos fotovoltaicos para

autoconsumo. En este proyecto se recogerá todos los documentos e información necesaria para su construcción y puesta en marcha.

1.1.2 Localización

La parcela donde será ejecutada la obra se encuentra situada en el polígono industrial “La encina”, en El Real de la Jara (Sevilla), parcela 01, con referencia catastral 0138401QC5003N0001WA.

La parcela consta con una superficie de 3768 m², de los cuales 1250 m² corresponderían a la superficie construida (rectángulo en color rojo).



Ilustración 1. Ubicación de la parcela en el catastro



Ilustración 2. Situación de la parcela obtenida con (Google)

1.1.3 Condiciones legales

La normativa utilizada para la realización de todo el proyecto es la siguiente.

- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el R.D.314/2006, del 17 de marzo.
- Ley de ordenación de la edificación, Ley 38/1999
- Normas EHE-08. Instrucción de hormigón estructural
- Decreto de 17 de mayo de 2012, de la delegada del Área de Gobierno de Urbanismo y Vivienda, por el que aprueba la Instrucción relativa al contenido de los Proyectos Técnicos exigibles para las actuaciones encuadradas en el procedimiento ordinario.
- Reglamento Electrónico para Baja Tensión (REBT) aprobado por el Real Decreto 842/2002 y publicado en el BOE del 2 / VIII / 2002 e instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI)
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de aguas.
- Recopilación de normas UNE incluidas en el REBT.
- Ordenanza general de Protección del Medio Ambiente Urbano (OPMAU), con fecha de 24 de Julio de 1985.

1.1.4 Normativa urbanística de uso local

Son de aplicación Normas Subsidiarias del Planeamiento de El Real de la Jara aprobadas por La Comisión Provincial de Ordenación del Territorio y Urbanismo de Sevilla el 29 de enero de 1.998, y su adaptación del planeamiento vigente a la LOUA (D11/2008) Plan General de Ordenación Urbanística aprobado DEFINITIVAMENTE por el Pleno del Ayuntamiento el día 27/04/2016.

- Normas urbanísticas del Ayuntamiento del El Real de la Jara

Célula Urbanística

- Condiciones de parcela
 - Parcela mínima: 500 m²
 - Nuevas segregaciones: Las parcelas de dimensión igual o menor a 500 m², serán indivisibles.
- Linderos:
 - Dimensiones mínimas:
 - (Frontal + Testero) / 2 = 10 m
 - (Lateral 1 + Lateral 2 + Lateral n) / n = 30 m
- Condiciones de Volumen
 - Edificabilidad máxima neta: 1,0 m² / m²
 - Ocupación máxima parcela:
 - 80 % nave aisladas.
 - Parámetro libre en nave nido.
 - Altura máxima: 10 m
 - Separación a linderos (en naves aisladas)
 - 7 m, al lindero frontal.
 - 5 m, al lindero testero.
 - 3 m, a linderos laterales.
 - En naves nidos adosadas no existen retranqueos a linderos laterales ni frontal.
 - Áticos: No se permiten.
 - Tipologías edificatorias:
 - Edificación aislada.
 - Edificación en hilera para naves nido. En el caso de segregación de parcelas a través de Estudios de Detalle, la superficie máxima por manzanas dedicadas a edificación en hilera (naves-nido), no superará en ningún caso el 30% de cada manzana, salvo en aquellos casos especificados en los planos.
 - Patios: Podrá inscribirse un mínimo de 4 m.
- Condiciones de uso:
 - Uso específico: Industrial con dos usos:
 - Industrias nido o en hilera

- Industrias de naves aisladas.
- Usos compatibles:
 - Dotacional.
 - Terciario.
 - Residencial guardería.
- Condiciones estéticas:
 - Las edificaciones se proyectarán tomando en consideración la topografía del terreno, la vegetación existente y futura, la posición del terreno respecto a comisas, hitos en otros elementos visuales, el impacto visual de la edificación proyectada sobre el medio que la rodea y el perfil de la zona; su incidencia en términos de soleamiento y ventilación de las construcciones colindantes; adecuación de la solución formal a la tipología y materiales del área y de la tipología edificatorias de las construcciones de las parcelas colindantes dentro de una misma manzana.
 - El ayuntamiento podrá exigir la inclusión en la documentación con la que se solicite la licencia, de un estudio de visualización y paisaje urbano, en el estado actual y en el estado futuro.

El ayuntamiento podrá establecer criterios selectivos o alternativos para el empleo armonioso de los materiales de edificación, de urbanización y ajardinamiento, así como de las coloraciones admisibles.

Tabla 1. Condiciones mínimas exigidas por la normativa urbanística local

Condiciones	Exigido	Edificado
Superficie mínima de la parcela	500 m ²	3768 m ²
Edificabilidad máxima neta	1 m ² / m ²	0,33 m ² / m ²
Ocupación máxima de la parcela	80%	33,17%
Altura máxima	10 m	9,2
Áticos	No se permite	No
Uso	Industrial	sí

1.1.5 Bases del proyecto

1.1.6 Estado actual de la parcela

La parcela en la que tendrá lugar la obra es llana, encontrándose edificación en el lado oeste de la misma. Será necesario realizar operaciones de limpieza y desbroce para acondicionar el terreno para la ejecución de la obra.

1.1.7 Orografía y topografía

El terreno de la parcela es prácticamente llano y cuenta con buen acceso por la parte delantera como trasera, por lo que no presenta ningún inconveniente a la hora de realizar trabajos de movimientos de tierras.

1.1.8 Datos geotécnicos

De acuerdo con el estudio técnico, la carga del terreno es de 3 kp/cm² a una profundidad sobre rasante de 0,6 metros y de 3,5 kp/cm² a una profundidad sobre rasante de 0,8 metros. a la hora de realizar los cálculos lo haremos con un valor de 2kp/cm².

Para la realización del estudio, se realizarán 3 pruebas de penetración y un sondeo. Los datos y resultados se encuentran en el anexo del estudio geotécnico.

1.2 Descripción del proyecto

1.2.1 Descripción y uso del edificio

La nave industrial proyectada constará de una superficie total construida de 1250 m², consta de una única planta sobre rasante. Consta de dos puertas de uso industrial de 6x5 m² tanto en parte delantera (Avda. de la industria) como trasera, en su parte delantera a su vez cuenta con una puerta de acceso directo a oficinas.

La estructura principal será metálica con diferentes perfiles de acero laminado en caliente de calidad S-275. El cerramiento lateral estará formado por placas alveolares de hormigón y la cubierta mediante panel sándwich con aislamiento térmico.

El uso que se le dará al edificio será para la producción de estructuras metálicas ligeras de hierro, acero y aluminio. Por lo que el material principal que se almacenará será los nombrados anteriormente más pinturas y disolventes para acabados de las estructuras.

Distribución de la nave: la nave dispondrá de 1250 m² totales construidos, repartidos en una zona dedicada únicamente a producción (zona taller) de 1164 m² y otra zona (oficinas) dedicada a tareas administrativas y personales de 86 m². La repartición de la nave será:

Zona taller:

Son zonas virtuales (divididas por señalización visual mediante líneas en el suelo).

- Zona de descarga: 71,1 m²
- Zona de almacén: 158,5 m²
- Zona de torneado, fresado...: 128,2 m²
- Zona de herramientas manuales: 66,7 m²
- Zona de descarga: 69,1 m²
- Zona de inspección: 122,85 m²
- Zona de soldadura: 154,5 m²
- Zona de corte y plegado: 103,2 m²

Zona de oficinas:

- Despacho: 34,1 m²
- Sala de espera: 18,8 m²
- Aseo de despacho: 4,7 m²

- Vestuarios (masculino y femenino): 11,8 m²
- Sala de caldera: 4,3 m²

1.2.2 Cubierta

Constituida por paneles tipo sándwich de 50 mm de espesor, fijados a la estructura mediante tornillería. Las correas están unidas a la estructura principal mediante fijaciones rígidas, estarán dispuestas a tres apoyos y dos vanos con perfiles tipo IPE 100.

1.2.3 Cerramiento lateral

Estará constituido por placas alveolares de hormigón de 15 cm de espesor, sin aislamiento (en zona de taller) y con aislamiento (en zona de oficinas).

1.2.4 Estructura principal

La estructura principal de la obra estará formada por 11 pórticos (separación entre pórtico de 5m) a dos aguas de 25 m de luz, los perfiles para los pilares son tipo IPE 360 y para los dinteles (acartelados) IPE 300. Los 4 pilares de las esquinas serán perfiles tipo HEA 220 y los 6 hastiales perfiles IPE 220.

Los pórticos 1 y 2, 10 y 11, estarán arriostrados por “cruces de san Andrés” con tirantes R19 mm, articulado a la estructura por medio de placa y tornillo roscado.

Los pórticos irán “cosidos” mediante vigas de atado con perfiles IPE 120; la unión se realizará mediante soldadura directa sobre el alma de los pilares.

La unión de dintel-pilar se hará mediante soldadura directa en el ala de los pilares.

La unión pilar-zapata se realizará con soldadura mediante placas de anclaje, pernos y rigidizadores.

1.2.5 Solera

Constituida por una solera de hormigón en masa de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante.

1.2.6 Cimentación

La cimentación estará formada por zapatas rígidas unidas perimetralmente por medio de vigas de atado y centradoras según el caso, con el fin de evitar desplazamientos entre ellas.

1.2.7 Descripción de las instalaciones

La instalación fotovoltaica se compone de 130 módulos solares de 450W cada uno de la marca (Longi LR4-72 HPH), con orientación 45° SO y con la misma inclinación de la

cubierta, siendo esta de 10° sobre el plano horizontal. El generador fotovoltaico proporciona 58,5 kWp.

La corriente continua procedentes de dicho generador de la marca (Riello 20.0T), es transformada a corriente alterna trifásica a 50hz de frecuencia mediante dos inversores de 20 kW cada uno.

Para el dimensionamiento se ha hecho un estudio de tres suposiciones, y tras un estudio de viabilidad se determinado la instalación más rentable a lo largo de los 25 años (vida útil de módulos fotovoltaicos según el fabricante).

1.2.8 Suministro de agua

La instalación interior estará diseñada para el suministro de agua para dos duchas, 3 lavabos y 3 inodoros. La canalización interior se hará por medio de tuberías de cobre y la exterior por medio de tuberías de polipropileno.

El agua caliente estará disponible por medio de una caldera de 30 kW y un acumulador de agua caliente de 500 litros, para el uso en lavabos y duchas.

1.2.9 Evacuación de aguas

La evacuación de aguas pluviales se hará por medio de canalones desembocando en arquetas por medio de bajantes. La evacuación de aguas residuales se vierte directamente a la acometida de desagüe ya que no necesitan ningún tratamiento. Existe una única red de alcantarillado público, por lo que se dispone de un sistema mixto al final de la instalación para la evacuación de aguas residuales y pluviales antes de su salida al exterior.

1.2.10 Climatización

La instalación se ha realizado mediante un sistema de refrigeración y calefacción multi-split, con unidad exterior y unidad interior (conducido), la cual irá colocada por encima del falso techo distribuyendo el aire a las diferentes zonas por medio de tubos rectangulares y difusores.

1.2.11 Iluminación:

La iluminación de la “zona oficinas” se hará principalmente con iluminación fluorescente diferentes potencias a excepción de la sala de caldera, la cual estará compuesta por iluminación tipo led.

Para la “zona taller” el tipo de iluminación utilizado será de vapor de mercurio de alta presión.

Las luces de emergencia será todas con tubo lineal fluorescente.

1.2.12 Instalación de protección contra incendios

De acuerdo a la normativa y el uso (uso industrial) la instalación constará de un sector.

1.2.13 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica se ha dimensionado de acuerdo a la normativa, para una carga prevista de 63,1 kW. Los diferentes tipos de cables y elementos que la componen se encuentran en el anexo de instalación eléctrica.

2 Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación

2.1 Seguridad estructural

Los aspectos tenidos en cuenta a la hora de diseñar y calcular la estructura han sido:

- Resistencia mecánica.
- Estabilidad.
- Seguridad.
- Durabilidad.
- Economía y facilidad constructiva.

2.2 Uso

El diseño y dimensionamiento de la obra se justifica con el fin al que se dedica y las necesidades impuestas por el propietario. La nave industrial se compone de diferentes instalaciones, siendo estas: Salubridad (abastecimiento y evacuación de aguas), iluminación, electricidad, climatización, fotovoltaica y de protección contra incendio.

Toda configuración de espacios y elementos fijos y móviles que se coloquen en el edificio, se diseñarán con el fin de que puedan ser usados para los motivos previstos dentro de las limitaciones del uso del edificio.

2.3 Higiene salud y medio ambiente

En el presente proyecto se indicara y dispondrá lo diferentes medios para evitar presencia de agua o humedades a causa de lluvias, condensaciones, filtraciones etc..

Se dispondrá de medios adecuados para la evacuación de aguas pluviales y residuales. Los residuos se recogerán hacia el sistema público de alcantarillados.

El suelo de la nave será impermeable, fácil limpieza, con paredes lisas, resistentes e impermeables.

2.4 Seguridad frente a incendios

La nave estará diseñada de tal manera que sea de fácil acceso en caso de intervención de los bomberos. Cumplirá la normativa vigente y dispondrá de los medios de extinción pasivos y activos, de acuerdo a la normativa.

Los elementos estructurales tendrán una resistencia al fuego igual o superior a la mínima exigida por la norma. No se dispondrá de ningún elemento con baja resistencia al fuego que pueda comprometer la estabilidad de la estructura y seguridad de sus ocupantes.

3 Memoria constructiva

3.1 Características generales de la nave industrial

La nave tiene una única planta sobre rasante y su forma geométrica es rectangular. La cubierta del edificio será a dos aguas y simétrica.

Las dimensiones y diseño de la nave cumplen y se ajustan a la normativa urbanística local. Dimensiones:

- Largo: 50 m
- Ancho: 25 m
- Altura de pilares laterales: 7 m
- Altura al cumbrero: 9,2 m
- Pendiente de la cubierta: 17,6%
- Superficie total construida: 1250 m²

Características de la edificación:

- Cimentación de hormigón armado
- Dolerá de hormigón en masa
- El cerramiento de la cubierta se realizará con paneles sándwich con 50 mm de aislamiento.
- Cerramiento lateral compuesto por placas alveolares, permitiendo el arriostamientos de los pilares de los pórticos.

3.2 Movimientos de tierras

Se realizarán tareas de desbroce y limpieza en la parcela, una vez acondicionado, se procederá a la realización de zanjas para la cimentación y red de saneamiento.

3.3 Estudio geotécnico

Este estudio será necesario para tener conocimiento del terreno en el cual se instalará la cimentación de la estructura. Los datos sobre el estudio geotécnico se encuentran en el anexo de “estudio geotécnico”.

3.4 Conjunto estructural

Estará formada por zapatas medianeras rígidas aisladas en los pilares laterales y, zapatas centradas en los pilares hastiales, unidas por vigas centradoras y de atado, realizadas de hormigón HA-25/B/30/IIa y tendrá solamente armadura inferior, despreciándose la inferior debido a los pequeños momentos negativos que hay. Los resultados de los cálculos se encuentran en el anexo de cálculo de estructura y, el tipo de zapata, geometría y características en el anexo de planos.

3.5 Placas de anclaje

Habrán 4 tipos de placas de anclaje:

- Placa de anclaje de acero S 275JR de 450x450x18 mm con 4 pernos de acero B-400S, de diámetro 20 mm y con una longitud de 75 cm, soldadas, i/taladrado central, colocada. Según normas EHE-08 y CTE-SE-AE/A.
- Placa de anclaje para pilares HEA 260 de acero S 275JR de 250x250x11 mm con 4 pernos de acero B-500S, de diámetro 10 mm y con una longitud en forma de gancho a 180 grados de 30 cm, soldadas, i/taladrado central, colocada. Según normas EHE-08 y CTE-SE-AE/A.
- Placa de anclaje de acero S 275JR de 250x250x15 mm con 4 pernos de acero B-500S, de diámetro 10 mm y con una longitud en forma de gancho a 180 grados de 30 cm, soldadas, i/taladrado central, colocada. Según normas EHE-08 y CTE-SE-AE/A.
- Placa de anclaje de acero S 275JR de 200x200x18 mm con 4 pernos de acero B-500S, de diámetro 8 mm y con una longitud en forma de gancho a 180 grados de 30 cm, soldadas, i/taladrado central, colocada. Según normas EHE-08 y CTE-SE-AE/A.

3.6 Tipo de estructura

La calidad del acero que se usará para la estructura principal será de acero laminado en caliente S 275 de perfiles IPE y HEA.

El perfil utilizado para las correas es IPE 100, colocadas en tres apoyos a dos vanos con una separación entre vanos de 5 metros, por lo que cada correa tendrá una longitud de 10 metros. La disposición a dos vanos se hace para reducir el momento flector máximo positivo (gracias el momento negativo que se produce en el apoyo intermedio) y de esta forma conseguir un perfil de menor sección.

Para los pilares de los pórticos intermedios los perfiles utilizados son IPE 360. Para los cuatro pilares de las esquinas los perfiles son HEA 220 y para los pilares hastiales perfiles IPE 220. Los perfiles de los dinteles de los pórticos intermedios serán de perfil IPE 300 (con cartelas de 2 metros) y los pertenecientes a los dos pórticos hastiales son IPE 200.

Los pórticos irán “cosidos” por medio de vigas de atado de perfil IPE 120.

Se dispondrá de cruces de san Andrés, mediante tirantes de acero de 19 mm de diámetro entre los pórticos 1-2 y 10-11.

3.7 Conjunto envolvente

3.7.1 Cerramiento lateral

Será de placas alveolares pretensadas de 15 cm de espesor y 120 cm de ancho. Van colocadas entre las alas de los pilares.

3.7.2 Cubierta

La cubierta seleccionada será de panel sándwich (tres grecas) de 50 mm de espesor, con aislante de poliuretano de alta densidad con coeficiente de transmisión térmica de $0,43 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y una densidad de 40 kg/m^3 , con espuma rígida de alta densidad entre los paneles para evitar

filtración y humedades. Las planchas estarán fabricadas de aceros especiales, galvanizados y prelacados que cumplen con la norma UNE-EN 508-1:2014. Los paneles estarán fijados a las correas IPE 100 por medio de fijación rígida atornillada.

3.8 Instalaciones del edificio

3.8.1 Protección contra incendios

Todos los cálculos y detalles de la instalación de protección contra incendio, así como, normativa utilizada se encuentra en el anexo de cálculo de protección contra incendios y en el de planos.

3.8.2 Salubridad

Todo lo relativo a salubridad (abastecimiento de agua fría, ACS, evacuación de aguas pluviales y residuales) cálculos y normativa, se encuentran en sus respectivos anexos. Los planos de las instalaciones se encuentran en el anexo de planos.

3.8.3 Iluminación

Todo lo relativo a iluminación, cálculos y normativa, se encuentra en el anexo de iluminación. Para ver la disposición de las luminarias, se puede encontrar en el apartado de planos.

3.8.4 Climatización

Los cálculos y normativa aplicada se encuentran recogidos en el anexo de climatización.

3.8.5 Electricidad

Los cálculos y normativa utilizada se encuentran en el anexo de instalación eléctrica. Para ver detalles de la instalación y esquema unifilar, se puede encontrar en el anexo de planos.

3.8.6 Instalación de autoconsumo fotovoltaica

Los cálculos y normativa utilizada para el dimensionamiento de la instalación de módulos fotovoltaicos se encuentran en el anexo de instalación fotovoltaica.

3.8.7 Acabados y revestimiento de la nave

Las zonas de oficinas (exceptuando vestuarios y aseo), se le aplicara a las paredes un acabado con pintura plástica sobre yeso o escayola. El acabado de vestuarios y aseo ser realizará por medio de alicatado.

4 Memoria justificativa

En este apartado se justificará el diseño de las prestaciones de la nave, en función de las exigencias básicas del Código Técnico de la Edificación, así como otras normativas. También se ha realizado la comprobación estructural y de las instalaciones mediante el uso del software Cype.

4.1 Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación

4.1.1 Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE)

Tanto el objetivo del requisito básico “Seguridad estructural”, como las exigencias básicas se establecen en el artículo 10 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE)

1. El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. Los Documentos Básicos “DB-SE Seguridad Estructural”, “DB-SE-AE Acciones en la Edificación”, “DB-SE-C Cimientos”, “DB-SE-A Acero”, “DB-SE-F Fábrica” y “DB-SE-M Madera”, especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.

10.1. Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

10.2. Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio

La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

A la hora de realizar el proyecto, existen varios documentos de CTE que se han tenido en cuenta también, como son:

- DB-SE (seguridad estructural)
- DB-SE-AE (acciones en la edificación)
- DB-SE-A (estructuras de acero)

- DB-SE-C (cimentaciones)

Además de estos documentos, para el cálculo y comprobación de los elementos estructurales relacionados con el hormigón, se debe tener en cuenta las especificación y exigencias de la Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE-08)

Tabla 2. Justificación de seguridad estructural

Elemento estructural	Comprobación	Valor exigido	Valor calculado
Correas IPE 100	Resistencia a flexión	<1	0,71
	Flecha	16,67 mm	13,59 mm
Dinteles IPE 300	Interacción de esfuerzo en sección	<1	0,958
	Interacción de esfuerzo en pieza	<1	0,52
	Esbeltez reducida	<1	1
Pilares IPE 360	Interacción de esfuerzo en sección	<1	0,755
	Interacción de esfuerzo en pieza	<1	0,588
	Esbeltez reducida	<1	0,821
Pilares HEA 220	Interacción de esfuerzo en sección	<1	0,612
	Interacción de esfuerzo en pieza en eje y-z	<1	0,474 – 0,513
	Esbeltez reducida	<1	0,62
Pilares IPE 220	Interacción de esfuerzo en sección	<1	0,915
	Resistencia a la flexión en la sección	<1	0,864
	Esbeltez reducida	<2	1,16

4.1.2 Básico Seguridad de Utilización y accesibilidad (DB-SUA)

El objeto del documento es la de establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad y utilización y accesibilidad. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que satisface el requisito básico “Seguridad de utilización y accesibilidad”.

Tanto el objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 12 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

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 específica 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.

Resbaladidad de los suelos

Para determinar la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

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

⁽¹⁾ Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

⁽²⁾ En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

Ilustración 3. Tabla 1.2 (DB-SUA 1) clase exigible a los suelos en función de su localización

Para nuestro caso tendremos una **clase 2** (zona interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior), con **pendiente menor que el 6%**.

Discontinuidades del pavimento

No se aplica debido a que el edificio es de uso industrial, por tanto, estaría dentro de uso restringido, entendido como zona limitada a la circulación de un máximo de 10 personas que tengan el carácter de habituales.

Desniveles

No se aplica debido a que no existe ningún tipo de desnivel.

Escaleras o rampas

No se aplica debido a que no existe ningún tipo de escaleras o rampas.

Limpieza de los acristalamientos exteriores

No se aplica ya que la altura del acristalamiento está a 1,2 metros del suelo, por lo que no existe riesgo de caída al vacío.

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.

Impacto

Las puertas industriales, comerciales, de garaje y portones cumplirán las condiciones de seguridad de utilización que se establecen en su reglamentación específica y tendrán marcado CE de conformidad con los correspondientes Reglamentos y Directivas Europeas.

Atrapamiento

No se aplica, ya que las puertas correderas que se proyectan serán la de los portones del edificio, tenido puertas individuales por lo que no afectara o generarán atrapamientos.

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.

Aprisionamiento

No se aplica, ya que **no hay puertas de acceso exterior o interno** en el edificio proyectado **que tenga bloqueo desde el interior, tampoco superan 140 N** la fuerza de **apertura** de las puertas de salida.

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.

Alumbrado normal de zona de circulación

Se dispone de un alumbrado de acuerdo a la normativa, para zonas interiores mayor a 100 lux, y un factor de uniformidad del 40% como mínimo. Cumple con la normativa.

Tabla 3. Valores de iluminación para zonas de circulación; CypeCAD MEP

			NORMA	PROYECTO
Zona			Iluminancia mínima [lux]	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	20	

		Resto de zonas	20	
	Para vehículos o mixtas		20	
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	100	
		Resto de zonas	100	143
	Para vehículos o mixtas		50	
Factor de uniformidad media			$fu \geq 40 \%$	44 %

Alumbrado de emergencia

La instalación cuenta con alumbrado de emergencia de acuerdo a las exigencias de la normativa. Cumple con la normativa.

Tabla 4. Disposición de las luminarias de emergencia

	NORMA	PROYECTO
☒ Altura de colocación	$h \geq 2 \text{ m}$	$H = 2.78 \text{ m}$

Tabla 5. Condiciones de servicio que se deben garantizar (durante una hora desde el fallo)

		NORMA	PROYECTO
☒ Vías de evacuación de anchura $\leq 2\text{m}$	Iluminancia en el eje central	$\geq 1 \text{ lux}$	1.59 luxes
	Iluminancia en la banda central	$\geq 0.5 \text{ luxes}$	1.53 luxes
☐ Vías de evacuación de anchura $> 2\text{m}$	Pueden ser tratadas como varias bandas de anchura $\leq 2\text{m}$		

	NORMA	PROYECTO
☒ Relación entre iluminancia máxima y mínima a lo largo de la línea central	$\leq 40:1$	3:1
Puntos donde estén situados: equipos de seguridad, instalaciones de protección contra incendios y cuadros de distribución del alumbrado.		
Valor mínimo del Índice de Rendimiento Cromático (Ra)	$Ra \geq 40$	$Ra = 80.00$

Tabla 6. Iluminación de las señales de seguridad

		NORMA	PROYECTO
☒ Luminancia de cualquier área de color de seguridad		$\geq 2 \text{ cd/m}^2$	3 cd/m^2
☒ Relación entre la luminancia máxima/mínima dentro del color blanco o de seguridad		$\leq 10:1$	10:1
☒ Relación entre la luminancia L_{blanca} y la luminancia $L_{\text{color}} > 10$		$\geq 5:1$	
		$\leq 15:1$	10:1
☒ Tiempo en el que se debe alcanzar cada nivel de iluminación	$\geq 50\%$	--> 5 s	5 s
	100%	--> 60 s	60 s

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

El proyecto **está exento** de cumplir las condiciones de este apartado, ya que no se incluye su uso en ninguno de los contemplados en el artículo 1 del apartado.

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

No se aplica ninguna de las exigencias, debido a que no existen pozos, depósitos vasos, etc. En la nave proyectada.

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

No se aplica, debido a que no hay aparcamientos definidos en la nave proyectada.

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

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

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

- N_g : densidad de impacto sobre el terreno, obtenida según figura 1.1 (SUA 8); Sevilla = 1,5
- C_1 : coeficiente relacionado con el entorno, según tabla 1.1 (SUA 8); próximo a otros edificios = 0,5.
- A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 . (a : ancho; b : largo; h : altura) de la nave industrial.

$$A_e = (a \cdot b) + 6 \cdot h \cdot (a + b) + 9 \cdot \pi \cdot h^2 = (25 \cdot 50) + 6 \cdot 9,2 \cdot (25 + 50) + 9 \cdot \pi \cdot 9,2^2 = 7783,13 \text{ m}^2$$

$$\text{Ec (1)} \quad 1,5 \cdot 7783,13 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,0058}$$

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

- C_2 : coeficiente en función del tipo de construcción, tabla 1.2 (SUA 8); estructura metálica-cubierta metálica = 0,5.

- C3: coeficiente en función del contenido del edificio, tabla 1.3 (SUA 8); otros contenidos = 1.
- C4: coeficiente en función del uso del edificio, tabla 1.4 (SUA 8); restos de edificios = 1.
- C5: coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, tabla 1.5 (SUA 8); restos de edificios = 1.

$$E_c(2) N_a = \frac{5,5}{0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = \mathbf{0,011}$$

$$N_e = \mathbf{0,0058} < N_a = \mathbf{0,011}$$

✓ **No es necesario un sistema 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.

Accesibilidad en el exterior del edificio

Cumple con la exigencias de accesibilidad para personas discapacitadas.

Las demás exigencias no son de aplicación ya que solo dispone de una planta el edificio.

4.1.3 Documento Básico Seguridad en caso de incendio (DB-SI)

El documento pretende establecer las reglas y los procedimientos necesarios para el cumplimiento de las exigencias básicas en cuanto a la seguridad frente a incendio. Para este proyecto se han tenido en cuenta las exigencias desde el apartado S1 hasta el apartado S6.

Para el caso de uso industrial se ha usado a su vez, el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, aprobado por el REAL DECRETO 2267/2004 (RSCIEI) y Norma UNE 23032:1983 (Seguridad contra incendios. Símbolos gráficos para su utilización en los planos de construcción y planes de emergencia).

Sectorización

Artículo 3, RSCIEI: establece que las zonas de uso no industrial pueden englobarse dentro del sector de incendio si no superan una superficie construida determinada en función del uso de cada zona. En nuestro caso, la zona de uso no industrial del edificio es administrativa.

b) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m².

La zona destinada a uso no industrial no supera los 250 m², en concreto tiene 84,75 m², por lo que se puede incluir dentro de uso industrial y establecer el cálculo completo como UN SOLO SECTOR.



Ilustración 4. . Sectorización de la nave industrial según RSCIEI

Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes (apartado 4, RSCIEI)

En el anexo II, apartado 4 del reglamento se indica la estabilidad frente al fuego que deberán tener los diferentes elementos constructivos portantes del edificio, en función al tipo de edificio y nivel intrínseco de riesgo.

Para edificio de tipo B y nivel de riesgo intrínseco con planta sobre rasante, los elementos portantes deben de tener una estabilidad al fuego de **R60, (EF-60)**.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF -120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF -180)	R 120 (EF -120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF- 90)

Ilustración 5. Tabla 2.2 (RSCIEI) Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

Para estabilidad estructural de cubiertas ligeras, la determinaremos según la tabla 2.3 del reglamento.

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R30 (EF-30)

Ilustración 6. Tabla 2.3 (RSCIEI) Estructura principal de cubiertas ligeras.

Para edificio de tipo B y nivel de riesgo intrínseco medio, la estabilidad portante frente al fuego debe ser de **R15, (EF-30)**.

Evacuación de los establecimientos industriales (Anexo II: apartado 6, RSCIEI)

Según la documentación laboral relacionada con el número de empleados en esta nave es de 10 personas.

$$P = 1,1 * 10 = 11 \text{ personas}$$

Cómo el número de empleados del establecimiento es inferior a 50 personas, podemos utilizar las salidas habituales como salidas de evacuación.

Elementos de evacuación (Anexo II: apartado 6.3.1, RSCIEI)

Los diferentes elementos que intervienen en los recorridos de evacuación como pueden ser puertas, pasos, pasillos, rampas, escaleras etc. Deben de tener unas dimensiones adecuadas de acuerdo con lo dispuesto en el punto 4.2 de DB-SI (documento básico contra incendios para edificios NO INDUSTRIALES).

- Puertas: $A = 11/200 = 0,06 \rightarrow$ anchura mínima de puertas ha de ser de 0.8m.
- Pasillos: $A = 11/200 = 0,06 \rightarrow$ anchura mínima de pasillo ha de ser de 1m.
- Escaleras: (No tenemos escaleras)

Número de disposiciones de salidas (Anexo II: apartado 6.3.2, RSCIEI)

El reglamento sobre las distancias mínimas de los recorridos de evacuación se toma desde el punto de origen de evacuación hasta la salida del edificio. También establece el número de salidas que se pueden usar en función de dichos recorridos de evacuación.

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35 m (**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	-	25 m

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Ilustración 7. Longitud del recorrido de evacuación según número de salidas

Tabla 7. Distancias desde las diferentes zonas de evacuación

Origen de evacuación	Distancia del recorrido de evacuación (m)
Despacho	31
Sala de espera	21,51
Almacén	30,37

Corte y plegado	34,24
Soldadura	38,15
Torneado, fresado...	34,28
Herramientas	20,19
Inspección y pintura	24,2

Sistema de evacuación de humos (Anexo II: apartado 7.1, RSCIEI)

1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 2000 \text{ m}^2$.
2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.

El nivel intrínseco en nuestro edificio es bajo, por tanto: **NO ES NECESARIO**

Sectores con actividades de almacenamiento (Anexo II: apartado 7.1, RSCIEI)

1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.
2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 800 \text{ m}^2$.

El nivel intrínseco en nuestro edificio es bajo, por tanto: **NO ES NECESARIO**

Riesgo de fuego forestal (Anexo II: apartado 10, RSCIEI)

Nave industrial en zona acondicionada lugar acondicionado para la actividad industrial, por tanto: **NO ES NECESARIO**

Sistemas automáticos de detección de incendio (Anexo III: apartado 3, RSCIEI)

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios si se cumplen una serie de requisitos como son:

- a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras actividades distintas al almacenamiento si:
 1. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco medio y superficie total construida $\geq 2000 \text{ m}^2$
 2. Edificio de tipo B y nivel de riesgo intrínseco alto y superficie total construida $\geq 1000 \text{ m}^2$
- b) Actividades de almacenamiento si:
 1. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco medio y superficie total construida $\geq 1000 \text{ m}^2$
 2. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco alto y superficie total construida $\geq 500 \text{ m}^2$

Como no cumple una de las características en las opciones “a y b”, al ser en nuestro caso el nivel de riesgo es bajo, la instalación automática de detección de incendio **NO ES NECESARIA**.

Sistemas manuales de alarma de incendio (Anexo III: apartado 4, RSCIEI)

Se dispondrán pulsadores manuales de alarma en todo el sector de incendio ya que no se disponen sistemas automáticos de detección de incendio. Estos pulsadores de alarma deberán estar situados a cada salida de evacuación del sector de incendio, y en otros puntos necesarios a modo que desde cualquier punto del sector hasta el pulsador no haya más de 25 metros.

Sistemas de comunicación de alarma (Anexo III: apartado 5, RSCIEI)

Se instalarán sistema de comunicación de alarma en todos los sectores del establecimiento industrial si la suma de dichos sectores es de 10.000 m² o superior. Por lo tanto, **NO ES NECESARIO**.

Sistemas de abastecimiento de agua contra incendio (Anexo III: apartado 6, RSCIEI)

– Sistemas de BIES

Se instalarán bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio que cumpla unas características.

1. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco medio y superficie total construida ≥ 500 m²
2. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco alto y superficie total construida ≥ 200 m²

En nuestro caso no cumple con ninguno de los requisitos para el tipo de edificio que tenemos (tipo B), ya que el nivel de riesgo intrínseco es bajo, por tanto, **NO ES NECESARIO**.

– Sistemas de hidrantes exteriores

Se instalarán hidrantes exteriores según lo dispuesto en la tabla 3.1 del reglamento.

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥ 300	NO	SI	
	≥ 1000	SÍ*	SÍ	
B	≥ 1000	NO	NO	SI
	≥ 2500	NO	SÍ	SÍ
	≥ 3500	SI	SÍ	SÍ
C	≥ 2000	NO	NO	SI
	≥ 3500	NO	SÍ	SÍ
D o E	≥ 5000	SI	SI	SI
	≥ 15000	SÍ	SÍ	SÍ

Ilustración 8. Tabla 3.1 (RSCIEI) hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, superficie construida y nivel de riesgo intrínseco.

Como nuestra superficie del sector es de 1250 m² y el nivel de riesgo intrínseco es bajo, la instalación de hidrantes **NO ES NECESARIA**.

– Extintores de incendio

Se instalarán extintores de incendio en todos los sectores de incendio de edificios industriales.

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).
Medio	21A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).
Alto	34A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).

	VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO			
	V ≤ 20	(1) (2)	50	100
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113 B	113 B	144 B	233 B

Ilustración 9. Determinación de extintores portátiles en sectores de incendio con combustible de clase A y B

Como el riesgo del sector de incendio es BAJO, se implantarán extintores de incendio de eficacia 21A y se dispondrá un extintor para cubrir con una superficie de 600 m², y un extintor más por cada 200 m² o fracción, en exceso.

El volumen de combustible líquido (pintura) es menor a 20 litros, ya que solamente se usa para darle la capa de acabado a las piezas y así evitar la oxidación de estas. Por tanto, para los fuegos de clase B, será 113B.

La cantidad de extintores mínimas será la siguiente:

$$\text{Superficie total: } 1250 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ extintor hasta } 600 \text{ m}^2$$

Como debemos tener un extintor más por cada 200 m²:

$$1250 - 600 = 650 \text{ m}^2$$

$$\frac{650}{200} = 3,25 = 4 \text{ extintores.}$$

Como mínimo debemos de tener 4+1 = 5 extintores.

Como la distancia entre extintores debe de ser como máximo, para cumplir la normativa y cubrir todo el Sector de incendio, nos vemos obligados a colocar **8 extintores**.

AGENTES EXTINTORES	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
Agua a chorro	**	×	×	×
Agua pulverizada	***	*	×	×
Espuma	**	**	×	×
Polvo polivalente ABC	**	**	**	×
Polvo normal BC	×	***	**	×
Anhídrido carbónico	*	*	×	×
Derivados Halogenados	*	*	×	×
Productos específicos	×	×	×	*
	×	*	**	***
	INACEPTABLE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE

Ilustración 10. Grado de aceptación de agentes extintores en función de la clase de fuego

Como vemos en la *ilustración 12*, el tipo de extintor que mejor se adapta a nuestra necesidades sería el “típico” **Polvo polivalente ABC (6kg)**, ya que cumple con las características para apagar fuegos de clase 21A y 113B.

– Alumbrados de emergencia

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- c) Estén situados sobre rasante
- d) Cuando la ocupación P sea igual o mayor a 10 personas y sean de nivel de riesgo intrínseco medio o alto.
- e) En cualquier caso, cuando la ocupación de \geq personas.

Como en nuestro caso no se cumple dos de las características, el alumbrado de emergencia **NO ES NECESARIO**.

– Señalización

LEYENDA		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ALTURA m
	SALIDA DE PEATONES A LA IZQUIERDA	2.20
	SALIDA DE PEATONES A LA DERECHA	2.20
	SALIDA	2.20
	PRIMEROS AUXILIOS	2.20
	EXTINTOR	1.20
	ZONA DE REUNION	1.20
	AVISADOR SONORO	2.20
	PUNTO DE REUNIÓN EN CASO DE EMERGENCIA	SUELO

Ilustración 11. Leyenda de Señalización

4.1.4 Documento Básico de Salubridad (DB-HS)

El objeto del documento básico es establecer las reglas y procedimientos que permitan cumplir con las exigencias básicas de salubridad. A continuación, se incluyen dichas exigencias.

Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS)

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

13.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad

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

- **Utilizará materiales certificados** para aislar y proteger el edificio frente a humedades, condensaciones o filtraciones.

13.2 Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos

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

- **No se aplica**, ya que las exigencias están dirigidas a edificaciones de nueva creación destinados a viviendas, no es el caso de este edificio.

13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior

1. Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de

aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

2. Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

➤ Para este edificio, existen dos zonas (zona taller y zona oficinas), para el caso de la zona de taller no viene recogido en el documento, la ventilación es suficiente al contar con grande puertas industriales.

Para la zona de oficinas, la calidad del aire se especifica en el anexo de climatización, contando con filtro de partículas de acuerdo a la normativa.

Caudal de aire:

Sala de espera:

- $S = 17,8 \text{ m}^2$.
- Ocupación: Plantas o zonas de oficinas = $10 \text{ m}^2/\text{persona}$

$$\text{Ocupación} = \frac{17,8 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2/\text{persona}} = 1,78 = 2 \text{ personas}$$

Despacho:

- $S = 33,5 \text{ m}^2$.
- Ocupación: Plantas o zonas de oficinas = $10 \text{ m}^2/\text{persona}$

$$\text{Ocupación} = \frac{33,5 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2/\text{persona}} = 3,35 = 4 \text{ personas}$$

Con lo que el caudal de los locales será:

$$\text{sala de espera} = 12,5 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 2 \text{ personas} = 25 \text{ l/s} = \mathbf{90 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$\text{Despacho} = 12,5 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 4 \text{ personas} = 50 \text{ l/s} = \mathbf{180 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Filtración del aire exterior mínimo de ventilación

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF*+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Ilustración 12. Tabla 1.4.2.5 (RITE) Clases de filtración

Si observamos la tabla podemos determinar que necesitamos un mínimo una clase de filtración con dos etapas de filtrado **F6 + F8**, la primera menos restrictiva y la segunda más.

- F6: filtro medio. Para partículas (polvo en aire, gérmenes, bacterias etc.), de $1\mu\text{m}$ - $10\mu\text{m}$.
- F8: filtro con eficacia entre 90% - 95%, para retener partículas de $0,4\mu\text{m}$ (humos de aceite, tabaco, ferrosos).

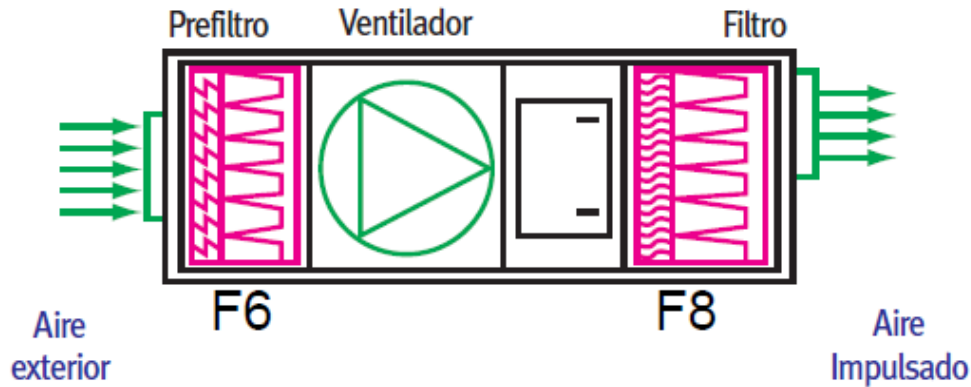


Ilustración 13. Esquema de las dos etapas de filtración F6+F8

Aire de extracción

En función del aire de extracción (AE), se puede clasificar en 4 categorías, de menos a más alto nivel de contaminación en el ambiente. Al tratarse de un local de oficinas, la categoría según el (RITE) sería de, **AE1**.

Según la guía técnica IDAE “sólo el aire de extracción de categoría AE1 puede ser retornado, y el AE2 sólo si se extrae e impulsa de un único local como (habitación de hotel). AE1 y AE2 pueden ser empleados como aire de transferencia para ventilar locales de servicio, aseos y garajes”.

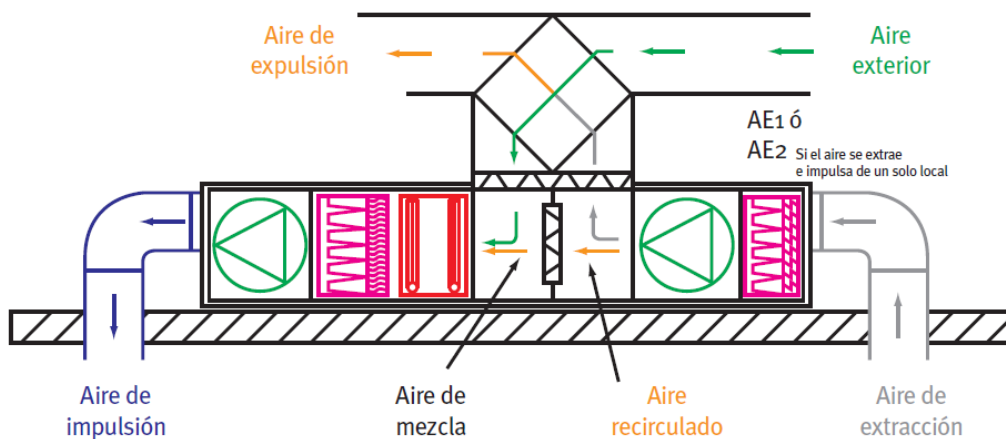


Ilustración 14. Esquema de la unidad de tratamiento de aire para AE1 y AE2

13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua

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

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

- Todos los equipos cumplen con las características mínimas exigidas según normativa, así como la prevención contra legionela. La justificación está desarrollada en el anexo de abastecimiento de agua.

Condiciones mínimas de suministro (apartado 2.1.3)

En los puntos de consumo la presión mínimo debe ser:

- a) 100 kPa para grifos comunes
- b) 150 kPa para flexores y calentadores

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa.

Cumple con la normativa

Tabla 8. Presión final de cada tramo y de la instalación en conjunto

TRAMO	Q (l/s)	D (mm)	v (m/s)	j (m.c.a/m)	L (m)	Le (m)	Lt (L+Le) (m)	J (Lt · j) (mca)	Pi (mca)	Pi - J (mca)	h (m)	Pf (Pi±h) (mca)
1-2	0,45	32,00	1,20	0,09	5,48	6,58	12,06	1,09	30,00	28,91	0,30	28,61
2-3	0,45	25,00	1,20	0,09	1,27	1,52	2,79	4,75	28,61	23,86	0,30	23,56
3-4	0,45	25,00	1,20	0,09	1,28	1,54	2,82	0,25	23,56	23,31	0,70	22,61
4-5	0,45	25,00	1,00	0,06	4,85	7,92	12,77	0,77	22,61	21,84	0,00	21,84
5-6	0,43	25,00	1,00	0,06	3,03	3,64	6,67	0,40	21,84	21,44	0,00	21,44
6-7	0,34	25,00	0,80	0,04	0,42	0,50	0,92	0,04	21,44	21,41	0,00	21,41
7-8	0,10	12,70	0,80	0,09	4,18	5,02	9,20	0,78	21,41	20,63	-0,70	21,33
Comprobación (Pf=Pi-J±h)								8,07	30,00		0,60	21,33

Ahorro de agua (apartado 2.3)

Se deberá disponer en las redes de ACS de una red de retorno para instalaciones con longitudes iguales o superiores a 15m, como en nuestro caso la longitud es de 12,48 metros, **No es necesaria red de retorno.**

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.

- Se cumplen con las exigencias básicas mínimas marcadas por normativa, las cuales quedan justificadas en el anexo de evacuación de aguas pluviales y residuales.

Aguas residuales

– Sifones y derivación individual

Tabla 9. Unidades de desagüe y diámetro de sifón y derivación individual para las diferentes Zonas

Zona	Aparato	Uds de desagüe	Ø mín. Sifón y derivación individual (mm)
Vestuario Masculino	Lavabo	2	40
	Ducha	3	50
	Inodoro con cisterna	5	100
Vestuario Masculino	Lavabo	2	40
	Ducha	3	50
	Inodoro con cisterna	5	100
Aseo Despacho	Lavabo	2	40
	Inodoro con cisterna	5	100

– Colectores

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Ilustración 15. Tabla 4.3 (HS5) Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Con el número total de unidades determinadas en el apartado anterior (**27 Uds**) y el porcentaje de la pendiente del **2%**, obtenemos un diámetro para **ramales colectores de 90 mm**.

– Bajantes

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Ilustración 16. Tabla 4.4 (HS5) Diámetro de bajantes según el número de plantas del edificio y el número de Uds

– **Colectores Horizontales**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Ilustración 17. Tabla 4.5 (DB HS5) Diámetro de colectores horizontales en función del número máximo de Uds y pendiente

Aguas pluviales

– **Canalones**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
0.5 %	Pendiente del canalón			
	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Ilustración 18. Tabla 4.7 (DB H5) Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Tabla 4.7 → 2%; $\phi_{nom} = 200 \text{ mm}$

Con lo que obtenemos para toda la nave:

- 4 canalones de 25 m cada uno, 2% de pendiente; $\phi_{nom} = 200 \text{ mm}$

– **Bajantes**

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Ilustración 19. Tabla 4.8 (DB HS5) Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h

Bajante: $\phi_{nom} = 90 \text{ mm}$

Con lo que obtenemos para toda la nave:

- 4 bajantes de 7 m cada una; $\phi_{nom} = 90 \text{ mm}$

– **Colectores y arquetas**

	Superficie proyectada (m ²)		Diámetro nominal del colector (mm)
	Pendiente del colector		
	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Ilustración 20. Tabla 4.9 (DB HS5) Diámetro de colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

El área perteneciente a cada bajante es de (285,52 m²), por tanto:

- Colector 1: $\varnothing_{nom}=110$ mm; 2%
- Colector 2: $\varnothing_{nom}=110$ mm; 2%

El área perteneciente al colector 3 es igual al área de la bajante 1 y 3 (571,04 m²):

- Colector 3: $\varnothing_{nom}=160$ mm; 2%

El colector 4,5,6,7 recibe el mismo caudal que el 3, ya que son arquetas de paso:

- Colector 4=5=6=7: $\varnothing_{nom}=160$ mm; 2%

El colector 8 recibe el área de su bajante más la suma de los anteriores (856,56 m²):

- Colector 8: $\varnothing_{nom}=160$ mm; 2%

El colector 10 evacua solo de su bajante (285,52 m²), por tanto:

- Colector 10: $\varnothing_{nom}=110$ mm; 2%

El dimensionado de cada arqueta, va en función del diámetro del colector de salida, así pues, con el diámetro de cada colector y haciendo uso de la tabla 4.13, tendremos las diferentes medidas de arquetas:

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Ilustración 21. Tabla 4.13 (DB HS5) Dimensiones de las arquetas

Tabla 10. Dimensiones de arquetas de red de aguas pluviales

Número de arqueta	Ø Colector de salida (mm)	Tipo de arqueta
1	110	Arqueta a pie de bajante 50 x 50 cm
2	110	Arqueta de paso 50 x 50 cm
3	160	Arqueta a pie de bajante 60 x 60 cm

4 -5- 6 -7	160	Arqueta de paso 60 x 60 cm
8	160	Arqueta a pie de bajante 60 x 60 cm
10	110	Arqueta a pie de bajante 50 x 50 cm

Colectores y arquetas para red de tipo mixta

Para la transformación de las unidades en superficie equivalente para un régimen pluviométrico diferente a 100 mm/h, debemos de multiplicar los valores de la superficie por el factor de corrección. La transformación se efectúa según el siguiente criterio:

- Número de Uds menor o igual a 250, la superficie equivalente es de 90 m².
- Número de Uds mayor a 250, la superficie equivalente es de 0,36 x N° Uds m².

Nuestra instalación consta de 27 Uds, por tanto:

$$27 < 250 \text{ Uds} \rightarrow \text{Superficie equivalente} = 90 \text{ m}^2$$

Superficies equivalentes de aguas pluviales:

$$\text{Sup. equiv} = 571,05 \cdot 2 = 1142,1 \text{ m}^2$$

Por tanto, el total de superficie equivalente para determinar el diámetro del coector será:

$$\text{Sup. total} = 1142,1 + 90 = 1232,1 \text{ m}^2$$

Con el valor de (1232,1 m²) nos vamos a la tabla 4.9, para una pendientes del 2% y obtenemos un diámetro del colector de aguas mixtas:

$$\Phi_{nom} = 200 \text{ mm}$$

Y teniendo el valor del colector de salida de 200 mm de diámetro, vamos a la tabla 4.13 y obtenemos unas dimensiones para la arqueta sifónica de:

Arqueta sifónica de 60 x 60 cm

13.6 Exigencia básica HS 6: Protección frente a la exposición al radón.

Los edificios dispondrán de medios adecuados para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada a radón procedente del terreno en los recintos cerrados.

- **No se aplica**, ya que el edificio proyectado no se encuentra en la zona marcada por el apéndice B de este documento

4.1.5 Documento Básico Ahorro de Energía. (DB-HE)

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 0: Limitación del consumo energético.

El consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de su ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención. El consumo energético se satisfará, en gran medida, mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables.

- Como se indica en el apartado 1, punto 2-C; para el caso de la zona taller y procesos industriales, **se considera de baja demanda energética.**

15.2. Exigencia básica HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

Los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en función de la zona climática de su ubicación, del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

Las características de los elementos de la envolvente térmica en función de su zona climática serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Así mismo, las características de las particiones interiores limitarán la transferencia de calor entre unidades de uso, y entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio.

Se limitarán los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.

- Como se indica en el apartado 1, punto 2-C; para el caso de la zona taller y procesos industriales, **se considera de baja demanda energética.** Para la zona de oficinas, la justificación del cálculo para el control de la demanda energética se puede encontrar en el anexo de climatización.

15.3. Exigencia básica HE 2: Condiciones de las instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas de las que dispongan los edificios serán apropiadas para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

- El edificio cumple con las exigencias de la normativa, puede encontrarse en el anexo de climatización.

Cargas térmicas para Refrigeración

– **Sala de espera**

$$Ec(5) Q_{tot} = 21,76 + 3,59 + 15,23 + 15,84 + 4,1 + 110 + 150 + 216 + 181 + 85,97 = 862,22 \cdot 1,25 = \mathbf{1078\ W}$$

– **Despacho**

$$Ec(5) Q_{tot} = 40 + 25,6 + 15,32 + 5,37 + 300 + 220 + 432 + 191 + 134,7 + 686,4 = 2050 \cdot 1,25 = \mathbf{2563\ W}$$

Tabla 11. Potencias (W) de refrigeración para oficinas

Refrigeración		
Zona	Potencia (W)	Pot. Total (W)
Sala de espera	1078	3614
Despacho	2536	

Cargas térmicas para Calefacción

– **Sala de espera**

$$Ec(8) Q_{tot} = 79,79 + 76,56 + 3,58 + 55,82 + 58,08 + 15,048 + 315,25 = 604,13 \cdot 1,25 = \mathbf{755,16\ W}$$

– **Despacho**

$$Ec(8) Q_{tot} = 158,8 + 103,45 + 144,81 + 54,76 + 5,37 + 1044,32 + 201,3 = 1712,8 \cdot 1,25 = \mathbf{2141\ W}$$

Tabla 12. Potencias (W) de calefacción para oficinas

Calefacción		
Zona	Potencia (W)	Pot. Total (W)
Sala de espera	755,16	2896,16
Despacho	2141	

15.4. Exigencia básica HE 3: Condiciones 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 su funcionamiento a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

- La exigencia puede excluir la zona de taller, en cambio, en la zona de oficinas debe de cumplir con las exigencias. En el anexo de iluminación puede verse que cumple con las exigencias que se establece en este documento básico; la eficiencia energética (VEElim) y la potencia instalada por superficie (W/m^2) es inferior a los valores que marca la normativa.

Niveles mínimos de iluminación Según la norma UNE 12464.1

Tabla 13. Niveles de iluminación calculados analíticamente de las diferentes zonas

Zona	Em (lux) UNE 12464.1	Área (m ²)	h (m)	k	Cu	Φ total (lm)	Φ indiv (lm)	Nº mínimo	Nº luminarias	Em (lux)
Despacho	450,00	34,10	1,40	2,09	0,79	24280,06	1620,0	5,00	5,00	450,37
Sala de espera	200,00	18,80	1,40	1,54	0,67	7014,93	1620,0	1,44	2,00	277,12
Aseo despacho	200,00	4,70	2,40	0,45	0,23	5108,70	2808,0	0,61	1,00	329,79
Vestuarios	200,00	11,80	2,40	1,15	0,53	5597,72	2940,0	0,95	1,00	210,09
Sala de calderas	100,00	4,30	1,40	0,70	0,29	1853,45	2100,0	0,88	1,00	113,30
Taller	300,00	1250,00	6,00	2,78	0,95	525762,36	15000,0	35,05	35,00	319,54

Los niveles de iluminación determinados deben de ser superiores a los exigidos por la norma UNE 12464.1; por tanto, **cumple con la normativa.**

Potencia máxima instalada

La potencia máxima instalada de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no podrá superar el valor máximo establecido en la tabla 3.2-HE3.

Uso	E Iluminancia media en el plano horizontal (lux)	Potencia máxima a instalar (W/m ²)
Aparcamiento		5
Otros usos	≤ 600	10
	> 600	25

Ilustración 22. Tabla 3.2 (HE3) potencia máxima por superficie iluminada

El edificio industrial se encuentra dentro de “otros usos” y para la iluminación media en el plano horizontal tenemos un valor ≤ 600 lux, por lo que la potencia máxima a instalar tiene que ser menor que 10 W/m^2 .

Tabla 14. Potencia total instalada para cada zona (W/m^2)

Zona	Área (m^2)	P. inst (W)	Pot. Zona (W/m^2)
Despacho	34,10	216,00	6,33
Sala de espera	18,80	108,00	5,74
Aseo despacho	4,70	36,00	7,66
Vestuarios	11,80	84,00	7,12
Sala de calderas	4,30	12,00	2,79
Taller	1250,00	8750,00	7,00

Como podemos observar en la *tabla 3*, las potencias de cada zona son inferiores a 10 W/m^2 , por tanto, **cumple con la normativa**

Eficiencia energética de la instalación

El valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI) de la instalación de iluminación no podrá superar el valor límite (VEEI_{lim}) establecido en la tabla 3.1 HE3.

Uso del recinto	VEEI límite
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
Aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
Habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
Estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
Hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Ilustración 23. Tabla 3.1 (CTE DB HE3) Valor límite de eficiencia energética de la instalación

En nuestro caso, para la zona de “oficinas”, tomaremos el valor impuesto a locales “administrativo en general” de 3.

Para el caso de los vestuarios y aseo de despacho, lo hemos incluido dentro de “zonas comunes”, ya que engloba dentro del punto (4) aseos.

Para el caso de sala de caldera y taller, lo metemos dentro de “recintos interiores no descrito en este listado”.

Para hallar la eficiencia, hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Tabla 15. Tabla de valores de eficiencia energética para cada zona

Zona	Área (m ²)	P. inst (W)	Em (lux)	VEEI	VEEI (lím)
Despacho	34,10	216,00	450,37	1,41	3,00
Sala de espera	18,80	108,00	277,12	2,07	3,00
Aseo despacho	4,70	36,00	329,79	2,32	4,00
Vestuarios	11,80	84,00	210,09	3,39	4,00
Sala de calderas	4,30	12,00	113,30	2,46	4,00
Taller	1250,00	8750,00	319,54	2,19	4,00

Como podemos observar en la tabla 4, los valores de eficiencia obtenidos son menores que los valores límites, por tanto, **cumple con la normativa**.

15.5. Exigencia básica HE 4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y de climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables; bien generada en el propio edificio o bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción.

15.6. Exigencia básica HE 5: Generación mínima de energía eléctrica

En los edificios con elevado consumo de energía eléctrica se incorporarán sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red.

- **No es necesaria** la aplicación del documento ya que el edificio no supera la 3000 m².

Con la instalación de los módulos fotovoltaicos de autoconsumo cumpliríamos sin problemas la demanda mínima de energía eléctrica.

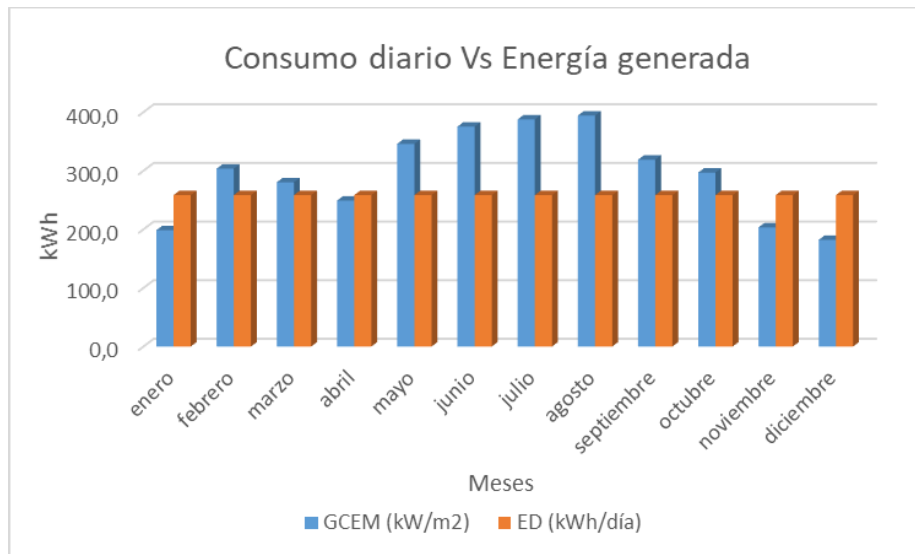


Ilustración 24. Gráfico del consumo diario y la energía generada

Podemos observar en la gráfica que el consumo diario supera a la energía generada solamente en los meses de enero-abril-noviembre-diciembre; el coste de esa energía lo podemos ver en la tabla anterior (coste energía) siendo el total de (-336,3 €/año), para el resto de los meses la producción supera a la demanda.

4.1.6 Documento Básico Protección frente al ruido. (DB-HR)

El objeto de este documento es establecer las reglas y procedimientos que cumplen con las exigencias básicas de este documento. A continuación, se incluyen las exigencias indicadas.

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

El objetivo del requisito básico “Protección frente el ruido” consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico “DB HR Protección frente al ruido” especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las

exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

La nave industrial destinada a carpintería metálica la encuadramos dentro de **recinto ruidoso**, por lo que **queda fuera del ámbito de aplicación** de las exigencias básicas de protección del CTE.

4.2 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)

Para la justificación de la instalación eléctrica adoptada se debe cumplir las exigencias sobre la caída de tensión y sobreintensidades para sus circuitos y secciones. Las comprobaciones que justifican el cumplimiento de estas exigencias están detalladas en el anexo V del presente proyecto.

Tabla 16. Dimensionado de la instalación eléctrica

Círculo	Potencia (W)	Tensión (V)	coef.	cos	Long. (m)	Canalización	conduc.	e(%)	I cal	S1 (mm²)	S2 (mm²)	S (mm²)	I Adm	PIA (A)	FASE	ΔUIT (%)	
Nave Industrial																	
Acometida	156200	400	0,8	0,9	35	Subterránea	56	1	200,4	120	7,5	120	304	250	R,S,T	0,41	
Derivación individual	63183	400	0,8	0,9	1	Bajo tubo	56	1,5	81,1	35	0,4	35	131	100	R,S,T	0,01	
Agrupación 1	92984	230	1,8	0,9	177,89		56	4,5	46,7	50	44,7	50	175	63	R	0,89	
C1 (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	177,89	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	6	5,5	6	49	16	R	0,92	
C6 (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	58,94	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	2,5	1,8	2,5	29	16	R	0,73	
C6 (2) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	45,43	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	2,5	1,4	2,5	29	16	R	0,56	
C6 (3) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	137,52	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	6	4,3	6	49	16	R	0,71	
C6 (4) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	48,73	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	4	1,5	4	38	16	R	0,38	
C6 (5) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	117,79	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	4	3,7	4	38	16	R	0,91	
C6 (6) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	48,47	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	2,5	1,5	2,5	29	16	R	0,60	
C6 (7) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	36,48	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	1,5	1,1	1,5	21	16	R	0,76	
C13 (Al, emerg)	96	230	1,8	0,9	93,28	Superficial bajo tubo	56	4,5	0,8	1,5	0,2	1,5	21	10	R	0,16	
Agrupación 2	7325	230	1	1	49,73		56	6,5	31,8	6	3,8	6	49	40	S	0,63	
C15 (aire acond)	1675	230	1,25	0,9	14,37	Superficial bajo tubo	56	6,5	10,1	1,5	0,3	1,5	21	16	S	0,21	
C2 (TC mono)	2000	230	1	1	49,73	Superficial bajo tubo	56	6,5	8,7	1,5	1,0	1,5	21	10	S	0,69	
C14 (CDAI)	2300	230	0,9	1	1,94	Superficial bajo tubo	56	6,5	9,0	1,5	0	1,5	21	10	S	0,03	
C5 (TC baños)	1350	230	1	1	35,23	Superficial bajo tubo	56	6,5	5,9	1,5	0,5	1,5	21	10	S	0,33	
Agrupación 3	41160	400	1,125	0,9	134,88		56	6,5	74,3	16	10,7	16	91	80	R,S,T	0,67	
C13 (Circ, fuerza)	28560	400	1,25	0,9	112,76	Superficial bajo tubo	56	6,5	57,3	16	6,9	16	80	63	R,S,T	0,43	
C14 (TC trifásica)	12600	400	1	0,9	134,88	Superficial bajo tubo	56	6,5	20,2	4	2,9	4	34	25	R,S,T	0,73	
Agrupación 4	5400	230	1,125	0,9	133,49		56	6,5	29,3	10	8,4	10	68	35	T	0,84	
C16 (Radles)	3960	230	1,25	0,9	64,02	Superficial bajo tubo	56	6,5	23,9	4	3,3	4	38	25	T	0,82	
C15 (TC mono dobles)	1440	230	1	1	133,49	Superficial bajo tubo	56	6,5	6,3	2,5	2,0	2,5	29	10	T	0,80	

Tabla 17. Intensidades de cortocircuito, Intensidades y curvas de magnetotérmicos

Circuito	Tensión (V)	Long. (m)	ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	S1 (mm^2)	R (Ω)	Iccmin (A)	Im (A)	PIA (A)	Curva (B,C,D)
Nave Industrial									
Acometida	230	35	0,018	120,0	0,0053	35047,6	5000	250	B,C,D
D, Individual	230	1	0,018	35,0	0,0005	357777,8	2000	100	
Agrupación 1	230	177,89	0,018	50,0	0,0640	2873,2	1260	63	
C1 (Iluminación)	230	177,89	0,018	6,0	0,5337	344,8	320	16	B,C,D
C6 (Iluminación)	230	58,94	0,018	2,5	0,4244	433,6	320	16	B,C,D
C6 (2) (Iluminación)	230	45,43	0,018	2,5	0,3271	562,5	320	16	B,C,D
C6 (3) (Iluminación)	230	137,52	0,018	6,0	0,4126	446,0	320	16	B,C,D
C6 (4) (Iluminación)	230	48,73	0,018	4,0	0,2193	839,1	320	16	B,C,D
C6 (5) (Iluminación)	230	117,79	0,018	4,0	0,5301	347,1	320	16	B,C,D
C6 (6) (Iluminación)	230	48,47	0,018	2,5	0,3490	527,2	320	16	B,C,D
C6 (7) (Iluminación)	230	36,48	0,018	1,5	0,4378	420,3	320	16	B,C,D
C13 (Al, emerg)	230	93,28	0,018	1,5	1,1194	164,4	100	10	B,C
Agrupación 2	230	49,73	0,018	6,0	0,1492	1233,3	800	40	
C15 (aire acond)	230	14,37	0,018	1,5	0,1724	1067,0	320	16	B,C,D
C2 (TC_mono)	230	49,73	0,018	1,5	0,5968	308,3	200	10	B,C,D
C14 (CDAl)	230	1,94	0,018	1,5	0,0233	7903,8	200	10	B,C,D
C5 (TC baños)	230	35,23	0,018	1,5	0,4228	435,2	200	10	B,C,D
Agrupación 3	230	134,88	0,018	16,0	0,1517	1212,6	800	80	
C13(Circ, fuerza)	230	112,76	0,018	16,0	0,1269	1450,5	1260	63	B,C,D
C14 (TC trifásica)	230	134,88	0,018	4,0	0,6070	303,2	250	25	B,C
Agrupación 4	230	133,49	0,018	10,0	0,2403	765,8	700	35	
C16 (Radiles)	230	64,02	0,018	4,0	0,2881	638,7	500	25	B,C,D
C15 (TC mono_dobles)	230	133,49	0,018	2,5	0,9611	191,4	100	10	B,C

4.3 Normativa urbanística local

Tabla 18. Condiciones mínimas exigidas por la normativa urbanística local

Condiciones	Exigido	Edificado
Superficie mínima de la parcela	500 m ²	3768 m ²
Edificabilidad máxima neta	1 m ² / m ²	0,33 m ² / m ²
Ocupación máxima de la parcela	80%	33,17%
Altura máxima	10 m	9,2
Áticos	No se permite	No
Uso	Industrial	sí

Cumple con la normativa.

4.4 Estudio Básico de Seguridad y Salud

El Estudio Básico de Seguridad y Salud se realiza (en Anexo) de manera que se cumplan las condiciones óptimas de seguridad, salud y accesibilidad durante la construcción de la edificación. Todo podrá verse detallado en el apartado del proyecto de estudios básico de seguridad y salud.

5 Diagrama de Gantt sobre duración de fases de obra

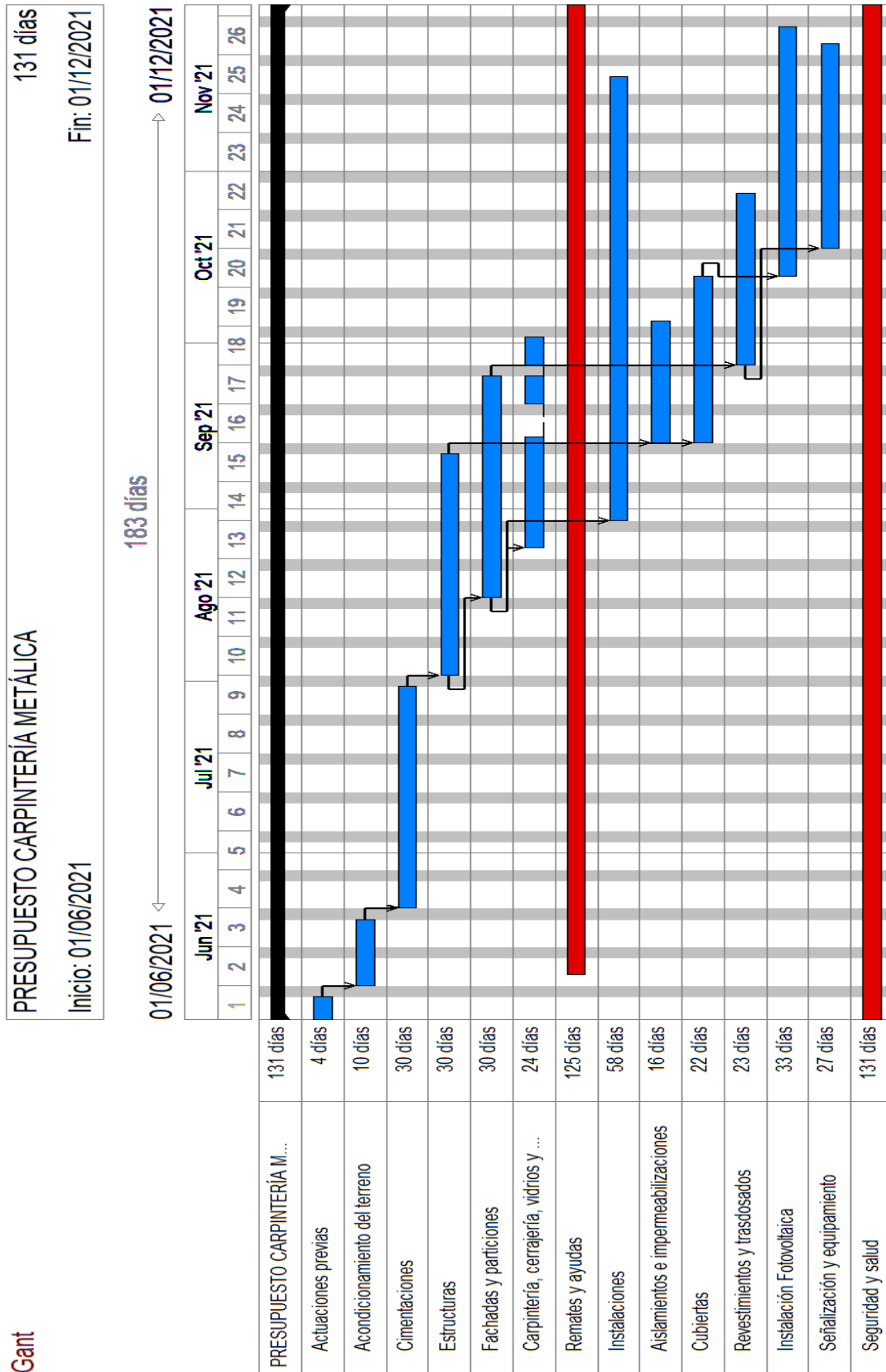


Ilustración 25. Diagrama de Gantt de ejecución de la obra

6 Referencias

1. Agencia Estatal Boletín Oficial del del Estado. (2022). *Real Decreto 842/2002. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias [archivo PDF]*. Actualización 16 Marzo 2022. https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/abrir_pdf.php?fich=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC.pdf
2. *Ahorro de energía*. (n.d.). Retrieved March 15, 2022, from <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>
3. BOE (Boletín Oficial del Estado). (2007). *(RITE) Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios [archivo PDF]*. <https://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35931-35984.pdf>
4. CTE DB HE. (2019a). *Documento Básico de Ahorro Energético [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>
5. CTE DB HE. (2019b). *Guía de aplicación del Documento Básico de Ahorro de Energía [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>
6. CTE DB HS. (2019). *Documento Básico de Salubridad [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/Salubridad.html>
7. CTE DB SE-A. (2009). *Seguridad estructural. Acero [Archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/>
8. CTE DB SE-AE. (2009). *Seguridad Estructural. Acciones en la edificación [Archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/>
9. CTE DB SI. (2019). *Seguridad en caso de Incendio [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadEnCasoDeIncendio.html>
10. CTE DB SUA. (2019). Documento Básico Seguridad de utilización y accesibilidad. In *Septiembre*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadUtilizacionAccesibilidad.html>
11. *Documentos CTE*. (n.d.). Retrieved March 15, 2022, from <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/DocumentosCTE.html>
12. Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2003). *GUÍA-BT-RD 842/2002. Guía técnica de aplicación del REBT; Aspectos generales [archivo PDF]*.
13. Ministerio de Fomento. (1996). *NBE-CPI/96, Condiciones de protección contra incendios de los edificios [archivo PDF]*. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1996-23836>
14. Ministerio de Industria, T. y C. (2019). *Guía Técnica De Aplicación : Reglamento De Seguridad Contra Incendios. Versión 2 [archivo PDF]*. <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/seguridad-incendios/informacionadicional/20190218-v2.pdf>
15. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio «BOE» núm. 303, de 17 de diciembre de 2004 R. B.-A.-2004-21216. (2004). Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [archivo PDF]. In *BOE*. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2004-21216>
16. *RD 244/2019 : Normativa para autoconsumo en España*. (n.d.). Retrieved May 2, 2022, from <https://selectra.es/autoconsumo/info/normativa>

17. *Seguridad Estructural*. (n.d.). Retrieved January 27, 2022, from <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadEstructural.html>

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and flourishes, representing the name Carlos Rubén Esteban Rodríguez.

Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

Anexo I: Estudio Geotécnico

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	3
3	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.....	5
3.1	MARCO GEOLÓGICO.....	5
3.2	ESTRATIGRAFÍA.....	6
4	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.....	7
4.1	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA.....	8
4.2	PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUBSUELO.....	9
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	10

1 Introducción

Por encargo del propietario de la parcela, se redacta el presente informe geotécnico relativo a la construcción de:

Nave de uso industrial:

Avenida de la industria, en El Real de la Jara (Sevilla)

El objeto del presente informe es el de determinar las características y la capacidad portante del terreno donde se han de situar las cimentaciones y obtener así el correcto comportamiento de la edificación.

El informe se estructura en los siguientes capítulos:

1. Introducción y Objetivos.
2. Metodología del ensayo.

Donde se describe la metodología de la campaña de reconocimiento consistente en la realización de 3 penetrómetros + 1 sondeo mecánico a rotación con toma continua de testigo, complementado por un análisis visual de la superficie del terreno y su entorno.

3. Descriptiva geológica de la zona.

Donde se describe la información geológica y geotécnica general de la zona, que pueda ser de interés práctico para el proyecto.

4. Ensayos de penetración dinámica y ensayos de laboratorio.
5. Conclusiones y recomendaciones

En este último apartado se presentan las conclusiones obtenidas en el estudio geotécnico del subsuelo, analizándose la profundidad del estrato competente para el apoyo de la cimentación y la carga admisible de trabajo.

2 Metodología de trabajo

La campaña de reconocimiento la campaña de reconocimiento consistente en la realización de 3 penetrómetros + 1 sondeo mecánico a rotación con toma continua de testigo, complementado por un análisis visual de la superficie del terreno y su entorno.

Se acompaña un croquis de situación en planta de los ensayos realizados.

Los ensayos de penetración dinámica se han realizado con un equipo automático tipo BORROS. La mecánica del ensayo de penetración dinámica consiste en la hinca de un tren de varillas mediante golpeo de una maza, contabilizando el número de golpes necesarios para atravesar 20 cm del terreno. Con estos datos (N20) se pueden cuantificar las tensiones admisibles de los suelos para diferentes profundidades. El ensayo se da por finalizado cuando se obtiene el rechazo a la penetración ($N_{20} > 100$) o bien las resistencias obtenidas son suficientes para los requerimientos del proyecto.

Respecto al equipo de penetración utilizado es del tipo BORROS, con las siguientes características:

Características del penetrómetro BORROS	
Peso de la maza	65 kg
Altura de caída	50 cm.
Diámetro del varillaje	32 mm.
Sección de puntaza	4x4 cm.
Intervalo de penetración	20 cm
Peso que carga sobre la puntaza:	
-Peso del varillaje	6,3 kg/ml
-Cabeza de golpeo	0.8 kg

La carga de hundimiento de los materiales del subsuelo se calcula según distintas expresiones, siendo la más utilizada la fórmula de los holandeses donde:

$$RP = P_m^2 \cdot h / (P_m + P_v) \cdot S \cdot d$$

Cuyos parámetros son:

- RP = Resistencia dinámica de punta (en Kg/cm²)
- P_m = Peso de la maza
- P_v = Peso que carga sobre la puntaza h = Altura de caída
- S = Superficie de la puntaza
- d = Intervalo de penetración (20 cm/N₂₀)
- N₂₀ = Golpes cada 20 cm de penetración

A partir del resultado de múltiples experiencias, se deduce, que para obtener la carga de hundimiento (resistencia correspondiente a una carga estática en punta) se divide por 20 la resistencia dinámica (RP) y se aplica un coeficiente de seguridad.

Si bien los ensayos de penetración no son los más adecuados para la detección de un nivel freático, es muy posible la presencia de éste cuando salen las barras mojadas o húmedas. Por el contrario, cuando las barras se extraen secas, resulta raro o improbable la aparición de niveles de agua.

Ensayos SPT: A lo largo de la longitud del sondeo y siempre que sea posible, se realizan varios ensayos de penetración SPT. Este tipo de ensayos se realiza en el interior de sondeos, en los cuales es necesario limpiar previamente el fondo de la perforación, manteniendo la entubación por encima del nivel de comienzo del ensayo.

Los ensayos de penetración SPT se utilizan en geotecnia para correlacionar diferentes parámetros resistentes en los suelos. Estos ensayos determinan la resistencia de los suelos a la penetración de un tomamuestras partido, permitiendo obtener muestras alteradas de suelo dentro de un sondeo para su identificación, y proporcionando a su vez información sobre la variabilidad y rigidez del suelo.

El equipo necesario para la realización de esta prueba consta de un tomamuestras bipartido de pared gruesa de 51 mm de sección, acoplado a un varillaje rígido, en cuyo extremo se coloca la cabeza de golpeo y contragolpe, sobre la que impacta una maza de 63,5 Kg en

caída libre, desde una altura de 76,2 cm. Este equipo suele ir montado sobre el camión de sondeos, acoplado a la sonda y con un funcionamiento automático.

En el caso de materiales granulares gruesos, el ensayo se realiza con una “puntaza ciega” que ofrece unos valores de resistencia, pero no recupera la muestra atravesada.

En el procedimiento de realización del ensayo se distinguen dos fases. Una primera de hincas o colocación de 15 cm, incluyendo la penetración inicial del tomamuestras bajo su propio peso; y una segunda fase o ensayo de hincas propiamente dicho, en la cual se anota el número de golpes necesario para penetrar adicionalmente 30 cm. Este número obtenido se denomina resistencia a la penetración N

Extracción de muestras inalteradas: Durante la realización del sondeo en materiales cohesivos, y a distintas cotas, se extraen muestras representativas de este tipo, con vista a la realización de los ensayos geotécnicos para clasificar los suelos atravesados y definir sus propiedades de resistencia y deformabilidad.

Las muestras inalteradas se pueden obtener a percusión, a presión, o a rotación. En el primer caso se trata de un ensayo parecido al SPT, con la diferencia de que el tomamuestras empleado es del tipo GMPV de pared gruesa, de mayor sección que el del SPT, diseñado especialmente para que la muestra se recupere en el interior de un tubo de plástico que, cerrado herméticamente con tapas de goma, mantenga inalterada largo tiempo las propiedades del suelo.

Al igual que en el ensayo SPT, sólo se contabiliza los golpes necesarios para penetrar 30 cm, después de haber desechado los primeros 15 cm. Al número obtenido se le denomina N_i , para diferenciarlo del ensayo Standard. También se pueden obtener muestras inalteradas con el tomamuestras anterior, introducido a presión.

3 Localización y descripción fisiográfica

El solar motivo de estudio se encuentra en la localidad de El Real de la Jara, situada en la sierra norte de Sevilla.

3.1 Marco Geológico

Desde el punto de vista geológico, el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla se localiza en el Macizo Hespérico. Esto significa que todas sus rocas están relacionadas con la Orogenia Varisca. También significa que todas ellas son de edad prepaleozoica y paleozoica, o a lo sumo del Triásico inferior, es decir 250 millones de años para las más jóvenes.

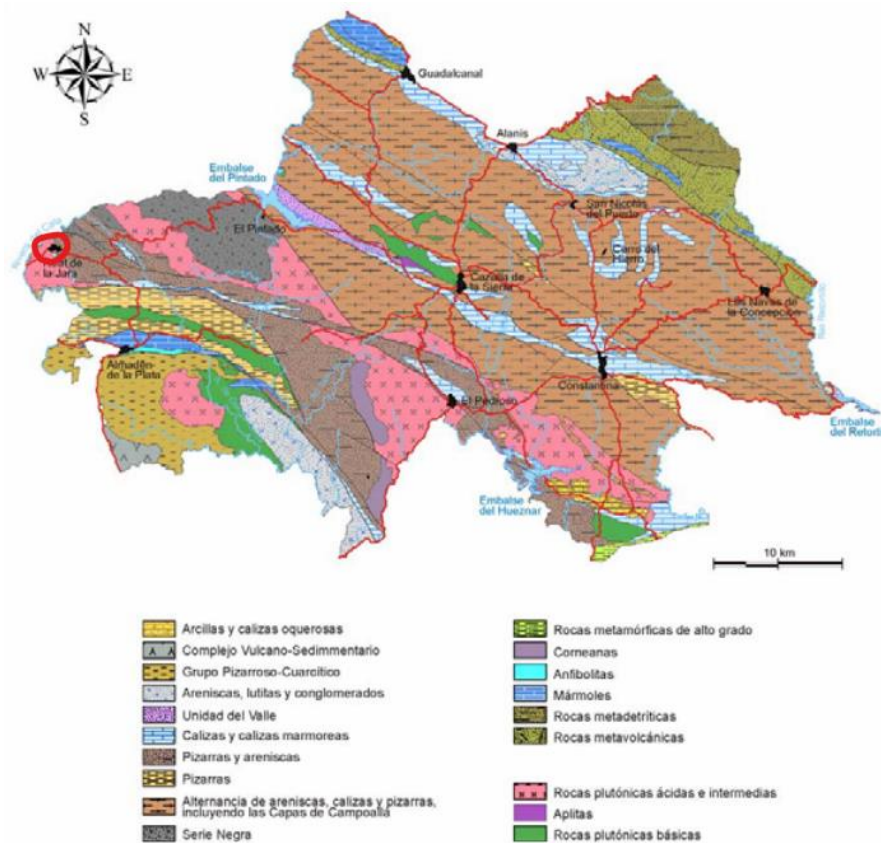


Ilustración 1. Cartografía litográfica de la Sierra Norte de Sevilla

3.2 Estratigrafía

- Conglomerados, areniscas y lutitas cementados por sílice o hierro (Cretácico Superior-Paleoceno):

Se trata de conglomerados, areniscas y limolitas que se caracterizan por una fuerte cementación por ópalo y raramente calcedonia y cuarzo. En ocasiones puede estar acompañado por otro de naturaleza ferruginosa.

Estos materiales presentan color rojizo con tonos violáceos (Cuando la cementación predominante es el hierro).

- Arenas arcósicas y fangos ocreos cementados por carbonatos.

Pertenecen al Eoceno Medio-Oligoceno y puede alcanzar espesores de 60-70 m. constituyendo la principal litología aflorante en la zona.

Esta unidad está constituida por conglomerados, areniscas y limolitas (siendo éstas las que ocupan la zona de estudio), ordenadas en secuencias granodecrecientes y se caracterizan por presentar reemplazamientos por carbonato.

Las limolitas de colores ocreos o verdes están constituidas por una mezcla de limo y arcilla con proporciones muy variables de arenas de grano medio-fino.

Se compone de cuarzo, feldespato y moscovita con un alto grado de alteración, envueltos en matriz arcillosa que suele aparecer parcialmente reemplazada por dolomía. Por lo tanto, los rasgos post-sedimentarios de carácter edáfico y los encostramientos son rasgos asociados a estos depósitos. Estos encostramientos provocados por reemplazamientos carbonatados pueden desarrollarse en niveles centimétricos de costras masivas.

El conjunto de estos materiales se interpreta como depósitos de sistemas fluviales trenzados que presentaban cauces limpios con franjas de llanura de inundación vegetadas por los que discurrían canales secundarios (con carga arenosa en la base, y gravas-arenas en el techo) que probablemente sólo eran activos durante los periodos de máximas avenidas.

Las transformaciones diagenéticas tempranas más significativas que han sufrido estos sedimentos son el desarrollo de costras intrasedimentarias. Las costras asociadas a depósitos finos de llanura de inundación deben su génesis al desarrollo de paleosuelos en un ambiente rico en magnesio.

4 Características geotécnicas

La zona de estudio está formada litológicamente por arenas y gravas arcillosas. Estos materiales se consideran como estables y forman cuevas muy tendidas y suaves lomas.

Sus condiciones geomecánicas son aceptables, con una capacidad de carga media y su posibilidad de asentamientos se considera como máximo de magnitud media-alta (<2,54 cm).

El área presenta un drenaje aceptable por filtración y sus materiales son permeables.



Ilustración 2. Plano de situación de ensayo

4.1 Ensayos de penetración dinámica continua**PENETRACIÓN N° 1**

Profundidad (m)	N° de golpes	Carga Kp/cm ²
0.20	45	5.00
0.40	21	2.30
0.60	20	2.20
0.80	27	3.00
1.00	41	4.20
1.20	57	5.80
1.40	75	7.70
1.60	88	9.00
1.80	71	7.30
2.00	81	7.70
2.20	86	8.10
2.40	>100	>9.50

PENETRACIÓN N° 2

Profundidad (m)	N° de golpes	Carga Kp/cm ²
0.20	48	5.40
0.40	33	3.70
0.60	43	4.80
0.80	60	6.70
1.00	78	8.00
1.20	77	7.90
1.40	86	8.80
1.60	81	8.30
1.80	89	9.10
2.00	>100	>9.50

PENETRACIÓN N° 3

Profundidad (m)	N° de golpes	Carga Kp/cm ²
0.20	40	4.50
0.40	19	2.10
0.60	34	3.80
0.80	51	5.70

1.00	67	6.90
1.20	85	8.70
1.40	74	7.60
1.60	82	8.40
1.80	71	7.30
2.00	>100	>9.50

4.2 Perfil estratigráfico del subsuelo

		ENSAYO (P-1), (P-2) (P-3)	Fecha: 20-03-2022	Cota:
		Localización: Av. De la Industria (El Real de la Jara).		
PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA LITOÓGICA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		
		Cobertera arenosa con restos orgánicos vegetales. Nivel H.		
1		Conglomerado constituido por arenas y gravas con matriz arcillosa de color rojizo, parcialmente cementados por sílice/hierro.		
2				
3				
4				
5				

		SONDEO	Fecha: 20-03-2022	Cota:
		Localización: Av. De la Industria (El Real de la Jara)		
PROFUNDIDAD (m)	COLUMNA LITOÓGICA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		
		Cobertera arenosa con restos orgánicos vegetales. Nivel H.		
1		Conglomerado constituido por arenas y gravas con matriz arcillosa de color rojizo, parcialmente cementados por sílice/hierro.		
2				
3				
4				
5				

5 Conclusiones y Recomendaciones

Con la campaña de investigación realizada se pretende determinar la resistencia y la compacidad que presentan “in situ” los terrenos estudiados, con el objeto de definir la tipología de cimentación más adecuada en función de las tensiones admisibles calculadas para los materiales que forman el terreno de estudio.

Partiendo de la información obtenida mediante los ensayos geotécnicos realizados, el esquema general del subsuelo de la parcela sería, en resumen:

- 0,20 m de cobertera arenosa con restos orgánicos vegetales. **Nivel H.**

- Conglomerado (paraconglomerado) constituido por arenas y gravas con matriz arcillosa de color rojizo, parcialmente cementados por sílice/hierro. **Nivel I.**

Considerando que:

A. COTAS:

La morfología superficial actual del solar se presenta allanada, sobre la misma se efectuaron los ensayos geotécnicos.

B. NIVEL FREÁTICO.

No se detecta presencia de nivel freático subsuperficial somero en los ensayos realizados.

C. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Se han realizado una serie de ensayos identificativos en las litologías naturales presentes en los primeros metros del subsuelo de la parcela, consistentes en granulometrías, límites de Atterberg, ensayo cuantitativo de sulfatos.

Nivel I

- El pase de material por el tamiz 2 mm Norma UNE 103.101,2/95 es superior al 50%. (pasa el 78,8 %).
- El pase por el tamiz 0,08 mm UNE 103.101,2/95. es inferior al 50% y superior al 12% (Cernido acumulado 18,9%).
- Según el ensayo de Límites de Atterberg la fracción fina de estas litologías **no presentan plasticidad**, en función de la clasificación de Casagrande estos materiales se incluyen en el dominio **ML**, que corresponde a arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad.
- El suelo se clasificaría (según clasificación U.S.C.S) como **SM, arenas limosas con gravas.**
- Atendiendo a los resultados del ensayo cuantitativo de sulfatos se puede catalogar la agresividad del terreno como **no agresivo.**

D. CAPACIDAD PORTANTE Y TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN

La capacidad portante o presión de hundimiento de un terreno es la carga máxima que se puede aplicar al mismo sin producirse la rotura de éste.

Sobre dicha capacidad portante, se deben aplicar una serie de coeficientes de seguridad, obteniéndose así la carga admisible del terreno.

Según el documento base CTE-SE-C, la siguiente expresión detalla lo comentado en el párrafo anterior:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \cdot \left(\gamma_R \cdot F_{rep}; \frac{X_K}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Donde:

- γ_F = coeficiente parcial de las acciones
- γ_M = coeficiente parcial para las propiedades de los materiales
- γ_R = coeficiente parcial de resistencia

- Frepr = valor representativo de las acciones que intervienen en la situación de dimensionado considerada
- XK = valor característico de los materiales
- ad = valor de cálculo de los datos geométricos

Los valores de los coeficientes parciales correspondientes a la fórmula anterior se indican en la tabla 2.1 del CTE-SE-C.

Para determinar la presión de hundimiento en cimentaciones superficiales mediante métodos analíticos, dicho documento base recomienda el uso de la siguiente fórmula polinómica

$$q_h = c_K \cdot N_c \cdot d_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot t_c + q_{0k} \cdot N_q \cdot d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot t_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_K \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot t_\gamma$$

Donde:

- q_h = presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno R_k ;
- q_{0k} = presión vertical característica alrededor del cimiento al nivel de su base;
- c_K = valor característico de la cohesión del terreno; B^* = ancho equivalente del cimiento;
- γ_K = peso específico característico del terreno por debajo de la base del cimiento;
- N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga. Son adimensionales y dependen exclusivamente del valor característico del ángulo de rozamiento interno característico del terreno (ϕ_k). Se denominan respectivamente factor de cohesión, de sobrecarga y de peso específico;
- d_c, d_q, d_γ = coeficientes correctores de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento. Se denominan factores de profundidad;
- s_c, s_q, s_γ = coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del cimiento;
- i_c, i_q, i_γ = coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical;
- t_c, t_q, t_γ = coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un talud.

Según los valores obtenidos de los ensayos realizados sobre muestras de terreno y correlación con los ensayos de campo podemos caracterizar los diferentes niveles según la siguiente tabla:

	γ_K (T/m ³)	c_K (MPa)	ϕ_k
Nivel H	1,65	0,10	26 °
Nivel II	1,93	0,20	35 °

Dadas las anteriores consideraciones podría plantearse una cimentación superficial mediante zapata corrida/arriostrada armada, empotrada convenientemente, al menos:

- **0,60 m respecto a la rasante actual del terreno, con una presión admisible de cálculo bajo cimientos de 3,00 kp/cm².**
- **0,80 m respecto a la rasante actual del terreno, con una presión admisible de cálculo bajo cimientos de hasta 3,50 kp/cm².**

E. RIPABILIDAD.

Los movimientos de tierras a efectuar a partir de la información recabada pueden considerarse de FACIL, al menos hasta la profundidad de rechazo, ya que no se detectaron materiales que impliquen el empleo de técnicas no habituales de excavación.

F. EMPUJES LATERALES DEL TERRENO.

Aportamos los valores de empuje del terreno calculados:

	K _a	K ₀	K _p
Nivel I	0,18	0,31	5,18

G. TALUDES.

En caso de realización de taludes provisionales se recomienda efectuarlos con inclinaciones máximas de 65°.

H. BALASTOS.

Para el terreno presente en la zona de estudio se puede estimar en coeficiente de balasto para una placa de 30x30 (K30) de 1,6-3,8 kp/cm³

I. EXPANSIVIDAD.

No se prevén problemas asociados a expansividad del terreno.

J. ASENTAMIENTOS.

Los asientos esperables a partir de las cotas de cimentación propuestas se estiman en:

- 0,30 cm para zapata corrida de 0,60 m de ancho calculada a 3,00 kp/cm² (0,30 MPa).
- 0,38 cm para zapata corrida de 0,60 m de ancho calculada a 3,50 kp/cm² (0,35 MPa).

K. AGRESIVIDAD.

Según el análisis químico efectuado en las muestras extraídas estas litologías no presentan sulfatos en su composición, por lo que no es necesaria la utilización de cementos sulforresistentes en los hormigones de cimentación.

L. PERMEABILIDAD.

Los valores de permeabilidad asignados a las litologías descritas son:

- En Nivel H de 10-4 cm/s.
- En Nivel I de 10-6 cm/s a 10-8 cm/s

M. OTRAS APRECIACIONES.

En el caso de realizar solera se recomienda: disponer de una capa de asiento para la misma de, al menos, 0,20 m de zahorra natural compactada, o bien resolver con un enchachado de similar espesor.

Conclusiones

Las conclusiones alcanzadas en el presente informe se basan exclusivamente en el reconocimiento de los puntos de ensayo realizados sobre la parcela y en los ensayos realizados sobre las muestras tomadas durante la campaña planteada, por lo que pueden presentarse situaciones no contempladas en el presente informe debidas a irregularidades no detectadas.

Para el cálculo analítico y mediante el programa informático utilizaremos como tensión admisible del terreno el **valor de 0,2 MPa**, siendo este un valor más desfavorable que el determinado mediante el estudio geotécnico.

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

ANEXO II: CÁLCULO ANALÍTICO ESTRUCTURAL

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	ANTECEDENTES	4
3	PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO	4
3.1	HIPÓTESIS PARA LAS CORREAS	5
3.1.1	<i>Determinación de las acciones</i>	5
3.1.2	<i>Dimensionado de las correas</i>	14
3.1.2.1	Estado Límite Último (ELU).....	14
3.1.2.2	Estado Límite de Servicio (ELS).....	16
3.2	HIPÓTESIS PARA LOS DINTELES	19
3.2.1	<i>Determinación de las acciones</i>	19
3.2.2	<i>Estado Límite Último</i>	22
3.3	HIPÓTESIS EN LOS PILARES	22
3.3.1	<i>Determinación de las acciones</i>	23
3.3.2	<i>Hipótesis en los pórticos</i>	27
3.3.3	<i>Deformación del pórtico</i>	30
3.3.4	<i>Diagramas de esfuerzos cortantes, momentos flectores, de deformación y de tracción</i>	33
4	DIMENSIONAMIENTO	35
4.1	DINTEL (IPE 300)	35
4.2	PILAR (IPE 360).....	39
5	CIMENTACIÓN	43
5.1	ANTECEDENTES	43
5.2	CÁLCULO DE ZAPATA MEDIANERA EN “ARRANQUE N8”	46
5.2.1	<i>Cálculo de armadura inferior</i>	47
5.2.1.1	Comprobaciones del CTE DB SE-C (apartado 2.4.2.1).....	47
5.2.1.2	Comprobaciones del EHE-08	48
5.2.1.3	Longitud de anclaje de barras corrugadas.....	53
5.2.2	<i>Placa de anclaje</i>	56
5.2.2.1	Área de los pernos	57
5.2.2.2	Dimensiones de la placa	58
5.2.2.3	Espesor de la placa	58
5.2.2.4	Longitud de anclaje de los pernos.....	58
5.3	CÁLCULO DE ZAPATA CUADRADA “N65”	60
5.3.1	<i>Cálculo de armadura inferior</i>	60
5.3.1.1	Comprobaciones del CTE DB SE-C (apartado 2.4.2.1).....	61
5.3.1.2	Comprobaciones del EHE-08	62
5.3.1.3	Longitud de anclaje de barras corrugadas.....	65
5.3.2	<i>Placa de anclaje</i>	66
5.3.2.1	Dimensiones de la placa	67
5.3.2.2	Área de los pernos	67
5.3.2.3	Longitud de anclaje de los pernos.....	68
6	UNIONES SOLDADAS	69
6.1	UNIÓN PLACA-PILAR IPE 360 (TIPO 3)	71
6.2	UNIÓN PLACA-DINTEL IPE 300 (TIPO 26).....	73
6.3	UNIÓN DINTEL- PILAR (TIPO 24)	75

6.4	UNIÓN PILAR-VIGAS DE ATADO (TIPO 24).....	77
6.5	UNIÓN PILAR HASTIAL-PLACA (TIPO 5).....	79
7	REFERENCIAS	80

1 Introducción

Este anexo va destinado al cálculo analítico de la estructura. Los datos de partida han sido obtenidos mediante el programa para el cálculo estructuras CypeCAD.

La nave se ha diseñado y calculado (perfiles, soldaduras, y cimentación) con el software. Una vez obtenidos los resultados, realizamos el cálculo de forma manual siguiendo las indicaciones que se recogen en el CTE DB SE-AE y DB SE-A. Posteriormente comparamos los datos que realizamos a mano con los obtenidos con el programa y compararemos dichos resultados.

2 Antecedentes

La nave industrial se encuentra en la localidad de El real de la Jara (Sevilla), con dimensiones de 50 metros de largo y 25 metros de ancho. La altura de los pilares laterales de es 7 metros. La altura del cumbrero está a 9,2 metros, con lo que tenemos una pendiente de 17,6%.

Consta con 10 pórticos con una separación de 5 metros entre ellos. El hastial delantero y trasero se compone de 3 pilares “intermedios” con una separación de 6,25 metros entre ellos. El cerramiento lateral de la nave se hace mediante placas alveolares de 15 cm de espesor.

La nave consta de dos puertas de 6 metros de largo y 5 de alto, una puerta colocada en el hastial delantero y la otra en el trasero.

El cerramiento de la cubierta se realiza por medio de chapa sándwich de 50 mm de espesor, unida a las correas mediante fijación rígida. Dicha cubierta tendrá un uso exclusivamente para mantenimiento.

Las correas, colocadas en tres apoyos a dos vanos y con separación de 2,2 metros entre ellas es de perfil tipo IPE 100.

3 Procedimiento para el cálculo

Los pasos que se realizan para el cálculo de los diferentes elementos de la nave y en el orden que los vamos definiendo son:

1. **Hipótesis para las correas:** se determina mediante la hipótesis (viento, nieve y categoría de uso) más desfavorables, el valor puede ser tanto positivo (presión), como negativo (succión). En función de los valores obtenidos, la separación entre correas, distancia entre vanos y límite de flecha, se determina la dimensión del perfil.
2. **Hipótesis en dinteles:** al igual que para las correas, se determina la hipótesis más desfavorable, pero en este caso ya tenemos que contar con los pesos propios del cerramiento (correas y chapa sándwich). Los valores más restrictivos (presión o succión) son los que utilizaremos después para determinar los esfuerzos que actúan sobre el pórtico y las verificaciones pertinentes según el CTE DB SE-A.
3. **Pilares laterales y hastiales:** en este caso se determina la hipótesis más desfavorables, pero sólo la del viento (en los 360° de la estructura). Aquí debemos tener en cuenta los

huecos que podamos tener en el cerramiento lateral de la estructura. Al igual que para los dinteles, los valores que obtengamos son los que usemos para la verificación del pórtico.

3.1 Hipótesis para las correas

Los datos de partida para las correas son:

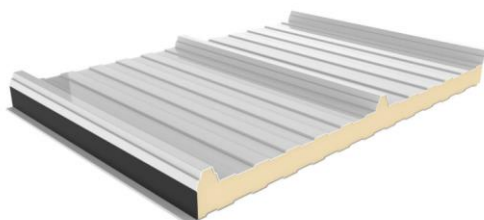
- Perfiles tipo IPE. S-275
- Separación entre correas 2 metros.
- Colocación de correas, a dos vanos (10 metros cada correa).
- Fijación rígida.
- Pendiente de la cubierta: 17,6%
- Límite de flecha, según CTE: L/300
- Como correas más desfavorable se calculan, la segunda y la penúltima correa.
- Panel sándwich 3 Greca

3.1.1 Determinación de las acciones

Acciones permanentes:

- Peso propio del cerramiento:

$$P = m \cdot g = 10,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,106 \text{ kN/m}^2$$



	Espesor del panel (mm)			
	30	40	50	60
Longitud del panel (mm)	Estándar de 2500 mm a 16000 mm			
Anchura del panel (mm)	1000 mm			
Densidad del núcleo (kg/m3)	40 kg/m3 (± 2)			
Conductividad térmica (W/mK)	PUR 0,023 W/mK / PIR 0,022 W/mK			
Coefficiente de transmisión térmica (W/m²K)PUR	0,68	0,53	0,43	0,36
Peso del panel (kg) por metro lineal	9,88± 2	10,26± 2	10,65± 2	11,05±2

Espesor	Transmisión Térmica		Peso Panel
	Kcal/m2 h °C	W/m2 °C	kg/m2
30	0,58	0,68	9,88
40	0,45	0,53	10,26
50	0,36	0,43	10,65
60	0,30	0,36	11,05

Ilustración 1. Características técnicas del panel 3 grecas

- Peso propio de la correa:

$$P_{IPE 100} = 0,081 \text{ kN/m}$$

Acciones variables:

- **Sobrecarga de uso:**

Apartado 3.1 del DB SE-AE, la sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. Los valores de sobrecarga se adoptarán de la *Ilustración 2*. Con categoría de uso “G”, cubiertas únicamente accesibles para mantenimiento, con inclinación menor a 20°, ligera sobre correas (sin forjado).

$$\text{Sobrecarga Uniforme } Q = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga concentrada } P = 1 \text{ kN}$$

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

Ilustración 2. Valores característicos de las sobrecargas de uso

- **Sobrecarga de nieve:**

Apartado 3.5 del DB SE-AE, los valores que debemos adoptar se determinan en función donde se encuentre ubicada la estructura, tipo de cubierta y pendiente de la misma. Los datos necesarios para determinar los valores son:

- Altitud: El Real de la jara (Sevilla), 465 msnm.
- coordenadas geográficas: 37° 57' N; 6° 09' O.
- Pendiente de la cubierta: 10°.

Según lo dispuesto en el apartado 3.5.1 del mismo documento, el valor de la sobrecarga se tomará en función de la siguiente ecuación.

$$q_n = \mu \cdot S_k \quad \text{Ec. (1)}$$

Siendo:

- μ : coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3
- S_k : valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2

Para determinar el valor del coeficiente de forma, lo hacemos según nos indica en el *punto 2* del apartado. Como tenemos una pendiente menor a 30° , el valor del coeficiente será 1.

Ahora necesitamos el valor característico de la carga de nieve sobre el terreno horizontal. Para determinar el valor se puede deducir según lo dispuesto en el Anejo E, en función de la zona y de la altitud topográfica del emplazamiento de la obra.

La obra se encuentra como podemos ver en la *Ilustración 3* “zonas climáticas de invierno”, **Zona 6**. Entonces, una vez tenemos determinada la zona climática de invierno y la altitud, entramos en la *Ilustración 4* y se obtiene el valor característico de la nieve sobre un terreno horizontal. Si el valor de la altitud de la obra se encuentra entre dos valores de la tabla de la *Ilustración 4*, se interpola linealmente para obtener la sobrecarga.

$$S_k = 0,265 \text{ kN/m}^2$$

Por tanto, tenemos que:

$$\text{Ec. (1)} \quad q_n = 1 \cdot 0,265 = 0,265 \text{ kN/m}^2$$



Ilustración 3. Zonas climáticas de invierno

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

Ilustración 4. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m^2)

- **Sobrecarga del viento:**

Se debe calcular la sobrecarga del viento sobre los elementos estructurales como son, correas, dinteles y pilares (laterales y hastiales). Los valores se determinan en función a lo dispuesto el apartado 3.3 DB SE-AE. El viento puede actuar (perpendicularmente) por cualquier zona de la nave, por lo que se debe comprobar en todas las direcciones y para ello la nave se divide en 4 zonas, cada una abarca un ángulo de 90° .

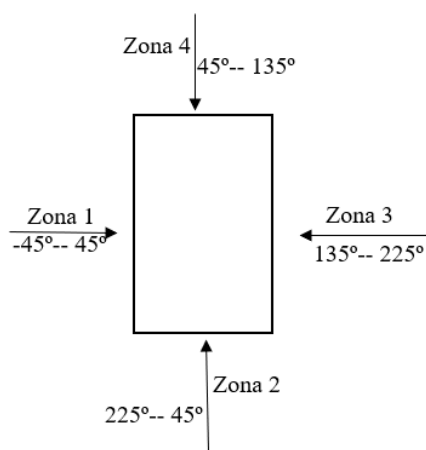


Ilustración 5. Zonas de acción del viento

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad \text{Ec. (2)}$$

Siendo:

- q_b : presión dinámica del viento.
- C_e : coeficiente de exposición.
- C_p : coeficiente eólico o de presión.

Para obtener el coeficiente de presión dinámica nos debemos dirigir al *Anejo D.1* “presión dinámica”, donde podemos observar el territorio español dividido en 3 zonas. Podemos ver que (El Real de la Jara) se encuentra en la **Zona A**, que corresponde a una presión dinámica de:

$$q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

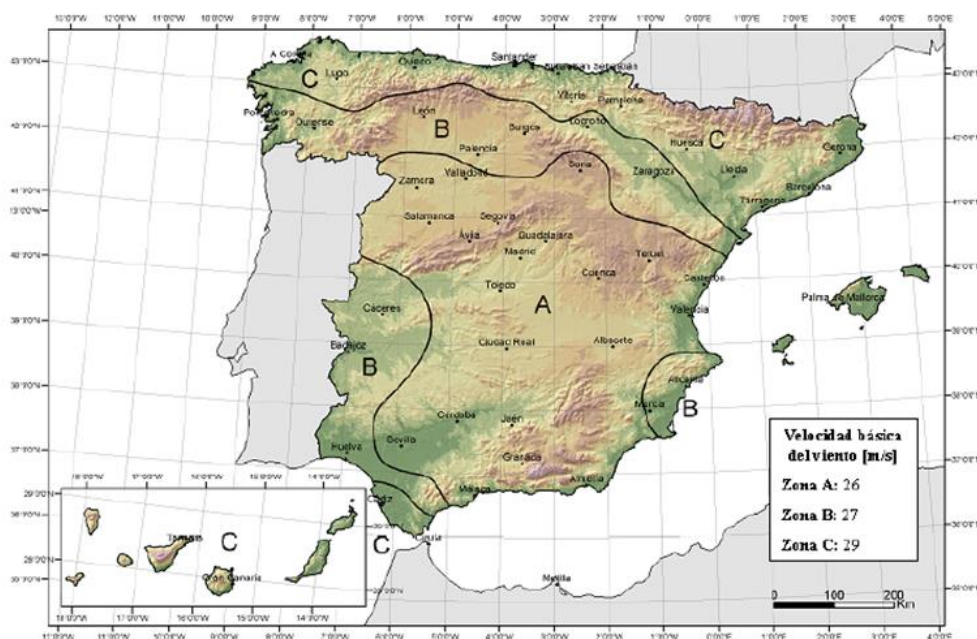


Ilustración 6. Valor básico del viento, V_b

El coeficiente de exposición depende de la altura del punto considerado, así como, el grado de aspereza del terreno donde se encuentre ubicada la construcción. La información para determinar dicho valor la podemos encontrar en el apartado 3.3.3 “coeficiente de exposición”.

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

Ilustración 7. Valores del coeficiente de exposición C_e

La estructura estará situada en un polígono industrial por lo que el grado de aspereza del entorno será **IV**. Según las alturas de los diferentes elementos a calcular, obtenemos los siguientes valores de coeficientes de exposición.

Tabla 1. Coeficientes de exposición para los distintos elementos estructurales

Elementos	Altura media (m)	C_e
2º Correa	7,38	1,538
5ª Correa	8,53	1,653
Dinteles	8,1	1,61
Pilares Laterales	3,5	1,316
Pilares hastiales	4,6	1,353

Por último, para obtener el coeficiente de presión, al tratarse de una estructura diáfana que presenta grandes huecos, debemos tener en cuenta el coeficiente de presión interior. Por lo que el coeficiente de presión será la suma del coeficiente exterior más el coeficiente interior cambiado de signo

$$c_p = c_{p,ext} + (-c_{p,int}) \quad \text{Ec. (3)}$$

El área de huecos que presenta la estructura por las diferentes zonas es:

Tabla 2. Áreas de huecos por zonas y total

Zona	A. Huecos (m ²)
Zona 1	0
Zona 2	30
Zona 3	0
Zona 4	30
A. Total	60

Para calcular el coeficiente de presión interior, se realiza en función de las indicaciones del apartado 3.3.5 “Coeficientes eólicos de naves y construcciones diáfanos”. En este apartado nos dirigimos a la tabla 3.6 de la *Ilustración 8* “Coeficientes de presión interior” que proporciona los valores de los coeficientes en función de la esbeltez en el plano paralelo al viento y el área de hueco en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio. La nave cuenta únicamente con dos puertas, una situada en el hastial delantero y otra en el trasero, ambas de 6x5 m².

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

Ilustración 8. Coeficientes de presión interior

Tabla 3. Coeficientes de presión interior por cada zona

	Esbeltez (h/d)	A _{suc.} /A _{total}	C _{p,int}
Zona 1	9,2/25 = 0,368 <1	0	0,7
Zona 2	7/50 = 0,14 <1	0,5	0,1
Zona 3	9,2/25 = 0,368 <1	0	0,7
Zona 4	7/50 = 0,14 <1	0,5	0,1

Para obtener el coeficiente de presión exterior, debemos situarnos en el *Anejo D3*. En el anejo podemos determinar los valores tanto para los paramentos verticales, como son los pilares (laterales y hastiales), como para los paramentos horizontales (cubierta), correas y dinteles.

Para el caso de paramentos verticales, el valor coeficiente dependerá de la zona por donde incida el viento, el área de influencia y la esbeltez paralela a la zona por donde incide el viento.

Para los elementos horizontales, el valor del coeficiente dependerá por la zona donde incida el viento, la pendiente de la cubierta y el área de influencia del elemento de estudio.

- Viento por zona 1 y 3 ($C_{p,ext}$)
 - $\alpha = 10^\circ$
 - Área de influencia de la correa: $2,2 \cdot 5 = 11\text{m}^2 > 10$
 - $e = \text{mín}(b, 2h) = \text{mín}(50, 2 \cdot 9,2) = 18,4 \text{ m}$
 - $d = 25 \text{ m}$
 - $d/2 = 12,5 \text{ m}$
 - $e/10 = 1,84 \text{ m}$
 - $e/4 = 4,6 \text{ m}$

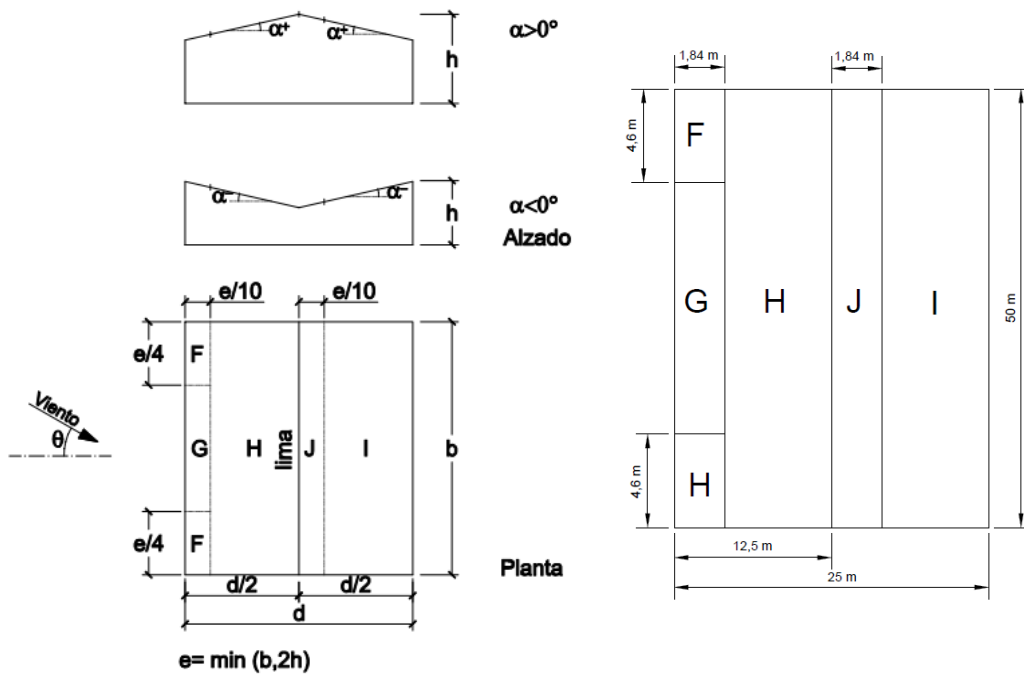


Ilustración 9. Acción del viento por zona 1 y 3

Tabla 4. Coeficientes de presión exterior para zonas 1 y 3

	α	F	G	H	I	J
cpe,10	5	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
		0	0	0		-0,6
cpe,10	15	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
		0,2	0,2	0,2	0	0
cpe,10	10	-1,3	-1	-0,45	-0,5	-0,4
		0,1	0,1	0,1	-0,3	-0,3

- Viento por zona 2 y 4 ($C_{p,ext}$)
 - $\alpha = 10^\circ$
 - Área de influencia de la correa: $2,2 \cdot 5 = 11\text{m}^2 > 10$
 - $e = \min(b, 2h) = \min(25, 2 \cdot 9,2) = 18,4 \text{ m}$
 - $d = 50 \text{ m}$
 - $e/10 = 1,84 \text{ m}$
 - $e/4 = 4,6 \text{ m}$
 - $e/2 = 9,2 \text{ m}$

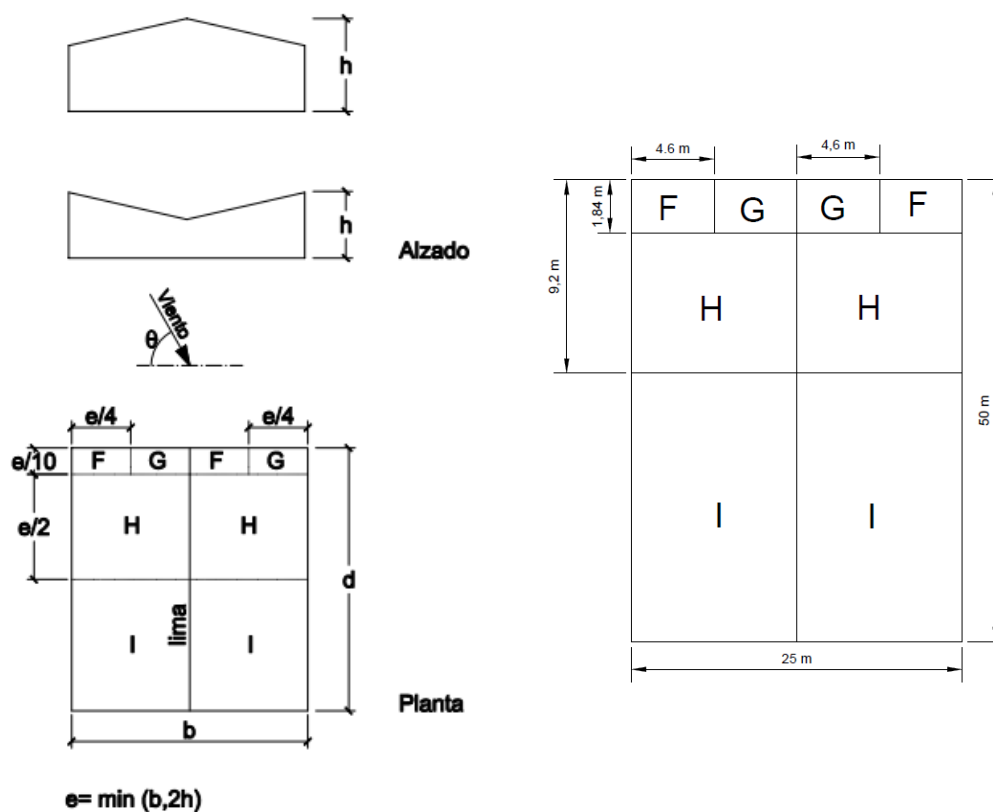


Ilustración 10. Acción del viento para zona 2 y 4

Tabla 5. Coeficientes de presión exterior para zonas 2 y 4

	α	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	5	-1,600	-1,300	-0,700	-0,600
$c_{pe,10}$	15	-1,300	-1,300	-0,600	-0,500
$c_{pe,10}$	10	-1,450	-1,300	-0,650	-0,550

Obtenido el valor para las diferentes hipótesis, lo siguiente será obtener la más desfavorable de todas y a partir de ella comprobar si las correas cumplen con las solicitaciones.

- Viento por zona 1 y 3 (q_e)

2ª Correa

- $q_{eH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,45 + (-0,7)) = -0,743 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,4 + (-0,7)) = -0,71 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,45) = -0,29 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,4) = -0,25 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (0,1 + (-0,7)) = -0,387 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,3 + (-0,7)) = -0,646 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (0,1) = 0,064 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,3) = -0,19 \text{ kN/m}^2$

5ª Correa

- $q_{eH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,45 + (-0,7)) = -0,7983 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Succión}$
- $q_{eI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,4 + (-0,7)) = -0,7636 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,45) = -0,321 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,4) = -0,277 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (0,1 + (-0,7)) = -0,416 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,3 + (-0,7)) = -0,694 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (0,1) = 0,069 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Presión}$
- $q_{eI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,3) = -0,21 \text{ kN/m}^2$

- Viento por zona 2 y 4 (q_e)

2ª Correa

Cuando el viento incide perpendicular a las zonas 2 y 4 solamente tendremos una hipótesis, la segunda correa se encuentra situada en las zonas de la cubierta (F-H) a barlovento, y (G-H) a sotavento. Antes de determinar la carga del viento, determinaremos una media del coeficiente de presión exterior en función de la longitud que ocupa cada correa en dichas zonas de la cubierta.

$$c_{p,ext(FH)} = \frac{-1,45 \cdot 1,84 - 0,65 \cdot 3,16}{5} = -0,94$$

$$c_{p,ext(GH)} = \frac{-1,3 \cdot 1,84 - 0,65 \cdot 3,16}{5} = -0,889$$

- $q_{eFH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,94 + (-0,1)) = -0,674 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eGH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,889 + (-0,1)) = -0,638 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eFH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,94) = -0,61 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eGH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,538 \cdot (-0,889) = -0,574 \text{ kN/m}^2$

5ª Correa

Para el caso de la 5ª correa, pasa exactamente lo mismo que para la segunda, con lo que los coeficientes de presión para el cálculo de la carga del viento serán los mismos.

- $q_{eFH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,94 + (-0,1)) = -0,725 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eGH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,889 + (-0,1)) = -0,686 \text{ kN/m}^2$

- $q_{eFH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,94) = -0,655 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eGH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,653 \cdot (-0,889) = -0,617 \text{ kN/m}^2$

Tenemos como situación más desfavorable cuando el viento incide en las zonas 1 y 3 sobre la penúltima correa (5ª). Para la primera hipótesis obtenemos un valor de **-0,7983 kN/m²** de succión cuando los huecos están abiertos. En la misma correa tenemos para la segunda hipótesis el valor de **0,069 kN/m²** de presión.

3.1.2 Dimensionado de las correas

Para el dimensionado las correas deberá seguirse lo dispuesto en el CTE DB SE apartado 3.2, en él pueden verse las recomendaciones que debemos seguir para la verificación de los perfiles, tanto para el estado límite último (ELU), como para el estado límite de servicio (ELS).

3.1.2.1 Estado Límite Último (ELU)

Para la verificación del “ELU” vamos al apartado 4.2.2 del DB SE, donde se especifica como determinar las diferentes combinaciones para el dimensionamiento del perfil. En nuestro caso lo determinaremos según el punto 1 de la *Ilustración 11* de dicho apartado, para situaciones persistentes o transitorias.

4.2.2 Combinación de acciones

- 1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- c) el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Los valores de los coeficientes de seguridad, γ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora).

Los valores de los coeficientes de simultaneidad, ψ , se establecen en la tabla 4.2

Ilustración 11. Combinación de acciones para el (ELU) del DB SE

Como resumen de las acciones que vamos a tener en cuenta en el cálculo de la combinación de acciones serán:

- Acciones permanentes:
 - PP chapa sándwich: 0,106 kN/m²
 - PP correa IPE 100: 0,081 kN/m
- Acciones variables:
 - Nieve: 0,265 kN/m²
 - Viento:

- Presión: 0,069 kN/m²
- Succión: -0,7983 kN/m²
- categoría de uso:
 - Carga Uniforme: 0,4 kN/m²
 - Carga concentrada: 1 kN

Tabla 6. Hipótesis de carga para el ELU

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO													
Acciones	Tipo	Valor Unitario (kN/m ²)	Franja de carga (m)	Carga (kN/m)	γ	ψ01		ψ02		ψ03		ψ01	
PP Cerramiento	G	0,106	2,2	0,233	1,35	1	0,315	1	0,315	1	0,315	1	0,187
Correa IPE 100	G	0,081	-	0,081	1,35	1	0,109	1	0,109	1	0,109	1	0,065
Uso	Uniforme	Q	2,2	0,880	1,5	1	1,320	0	0	0	0	0	0
	Concentrada	Q	1	-	1	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0
Viento	Nieve	Q	2,2*cos(10)	0,468	1,5	0	0	0,5	0,351	1	0,702	0	0
	Presión	Q	2,2	0,152	1,5	0	0	1	0,228	0,6	0,137	0	0
	Succión	Q	-0,798	2,2	-1,756	1,5	0	0	0	0	0	1	-2,634
HIPÓTESIS (kN/m)													
G+Uso (Uniforme)						1,744							
G+Uso (Concentrada)						0,45kN/m+1,5kN							
G+(Viento Presión Principal)+Nieve								0,988					
G+Viento Presión+(Nieve Principal)										1,241			
G+(Viento Succión)												-2,388	

Si nos fijamos en la *tabla 6* podemos observar que, bajo las diferentes combinaciones la situación más desfavorable se da con la combinación de cargas permanentes más viento en succión con un valor de **-2,388 kN/m**. Esta carga es perpendicular al plano de la estructura, debemos descomponerla de manera que quede perpendicular al plano de la cubierta, con una inclinación de 10°.

$$\text{Eje z: } 0,8 \cdot (0,081 + 0,2336) \cdot \cos(10^\circ) + (1,5 \cdot (-1,756)) = -2,368 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje y: } 0,8 \cdot (0,081 + 0,2336) \cdot \sin(10^\circ) = 0,0468 \text{ kN/m}$$

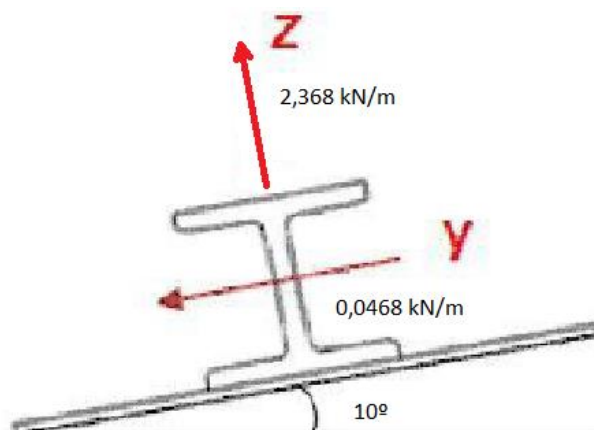


Ilustración 12. Fuerzas descompuestas en ejes de correa

Las correas están colocadas en tres apoyos y dos vanos, que será la longitud que hay entre pórticos. Se opta por el apoyo a dos vanos por que al tener un apoyo en medio de la correa se genera un momento flector negativo, esto provocará que disminuya el momento positivo entre vanos y a su vez la flecha, con lo que conseguiremos perfiles menores que si disponemos las correas a un vano.

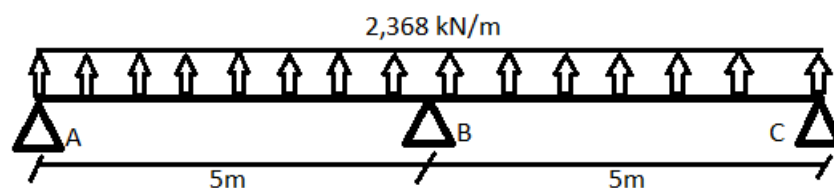


Ilustración 13. Carga sobre correa con la hipótesis más desfavorable (succión)

$$Av = Cv = 0,375 \cdot q \cdot l = 0,375 \cdot 2,368 \cdot 5 = 4,44 \text{ kN}$$

$$Bv = 1,25 \cdot q \cdot l = 1,25 \cdot 2,368 \cdot 5 = 14,8 \text{ kN}$$

$$M_B = M_{y,m\acute{a}x} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{2,368 \cdot 5^2}{8} = 7,4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_B = M_{z,m\acute{a}x} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{0,0468 \cdot 5^2}{8} = 0,1462 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$W_{ynec} = \frac{M_{yEd}}{f_{yd}} = \frac{7,4 \cdot 10^6}{275/1,05} = 28,25 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{IPE 100: } W_y = 34,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

3.1.2.2 Estado Límite de Servicio (ELS)

Ahora, comprobamos la aptitud al servicio del perfil escogido (IPE 100). Para ello debemos seguir la recomendación del apartado 4.3 del DB SE “aptitud al servicio”. Las combinaciones que estudiaremos serán las correspondientes al punto 2 de la *Ilustración 14*, en el apartado 4.3.2 “combinación de acciones”.

4.3.2 Combinación de acciones

- 1 Para cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones se determinarán a partir de la correspondiente combinación de acciones e influencias simultáneas, de acuerdo con los criterios que se establecen a continuación.
- 2 Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.6)$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico (G_k);
- b) una acción variable cualquiera, en valor característico (Q_k), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- c) el resto de las acciones variables, en valor de combinación ($\psi_0 \cdot Q_k$).

Ilustración 14. Apartado 4.3.2 del DB SE “Combinación de acciones”.

Para determinar la flecha, debemos de seguir en la recomendación del mismo Documento Básico en el apartado 4.4.4 “deformaciones”.

4.3.3 Deformaciones

4.3.3.1 Flechas

- 1 Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:
 - a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
 - b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
 - c) 1/300 en el resto de los casos.

Ilustración 15. Apartado 4.3.3 "deformaciones"

$$f_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{5000}{300} = 16,67 \text{ mm}$$

Donde la deformación para una carga uniformemente distribuida en una correa apoyada en tres apoyos a dos vanos será:

$$\delta_z = \frac{0,0054 \cdot q \cdot l^4}{EI_y} \quad \text{Ec. (4)}$$

Tabla 7. Hipótesis para el Estado Límite de Servicio

ESTADO LÍMITE DE SERVICIO														
Acciones	Tipo	Valor Unitario (kN/m ²)	Franja de carga (m)	Carga (kN/m)	γ	ψ01		ψ02		ψ03		ψ01		
PP Cerramiento	G	0,106	2,2	0,233	1,00	1	0,233	1	0,233	1	0,233	1	0,187	
Correa IPE 100	G	0,081	-	0,081	1,00	1	0,081	1	0,081	1	0,081	1	0,065	
Uso	Uniforme	Q	0,4	2,2	0,880	1,00	1	0,880	0	0	0	0	0	
	Concentrada	Q	1	-	1	1,00	1	1,0	0	0	0	0	0	
Nieve	Q	0,265	2,2*cos(10)	0,468	1,00	0	0	0,5	0,234	1	0,468	0	0	
Viento	Presión	Q	0,1	2,2	0,152	1,00	0	0	1	0,152	0,6	0,091	0	0
	Succión	Q	-0,798	2,2	-1,756	1,00	0	0	0	0	0	0	1	-1,756
HIPÓTESIS (kN/m)														
G+Uso (Uniforme)						1,194								
G+Uso (Concentrada)						0,337kN/m+1kN								
G+(Viento Presión Principal)+Nieve								0,689						
G+Viento Presión+(Nieve Principal)										0,858				
G+(Viento Succión)												-1,509		

Podemos observar en la *tabla 7* de combinaciones para el “ELS” que la hipótesis más desfavorable se da también con la sobrecarga de las cargas permanentes más el viento en succión, con un valor de **-1,509 kN/m**. Al igual que ocurría para el ELU, estas cargas debemos descomponerlas para que queden perpendicular a la superficie de la cubierta.

$$\text{Eje z: } (0,081 + 0,2336) \cdot \cos(10^\circ) + (-1,756) = -1,446 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje y: } (0,081 + 0,2336) \cdot \sin(10^\circ) = 0,054 \text{ kN/m}$$

$$\text{Ec(4)} \delta_z = \frac{0,0054 \cdot 1,446 \cdot 5000^4}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 1,71 \cdot 10^6} = 13,59 \text{ mm} < f_{lim} = 16,67 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$Ec(4) \delta_y \frac{0,0054 \cdot 0,054 \cdot 5000^4}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,159 \cdot 10^6} = 5,45 \text{ mm} < f_{lim} = 16,67 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Tipo de sección (apartado 5.2.4)

- Alma flectada:

- Factor de reducción: $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$
- Límite de esbeltez: c/t máximo
- $c = 100 - 2 \cdot 5,7 = 71,5 \text{ mm}$
- $t = \frac{71,5}{4,1} = 17,43 \text{ mm}$
- *tabla 5.3 del DB SE – A: flexión simple clase 1: $72\varepsilon = 66,55 \text{ mm}$*

$$4,10 < 66,55 \text{ mm} \rightarrow \text{Alma clase 1}$$

- Ala comprimida:

- Factor de reducción: $\varepsilon = 0,924$
- Límite de esbeltez: c/t máximo
- $c = \frac{55 - 4,1 - 2 \cdot 7}{2} = 18,45 \text{ mm}$
- $t = 5,7 \text{ mm}$
- *tabla 5.4 del DB SE – A: Compresión clase 1: $9\varepsilon = 8,31 \text{ mm}$*

$$3,23 < 8,31 \text{ mm} \rightarrow \text{Ala clase 1}$$

El perfil IPE 100 solicitado a flexión, es clase 1. Se puede analizar y calcular elástica y plásticamente.

Interacción de esfuerzos en secciones “DB SE-A, apartado 6.2.8”

Para determinar si cumple la verificación a flexión en la sección de la pieza, debemos seguir lo dispuesto en el punto 1 del apartado para secciones de clase 1 y 2.

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Ec. (5)}$$

$$M_{pl,Rdy} = 39,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05} = 10,31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rdz} = 9,2 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1,05} = 2,41 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Ec(5) \frac{7,4}{10,31} + \frac{0,1462}{2,41} = 0,778 < 1 \quad \checkmark$$

Comprobación de resistencia Von Mises “DB SE-A, apartado 6.1”

$$\sqrt{\sigma_{xd}^2 + \sigma_{zd}^2 - \sigma_{xd} \cdot \sigma_{zd} + 3 \cdot \tau_{xzd}^2} \leq f_{yd} \quad \text{Ec. (6)}$$

$$\sqrt{\left(\frac{7,4 \cdot 10^6}{39,4 \cdot 10^3}\right)^2 + \left(\frac{0,146 \cdot 10^6}{9,2 \cdot 10^3}\right)^2 - \frac{7,4 \cdot 10^6}{39,4 \cdot 10^3} \cdot \frac{0,146 \cdot 10^6}{9,2 \cdot 10^3}} = 195,63 \text{ Mpa} < 261,9 \text{ Mpa} \quad \checkmark$$

**3.2 Hipótesis para los Dinteles**

Para determinar las acciones que actúan sobre los dinteles se sigue la misma dinámica que para la determinación de las correas. Como acciones permanentes, tendremos todo lo que este situado por encima del dintel (correa + chapa sándwich), para el caso del dintel hemos elegido un perfil IPE 300.

Como acciones variables, tenemos exactamente las mismas que para las correas.

3.2.1 Determinación de las accionesAcciones Permanentes:

- Peso propio del cerramiento:

$$PP_{chapa \text{ sándwich}} = 0,106 \text{ kN/m}^2$$

Para el caso de las correas, tenemos en cada “agua” de la nave industrial 6 correas y cada una tiene una longitud de 5 metros de longitud. La carga de las correas sobre los dinteles debemos colocarla como carga distribuida.

- Peso propio de correas:

$$PP_{IPE \ 100} = \frac{0,081 \text{ kN/m} \cdot 5 \text{ m} \cdot 6 \text{ correas}}{12,69 \text{ m}} = 0,191 \text{ kN/m}$$

- Peso propio dintel:

$$PP_{IPE \ 300} = 0,422 \text{ kN/m}$$

Acciones Variables:

- **Sobrecarga de uso:**
 - Carga uniforme: 0,4 kN/m²

➤ Carga concentrada: 1 kN

• **Sobrecarga de nieve:**

$$Ec (1) q_n = 0,265 \text{ kN/m}^2$$

• **Sobrecarga de viento:**

➤ Presión dinámica:

$$q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

➤ Coeficiente de exposición:

Lo único que cambia en este caso con respecto a las correas es la altura del punto medio de la correa. Según la *Tabla 1*, para una altura del punto medio del dintel de 8,1 metros, obtenemos un coeficiente de exposición de.

$$c_e = 1,61$$

➤ coeficientes eólicos o de presión:

Para determinar el coeficiente eólico necesitamos el coeficiente de presión exterior y el de presión interior. Para el caso de los coeficientes de presión interior son los mismos que para los determinados anteriormente en las correas, ya que se determinan en función de los huecos que tenga la nave y de la esbeltez de los pilares. En cambio, para el caso de los coeficientes de presión exterior sí tenemos diferencias, ya que la disposición de los dinteles es perpendicular al de las correas, con lo que ocuparan otras zonas de la cubierta.

• Viento por zona 1 y 3 ($C_{p,ext}$)

- $\alpha = 10^\circ$
- Área de influencia de la correa: $12,69 \cdot 5 = 63,45 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- $e = \text{mín}(b, 2h) = \text{mín}(50, 2 \cdot 9,2) = 18,4 \text{ m}$
- $d = 25 \text{ m}$
- $d/2 = 12,5 \text{ m}$
- $e/10 = 1,84 \text{ m}$
- $e/4 = 4,6 \text{ m}$

Tabla 8. Coeficientes de presión exterior para zonas 1 y 3

	α	F	G	H	I	J
cpe,10	5	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
		0	0	0		-0,6
cpe,10	15	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
		0,2	0,2	0,2	0	0
cpe,10	10	-1,3	-1	-0,45	-0,5	-0,4
		0,1	0,1	0,1	-0,3	-0,3

- Viento por zona 2 y 4 ($C_{p,ext}$)
 - $\alpha = 10^\circ$
 - Área de influencia de la correa: $12,69 \cdot 5 = 63,45 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
 - $e = \min(b, 2h) = \min(25, 2 \cdot 9,2) = 18,4 \text{ m}$
 - $d = 50 \text{ m}$
 - $e/10 = 1,84 \text{ m}$
 - $e/4 = 4,6 \text{ m}$
 - $e/2 = 9,2 \text{ m}$

Tabla 9. Coeficientes de presión exterior para zonas 2 y 4

	e	F	G	H	I
cpe,10	5	-1,600	-1,300	-0,700	-0,600
cpe,10	15	-1,300	-1,300	-0,600	-0,500
cpe,10	10	-1,450	-1,300	-0,650	-0,550

Obtenido el valor para las diferentes hipótesis, lo siguiente será obtener la más desfavorable de todas y a partir de ella comprobar si las correas cumplen las solicitaciones.

- Viento por zona 1 y 3 (q_e)

Para determinar el coeficiente de presión exterior, ya que los dinteles ocupan 3 superficies diferentes (F-G-H) a barlovento y (J-I) a sotavento, podemos tomar un coeficiente promedio o, coger el valor más desfavorable de las tres zona. Destacar que cuando el viento sopla por zona 1 y 3 tenemos dos hipótesis diferentes.

$$C_{p,ext(FGH)} = \frac{-1,3 \cdot (4,6 \cdot 1,84) \cdot 2 - 1 \cdot (40,8 \cdot 1,84) - 0,45 \cdot (10,66 \cdot 50)}{12,5 \cdot 50} = -0,53$$

$$C_{p,ext(JI)} = \frac{-0,5 \cdot (10,66 \cdot 50) - 0,4 \cdot (1,84 \cdot 50)}{12,5 \cdot 50} = -0,48$$

- $q_{eFGH} = 0,42 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1,61 \cdot (-0,53 + (-0,7)) = -0,83 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Succión}$
- $q_{eJI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,61 \cdot (-0,48 + (-0,7)) = -0,7979 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eFGH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,61 \cdot (-0,53) = -0,3583 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eJI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,61 \cdot (-0,48) = -0,324 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eFGH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,61 \cdot (0,1 + (-0,7)) = -0,4 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eJI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,61 \cdot (-0,3 + (-0,7)) = -0,676 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eH} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,61 \cdot (0,1) = 0,0676 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,61 \cdot (-0,3) = -0,2028 \text{ kN/m}^2$

- Viento por zona 2 y 4 (q_e)

Los dinteles están cargados por igual, como coeficiente de presión exterior vamos a considerar el valor promedio de las zonas (H-I), ya que son aquellas que afectan por completo a un dintel intermedio.

$$c_{p,ext(HI)} \frac{-0,65 - 0,55}{2} = -0,6$$

- $q_{eHI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,61 \cdot (-0,6 + (-0,1)) = -0,473 \text{ kN/m}^2$
- $q_{eHI} = 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,61 \cdot (-0,6) = -0,4 \text{ kN/m}^2$

Para el caso de los **dinteles**, la **situación más desfavorable** se da cuando **el viento incide por la zona 1 y 3 con un valor de -0,83 kN/m²** de succión, y se produce con la hipótesis cuando los huecos están abiertos.

3.2.2 Estado Límite Último

Al igual que para las correas debemos de realizar las diferentes combinaciones y determinar cuál es la más desfavorable, la cual será la que utilizemos para el dimensionamiento del pórtico.

Tabla 10. Hipótesis de carga para el ELU

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO												
Acciones		Tipo	Valor Unitario (kN/m ²)	Franja de carga (m)	Carga (kN/m)	γ	ψ01		ψ02		ψ03	
PP Cerramiento		G	0,106	5,0	0,530	1,35	1	0,716	1	0,716	1	0,424
PP Dintel IPE 300		G	0,422	-	0,422	1,35	1	0,570	1	0,570	1	0,338
Correa IPE 100		G	0,191	-	0,191	1,35	1	0,258	1	0,258	1	0,153
Uso	Uniforme	Q	0,4	5,0	2,000	1,5	1	3,000	0	0	0	0
	Concentrada	Q	1	-	1	1,5	1	1,5	0	0	0	0
Nieve		Q	0,265	5*cos(10)	1,305	1,5	0	0	1	1,957	0	0
Viento	Succión	Q	-0,830	5,0	-4,150	1,5	0	0	0	0	1	-6,23
HIPÓTESIS (kN/m)												
G+Uso (Uniforme)							4,543					
G+Uso (Concentrada)							1,54kN/m+1,5kN					
G+(Nieve)									3,500			
G+(Viento Succión)											-5,311	

Podemos observar que la hipótesis más desfavorable se da en las combinaciones de cargas permanente más el viento a succión con un valor de **-5,311 kN/m**. Esta carga es perpendicular al plano del suelo, por lo que debemos descomponerla para colocarla perpendicular al plano de la cubierta, ya que esta tiene una inclinación de 10°. Por tanto:

$$\text{Eje z: } 0,8 \cdot (0,53 + 0,191 + 0,422) \cdot \cos(10^\circ) + (1,5 \cdot (-4,15)) = -5,372 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje y: } 0,8 \cdot (0,53 + 0,191 + 0,422) \cdot \sin(10^\circ) = 0,15 \text{ kN/m}$$

3.3 Hipótesis en los pilares

Para determinar las acciones que intervienen en los pilares, la única acción que vamos a tener presente es la acción del viento.

3.3.1 Determinación de las acciones

La estructura se compone principalmente por dos tipos de perfiles siendo, para los pilares laterales y hastiales perfiles IPE 360 y 220 respectivamente; para el caso de los pilares de esquina se opta por perfiles tipo HEA 220. Todos ellos de calidad de acero S275.

Los pilares laterales tienen una altura de 7 metros. Los pilares hastiales, tienen dos alturas diferentes debido al ángulo de la cubierta (10°) y la separación entre ellos de 6,25 metros, siendo la altura de 8,1 metros y de 9,2 metros que corresponde al pilar central.

La unión de los pilares laterales con los dinteles es mediante soldadura rígida y empotrada en la cimentación. En el caso de los pilares hastiales la unión a la cimentación es articulada.

Los pilares laterales y hastiales están arriostrado por medio del cerramiento lateral realizado mediante placas alveolares de hormigón prefabricado, por ello, descartaremos la flexión perpendicular al eje débil de los perfiles (eje z).

- **Sobrecarga del viento:**

Como hicimos anteriormente para el caso de correas y dinteles, el cálculo se realiza de manera muy similar, la diferencia es que para determinar el coeficiente de presión exterior tenemos que dirigirnos al *Anejo D3* “paramentos verticales” del CTE DB SE-A. Según la ecuación 2 tenemos:

$$Ec(2) \quad q_e = q_b * c_e * c_p$$

- Presión dinámica:

$$q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

- Coeficiente de exposición:

En este caso tenemos dos coeficientes de exposición diferentes ya que la altura de los pilares laterales y los hastiales no son las mismas. Para el caso de los hastiales, usamos la altura más desfavorable que en este caso es el pilar central de 9,2 metros. Según en la *tabla 1* tenemos unos coeficientes de:

$$c_{e(lateral)} = 1,316$$

$$c_{e(hastial)} = 1,353$$

- Coeficiente eólico o de presión:

Al igual que en los casos anteriores, necesitamos el coeficiente de presión exterior y el coeficiente de presión interior. Para el caso del coeficiente de presión interior son los mismos valores que tenemos en la *tabla 3*. Para determinar el coeficiente de presión exterior tenemos que ir al *Anejo D3* “paramentos verticales”.

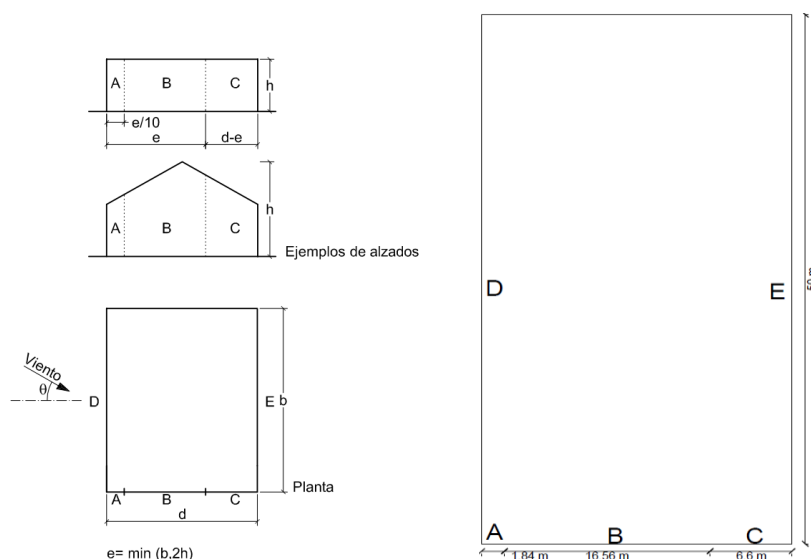


Ilustración 16. Anejo D3. Acción del viento en "paramentos verticales"

Pilares laterales:

- Viento por zona 1 y 3 ($C_{p,ext}$)

Cuando el viento incide por zona 1 y 3 los pilares laterales están situados en la zona (D-E).

- Área de influencia (pilares de esquina): $7 \cdot 2,5 = 15 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- Área de influencia (pilares laterales): $7 \cdot 5 = 35 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- $h/d = 9,2/25 = 0,368$

Interpolando en la tabla del Anejo D.3 entre 0,25 y 1 para valores de $A \geq 10 \text{ m}^2$, obtenemos los valores de los coeficientes:

$$C_{p,ext(D)} = 0,715$$

$$C_{p,ext(E)} = -0,331$$

- Viento por zona 2 y 4 ($C_{p,ext}$)

Cuando el viento incide por zona 2 y 4, los pilares laterales están situados en la zona (A-B-C).

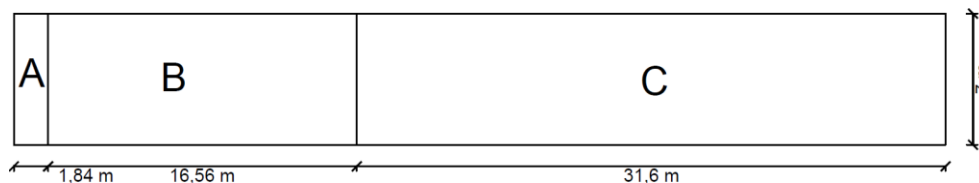


Ilustración 17. Zonas paralelas al viento cuando actúa por 2 y 4

- Área de influencia (pilares de esquina): $7 \cdot 2,5 = 15 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- Área de influencia (pilares laterales): $7 \cdot 5 = 35 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- $h/d = 7/50 = 0,14 < 0,25$
- $e = \text{mín}(b, 2h) = \text{mín}(25, 2 \cdot 9,2) = 18,4 \text{ m}$
- $d = 50 \text{ m}$
- Zona A: $e/10 = 1,84 \text{ m}$
- Zona B: $e - e/10 = 18,4 - 1,84 = 16,56 \text{ m}$

- Zona C: $d - e = 50 - 18,4 = 31,6 \text{ m}$

$$c_{p,ext(A)} = -1,2$$

$$c_{p,ext(B)} = -0,8$$

$$c_{p,ext(C)} = -0,5$$

Pilares hastiales:

- Viento por zona 1 y 3 ($C_{p,ext}$)

Cuando el viento incide por zona 1 y 3 los pilares hastiales están situados en la zona (D-E).

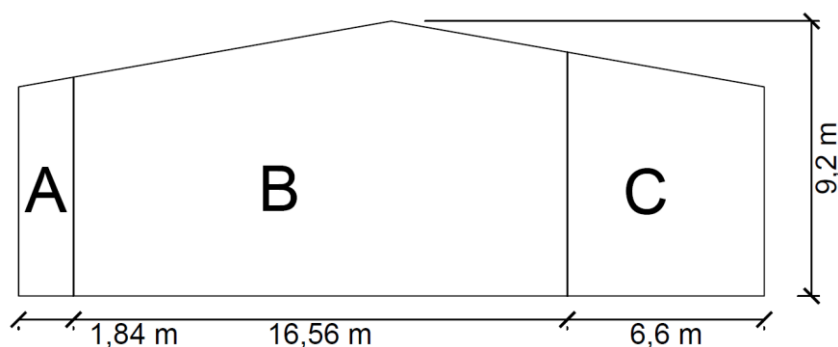


Ilustración 18. Zonas paralelas al viento cuando actúa por 1 y 3

- Área de influencia (pilares de esquina): $8,65 \cdot 6,25 = 55 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- $h/d = 9,2/25 = 0,368$
- $e = \text{mín}(b, 2h) = \text{mín}(50, 2 \cdot 9,2) = 18,4 \text{ m}$
- $d = 25 \text{ m}$
- Zona A: $e/10 = 1,84 \text{ m}$
- Zona B: $e - e/10 = 18,4 - 1,84 = 16,56 \text{ m}$
- Zona C: $d - e = 25 - 18,4 = 6,6 \text{ m}$

$$c_{p,ext(A)} = -1,2$$

$$c_{p,ext(B)} = -0,8$$

$$c_{p,ext(C)} = -0,5$$

- Viento por zona 2 y 4 ($C_{p,ext}$)

Cuando el viento incide por zona 2 y 4, los pilares hastiales están situados en la zona (D-E).

- Área de influencia: $8,65 \cdot 6,25 = 55 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$
- $h/d = 7/50 = 0,14 < 0,25$

Obtenemos valores directamente de la tabla D.3:

$$c_{p,ext(D)} = 0,7$$

$$c_{p,ext(E)} = -0,3$$

Pilares laterales (q_e)

- Viento por zona 1 y 3:

$$\begin{aligned}
 - q_{eD} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,316 \cdot (0,715 + (-0,7)) = -0,008 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eE} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,316 \cdot (-0,331 + (-0,7)) = -0,569 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eD} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,316 \cdot (0,715) = -0,395 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eE} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,316 \cdot (-0,331) = -0,183 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

- Viento por zona 2 y 4:

Quando el viento “azota” por las zonas 2 y 4 , tenemos 3 superficies (A-B-C); el primer pórtico después del de esquina está entre las zonas A y B, por lo que determinaremos un valor promedio del coeficiente de presión exterior .

$$c_{p,ext(AB)} = \frac{(-1,2) \cdot 1,84 \cdot 7 + (-0,8) \cdot 0,66 \cdot 7}{2,5 \cdot 7} = -1,09$$

$$\begin{aligned}
 - q_{eAB} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,316 \cdot (-1,09 + (-0,1)) = -0,657 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eB} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,316 \cdot (-0,8 + (-0,1)) = -0,497 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eAB} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,316 \cdot (-1,09) = -0,6 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eB} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,316 \cdot (-0,8) = -0,442 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Pilares hastiales (q_e)

- Viento por zona 1 y 3:

$$\begin{aligned}
 - q_{eA} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (-1,2 + (-0,7)) = -1,07 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eB} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (-0,8 + (-0,7)) = -0,85 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eC} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (-0,5 + (-0,7)) = -0,68 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eA} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (-1,2) = -0,682 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eB} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (-0,8) = -0,454 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eC} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (-0,5) = -0,28 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

- Viento por zona 2 y 4:

$$\begin{aligned}
 - q_{eD} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (0,7 + (-0,1)) = -0,341 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eE} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (-0,3 + (-0,1)) = -0,227 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eD} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (0,7) = 0,395 \text{ kN/m}^2 \\
 - q_{eE} &= 0,42 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,353 \cdot (-0,3) = -0,17 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Para el caso de los pilares laterales, la **acción más desfavorable** se da cuando el **viento incide por zona 2 y 4**, en el segundo pórtico con un valor de **-0,657 kN/m²**. Este es el valor que usaremos para dimensionar los pilares de los pórticos. Para dicho dimensionamiento, como es para el ELU, debemos aplicar el coeficiente de mayoración y multiplicar la carga por el ancho de banda, entonces tenemos una carga de:

$$- q_{eAB} = -0,657 \text{ kN/m}^2 \cdot 5\text{m} \cdot 1,5 = -4,9 \text{ kN/m}$$

3.3.2 Hipótesis en los pórticos

En este apartado nos centramos en el dimensionamiento del pórtico interior de la nave en el que son aplicadas las hipótesis anteriormente determinadas para los dinteles y los pilares. Tanto los pilares como los dinteles se predefinieron con Cype, las cargas que usaremos para el dimensionado son las determinadas por el cálculo analítico.

Datos de partida:

- Dintel: IPE 300
- Pilar: IPE 360
- Calidad del acero S275
- Hipótesis sobre dinteles: $-5,372 \text{ kN/m}$
- Hipótesis sobre pilares: $-4,9 \text{ kN/m}$

Conociendo los perfiles, nos disponemos a obtener la relación de inercia entre ellos.

$$IPE\ 300 \rightarrow I_y = 83,6 \cdot 10^6 \rightarrow 1$$

$$IPE\ 360 \rightarrow I_y = 163 \cdot 10^6 \rightarrow x$$

$$x = \frac{163 \cdot 10^6}{83,6 \cdot 10^6} = 1,964$$

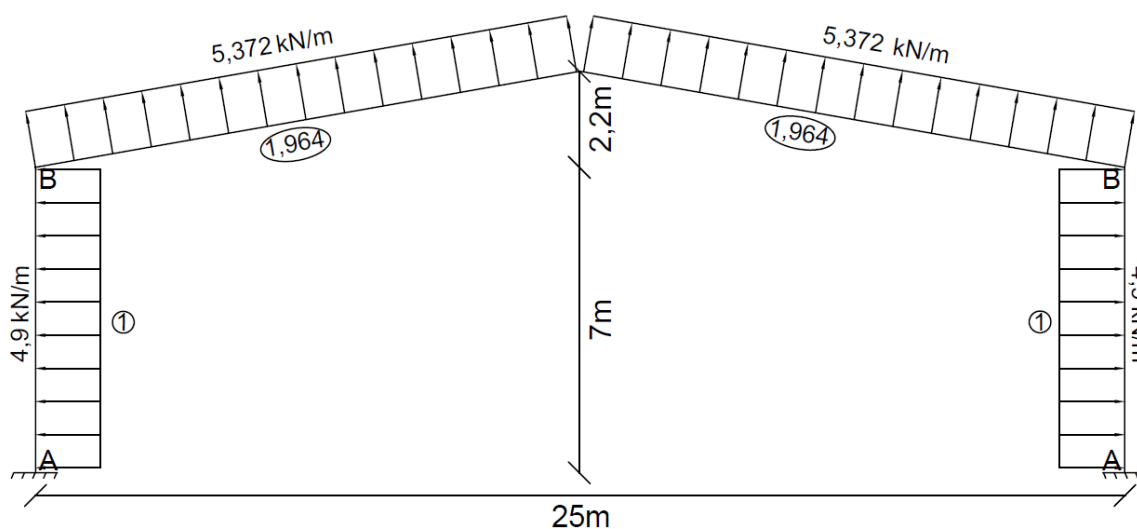


Ilustración 19. Pórtico con diferentes hipótesis

Lo siguiente es determinar los coeficientes de rigidez y los coeficientes de reparto. Los coeficientes de rigidez se calculan dividiendo la relación de inercia entre la longitud de la barra. Los coeficientes de reparto se determinan dividiendo el coeficiente de rigidez de la barra entre la suma de los coeficientes de rigidez de las barras que concurren en un nudo.

- Coeficiente de rigidez:

$$K_{BA} = K_{DE} = 1/7$$

$$K_{BC} = K_{DE} = K_{CB} = K_{CD} = \frac{1,964}{12,69} = 0,154$$

- Coeficiente de reparto:

$$\rho_{BA} = \rho_{DE} = \frac{\frac{1}{7}}{\frac{1}{7} + 0,154} = 0,48$$

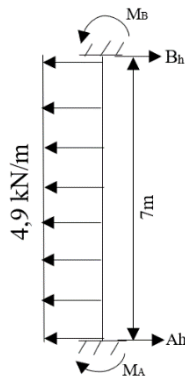
$$\rho_{BC} = \rho_{DC} = \frac{0,154}{0,154 + \frac{1}{7}} = 0,52$$

$$\rho_{CB} = \rho_{CD} = 0,5$$

- Momentos iniciales:

El pórtico que estamos determinando es simétrico tanto en cargas como en geometría, por tanto, nos basta con calcular la mitad de dicho pórtico.

- Pilar AB



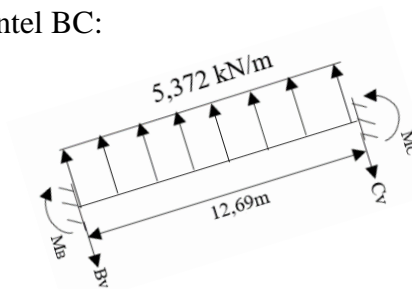
$$A_h = B_h = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{4,9 \cdot 7}{2} = 17,5 \text{ kN}$$

$$M_{BA} = -M_{AB} = \frac{q \cdot l^2}{12} = \frac{4,9 \cdot 7^2}{12} = 20 \text{ kNm}$$

- Pilar DE:

$$M_{ED} = -M_{DE} = 20 \text{ kNm}$$

- Dintel BC:



$$B_v = C_v = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{5,372 \cdot 12,69}{2} = 34,1 \text{ kN}$$

$$M_{CB} = -M_{BC} = \frac{q \cdot l^2}{12} = \frac{5,372 \cdot 12,69^2}{12} = 72,2 \text{ kNm}$$

- Dintel CD:

$$M_{CD} = -M_{DC} = 72,2 \text{ kNm}$$

Determinados los momentos principales de empotramiento perfecto, podemos determinar los momentos de Cross.

Tabla 11. Tabla de momentos de Cross

		B		C		D		
	A	BA	BC	CB	CD	DC	DE	E
ρ	0	0,48	0,52	0,5	0,5	0,52	0,48	0
M_o	-20	20	-72,2	72,2	-72,2	72,2	0,48	20
1R		25	27,2			-27,2	-25	
1T	12,5			13,6	-13,6			-12,5
2R								
M(kN/m)	-7,5	45	-45	85,8	-85,8	45	-45	7,5

Aunque se trate de un sistema simétrico tanto en geometría como en carga, sabemos que los nudos B y D sufrirán un desplazamiento horizontal debido al desplazamiento vertical del nudo C. Por lo que tendremos momentos de segundo orden.

La forma de verificar si la estructura sufre desplazamiento y por tanto momentos de segundo orden es determinando el sumatorio de fuerzas horizontales en los nudos B y D, si el resultado es diferente de cero, habrá desplazamiento, si por el contrario fuese cero, los nudos no sufrirían desplazamiento y por tanto no tendríamos que hacer momentos de 2º orden.

A continuación, nos disponemos a determinar las fuerzas cortantes mediante la ecuación:

$$Q_{ij} = Q_o + \left(-\frac{M_{ij} + M_{ji}}{L_{ij}} \right) \quad \text{Ec. (7)}$$

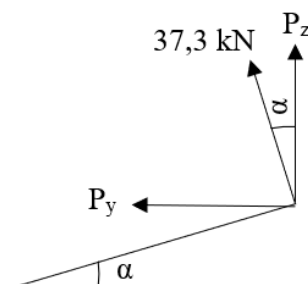
Donde:

- Q_o : representa el esfuerzo cortante isostático (cargas externas).
- M_{ij} y M_{ji} son los momentos de Cross en el nudo "i" y "j".

$$Q_{BA} = 17,5 + \left(-\frac{45 + (-7,5)}{7} \right) = 17,5 + 5,35 = 22,8 \text{ kN}$$

$$Q_{CB} = 34,1 + \left(-\frac{85,8 + (-45)}{12,69} \right) = 34,1 + 3,21 = 37,3 \text{ kN}$$

La cortante CB es perpendicular a la superficie de la cubierta, necesitamos descomponer la fuerza para poder obtener la componente vertical.



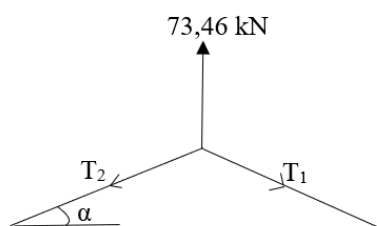
$$P_z = 37,3 \cdot \cos 10^\circ = 36,73 \text{ kN}$$

$$P_y = 37,3 \cdot \sin 10^\circ = 6,47 \text{ kN}$$

Como el nudo "C" pertenece a la barra "CB-CD", el valor será el doble de la carga determinada anteriormente.

$$P_z = 36,73 \cdot 2 = 73,46 \text{ kN (reacción)}$$

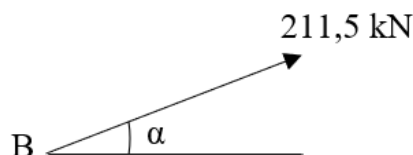
Para determinar los esfuerzos que actúan en los dinteles y a la vez la reacción que actúa en el nudo "B", que sería la misma que en el nudo "D", realizamos el sumatorio de fuerzas horizontales y verticales.



$$T_1 = T_2$$

$$\Sigma F_v = 0; 73,46 - 2 \cdot T \sin 10^\circ = 0;$$

$$T \frac{73,46}{2 \cdot \sin 10^\circ} = 211,5 \text{ kN}$$



$$\Sigma F_h = 211,5 \cdot \cos 10^\circ = 208,3 \text{ kN}$$

La fuerza horizontal que actúa en el nudo "B" será:

$$Q_1 = Q_{BA} + F_h = 22,8 + 208,3 = 185,5 \text{ kN}$$

Como supusimos anteriormente cuando $\Sigma Q_1 \neq 0$, el nudo se desplaza. En nuestro caso el nudo "B" se desplazará hacia la derecha y el nudo "D" hacia la izquierda.

3.3.3 Deformación del pórtico

En la *Ilustración 20* podemos observar el desplazamiento que sufre el nudo "B" y el nudo "C". La relación entre ambas deformación es la siguiente:

$$\frac{\delta_h}{2,2} = \frac{\delta_v}{12,69} \rightarrow \delta_h = 0,173 \cdot \delta_v$$

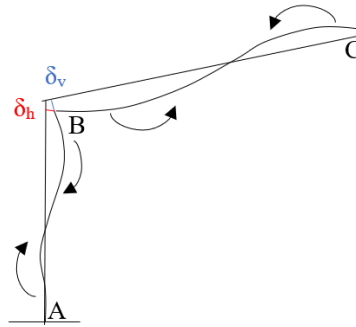


Ilustración 20. Desplazamiento vertical y horizontal del pórtico.

Las flechas representadas son los sentidos de los momentos arbitrarios que se utilizan para poder empezar a determinar los momentos de 2º orden. Para empezar, usamos la condición de contorno una estructura de nudos rígidos, con la ecuación:

$$M = \frac{6EI\delta}{L^2} \tag{Ec. (8)}$$

Tomamos un valor arbitrario como momento BC de 10 kN·m. Con este valor obtenemos el momento “BA”.

$$I_1 = I_{y(IPE300)} \quad I_2 = I_{y(IPE 360)}$$

$$M_{BC} = 10 = \frac{6EI_1 \delta_v}{L_{BC}^2} \rightarrow \delta_v = \frac{10 \cdot L_{BC}^2}{6EI_1}$$

$$M_{BA} = \frac{6EI_2 \delta_h}{L_{BA}^2} = \frac{6EI_2 \cdot 0,173 \cdot 10 \cdot L_{BC}^2}{6EI_1 \cdot L_{BA}^2} = \frac{163 \cdot 10^6 \cdot 0,173 \cdot 10 \cdot 12,69^2}{83,6 \cdot 10^6 \cdot 7^2}$$

$$= 11,1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Obtenido el valor del momento “BA”, observamos el sentido de las flechas del pórtico de la Ilustración anterior tomando como positivo el sentido horario y como negativo el antihorario. Por tanto, los demás momentos serán:

$$M_{BA} = M_A = 11,1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{BC} = M_C = -10 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Al ser el pórtico simétrico tanto en carga como en geometría, con determinar la mitad del pórtico nos valdrá y, le asignamos esos valores a los nudos de la otra mitad. Ahora ya podemos realizar los momentos de segundo orden.

Tabla 12. Momentos de Cross de 2º orden

		B		C		D		
	A	BA	BC	CB	CD	DC	DE	E
ρ	0	0,48	0,52	0,5	0,5	0,52	0,48	0
M	11,1	11,1	-10	-10	10	10	-11,1	-11,1
1R		-0,53	-0,57			0,57	0,53	
1T	0,26			-0,285	0,285			0,26
2R								
M'(kN/m)	10,8	10,57	-10,57	-10,3	10,3	10,57	-10,57	-10,8

Con estos momentos arbitrarios de desplazamiento obtenemos la *tabla 12* de momentos de 2º orden M' . A partir de estos momentos, determinamos las cortantes “BA” y “BC”. En esta ocasión no existe cortante isostática al no haber cargas aplicadas y sólo existir momentos de desplazamientos en los extremos.

$$Q'_{BA} = \left(-\frac{10,57 + 10,8}{7} \right) = 3,05 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q'_{CB} = \left(-\frac{-10,57 + (-10,3)}{2,2} \right) = 9,48 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q'_t = Q'_{BA} + Q'_{CB} = 12,5 \text{ kN} \rightarrow$$

El equilibrio del sistema exige plantear la ecuación según cada plano de desplazamiento, teniendo en cuenta la superposición de todas las fuerzas halladas en un mismo nivel, tenemos:

$$Q_1 + Q'_t \cdot k = 0; 185,5 + 12,5k = 0$$

$$k = \frac{185,5}{12,5} = 14,84$$

Esta ecuación nos sirve para determinar la incógnita “k”, la cual servirá para obtener los momentos finales.

Para obtener los momentos totales, se deduce por superposición los momentos de la primera etapa (M), con los obtenidos en la segunda etapa (M'), multiplicados por el parámetro “k”. El momento total será entonces:

$$M_T = M + M' \cdot k$$

Tabla 13. Momentos de Cross totales

		B		C		D		
	A	BA	BC	CB	CD	DC	DE	E
M(kN/m)	-7,5	45	-45	85,8	-85,8	45	-45	7,5
M'(kN/m)	10,8	10,57	-10,57	-10,3	10,3	10,57	-10,57	-10,8
M'.k	160,27	156,85	-156,85	-152,85	152,85	156,85	-156,85	-160,27
M+M'.k	152,77	201,85	-201,85	-67	67	201,85	-201,85	-152,77

- Esfuerzos cortantes:

$$Q_{AB} = 17,5 + \left(-\frac{152,77 + 201,85}{7} \right) = 17,5 + 50,66 = 33,16 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q_{BA} = 17,5 + \left(-\frac{201,85 + 152,77}{7} \right) = 17,5 + 50,66 = 68,16 \text{ kN} \rightarrow$$

$$Q_{BC} = 34,1 \downarrow + \left(-\frac{-201,85 + (-67)}{12,69} \right) = 34,1 \downarrow + 21,17 \downarrow = 55,27 \text{ kN} \downarrow$$

$$Q_{CB} = 34,1 \downarrow + \left(-\frac{-67 + (-201,85)}{12,69} \right) = 34,1 \downarrow + 21,17 \uparrow = 12,93 \text{ kN} \downarrow$$

3.3.4 Diagramas de esfuerzos cortantes, momentos flectores, de deformación y de tracción

- Diagrama de esfuerzos cortantes

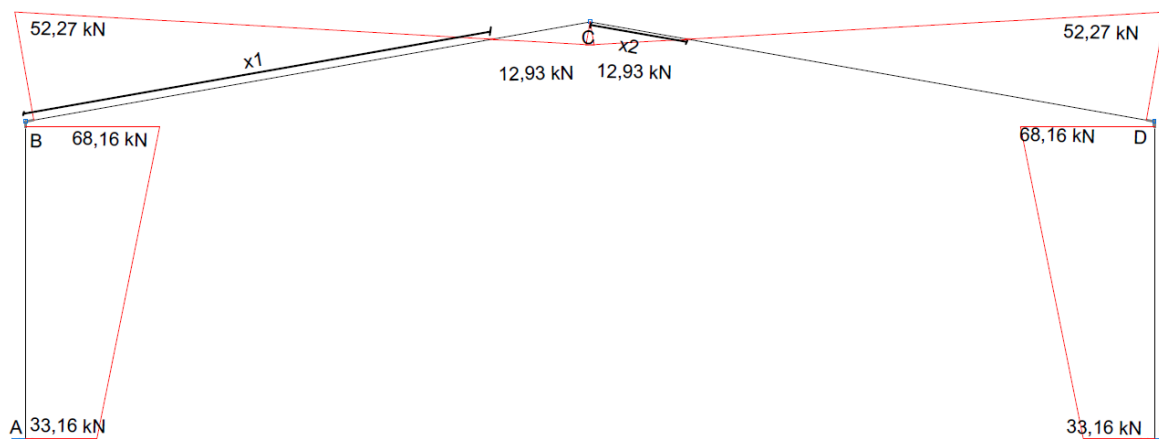


Ilustración 21. Diagrama de fuerzas cortantes

Como podemos observar en la Ilustración, en la línea de cortantes del dintel hay un punto donde el valor es “0”, ese es el punto donde el momento flector es máximo. Para determinar el valor del momento debemos, antes, determinar la distancia (x_1, x_2) que hay desde el extremo de la barra hasta donde la cortante se hace “0”.

Tramo BC

$$\Sigma Q_{x_1, izqda} = 0; -55,27 + 5,372 \cdot x_1 = 0 \rightarrow x_1 = \frac{55,27}{5,372} = 10,28 \text{ m}$$

$$M_{x_1, izqda} = -55,25 \cdot x_1 + 5,372 \cdot \frac{x_1^2}{2} + 201,85 = -82,5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Tramo CD

$$\Sigma Q_{x_2, izqda} = 0; -12,93 + 5,372 \cdot x_2 = 0 \rightarrow x_2 = \frac{12,93}{5,372} = 2,41 \text{ m}$$

$$M_{x_2, izqda} = -12,93 \cdot x_2 + 5,372 \cdot \frac{x_2^2}{2} - 67 = -82,5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Diagrama de momentos flectores

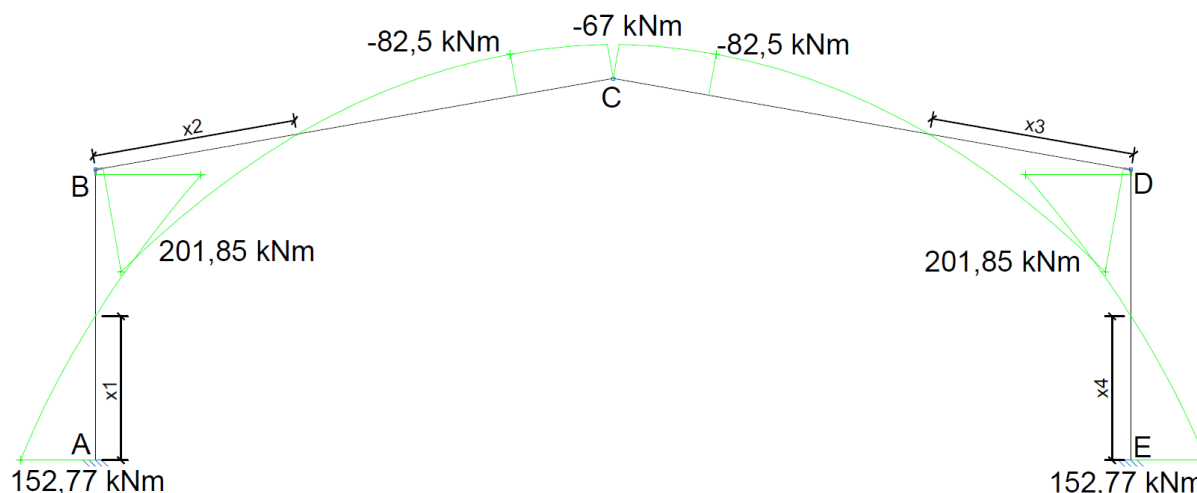


Ilustración 22. Diagrama de momentos flectores

Observando el diagrama de momentos flectores podemos ver que hay puntos donde la línea de momentos corta con la barra del pilar y del dintel. Estos puntos de corte son los puntos de inflexión, donde el momento flector es "0". A continuación, nos dispondremos a determinar las distancias de dichos puntos.

Tramos AB=EB

$$M_{x_1=x_4} = 0; -152,77 + 33,16 \cdot x_1 + 4,9 \cdot \frac{x_1^2}{2} = 0$$

$$x_1 = x_4 = \frac{-33,16 \pm \sqrt{33,16^2 - 4 \cdot 2,45 \cdot (-152,27)}}{2 \cdot 2,45} = \frac{-33,16 \pm 50,91}{4,9}$$

$$x_1 = x_4 = 3,62 \text{ m}$$

Tramos BC=DC

$$M_{x_2=x_3} = 0; 201,85 - 55,27 \cdot x_2 + 5,372 \cdot \frac{x_2^2}{2} = 0$$

$$x_2 = x_3 = \frac{55,27 \pm \sqrt{(-55,27)^2 - 4 \cdot 2,686 \cdot 201,85}}{2 \cdot 2,686} = \frac{55,27 \pm 29,76}{5,372}$$

$$x_2 = x_3 = 4,747 \text{ m}$$

- Diagrama de deformaciones y de tracciones

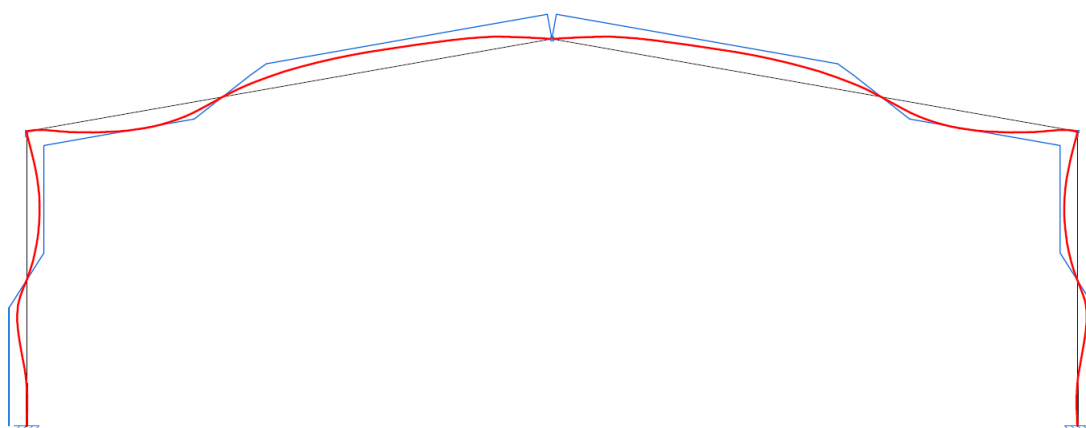


Ilustración 23. Diagrama de deformada y de tracciones

4 Dimensionamiento

4.1 Dintel (IPE 300)

Para el dimensionado del dintel partimos del IPE 300 determinado con Cype. Dicho perfil cumple todas las solicitaciones a las que se le exige de acuerdo al CTE DB SE-A. El dimensionado del dintel “BC” sirve para la otra mitad del pórtico, así como, para todos los pórticos intermedios de la nave industrial ya que es simétrico en cuanto a geometría y solicitaciones.

El dintel está sometido a esfuerzo de flexión y, compresión del nudo “B”. Esta compresión se debe al efecto que provoca las acciones externas y la presión de las acciones sobre el dintel. El desplazamiento vertical del nudo “C” y la rigidez del nudo “B”, hace que se genere una compresión de la barra “B-C” ya que el nudo “B” está impidiendo el desplazamiento horizontal del pórtico. Por tanto, para determinar las acciones que repercutirán sobre el nudo “B” debemos de determinar las acciones en dicho nudo.

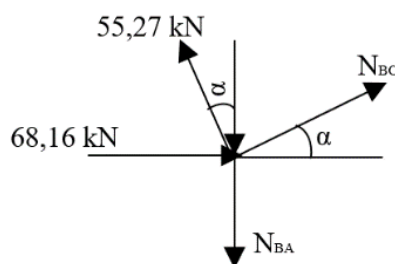


Ilustración 24. Descomposición de fuerzas en el nudo B

$$\Sigma F_h = 0; 68,16 + N_{BC} \cdot \cos 10^\circ = 0 \rightarrow N_{BC} = -69,21 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_v = 0; -52,27 \cdot \cos 10^\circ + N_{BC} \cdot \sin 10^\circ - N_{BA} = 0 \rightarrow N_{BA} = -67,28 \text{ kN}$$

Teniendo la compresión que hay sobre la barra del dintel, procedemos al dimensionamiento de este. **Todos los cálculos se realizarán de acuerdo al DB SE-A:**

Datos de partida:

$$N_{c,Rd} = 69,21 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 201,85 \text{ kNm}$$

Resistencia de las secciones a tracción (apartado 6.2.3)

$$A_{\min} \geq \frac{N_{c,Rd}}{f_{yd}} = \frac{69,21 \cdot 10^3}{275/1,05} = 264,26 \text{ mm}^2 < 5380 \text{ mm}^2 (\text{IPE 300}) \quad \checkmark$$

Tipo de sección (apartado 5.2.4)

- Alma flectada: (tabla 5.3)

$$\text{➤ Factor de reducción: } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

➤ Límite de esbeltez: c/t

$$\text{➤ } c = 300 - 2 \cdot 10,7 = 278,6 \text{ mm}$$

$$\text{➤ } t = 7,1 \text{ mm}$$

$$39,24 \text{ mm} < 72\varepsilon \rightarrow \text{Alma clase 1}$$

- Ala comprimida: (tabla 5.4)

$$\text{➤ Factor de reducción: } \varepsilon = 0,924$$

➤ Límite de esbeltez: c/t

$$\text{➤ } c = \frac{150 - 7,1 - 2 \cdot 15}{2} = 56,45 \text{ mm}$$

$$\text{➤ } t = 10,7 \text{ mm}$$

$$5,2 \text{ mm} < 9\varepsilon \rightarrow \text{Ala clase 1}$$

Alma y Ala clase 1: podemos determinar la seguridad estructural con los métodos plásticos o elásticos.

Resistencia de la sección a flexión (apartado 6.2.6)

Al ser el alma y el ala de clase 1, podemos determinar la resistencia de la sección a flexión con la ecuación para la resistencia plástica.

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \rightarrow W_{pl,y} = \frac{201,85 \cdot 10^6}{261,9} = 770,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\leq 628 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 (\text{IPE 300}) \quad \times$$

No cumple con el perfil IPE 300, esto es porque en Cype colocamos cartelas para rigidizar el nudo B y de esta manera conseguir disminuir la sección de los perfiles. En el cálculo analítico no tenemos en cuenta las cartelas.

Por tanto:

$$\text{IPE 330} \rightarrow W_{pl,y} = 804 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$770,7 \cdot 10^3 < 804 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad \checkmark$$

Interacción de esfuerzo en las secciones (apartado 6.2.8)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Ec. (9)}$$

$$N_{pl,Rd} = A_{IPE\ 330} \cdot f_{yd} = 6260 \cdot 261,9 = 1639,5 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rdy} = W_{pl,y(IPE\ 330)} \cdot f_{yd} = 804 \cdot 10^3 \cdot 261,9 = 210,56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Ec (9)} \quad \frac{69,21}{1639,5} + \frac{201,85}{210,56} = 1 \leq 1 \quad \checkmark$$

Resistencia de las barras (apartado 6.3)**Elementos comprimidos y flectado (apartado 6.3.4.2)**

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + K_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \text{Ec. (10)}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y K_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \text{Ec. (11)}$$

$\chi_{LT} = 1$ (según 6.3.3; no susceptible a torsión)

$e_{N,y} = 0$ (desplazamiento del centro de gravedad; tabla 6.8)

$\alpha_y = \alpha_z = 0,6$ (términos de comprobación en pieza; tabla 6.8)

$C_{m,y} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi \geq 0,4$ (coef. del mmo equivalente; tabla 6.10)

$$\Psi = \frac{-67}{201,85} = -0,33 \rightarrow C_{m,y} = \mathbf{0,46}$$

Para poder determinar χ_y, χ_z necesitamos calcular antes la esbeltez reducida, para ello vamos al apartado 6.3.2.1 “barras rectas de sección constante y axil constante”.

Tabla 6.1: Longitud de pandeo; $L_k = 1$ (barra biempotrada desplazable)

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I_y = \left(\frac{\pi}{12690}\right)^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 118 \cdot 10^6 = 1,52 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{6260 \cdot 275}{1,52 \cdot 10^6}} = 1 \leq 1$$

Tabla 6.2: Curva de pandeo en función de la sección transversal

$h/b = 1 > 1,2$

$$t \leq 40 \text{ mm}$$

S275Mpa

Eje de pandeo "y" → curva a

Tabla 6.3: Valores del coeficiente de pandeo, $\chi_y = 0,67$

En el eje z, debemos tener en cuenta que el dintel está arriostrado por cada correa, por lo que la distancia "L_k" será:

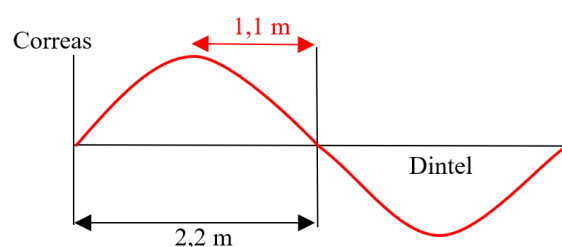


Ilustración 25. Deformación del dintel arriostrado con las correas

Como es biempotrado: $L_k = 0,5 \cdot L \rightarrow L_k = 0,5 \cdot 2,2 = 1,1 \text{ m}$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I_y = \left(\frac{\pi}{1100}\right)^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 7,88 \cdot 10^6 = 13,49 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{6260 \cdot 275}{13,49 \cdot 10^6}} = 0,35 \leq 1$$

Tabla 6.2: Curva de pandeo en función de la sección transversal

$$h/b = 1 > 1,2$$

$$t \leq 40 \text{ mm}$$

S275Mpa

Eje de pandeo "z" → curva b

Tabla 6.3: Valores del coeficiente de pandeo, $\chi_z = 0,945$

Coefficientes de interacción "k_y" para sección de clase 1:

$$K_y = 1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_{y,z} \cdot N_{C,Rd}} \quad \text{Ec. (12)}$$

$$\text{Ec(12)} \quad K_y = 1 + (1 - 0,2) \cdot \frac{69,21 \cdot 10^3}{0,67 \cdot 6260 \cdot 261,9} = 1,05$$

$$\text{Ec(12)} \quad K_y = 1 + (0,35 - 0,2) \cdot \frac{69,21 \cdot 10^3}{0,945 \cdot 6260 \cdot 261,9} = 1$$

Con todos estos datos nos disponemos a realizar la comprobación para elementos comprimidos y flectados:

$$\text{Ec(10)} \quad \frac{69,21 \cdot 10^3}{0,67 \cdot 6260 \cdot 261,9} + 1,05 \cdot \frac{0,46 \cdot 201,85 \cdot 10^6}{1 \cdot 804 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = 0,52 < 1 \quad \checkmark$$

$$Ec(11) \frac{69,21 \cdot 10^3}{0,945 \cdot 6260 \cdot 261,9} + 0,6 \cdot 1 \cdot \frac{0,46 \cdot 201,85 \cdot 10^6}{1 \cdot 804 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = 0,31 < 1 \quad \checkmark$$

**Dinteles:
IPE 300**

4.2 Pilar (IPE 360)

Al igual que para el dintel, el dimensionamiento se realizó con el software de Cype. Al ser el pórtico simétrico tanto en cargas como en geometría, la comprobación que hagamos del pilar “AB” será válido para todos los pilares de pórticos intermedios de la estructura.

Para la comprobación de las solicitaciones se utilizan las acciones más desfavorables, siendo el momento y la acción de compresión del nudo “B” con un valor de 201,85 kN·m y 67,28 kN respectivamente que se calculó en la *Ilustración 22*.

Datos de partida:

$$N_{c,Rd} = 67,28 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 201,85 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Resistencia de las secciones a tracción (apartado 6.2.3)

$$A_{\min} \geq \frac{N_{c,Rd}}{f_{yd}} = \frac{67,28 \cdot 10^3}{275/1,05} = 256,9 \text{ mm}^2 < 7270 \text{ mm}^2 (\text{IPE 360}) \quad \checkmark$$

Tipo de sección (apartado 5.2.4)

- Alma flectada: (tabla 5.3)
 - Factor de reducción: $\varepsilon = 0,924$
 - Límite de esbeltez: c/t
 - $c = 360 - 2 \cdot 12,7 = 334,6 \text{ mm}$
 - $t = 12,7 \text{ mm}$

$$26,34 \text{ mm} < 72\varepsilon \rightarrow \text{Alma clase 1}$$

- Ala comprimida: (tabla 5.4)
 - Factor de reducción: $\varepsilon = 0,924$
 - Límite de esbeltez: c/t
 - $c = \frac{170-8-2 \cdot 18}{2} = 63 \text{ mm}$
 - $t = 12,7 \text{ mm}$

$$4,96 \text{ mm} < 9\varepsilon \rightarrow \text{Ala clase 1}$$

Alma y Ala clase 1: podemos determinar la seguridad estructural con los métodos plásticos o elásticos.

Resistencia de la sección a flexión (apartado 6.2.6)

Al ser el alma y el ala de clase 1, podemos determinar la resistencia de la sección a flexión con la ecuación para la resistencia plástica.

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \rightarrow W_{pl,y} = \frac{201,85 \cdot 10^6}{261,9} = 770,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\leq 1020 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 (\text{IPE 360}) \quad \checkmark$$

Interacción de esfuerzo en las secciones (apartado 6.2.8)

$$N_{pl,Rd} = A_{\text{IPE 360}} \cdot f_{yd} = 7270 \cdot 261,9 = 1904 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rdy} = W_{pl,y(\text{IPE 360})} \cdot f_{yd} = 1020 \cdot 10^3 \cdot 261,9 = 267,1 \text{ kNm}$$

$$Ec (9) \quad \frac{67,28}{1904} + \frac{201,85}{267,1} = 0,79 < 1 \quad \checkmark$$

Resistencia de las barras (apartado 6.3)**Elementos comprimidos y flectado (apartado 6.3.4.2)**

No necesitamos calcular el eje z, ya que el pilar está arriostrado en toda su longitud por el cerramiento de placas alveolares.

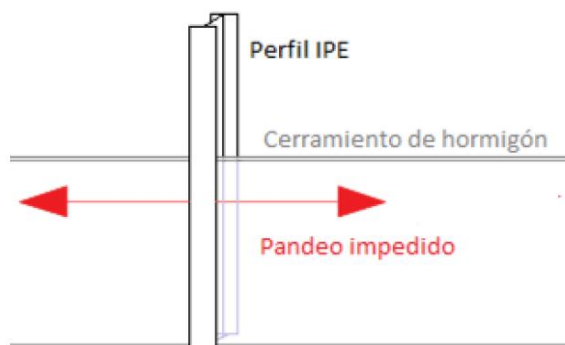


Ilustración 26. Pandeo impedido en "eje z" por arriostramiento del cerramiento lateral

$$Ec. (130) \quad \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + K_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\chi_{LT} = 1$ (según 6.3.3; no susceptible a torsión)

$e_{N,y} = 0$ (desplazamiento del centro de gravedad; tabla 6.8)

$C_{m,y} = 0,1 - 0,8 \cdot \alpha \geq 0,4$ (coef. del mnto equivalente; tabla 6.10)

$$\alpha = \frac{-152,77}{201,85} = -0,756 \rightarrow C_{m,y} = 0,705$$

Para determinar χ_y , necesitamos determinar la esbeltez reducida. Para el caso de pilares, antes, necesitamos determinar el valor de β , y posteriormente el valor de L_k .

Pilares de edificios (apartado 6.3.2.5)

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0,145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,265 \cdot (\eta_1 \cdot \eta_2)}{2 - 0,364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,247 \cdot (\eta_1 \cdot \eta_2)} \leq 1 \quad \text{Ec. (13)}$$

$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}}; \quad \eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}} \quad \text{Ec. (14)}$$

$$K_1 = K_{11} = K_2 = K_{21} = K_{22} = 0$$

$$K_c = \frac{E \cdot I_y}{L_{AB}} = \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6}{7000} = 4,89 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Como el dintel está inclinado, el DB SE-A nos indica, en este caso que debemos de utilizar la ecuación de la tabla 6.5 “coeficientes de rigidez eficaz para una viga de comportamiento elástico” y después con el ángulo de la cubierta determinamos la resultante.

$$K_{12} = \left(1 + 0,5 \cdot \frac{\theta_b}{\theta_a}\right) \cdot \frac{E \cdot I_{y,BC}}{L_{BC}} \quad \text{Ec. (15)}$$

Como el nudo B y C se consideran como empotramiento deslizante, la ecuación será:

$$\theta = \frac{M \cdot l}{E \cdot I} \quad \text{Ec. (16)}$$

$$\text{Ec (16)} \quad \theta_a = \theta_{BC} = \frac{201,85 \cdot 10^6 \cdot 12690}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6} = 74,8 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\text{Ec (16)} \quad \theta_b = \theta_{CB} = \frac{67 \cdot 10^6 \cdot 12690}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6} = 24,8 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Entonces, aplicando la ecuación 15:

$$\text{Ec(15)} \quad K_{12,h} = \left(1 + 0,5 \cdot \frac{24,8 \cdot 10^{-3}}{74,8 \cdot 10^{-3}}\right) \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6}{12690} = 3,14 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$K_{12} = \frac{K_{12,h}}{\cos 10^\circ} = \frac{3,14 \cdot 10^9}{\cos 10^\circ} = 3,19 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Ec(14)} \quad \eta_1 = \frac{4,89 \cdot 10^9}{4,89 \cdot 10^9 + 3,19 \cdot 10^9} = 0,604$$

$$Ec(14) \eta_2 = \frac{4,89 \cdot 10^9}{4,89 \cdot 10^9} = 1$$

$$Ec(13) \beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0,145 \cdot (0,604 + 1) - 0,265 \cdot (0,604 \cdot 1)}{2 - 0,364 \cdot (0,604 + 1) - 0,247 \cdot (0,604 \cdot 1)} = 0,845 < 1 \quad \checkmark$$

$$\beta = \frac{L_k}{L} \rightarrow L_k = \beta \cdot L = 0,845 \cdot 12690 = 10742,5 \text{ mm}$$

Barras rectas de sección constante y axil constante (apartado 6.3.2.1)

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I_y = \left(\frac{\pi}{10742,5}\right)^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6 = 2,92 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{7270 \cdot 275}{2,92 \cdot 10^6}} = 0,82 \leq 1$$

Tabla 6.2: Curva de pandeo en función de la sección transversal

$h/b = 1 > 1,2$

$t \leq 40 \text{ mm}$

S275Mpa

Eje de pandeo "y" \rightarrow curva a

Tabla 6.3: Valores del coeficiente de pandeo, $\chi_y = 0,786$

Coefficientes de interacción "k_y" para sección de clase 1:

$$Ec(12) K_y = 1 + (0,82 - 0,2) \cdot \frac{67,28 \cdot 10^3}{0,786 \cdot 7270 \cdot 261,9} = 1,02$$

Con todos los valores determinamos, podemos realizar la verificación de elementos comprimidos y flectados de la ecuación 10.

$$Ec(10) \frac{67,28 \cdot 10^3}{0,786 \cdot 7270 \cdot 261,9} + 1,02 \cdot \frac{0,705 \cdot 201,85 \cdot 10^6}{1 \cdot 1020 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = 0,588 < 1 \quad \checkmark$$

**Pilares laterales:
IPE 360**

5 Cimentación

5.1 Antecedentes

La obra está sustentada por medio de una cimentación compuesta por zapatas aisladas, zapatas de borde o medianeras y zapatas de esquinas. Las zapatas se han seleccionado de acuerdo a las características de las reacciones que producen sobre ellas los pilares (reacciones y momentos).

Las zapatas están unidas entre ellas mediante vigas de atado y vigas centradoras. La elección del tipo de viga entre zapatas la hace el propio programa (Cype). Las vigas de atado tienen como función la de “atar” perimetralmente las zapatas para evitar desplazamientos horizontales, debiendo resistir los esfuerzos de tracción y compresión. Las vigas centradoras como su nombre indica, desempeñan la función de centrar la fuerza de reacción del suelo bajo la zapata de medianería.

Para el cálculo analítico, partimos del dimensionado que realiza Cype. Para saber los esfuerzos que actúan sobre cada zapata, debemos de tener calculada la estructura, y posteriormente dirigirnos a la pestaña **Esfuerzos- envolventes de las combinaciones de equilibrio de cimentación** (clicamos en el empotramiento del pilar) y seleccionamos los valores de los esfuerzos en los diferentes ejes globales de la cimentación. Debemos seleccionar los valores máximo, ya sean de presión o de succión. Con estos valores, hacemos las diferentes comprobaciones de acuerdo a la normativa.

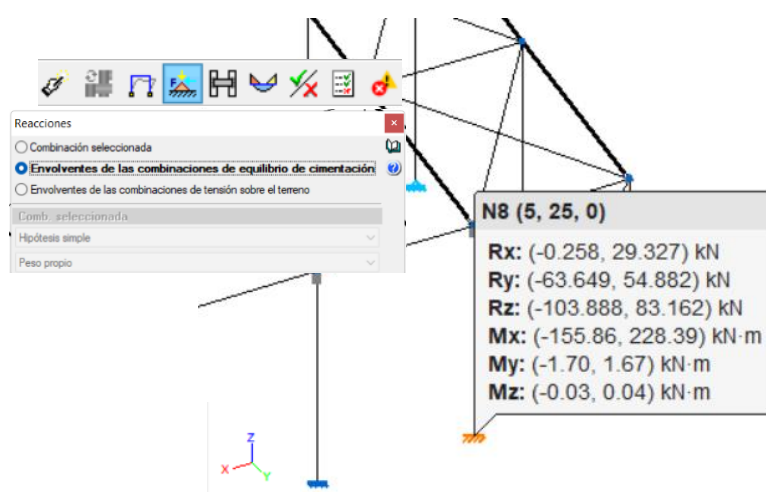


Ilustración 27. Esfuerzos en empotramientos de pilares

La cimentación se completará mediante zapatas aisladas de medianerías. Los datos de la obra son:

- Hormigón HA-25/B/30/Ila; $Y_c = 1,5$
- Acero de la cimentación B-500 S, $Y_s = 1,15$
- Acero de placa de anclaje B-400 S, $Y_s = 1,15$
- Resistencia característica del terreno:

Para situaciones persistentes: $\sigma = 200\text{KN/m}^2$
 Para situaciones accidentales: $\sigma = 300\text{KN/m}^2$

El CTE DB-SE-C indica que las zapatas se calculan como solido rígido y las comprobaciones a realizar son:

- Comprobación al vuelco

$M \text{ (estabilizador)} \geq M \text{ (desestabilizador)}$

$$(N + P) \cdot (a/2) \cdot \gamma_E \geq (M + V \cdot h) \cdot \gamma_E$$

Tabla 2.1 CTE/DB-SE-C

-Situación persistente o transitoria:

$$\gamma_E = 0.9$$

$$\gamma_E = 1.8$$

-Situación extraordinaria:

$$\gamma_E = 1.2$$

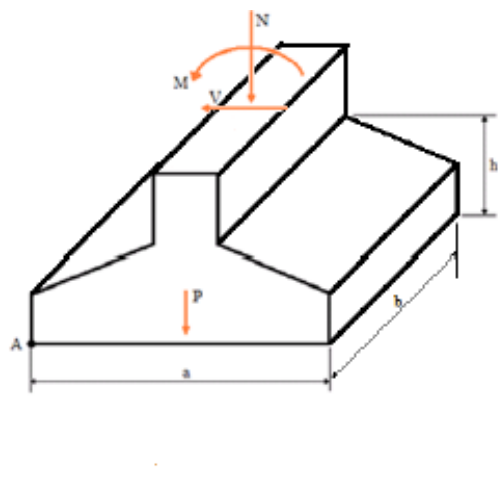


Ilustración 28. Comprobación al vuelco

- Comprobación al deslizamiento

Sólo en zapatas aisladas no arriostradas, sometidas a acciones horizontales.

-Sobre terrenos granulares (arenas):

$$(N + P) \cdot \text{tg } \varphi_d \geq \gamma \cdot V$$

-Sobre terrenos cohesivos (arcillas):

$$(N + P) \cdot \text{tg } \varphi_d + A \cdot C_d \geq \gamma \cdot V$$

Siendo:

$$\varphi_d = 2/3 \varphi$$

φ = ángulo de rozamiento interno del terreno

$$C_d = 0.5 \cdot C$$

C = valor de cálculo de la cohesión

A = superficie de la base de la zapata

γ = coeficiente de seguridad al deslizamiento:

-situación persistente o transitoria = 1.5

-situación extraordinaria = 1.1

Ilustración 29. Comprobación al deslizamiento

- Comprobación a tensiones del terreno

Sólo en zapatas aisladas no arriostradas, sometidas a acciones horizontales.

-Sobre terrenos granulares (arenas):

$$(N + P) \cdot \operatorname{tg} \varphi_d \geq \gamma \cdot V$$

-Sobre terrenos cohesivos (arcillas):

$$(N + P) \cdot \operatorname{tg} \varphi_d + A \cdot C_d \geq \gamma \cdot V$$

Siendo:

$$\varphi_d = 2/3 \varphi$$

φ = ángulo de rozamiento interno del terreno

$$C_d = 0.5 \cdot C$$

C = valor de cálculo de la cohesión

A = superficie de la base de la zapata

γ = coeficiente de seguridad al deslizamiento:

-situación persistente o transitoria = 1.5

-situación extraordinaria = 1.1

Ilustración 30. comprobación de las tensiones del terreno

- Comprobación de tensiones del terreno (I)

Se pueden dar dos situaciones con respecto a la excentricidad, $e = M/N$:

1.- $e \leq a/6 \Rightarrow$ RECOMENDABLE

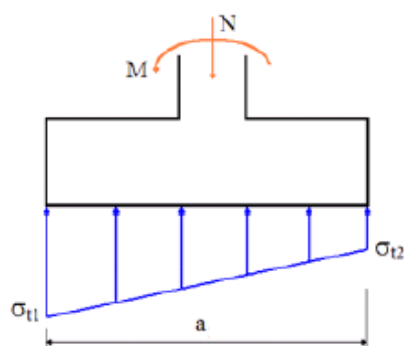
Las presiones sobre el suelo siguen la Ley de NAVIER.

$$\sigma_t = \frac{N}{a \cdot b} \pm \frac{6 \cdot M}{b \cdot a^2}$$

$$\text{Siendo, } \sigma_{t1} = \frac{N}{a \cdot b} + \frac{6 \cdot M}{b \cdot a^2}$$

$$\sigma_{t2} = \frac{N}{a \cdot b} - \frac{6 \cdot M}{b \cdot a^2}$$

Como $\sigma_{t2} > 0$, toda la sección está comprimida.



Se deberá cumplir que:

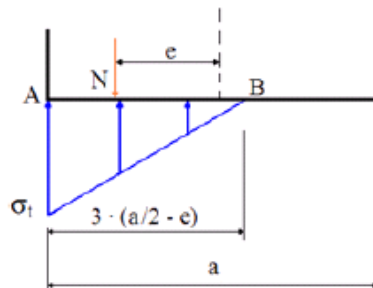
$$\frac{3\sigma_{t1} + \sigma_{t2}}{4} \leq \sigma_{adm,t}$$

Ilustración 31. Comprobación de tensiones del terreno (I)

2^a.- $e > a / 6 \Rightarrow$ La resultante sale fuera del tercio central.

La respuesta del terreno pasa de trapecial a triangular.

$$\sigma_t = \frac{2N}{3\left(\frac{a}{2} - e\right) \cdot b}$$



Deberá cumplirse que,

$$\sigma_t \leq 1'25 \cdot \sigma_{adm,t}$$

Ilustración 32. Comprobación de tensiones del terreno (II)

5.2 Cálculo de zapata medianera en “Arranque N8”

En la *Ilustración 27* tenemos los valores que vamos a usar de partida para el cálculo analítico de zapata. Elegimos los valores referentes a presiones (positivos), ya que los esfuerzos más desfavorables para el dimensionamiento de la cimentación son los momentos, como se puede observar, el momento perteneciente a las presiones es el más desfavorable.

Prescindimos de armadura superior (bajo nuestra propia responsabilidad), ya que, ante el caso de una combinación de acontecimientos casuales de unos esfuerzos de succión excesivos, los puntos críticos no están en la cimentación. Antes de salir volando la cimentación, se arrancarían los paneles de la cubierta por sus tornillos, disipando a su vez el fenómeno de succión (es por ello por lo que cuando hay vendavales, lo que solemos ver en las noticias son chapas de cubiertas o cartelerías que han salido volando).

La placa de anclaje dispondrá de cartelas para rigidizar aún más la unión. Dichas cartelas las dimensiones propiamente Cype.

Datos de partida:

- Zapata:
 - Dimensiones: 240 x 345 x 140 cm
 - Hormigón HA-25/B/30/IIa; $Y_c = 1,5$
 - Acero de la cimentación B-500 S, $Y_s = 1,15$
- Pilar: IPE 360
- Acciones:
 - Axil (compresión): $N = 83,16 \text{ kN}$
 - Cortante: $V = 54,88 \text{ kN}$
 - Momento: $M = 228,4 \text{ kN}\cdot\text{m}$

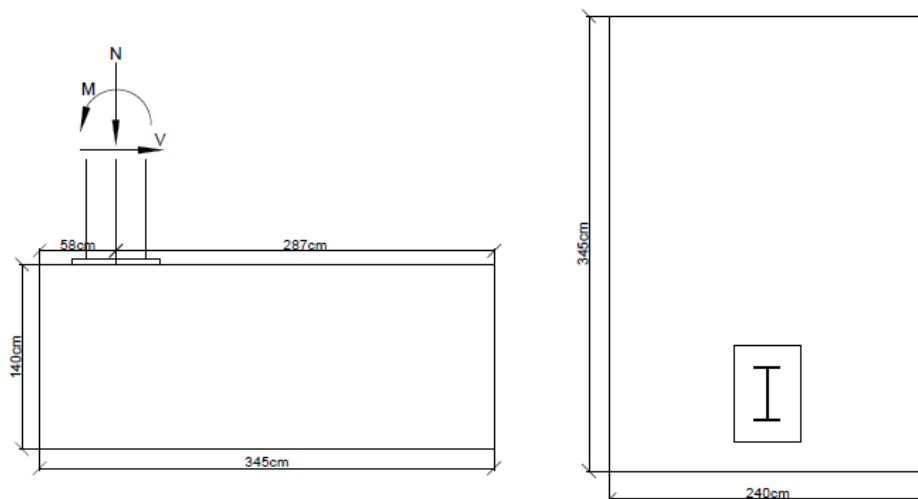


Ilustración 33. Hipótesis de acciones máxima

5.2.1 Cálculo de armadura inferior

Comprobamos si la zapata es rígida o flexible. Para ello debe de realizarse la comprobación:

si $v \geq 2h \rightarrow$ zapata flexible Si $v \leq 2h \rightarrow$ zapata rígida

$$v = 287 - \frac{36}{2} = 269 \text{ cm}$$

$$h = 140 \text{ cm}$$

$$269 \text{ cm} < 2 \cdot 140 = 280 \text{ cm} \rightarrow \text{zapata rígida}$$

5.2.1.1 Comprobaciones del CTE DB SE-C (apartado 2.4.2.1)

✓ Comprobación al vuelco

$$M(\text{estabilizador}) \geq M(\text{desestabilizador}) \quad \text{Ec. (17)}$$

$$(N + P) \cdot \left(\frac{a}{2}\right) \cdot \gamma_E \geq (M + V \cdot h) \cdot \gamma_{E'}$$

$$P_{\text{zapata}} = (3,45 \cdot 2,4 \cdot 1,4) \text{ m}^3 \cdot (25) \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35_{\gamma} = 391,23 \text{ kN}$$

$$M_{\text{est}} = \left(83,16 \cdot 2,87 + 391,23 \cdot \frac{3,35}{2}\right) \cdot 0,9 = 822 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{desest}} = (228,39 + 54,88 \cdot 1,4) \cdot 1,8 = 549,4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Ec(18)} \quad 822 \text{ kNm} > 549,4 \text{ kNm} \rightarrow \text{Cumple comprobación al vuelco} \quad \checkmark$$

✓ **Comprobación al deslizamiento**

No necesitamos realizar dicha comprobación, ya que tenemos las zapatas arriostradas mediante vigas de atado.

✓ **Comprobamos las tensiones del terreno**

$$e = \frac{M}{N} = \frac{228,39}{83,16} = 2,74 \text{ m}$$

$$e \geq \frac{a}{6} = \frac{3,45}{6} = 0,575 \text{ m} \rightarrow \text{Resultante fuera del tercio central}$$

La respuesta del terreno pasa de trapecial a triangular.

La tensión en el terreno:

$$\sigma_t = \frac{2 \cdot N}{3 \cdot \left(\frac{a}{2} - e\right) \cdot b} \quad \text{Ec. (18)}$$

$$\text{Ec(19)} \quad \sigma_t = \frac{2 \cdot 83,16 \text{ kN}}{3 \cdot \left(\frac{3,45}{2} - 2,74\right) \cdot 2,4 \text{ mm}^2} = -22,75 \text{ kN/m}^2$$

Debe cumplirse que:

$$\sigma_t \leq 1,25 \cdot \sigma_{adm,t} \quad \text{Ec. (19)}$$

$$\text{Ec(20)} \quad 22,75 < 1,25 \cdot 200 \text{ kN/m}^2 = 250 \text{ kN/m}^2$$

→ Cumple comprobación de las tensiones del terreno ✓

5.2.1.2 Comprobaciones del EHE-08

Al tratarse de una zapata rígida, no es necesario realizar las comprobaciones a cortante ni punzonamiento.

✓ **Comprobación de tensiones**

$$\sigma_{k,med} \leq \sigma_{adm} \quad \text{Ec. (20)}$$

$$\sigma_{k,med} = \frac{N_k}{a \cdot b} = \frac{391,23 + 83,16}{3,45 \cdot 2,4} = 57,29 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Ec(20)} \quad 57,29 < 200 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Cumple la comprobación} \quad \checkmark$$

$$\sigma_{k,m\acute{a}x} \leq 1,25 \cdot \sigma_{adm} \quad \text{Ec. (21)}$$

$$\sigma_{k,m\acute{a}x} = \frac{N_k}{a \cdot b} \pm \frac{M_k}{\frac{a \cdot b^2}{6}} \geq 0$$

$$\sigma_{k,m\acute{a}x} = \frac{391,23 + 83,16}{3,45 \cdot 2,4} \pm \frac{228,39}{\frac{3,45 \cdot 2,4^2}{6}} = 126,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Ec(21)} \quad 126,25 \leq 250 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Cumple la comprobaci3n} \quad \checkmark$$

✓ Dimensionado mediante modelo bielas y tirantes

Mediante el dimensionado comprobamos que la armadura seleccionada por Cype cumple con lo dispuesto en el EHE-08. Lo primero que hacemos es comprobar a que caso como son, las tensiones del terreno bajo la zapata, pertenece la zapata.

$$N_d = 83,16 \cdot 1,5 = 124,74 \text{ kN}$$

$$M_d = 228,39 \cdot 1,5 = 342,58 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Valor de c3lculo de las tensiones:

$$\sigma_{d,m\acute{a}x} = \frac{124,74}{3,45 \cdot 2,4} + \frac{342,58}{2,4 \cdot 3,45^2} = 27 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{d,m\acute{i}n} = \frac{124,74}{3,45 \cdot 2,4} - \frac{342,58}{2,4 \cdot 3,45^2} = 3,07 \text{ kN/m}^2$$

Valor de las acciones:

$$N_1 = \frac{N_d}{2} - \frac{M_d}{\frac{c}{2}} = \frac{124,74}{2} - \frac{342,58}{\frac{0,65}{2}} = -991,7 \text{ kN}$$

$$N_2 = \frac{N_d}{2} + \frac{M_d}{\frac{c}{2}} = \frac{124,74}{2} + \frac{342,58}{\frac{0,65}{2}} = 1116,46 \text{ kN}$$

Como $N_1 < 0$, quiere decir que nos encontramos ante el caso de flexi3n compuesta. Terreno bajo la zapata comprimido en su totalidad.

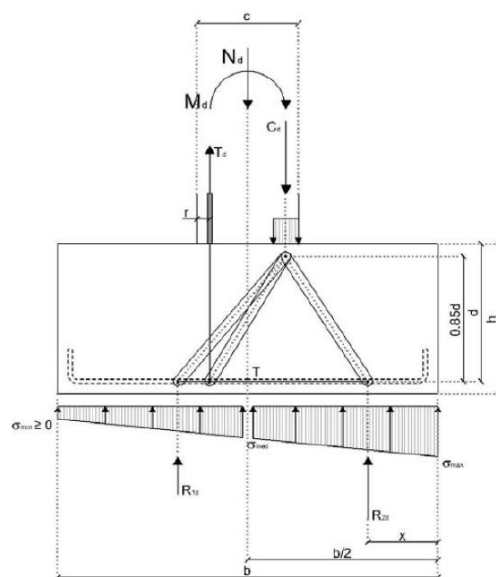


Ilustración 34. Soporte a flexión compuesta. Terreno bajo zapata comprimido en su totalidad.

Para el caso en el que nos encontramos, la tensión media es:

$$\sigma_{med} = \sigma_{d,mín} + \frac{(\sigma_{d,máx} - \sigma_{d,mín}) \cdot \frac{b}{2}}{a} = 3,07 + \frac{(27 - 3,07) \cdot \frac{3,45}{2}}{2,4} = 20,3 \text{ kN/m}^2$$

Lo siguiente será obtener el valor de las dos reacciones. Para realizar el cálculo, consideramos que su valor equivale a determinar el volumen de las presiones a partir del centro geométrico.

Reacciones a la izquierda:

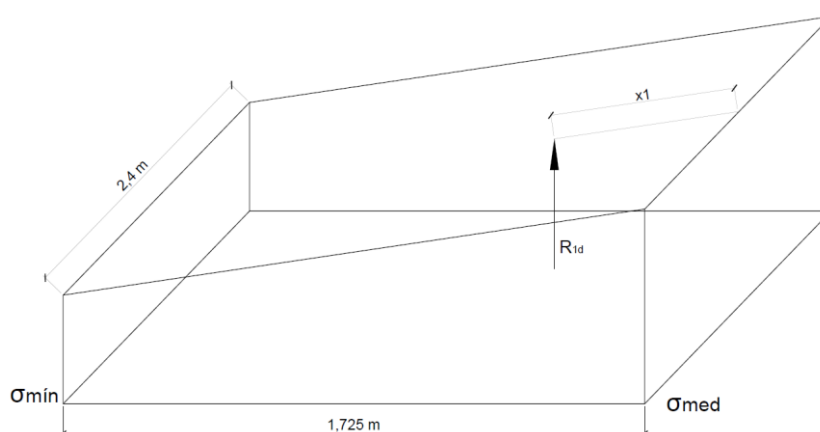


Ilustración 35. Volumen de presiones del lado izquierdo

$$R_{1d} = \frac{3,07 + 20,3}{2} \cdot 1,725 \cdot 2,4 = 48,37 \text{ kN}$$

$$x_1 = \frac{B + 2b}{B + b} \cdot \frac{h}{3} = \frac{20,3 + 2 \cdot 3,07}{20,3 + 3,07} \cdot \frac{1,725}{3} = 0,65 \text{ m}$$

Reacciones a la derecha:

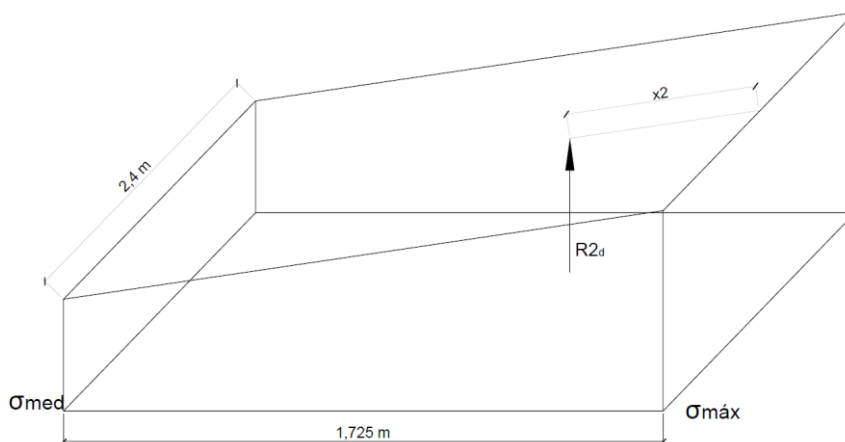


Ilustración 36. Volumen de presiones del lado derecho

$$R_{2d} = \frac{20,3 + 27}{2} \cdot 1,725 \cdot 2,4 = 97,9 \text{ kN}$$

$$x_2 = \frac{27 + 2 \cdot 20,3}{27 + 20,3} \cdot \frac{1,725}{3} = 0,821 \text{ m}$$

En nuestro caso, la posición R_{1d} y R_{2d} viene dado por el centro de gravedad del trapecio. La armadura principal se obtiene para resistir la tracción.

$$T_d = \frac{R_{2d}}{0,85d} \cdot \left(\frac{b}{2} - x_2 - \frac{c}{4} \right) = A_s \cdot f_{yd} \quad \text{Ec. (22)}$$

Considerando un recubrimiento del 20% del canto total. El canto útil será:

$$d = h - d' = 1,4 - 1,4 \cdot 0,2 = 1,12 \text{ m}$$

$$\text{Ec(22)} \quad T_d = \frac{97,9}{0,85 \cdot 1,12} \cdot \left(\frac{3,45}{2} - 0,821 - \frac{0,65}{4} \right) = 76,25 \text{ kN}$$

$$T_d = A_s \cdot f_{yd} \rightarrow A_s = \frac{76,25}{\frac{50}{1,15}} = 1,75 \text{ cm}^2 \rightarrow 9\emptyset 5 (1,764 \text{ cm}^2)$$

SECCIONES en cm² y PESOS

Cualquier tipo de acero

Diámetro Ø (mm)	Peso (kg/m)	SECCIÓN según el número de barras									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0'154	0'196	0'382	0'588	0'784	0'980	1'176	1'372	1'568	1'764	1'960
6	0'222	0'283	0'566	0'849	1'132	1'415	1'698	1'981	2'264	2'547	2'830
8	0'395	0'503	1'006	1'509	2'012	2'515	3'018	3'521	4'024	4'527	5'030
10	0'617	0'785	1'570	2'355	3'140	3'925	4'710	5'485	6'280	7'065	7'850
12	0'888	1'131	2'262	3'393	4'524	5'655	6'786	7'917	9'048	10'179	11'310
14	1'208	1'539	3'078	4'617	6'156	7'695	9'234	10'773	12'312	13'851	15'390
16	1'578	2'011	4'022	6'033	8'044	10'055	12'066	14'077	16'088	18'099	20'110
20	2'466	3'142	6'284	9'426	12'568	15'710	18'852	21'994	25'136	28'278	31'420
25	3'853	4'909	9'818	14'727	19'636	24'545	29'454	34'363	39'272	44'181	49'090
32	6'313	8'042	16'084	24'126	32'168	40'210	48'252	56'294	64'336	72'378	80'420
40	9'865	12'566	25'132	37'698	50'264	62'830	75'396	87'962	100'528	113'094	125'660

Ilustración 37. Valores de secciones para cualquier calidad de acero

La armadura seleccionada tiene que cumplir con la comprobación.

Comprobación de la sollicitación a flexión

$$U_s > 0,04 \cdot U_c \quad \text{Ec. (23)}$$

$$U_s = A_s \cdot f_{yd} = 1,764 \cdot \frac{50}{1,5} = 76,69 \text{ kN}$$

$$U_c = f_{cd} \cdot b \cdot d = \frac{25}{1,5} \cdot 3450 \cdot 1120 \cdot 0,04 = 2576000 \text{ N} = 2576 \text{ kN}$$

$$\text{Ec (23)} \quad 76,69 < 2576 \text{ kN} \rightarrow \text{No cumple} \quad \times$$

Debemos elegir un perfil que cumple la sollicitación a flexión. Para ello utilizamos la tabla de capacidad mecánica para aceros B500 S.

CAPACIDAD MECÁNICA en kN

Acero B 500 S ($f_{yk}=500\text{N/mm}^2$)
 $\gamma_s=1'15$

Diámetro Ø (mm)	CAPACIDAD según el número de barras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	8'54	17'07	25'61	34'15	42'69	51'22	59'76	68'30	76'82	85'37
6	12'29	24'59	36'88	49'17	61'47	73'76	86'05	98'34	110'64	122'93
8	21'86	43'71	65'57	87'42	109'28	131'13	152'99	174'84	196'70	218'55
10	34'15	68'30	102'44	136'59	170'74	204'89	239'04	273'18	307'33	341'48
12	49'17	98'35	147'52	196'69	245'87	295'04	344'21	393'38	442'56	491'73
14	66'93	133'86	200'79	267'72	334'65	401'58	468'51	535'44	602'37	669'30
16	87'42	174'84	262'25	349'67	437'09	524'51	611'93	699'34	786'76	874'18
20	136'59	273'18	409'77	546'36	682'96	819'55	956'14	1092'73	1229'32	1365'91
25	213'42	426'85	640'27	853'69	1067'12	1280'54	1493'96	1707'38	1920'81	2134'23
32	349'67	699'35	1049'02	1398'69	1748'37	2098'04	2447'71	2797'38	3147'06	3496'73
40	546'36	1092'73	1639'09	2185'46	2731'82	3278'18	3824'55	4370'91	4917'28	5463'64

Ilustración 38. Capacidad mecánica para aceros B500

$$\text{Armadura de } 13\phi 25 \rightarrow U_s = 2774,46 \text{ kN}$$

$E_c(23) \quad 2774,46 > 2576 \text{ kN} \rightarrow$ Se cumple la solicitación a flexión. ✓

$$\text{Separacion entre barras: } s = \frac{345 - 2 \cdot 30}{13} - 2,5 = 19,4 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Por tanto, **tendremos 13Ø25** en dirección “eje x” de la zapata. En dirección “y” ponemos mismo diámetros y misma separación. Al tratarse de una zapata rectangular, debemos de calcular el número de redondos.

$$n^{\circ} \text{ de huecos} = \frac{L_y - 2 \cdot d'}{s + \emptyset} = \frac{240 - 2 \cdot 30}{19,4 + 2,5} = 8,2 = 9 \text{ huecos.}$$

Donde d' , es la distancia que dejamos desde el redondo hasta el borde de la zapata. L_x , ancho de la zapata y \emptyset , diámetro del redondo que seleccionamos anteriormente.

Por tanto, el número de redondos:

$$n^{\circ} \text{ de redondos} = n^{\circ} \text{ de huecos} + 1 = 9 + 1 = 10 \text{ redondos.}$$

Eje x: 13 Ø25c/20 cm
Eje y: 10 Ø25c/20 cm

5.2.1.3 Longitud de anclaje de barras corrugadas

Tanto el armado superior como el inferior se disponen en toda la longitud de la zapata y se anclara con la siguiente longitud:

$$l_{bl} = m \cdot \emptyset^2 \leq \left(\frac{f_{yk}}{20} \right) \cdot \emptyset \quad \text{Ec. (24)}$$

Donde:

- \emptyset : diámetro de la barra, en mm.
- f_{yk} : límite elástico garantizado del acero, en N/mm^2 .
- L_{bl} : longitud básica de anclaje en posición I, en mm.
- m : coeficiente numérico en función del tipo de acero. Podemos ver los valores en la *Ilustración 39*.

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	m	
	B 400 S	B 500 S
	B400SD	B 500SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥50	0,7	1,0

Ilustración 39. Valores de coeficientes en función al hormigón-barra de acero

$$m \cdot \varnothing^2 = 1,5 \cdot 25^2 = 937,5 \text{ mm}$$

$$\left(\frac{f_{yk}}{20}\right) \cdot \varnothing = \frac{500}{20} \cdot 25 = 625 \text{ mm}$$

$$Ec(24) \ 937,5 > 625 \text{ mm}$$

Puede reducirse un 30% al tener barras transversales soldadas: $\beta=0,7$. Este valor se obtiene de la *Ilustración 40*:

Tipo de anclaje	Tracción	Compresión
Prolongación recta	- 1	1
Patilla, gancho y gancho en U	0,7 (*)	1
Barra transversal soldada	0,7	0,7

Ilustración 40. Valores de coeficientes β

$$l_{b,neto} = l_{bl} \cdot \beta \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}} = 937,5 \cdot 0,7 \cdot 1 = \mathbf{656,25 \text{ mm}}$$

Este valor de longitud de anclaje neta no puede ser inferior a ninguno de los siguientes casos:

- $10 \cdot \varnothing$ Ec. (25)
- 150 mm
- $\frac{1}{3} \cdot l_{bl}$

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yk}}{4 \cdot \tau_{bd}} \quad \text{Ec. (26)}$$

Donde:

$$\tau_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{c,td} \quad \text{Ec. (27)}$$

$$\eta_1: \text{buena adherencia} = 1$$

$$\eta_2: \text{sí } \phi < \phi_{32\text{mm}} = 1$$

$$f_{c,td} = \frac{f_{tk}}{\gamma_c} \quad \text{Ec. (28)}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 0,3 \cdot 25^{\frac{2}{3}} = 2,565 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} = 0,7 \cdot f_{ct,m} = 0,7 \cdot 2,565 = 1,795 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Ec(28)} \quad f_{c,td} = \frac{1,795}{1,5} = 1,197 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Ec(27)} \quad \tau_{bd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,197 = 2,693 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Ec(26)} \quad l_b = \frac{25 \cdot \frac{500}{1,15}}{4 \cdot 2,693} = 1009 \text{ mm}$$

Por tanto, el valor de la longitud de la barra de anclaje no puede ser superior a los valores de la ecuación 25.

$$\begin{aligned} \text{Ec(25)} \quad & 250 < 656,25 \text{ mm} \\ & 150 < 656,25 \text{ mm} \\ & 1/3 \cdot 1009 = 336,3 \text{ mm} < 656,25 \text{ mm} \quad \checkmark \end{aligned}$$

La prolongación del anclaje en un principio es de 937,5 mm. Antes de ver si se necesita patilla o no, debemos tener en cuenta algunos parámetros como son la distancia que queda entre x2 (reacción a la derecha) y el borde del canto de la zapata, menos los 10 cm de hormigón de protección, entonces tenemos:

$$1,725 - 0,821 - 0,1 = 0,804 \text{ m (distancia para anclar disponible)}$$

$$0,937 \text{ m} > 0,804 \text{ m}$$

Tenemos más barra que espacio, por tanto, tenemos que doblar la barra (gancho, patilla 90°):

$$0,937 - 0,804 = 13,3 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

Prolongamos en vertical 15 cm. Cype selecciona barras de anclaje en vertical de 20 cm de longitud.

5.2.2 Placa de anclaje

Las placas de anclaje se deben de dimensionar conforme al CTE DB-SE-A. La sollicitación que tenemos es de flexocompresión con un axil y un momento flector de:

- $N_k = 83,2 \text{ kN}$
- $M_k = 228,39 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- Acero B-400 S, $Y_s = 1,15$
- IPE 360

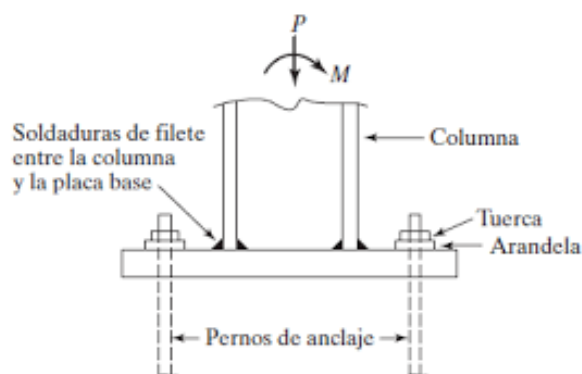


Ilustración 41. Representación de acciones en placa de anclaje (axil y momento)

Dimensiones de la placa

Placa a flexocompresión. La distancia desde el borde de la placa al borde del perfil tiene que ser al menos de 100 mm.

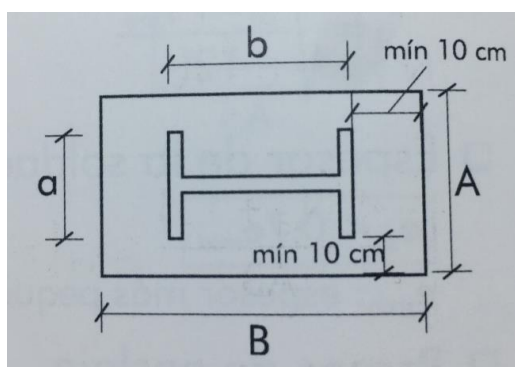


Ilustración 42. Representación de las dimensiones de la placa de anclaje

$$A \geq a + 200 = 170 + 200 = \mathbf{370 \text{ mm}} = 37 \text{ cm}$$

$$B \geq b + 200 = 360 + 200 = \mathbf{560 \text{ mm}} = 56 \text{ cm}$$

Se supone una distribución de tensiones tal que un cuarto de la placa se encuentre comprimido contra la zapata. De esta forma, los pernos están traccionados y se desprecia la contribución de los pernos comprimidos.

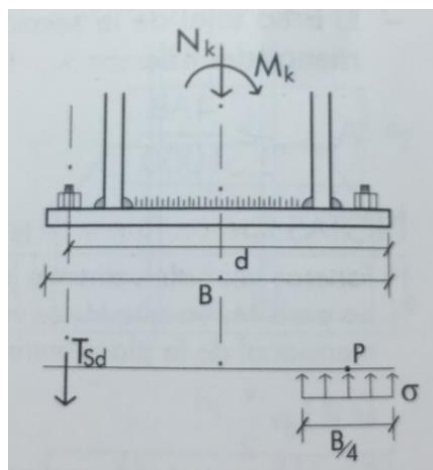


Ilustración 43. Tracción de cálculo en los pernos

Tomando momentos respecto al punto P (centro de volumen de compresiones):

$$T_d = 1,5 \cdot \frac{8 \cdot \left(\frac{e}{B}\right) - 3}{8 \cdot \left(\frac{d}{B}\right) - 1} \cdot N_k \quad \text{Ec. (299)}$$

Siendo:

$$e = \frac{M_k}{N_k} \quad \text{Ec. (30)}$$

Suponiendo que el perno está en la mitad del vuelo, entre el borde del perfil y el borde de la placa de anclaje y como debemos de dejar un mínimo de 10 cm, suponemos entonces 5 cm. Entonces:

$$d = B - 5 = 56 - 5 = 51 \text{ cm}$$

$$\text{Ec(30)} \quad e = \frac{228,4}{83,2} = 2,74 \text{ m} = 274 \text{ cm}$$

$$\text{Ec(29)} \quad T_d = 1,5 \cdot \frac{8 \cdot \left(\frac{274}{56}\right) - 3}{8 \cdot \left(\frac{51}{56}\right) - 1} \cdot 83,2 = 717,6 \text{ kN}$$

5.2.2.1 Área de los pernos

$$\Omega = \frac{T_d}{\frac{f_y}{\gamma_{mo}}} = \frac{717,6 \cdot 10^3}{\frac{400}{1,15}} = 2063,1 \text{ mm}^2 = 20,6 \text{ cm}^2$$

Con el valor $20,6 \text{ cm}^2$ entramos en la tabla de la *Ilustración 37* y obtenemos el número de pernos:

$$20,6 \text{ cm}^2 \rightarrow 5\emptyset 25 (24,545 \text{ cm}^2)$$

Estos son el número de pernos en un lado de la placa, en el otro lado ponemos el mismo número de pernos con el mismo diámetro. En total serían **10 pernos de 25 mm de diámetro**.

5.2.2.2 Dimensiones de la placa

Las dimensiones de la placa deben ser tales que la tensión de contacto no supere la resistencia del hormigón de la base.

$$\frac{4 \cdot (N_{sd} + T_{sd})}{A \cdot B} \leq f_{cd} \quad \text{Ec. (31)}$$

Donde: $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5}$ para un hormigón HA 25; $f_{cd} = 16,6 \text{ N/mm}^2$

$$\text{Ec (31)} \quad \frac{4 \cdot (1,5 \cdot 83,2 + 717,6)}{560 \cdot 370} = 0,0162 \text{ kN/mm}^2 = 16,2 \text{ N/mm}^2$$

$$16,2 < 16,6 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{cumple la solicitudación} \quad \checkmark$$

5.2.2.3 Espesor de la placa

Conocidos A y B, el espesor de la placa es:

$$e = \frac{v}{2,5} \quad \text{Ec. (32)}$$

$$\text{Donde: } v = \frac{560-360}{2} = 100 \text{ mm}$$

Por tanto, el espesor:

$$\text{Ec (32)} \quad e = \frac{100}{2,5} = 40 \text{ mm.}$$

Podemos reducir el espesor colocando cartelas. De hecho, Cype las coloca para reducir el espesor rigidizando aún más el empotramiento.

5.2.2.4 Longitud de anclaje de los pernos

Los pernos se encuentran en posición (I) y suponemos que tiene buena adherencia, luego:

$$\text{Ec(24)} \quad l_{bl} = m \cdot \emptyset^2 \leq \left(\frac{f_{yk}}{20} \right) \cdot \emptyset$$

Donde:

- \emptyset : diámetro de la barra, en mm.
- f_{yk} : límite elástico garantizado del acero, en N/mm^2 .
- L_{bI} : longitud básica de anclaje en posición I, en mm.
- m : coeficiente numérico en función del tipo de acero. Podemos ver los valores la siguiente *Ilustración 39*.

$$m \cdot \emptyset^2 = 1,2 \cdot 25^2 = 750 \text{ mm}$$

$$\left(\frac{f_{yk}}{20}\right) \cdot \emptyset = \frac{400}{20} \cdot 25 = 500 \text{ mm}$$

$$Ec(24) \quad 750 > 500 \text{ mm}$$

La longitud de las barras de anclaje no puede ser inferior a 750 mm.

Este valor de longitud de anclaje neta no puede ser inferior a ninguno de los siguientes casos:

- $10 \cdot \emptyset$
- 150 mm
- $\frac{2}{3} \cdot l_{bI}$

$$Ec(26) \quad l_b = \frac{\emptyset \cdot f_{yk}}{4 \cdot \tau_{bd}}$$

Donde:

$$Ec(27) \quad \tau_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{c,td}$$

$$\eta_1: \text{buena adherencia} = 1$$

$$\eta_2: \text{sí } \emptyset < \emptyset 32 \text{ mm} = 1$$

$$Ec(28) \quad f_{c,td} = \frac{f_{tk}}{\gamma_c}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 0,3 \cdot 25^{\frac{2}{3}} = 2,565 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} = 0,7 \cdot f_{ct,m} = 0,7 \cdot 2,565 = 1,795 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(28) \quad f_{c,td} = \frac{1,795}{1,5} = 1,197 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(27) \quad \tau_{bd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,197 = 2,693 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(26) \quad l_b = \frac{25 \cdot \frac{400}{1,15}}{4 \cdot 2,693} = 807,24 \text{ mm}$$

Por tanto, el valor de la longitud de la barra de anclaje no puede ser superior a los valores de la ecuación 26.

$$Ec(25) \quad \begin{array}{l} 250 < 750 \text{ mm} \\ 150 < 750 \text{ mm} \\ 2/3 \cdot 805,24 = 538,16 \text{ mm} < 750 \text{ mm} \end{array}$$



Los tres valores son inferiores a la longitud de la barra, por tanto, la longitud de las barras de anclajes se prolongarán **750 mm hacia la cimentación**.

5.3 Cálculo de zapata cuadrada “N65”

Al igual que en el aparatado anterior, para el cálculo de la zapata medianera, el procedimiento para determinar la zapata cuadrada con carga centrada es el mismo con la única diferencia de las dimensiones de la zapata, perfil del pilar y el valor de las acciones.

Prescindimos de la armadura superior.

La placa de anclaje dispondrá de cartelas para rigidizar aún más la unión. Dichas cartelas las dimensiones propiamente Cype.

Datos de partida:

- Zapata:
 - Dimensiones: 200 x 200 x 45 cm
 - Hormigón HA-25/B/30/Ila; $Y_c = 1,5$
 - Acero de la cimentación B-500 S, $Y_s = 1,15$
- Pilar: IPE 220
- Acciones:
 - Axil (compresión): $N = 46,1 \text{ kN}$
 - Cortante: $V = 30,6 \text{ kN}$

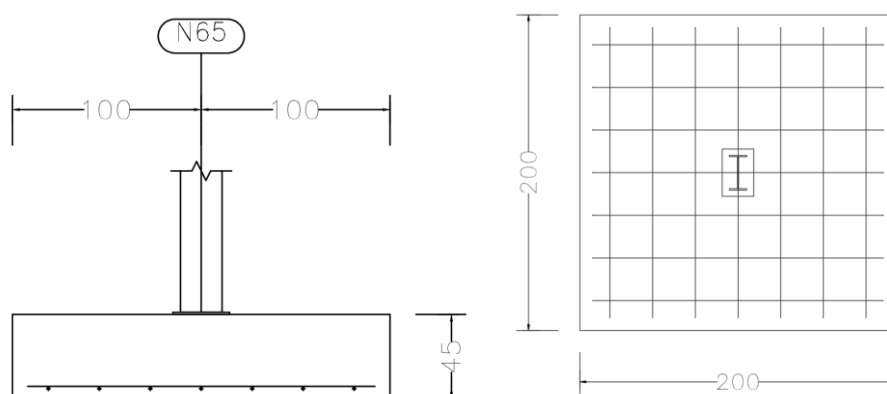


Ilustración 44. Hipótesis de acciones máxima

5.3.1 Cálculo de armadura inferior

Comprobamos si la zapata es rígida o flexible. Para ello debe de realizarse la comprobación:

si $v \geq 2h \rightarrow$ zapata flexible Si $v \leq 2h \rightarrow$ zapata rígida

$$v = 100 - \frac{22}{2} = 89 \text{ cm}$$

$$2 \cdot 45 = 90 \text{ cm}$$

$89 < 90 \text{ cm} \rightarrow$ **zapata rígida**

5.3.1.1 Comprobaciones del CTE DB SE-C (apartado 2.4.2.1)

✓ Comprobación al vuelco

Ec(17) $M(\text{estabilizador}) \geq M(\text{desestabilizador})$

$$(N + P) \cdot \left(\frac{a}{2}\right) \cdot \gamma_E \geq (M + V \cdot h) \cdot \gamma_E'$$

$$P_{zapata} = (2 \cdot 2 \cdot 0,45) \text{ m}^3 \cdot (25) \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35_\gamma = 60,75 \text{ kN}$$

$$M_{est} = (60,75 + 46,1) \frac{2}{2} \cdot 0,9 = 96,16 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{desest} = (30,6 \cdot 0,45) \cdot 1,8 = 24,786 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Ec(17) $96,16 \text{ kN} \cdot \text{m} > 24,786 \text{ kN} \cdot \text{m} \rightarrow$ Cumple comprobación al vuelco ✓

✓ Comprobación al deslizamiento

No necesitamos realizar dicha comprobación, ya que tenemos las zapatas arriostradas mediante vigas de atado.

✓ Comprobamos las tensiones del terreno

$$e = \frac{M}{N} = \frac{0}{46,1} = 0 \text{ m}$$

$$e \geq \frac{a}{6} = \frac{2}{6} = 0,33 \text{ m} > 0 \text{ m} \rightarrow \text{Resultante dentro del tercio central}$$

Las presiones del terreno siguen la Ley de NAVIER.

La tensión en el terreno:


$$\sigma_{t1} = \frac{N}{a \cdot b} + \frac{6 \cdot M}{b \cdot a^2} = \frac{46,1}{2 \cdot 2} + 0 = 11,52 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Ec. (33)}$$

$$\sigma_{t2} = \frac{N}{a \cdot b} - \frac{6 \cdot M}{b \cdot a^2} = \frac{46,1}{2 \cdot 2} - 0 = 11,52 \text{ kN/m}^2$$

Debe cumplirse que:

$$\frac{3 \cdot \sigma_{t1} + \sigma_{t2}}{4} \leq \sigma_{adm,t}$$

$$\frac{3 \cdot 11,52 + 11,52}{4} = 11,52 \text{ kN/m}^2 < 200 \text{ kN/m}^2$$

→ Cumple con las tensiones del terreno 


5.3.1.2 Comprobaciones del EHE-08

Al tratarse de una zapata rígida, no es necesario realizar las comprobaciones a cortante ni punzonamiento.

✓ Comprobación de tensiones

$$Ec(20) \sigma_{k,med} \leq \sigma_{adm}$$


$$\sigma_{k,med} = \frac{N_k}{a \cdot b} = \frac{96,2 + 179,3}{1,9^2} = 76,3 \text{ kN/m}^2$$

Ec(21) $76,3 < 200 \text{ kN/m}^2$ → Cumple la comprobación 

$$Ec(21) \sigma_{k,máx} \leq 1,25 \cdot \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{k,máx} = \frac{N_k}{a \cdot b} \pm \frac{M_k}{\frac{a \cdot b^2}{6}} \geq 0$$

$$\sigma_{k,máx} = \frac{46,1 + 60,75}{2 \cdot 2} \pm 0 = 26,75 \text{ kN/m}^2$$

Ec(21) $26,75 \leq 250 \text{ kN/m}^2$ → Cumple la comprobación 

✓ Dimensionado mediante modelo bielas y tirantes

Mediante el dimensionado comprobamos que la armadura seleccionada por el programa Cype cumple con lo dispuesto en el EHE-08. Lo primero que hacemos es comprobar a que caso como son, las tensiones del terreno bajo la zapata, pertenece la zapata.

CASO 1: soporte a compresión simple

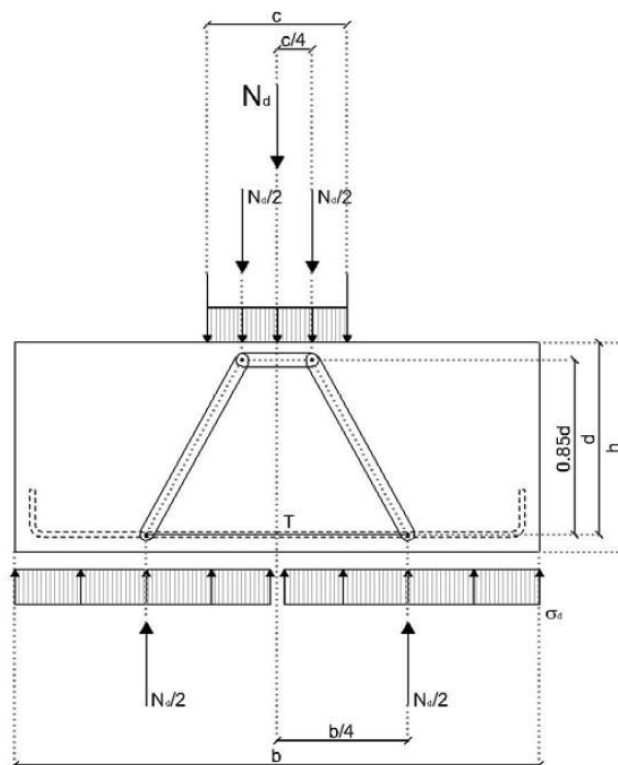


Ilustración 45. Tipo de tensión y dimensionado de armadura inferior mediante bielas y tirantes

$$c = 36 \text{ cm}$$

$$c/4 = 9 \text{ cm}$$

$$b = 200 \text{ cm}$$

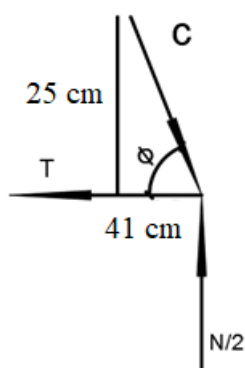
$$b/4 = 50 \text{ cm}$$

r : capa de hormigón de limpieza = 10 cm

$$d = h - r = 45 - (10 + 10) = 25 \text{ cm}$$

$$0,85d = 21,25 \text{ cm}$$

$$b/4 - c/4 = 50 - 9 = 41 \text{ cm}$$



$$\varnothing = \text{actg} * \left(\frac{25}{41}\right) = 31,37^\circ$$

$$\sum F_v = 0; \frac{N}{2} - c \cdot \text{sen}\varnothing = 0; C = \frac{46,1}{\text{sen}(31,37^\circ)} = 44,28 \text{ kN}$$

$$\sum F_h = 0; T - c \cdot \text{cos}\varnothing = 0; T = 44,28 \cdot \text{cos}(31,37^\circ) = 37,8 \text{ kN}$$

$$T_d = A_s \cdot f_{yd} \rightarrow A_s = \frac{37,8}{\frac{50}{1,15}} = 0,87 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Entramos en tabla}$$

SECCIONES en cm² y PESOS

Cualquier tipo de acero

Diámetro Ø (mm)	Peso (kg/m)	SECCIÓN según el número de barras									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0'154	0'196	0'382	0'588	0'784	0'980	1'176	1'372	1'568	1'764	1'960
6	0'222	0'283	0'566	0'849	1'132	1'415	1'698	1'981	2'264	2'547	2'830
8	0'395	0'503	1'006	1'509	2'012	2'515	3'018	3'521	4'024	4'527	5'030
10	0617	0'785	1'570	2'355	3'140	3'925	4'710	5'485	6'280	7'065	7'850
12	0'888	1'131	2'262	3'393	4'524	5'655	6'786	7'917	9'048	10'179	11'310
14	1'208	1'539	3'078	4'617	6'156	7'695	9'234	10'773	12'312	13'851	15'390
16	1'578	2'011	4'022	6'033	8'044	10'055	12'066	14'077	16'088	18'099	20'110
20	2'466	3'142	6'284	9'426	12'568	15'710	18'852	21'994	25'136	28'278	31'420
25	3'853	4'909	9'818	14'727	19'636	24'545	29'454	34'363	39'272	44'181	49'090
32	6'313	8'042	16'084	24'126	32'168	40'210	48'252	56'294	64'336	72'378	80'420
40	9'865	12'566	25'132	37'698	50'264	62'830	75'396	87'962	100'528	113'094	125'660

Ilustración 46. Secciones para cualquier tipo de acero

$$5\emptyset 5\text{mm} (0,98 \text{ cm}^2)$$

Comprobación de la sollicitación a flexión

$$Ec(23) \quad U_s > 0,04 \cdot U_c$$

$$U_s = A_s \cdot f_{yd} = 0,98 \cdot \frac{50}{1,5} = 32,6 \text{ kN}$$

$$U_c = f_{cd} \cdot b \cdot d = 0,04 \cdot \frac{25}{1,5} \cdot 2000 \cdot 350 = 466666 \text{ N} = 466,6 \text{ kN}$$

$$Ec(23) \quad 32,6 \text{ kN} > 466,6 \text{ kN} \rightarrow \text{No cumple} \quad \times$$

Debemos elegir un perfil que cumple la sollicitación a flexión. Para ello utilizamos la tabla de la *Ilustración 38*, capacidad mecánica para aceros B500 S.

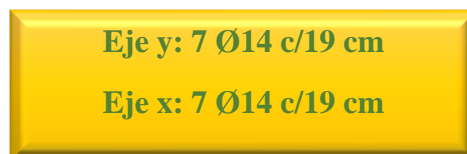
$$\text{Armadura de } 7\emptyset 14 \text{ mm} \rightarrow U_s = 468,51 \text{ kN}$$

$$Ec(23) \quad 468,51 \text{ kN} > 466,6 \text{ kN} \rightarrow \text{Se cumple la sollicitación a flexión.} \quad \checkmark$$

La separación que dejaremos entre la barra de corrugado y el borde de hormigón será de 30 cm por cada lado.

$$\text{Separacion entre barras: } s = \frac{200 - 2 \cdot 30}{7} - 1,4 = 18,6 \text{ cm} \approx \mathbf{19 \text{ cm}}$$

Por tanto, tendremos **7Ø14 mm** en dirección (x, y) de la zapata, ya que es cuadrada. En dirección “x” ponemos mismo diámetros y misma separación.



5.3.1.3 Longitud de anclaje de barras corrugadas

Tanto el armado superior como el inferior se disponen en toda la longitud de la zapata y se anclara con la siguiente longitud:

$$Ec(24) \quad l_{bl} = m \cdot \varnothing^2 \nless \left(\frac{f_{yk}}{20} \right) \cdot \varnothing$$

$$m \cdot \varnothing^2 = 1,5 \cdot 14^2 = 294 \text{ mm}$$

$$\left(\frac{f_{yk}}{20} \right) \cdot \varnothing = \frac{500}{20} \cdot 14 = 350 \text{ mm}$$

$$Ec(24) \quad 294 < 350 \text{ mm}$$

Puede reducirse un 30% al tener barras transversales soldadas: $\beta=0,7$. Este valor se obtiene de la *Ilustración 40*:

$$l_{b,neto} = l_{bl} \cdot \beta \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}} = 294 \cdot 0,7 \cdot 1 = \mathbf{205,8 \text{ mm}}$$

Este valor de longitud de anclaje neto no puede ser inferior a ninguno de los siguientes casos:

- $10 \cdot \varnothing$
- 150 mm
- $\frac{1}{3} \cdot l_{bl}$

$$Ec(26) \quad l_b = \frac{\varnothing \cdot f_{yk}}{4 \cdot \tau_{bd}}$$

Donde:

$$Ec(27) \quad \tau_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{c,td}$$

$$\eta_1: \text{buena adherencia} = 1$$

$$\eta_2: \text{sí } \emptyset < \emptyset 32 \text{ mm} = 1$$

$$Ec(28) \quad f_{c,td} = \frac{f_{tk}}{\gamma_c}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 0,3 \cdot 25^{\frac{2}{3}} = 2,565 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} = 0,7 \cdot f_{ct,m} = 0,7 \cdot 2,565 = 1,795 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(28) \quad f_{c,td} = \frac{1,795}{1,5} = 1,197 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(27) \quad \tau_{bd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,197 = 2,693 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(26) \quad l_b = \frac{14 \cdot \frac{500}{1,15}}{4 \cdot 2,693} = 565 \text{ mm}$$

Por tanto, el valor de la longitud de la barra de anclaje no puede ser superior a los valores de la ecuación 26.

$$Ec(25) \quad \begin{aligned} 140 &< 205,8 \text{ mm} \\ 150 &< 205,8 \text{ mm} \\ 1/3 \cdot 565 &= 188,3 < 205,8 \text{ mm} \end{aligned}$$



La prolongación del anclaje en un principio es de 294 mm. Antes de ver si se necesita patilla o no, debemos tener en cuenta algunos parámetros como son la distancia que queda entre $b/4$ (50 cm) y el borde del canto de la zapata, menos los 10 cm de hormigón de protección, entonces tenemos:

$$1 - 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ m (distancia para anclar disponible)}$$

$$0,4 \text{ m} > 0,294 \text{ m}$$

Tenemos espacio suficiente para una **prolongación de las barras rectas, sin patillas**.

5.3.2 Placa de anclaje

Las placas de anclaje se deben de dimensionar conforme al CTE DB-SE-A. La sollicitación que tenemos es de flexocompresión con un axil y un momento flector de:

- $N_k = 46,1 \text{ kN}$
- IPE 220
- Acero B-400 S, $Y_s = 1,15$

5.3.2.1 Dimensiones de la placa

Placa base a compresión. Tenemos un pilar perfil IPE 220, y para el dimensionado de la placa base se elige imponiendo que la tensión transmitida a la zapata no sea mayor que la resistencia del hormigón:

$$\frac{\gamma_f \cdot N_k}{A \cdot B} \leq f_{cd} \quad \text{Ec. (34)}$$

Donde:

- γ_f : coeficiente de mayoración de las acciones.
- N_k : fuerza axial (compresión).
- $f_{cd} f_c = \frac{f_{ck}}{1,5}$ para un hormigón HA 25; $f_{cd} = 16,6 \frac{N}{mm^2}$

$$\text{Ec (34)} \quad \frac{\gamma_f \cdot N_k}{f_{cd}} = \frac{1,5 \cdot 46,1 \cdot 10^3 N}{16,6 N/mm^2} = 4165,6 mm^2 \leq A \cdot B$$

El área de la placa tiene que ser mayor que 4165,6 mm², y teniendo en cuenta que las dimensiones del perfil IPE 220 son de 220 mm de largo y 110 mm de ancho; elegiremos unas dimensiones de la placa base de:

Largo: 300 mm

Ancho: 200 mm

Con lo que el área es de 6000 mm² > 4165,6 mm².

Para el espesor de la placa hacemos uso de la ecuación 30. El vuelo que tenemos que utilizar para dimensionar el espesor de la placa, será el mayor que tengamos en la placa, siendo los vuelos de:

$$300 - 220 = 80 \rightarrow \frac{80}{2} = 40 mm$$

$$200 - 160 = 40 \rightarrow \frac{40}{2} = 20 mm$$

$$\text{Ec(30)} \quad e = \frac{v}{2,5} = \frac{40}{2,5} = \mathbf{16 mm}$$

5.3.2.2 Área de los pernos

El apoyo articulado está sometido a compresión, se dispone de armadura mínima, aunque no trabaje.

$$\mathbf{4\emptyset 10 mm} \rightarrow (314,16 mm^2)$$

La capacidad mecánica de los pernos tiene que soportar un mínimo del 10% de N_d (cuantía mínima de compresión).

$$U_s = A_s \cdot f_{yd} \geq 0,1 \cdot N_d \rightarrow A_s = \frac{0,1 \cdot 46,1 \cdot 10^3}{\frac{400}{1,15}} = 13,25 \text{ mm}^2$$

$$314,16 \text{ mm}^2 > 13,25 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Cumple}$$



5.3.2.3 Longitud de anclaje de los pernos

Los pernos se encuentran en posición (I) y suponemos que tiene buena adherencia, luego:

$$Ec(24) \quad l_{bl} = m \cdot \varnothing^2 \leq \left(\frac{f_{yk}}{20}\right) \cdot \varnothing$$

$$m \cdot \varnothing^2 = 1,2 \cdot 10^2 = 120 \text{ mm}$$

$$\left(\frac{f_{yk}}{20}\right) \cdot \varnothing = \frac{400}{20} \cdot 10 = 200 \text{ mm}$$

$$Ec(24) \quad 120 < 200 \text{ mm}$$

La longitud de las barras de anclaje no puede ser inferior a 200 mm.

Este valor de longitud de anclaje neta no puede ser inferior a ninguno de los siguientes casos:

- $10 \cdot \varnothing$
- 150 mm
- $\frac{1}{3} \cdot l_{bl}$

$$Ec(26) \quad l_b = \frac{\varnothing \cdot f_{yk}}{4 \cdot \tau_{bd}}$$

Donde:

$$Ec(27) \quad \tau_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{c,td}$$

$$\eta_1: \text{buena adherencia} = 1$$

$$\eta_2: \text{sí } \varnothing < \varnothing 32 \text{ mm} = 1$$

$$Ec(28) \quad f_{c,td} = \frac{f_{tk}}{\gamma_c}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 0,3 \cdot 25^{\frac{2}{3}} = 2,565 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} = 0,7 \cdot f_{ct,m} = 0,7 \cdot 2,565 = 1,795 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(28) \quad f_{c,td} = \frac{1,795}{1,5} = 1,197 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(27) \quad \tau_{bd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,197 = 2,693 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(26) \quad l_b = \frac{10 \cdot \frac{400}{1,15}}{4 \cdot 2,693} = 322,89 \text{ mm}$$

Por tanto, el valor de la longitud de la barra de anclaje no puede ser superior a los valores de la ecuación 26.

$$Ec(25) \quad \begin{aligned} 100 &< 200 \text{ mm} \\ 150 &< 200 \text{ mm} \\ 1/3 \cdot 322,89 &= 107,6 < 200 \text{ mm} \end{aligned}$$



Los tres valores son inferiores a la longitud de la barra, por tanto, la longitud de las barras de **anclajes se prolongarán 200 mm hacia la cimentación.**

6 Uniones Soldadas

En esta sección calcularemos las principales uniones soldadas de la estructura. En la nave nos encontraremos diferentes uniones como pueden ser con refuerzos (cartelas o chapas de refuerzos), o sin refuerzos.

Las diferentes tensiones (normales y tangenciales) que nos podemos encontrar en la sección de la garganta de una unión son las que se pueden observar en la *Ilustración 47*.

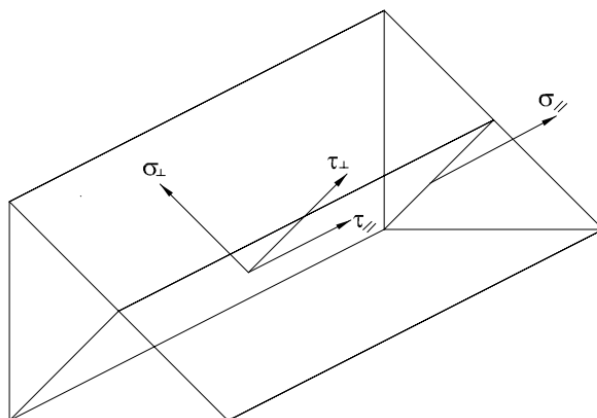


Ilustración 47. Tensiones en la sección de la garganta

Una vez determinada las tensiones que hay en la sección de la garganta, debemos verificar que cumple de acuerdo a la ecuación de Von Mises.

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

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Ec. (35)

Siendo:

- β_w : coeficiente de correlación dado en la *Ilustración 48*
- f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.
- σ_{\perp} : tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
- σ_{\parallel} : tensión normal paralela al eje del cordón. No se tiene en cuenta en cálculos.
- τ_{\perp} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
- τ_{\parallel} : tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Acero	f_u (N/mm ²)	β_w
S 235	360	0,80
S 275	430	0,85
S 355	510	0,90

Ilustración 48. Coeficiente de correlación β_w (tabla 8.1 DB SE-A)

Los valores máximos y mínimos del espesor de la garganta se determinan en función a la tabla de la *Ilustración 49*.

Valores límite de la garganta de una soldadura en ángulo en una unión de fuerza		
Espesor de la pieza (mm)	Garganta a	
	Valor máximo (mm)	Valor mínimo (mm)
4.0- 4.2	2.5	2.5
4.3- 4.9	3	2.5
5.0- 5.6	3.5	2.5
5.7- 6.3	4	2.5
6.4- 7.0	4.5	2.5
7.1- 7.7	5	3
7.8- 8.4	5.5	3
8.5- 9.1	6	3.5
9.2- 9.9	6.5	3.5
10.0-10.6	7	4
10.7-11.3	7.5	4
11.4-12.0	8	4
12.1-12.7	8.5	4.5
12.8-13.4	9	4.5
13.5-14.1	9.5	5
14.2-15.5	10	5
15.6-16.9	11	5.5
17.0-18.3	12	5.5
18.4-19.7	13	6
19.8-21.2	14	6
21.3-22.6	15	6.5
22.7-24.0	16	6.5
24.1-25.4	17	7
25.5-26.8	18	7
26.9-28.2	19	7.5

Ilustración 49. Valores límites de la garganta de una soldadura en ángulo

6.1 Unión Placa-Pilar IPE 360 (tipo 3)

Esta unión está compuesta por rigidizador, el cual se usa para absorber los momentos y cortantes de los esfuerzos sobre la unión del pilar con la placa de anclaje. Las dimensiones del rigidizador y de la placa, han sido dimensionadas por Cype, nosotros realizaremos el cálculo de la soldadura y posteriormente veremos las diferencias que haya con los realizados por el programa.

- Rigidizador: (650x200x9) mm
- Placa: (450x650x22) mm
- IPE 360
- Esfuerzos:
 - $V_y = 57,31 \text{ kN}$
 - $M_x = 207,18 \text{ kN}\cdot\text{m}$

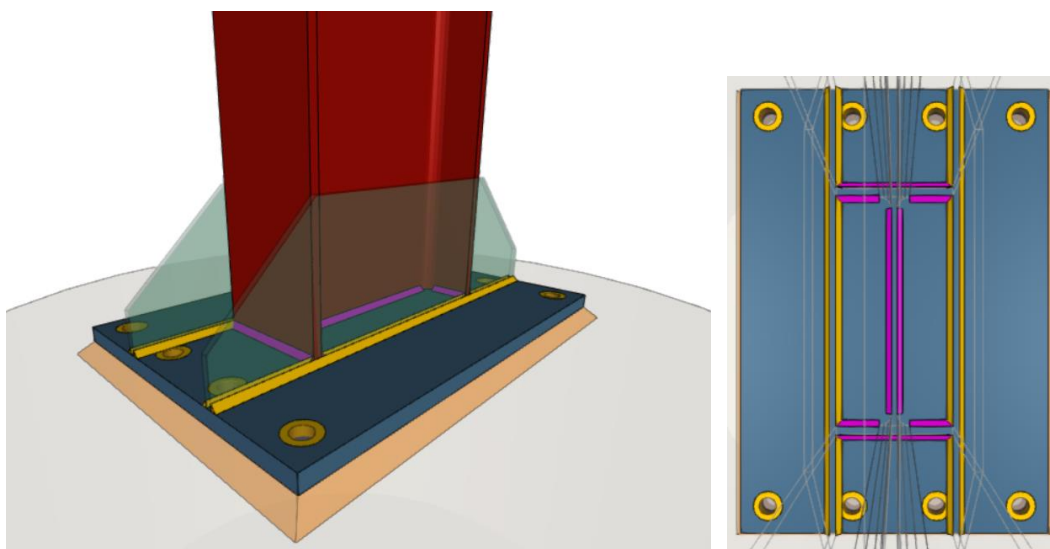


Ilustración 50. Unión Pilar-placa. (tipo 3)

Unión Rigidizador-placa

espesor mínimo $\rightarrow e = 9 \text{ mm}$; $a_{\text{máx}} = 6 \text{ mm}$; $a_{\text{mín}} = 3,5 \text{ mm}$

$a = 5 \text{ mm}$ $l_{\text{cordón}} = \text{largo de la placa} = 650 \text{ mm}$

$$V_y = 2 \cdot P \rightarrow P = \frac{V_y}{2} = \frac{57,31}{2} = 28,65 \text{ kN}$$

$$\tau_{ll} = \frac{P}{a \cdot l} = \frac{28,65 \cdot 10^3}{5 \cdot 650} = 8,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{430}{0,85 \cdot 1,25} = 404,7 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(35) \sigma_{co} = \sqrt{3 \cdot (\tau_{ll}^2)} = \sqrt{3 \cdot 8,81^2} = 15,27 \text{ N/mm}^2 < 404,7 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Unión del alma

espesor mínimo $\rightarrow e = 8 \text{ mm}$; $a_{\text{máx}} = 5,5 \text{ mm}$; $a_{\text{mín}} = 3 \text{ mm}$

$$a = 5 \text{ mm} \quad l_{\text{cordón}} = 2 \cdot 298 = 596 \text{ mm}$$

$$V_y = 57,31 \text{ kN}$$

$$\tau_{ll} = \frac{P}{a \cdot l} = \frac{57,31 \cdot 10^3}{5 \cdot 596} = 19,23 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(35) \quad \sigma_{co} = \sqrt{3 \cdot (\tau_{ll}^2)} = \sqrt{3 \cdot 19,23^2} = 33,31 \text{ N/mm}^2 < 404,7 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Unión Ala-alma (momento)

Estos cordones están sometidos al momento flector del eje “y”. Esto provoca que el cordón de cada ala debe soportar una fuerza que forman un momento que contrarresta el momento flector. Como vemos en la *Ilustración 51*, en el diagrama de cortantes del perfil, el cortante aumenta a medida que nos alejamos del centro de la pieza, lo que quiere decir que la tensión que determinemos en el ala del pilar será el que usemos para la comprobación de la soldadura.

Para determinar la tensión en el plano abatido de la soldadura (*Ilustración 52*), necesitamos determinar el momento de inercia sumados a los cordones de soldadura, para lo cual realizaremos el teorema de Steiner o ejes paralelos.

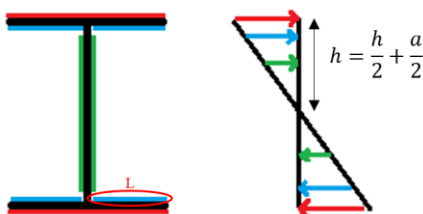


Ilustración 51. Representación de los tipos de soldadura y el diagrama de cortantes en perfil IPE

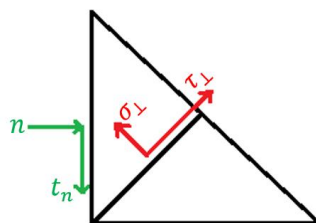


Ilustración 52. Tensiones en plano de la garganta y en plano abatido

Ec. (36)

$$n = \frac{\sigma + \tau}{\sqrt{2}}$$

$$t = \frac{-\sigma + \tau}{\sqrt{2}}$$

ala – placa: espesor mínimo $\rightarrow e = 12,7 \text{ mm}; a_{m\acute{a}x} = 8,5 \text{ mm}; a_{m\acute{i}n} = 4,5 \text{ mm}$
 $a = 6,5 \text{ mm}$

alma – placa: espesor mínimo $\rightarrow e = 8 \text{ mm}; a_{m\acute{a}x} = 5,5 \text{ mm}; a_{m\acute{i}n} = 3 \text{ mm}$
 $a = 5 \text{ mm}$

$$n = \frac{M}{W} = \frac{M}{\frac{I_x}{d}}$$

$$L_{\frac{1}{2}ala} = \frac{170 - 8 - 2 \cdot 18}{2} = 63 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_x &= I'_x + A \cdot y_g^2 \\ &= 2 \cdot \left(\frac{170 \cdot 6,5^3}{12} + 170 \cdot 6,5 \cdot \left(180 + \frac{6,5}{2} \right)^2 \right) + 4 \\ &\quad \cdot \left(\frac{63 \cdot 6,5^3}{12} + 63 \cdot 6,5 \cdot (167,3 + 3,25)^2 \right) + \frac{2 \cdot 5 \cdot 298^3}{12} \\ &= 140,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$W = \frac{I_x}{d} = \frac{140,3 \cdot 10^6}{180 + 3,25} = 765959,6 \text{ mm}^3$$

$$n = \frac{M}{W} = \frac{207,18 \cdot 10^6}{765959,6} = 270,5 \text{ N/mm}^2$$

$t_n = 0 \rightarrow$ se supone que la cortante lo absorbe el cordón del alma

$$\begin{aligned} t_a &= 0 \\ \sigma_{\perp} &= \frac{n + t}{\sqrt{2}} = \frac{270,5}{\sqrt{2}} = 191,26 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{\perp} &= \frac{-n + t}{\sqrt{2}} = \frac{-270,5}{\sqrt{2}} = -191,26 \text{ N/mm}^2 \\ 191,26 &\leq \frac{430}{1,25} = 344 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark \end{aligned}$$

$$Ec(35) \sigma_{co} = \sqrt{191,26^2 + 3 \cdot (-191,26^2)} = 382,5 < 404,7 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

6.2 Unión Placa-Dintel IPE 300 (tipo 26)

Para la unión entre los dinteles del pórtico se hace a través de una placa de unión. Los perfiles IPE 300 van soldados por cada cara de la placa; las dimensiones y espesor de esta son determinados por el programa. Sobre la unión actúan fuerzas cortantes y momento flector, por lo que el cálculo será similar al anterior.

Los valores de los esfuerzos que actúan en la unión (cortante y momento flector), son extraídos de Cype y a partir de ellos dimensionaremos la unión soldada.

- Placa: (175x330x11) mm

- IPE 300
- Esfuerzos:
 - $V_y = 22,45 \text{ kN}$
 - $M_y = 73,84 \text{ kN}\cdot\text{m}$

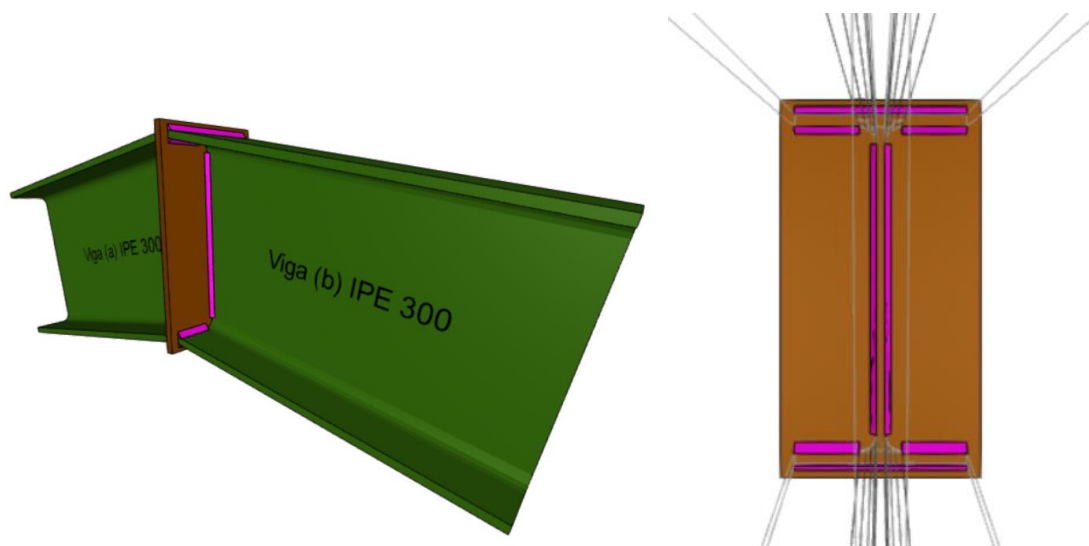


Ilustración 53. Unión entre dinteles (tipo 8)

Unión alma (cortante)

espesor mínimo $\rightarrow e = 7,1 \text{ mm}$; $a_{\text{máx}} = 5 \text{ mm}$; $a_{\text{mín}} = 3 \text{ mm}$

$$a = 4 \text{ mm} \quad l_{\text{cordón}} = 2 \cdot 248 = 496 \text{ mm}$$

$$V_y = 22,45 \text{ kN}$$

$$\tau_{ll} = \frac{P}{a \cdot l} = \frac{22,45 \cdot 10^3}{4 \cdot 496} = 11,31 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(35) \sigma_{co} = \sqrt{3 \cdot (\tau_{ll}^2)} = \sqrt{3 \cdot 11,31^2} = 19,6 < 404,7 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Unión Ala-alma (momento)

Para esta unión, el dibujo del tipo de soldadura es igual que el de la *Ilustración 51*, y las tensiones tanto en el plano de la garganta como en el plano abatido son las mismas que en la *Ilustración 52*, las tensiones podemos determinarlas por medio de la *ecuación 36*.

ala – placa: espesor mínimo $\rightarrow e = 10,7 \text{ mm}$; $a_{\text{máx}} = 7,5 \text{ mm}$; $a_{\text{mín}} = 4 \text{ mm}$

$$a = 6 \text{ mm}$$

alma – placa: espesor mínimo $\rightarrow e = 7,1 \text{ mm}$; $a_{\text{máx}} = 5 \text{ mm}$; $a_{\text{mín}} = 3 \text{ mm}$

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$n = \frac{M}{W} = \frac{M}{\frac{I_x}{d}}$$

$$L_{\frac{1}{2}ala} = \frac{150 - 7,1 - 2 \cdot 15}{2} = 56,45 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_x &= I'_x + A \cdot y_g^2 \\ &= 2 \cdot \left(\frac{150 \cdot 6^3}{12} + 150 \cdot 6 \cdot \left(150 + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + 4 \\ &\quad \cdot \left(\frac{56,45 \cdot 6^3}{12} + 56,45 \cdot 6 \cdot \left(139,3 - \frac{6}{2} \right)^2 \right) + \frac{2 \cdot 4 \cdot 248^3}{12} \\ &= 77,48 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$W = \frac{I_x}{d} = \frac{77,48 \cdot 10^6}{150 + 3} = 506427,32 \text{ mm}^3$$

$$n = \frac{M}{W} = \frac{207,18 \cdot 10^6}{506427,32} = 145,8 \text{ N/mm}^2$$

$$t_n = 0$$

$$t_a = 0$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{n + t}{\sqrt{2}} = \frac{145,8}{\sqrt{2}} = 103,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{-n + t}{\sqrt{2}} = \frac{-145,8}{\sqrt{2}} = -103,1 \text{ N/mm}^2$$

$$103,1 \leq \frac{430}{1,25} = 344 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

$$Ec(35) \sigma_{co} = \sqrt{103,1^2 + 3 \cdot (-103,1^2)} = 206,2 < 404,7 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

6.3 Unión dintel- Pilar (tipo 24)

En el caso de la unión entre el dintel y el pilar, es que disponemos de cartelas. El cálculo se hace de la misma manera que los anteriores, salvo que en este caso debemos de tener en cuenta la sección de la cartela.

Tanto el dibujo del diagrama de cortantes “*Ilustración 51*” con las ecuaciones para determinar las tensiones en el plano de la garganta y el plano abatido “*ecuación 53*” son las mismas. La única diferencia es, que para dicho calculo contamos con dos perfiles.

- Placa: ala de pilar IPE 360
- IPE 300 (dintel)
- Esfuerzos:
 - $V_y = 57,26 \text{ kN}$
 - $M_y = 212,41 \text{ kN}\cdot\text{m}$

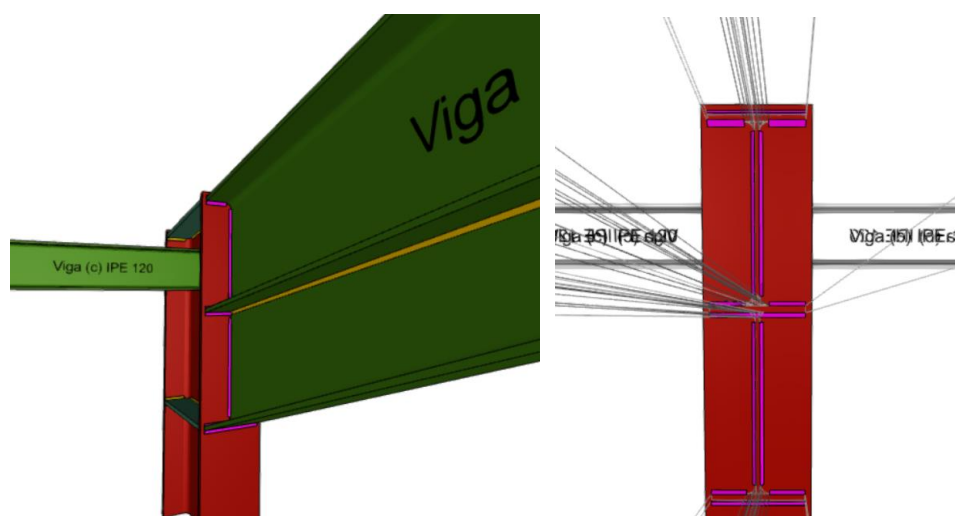


Ilustración 1. Unión entre Pilar y dintel con cartela (tipo 30)

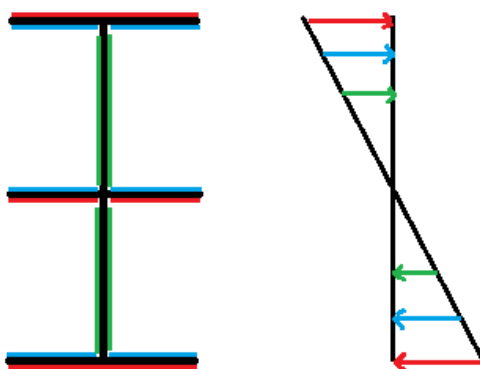


Ilustración 2. Tipos de soldadura y diagrama de cortantes

Unión alma (cortante)

espesor mínimo $\rightarrow e = 7,1 \text{ mm}$; $a_{\text{máx}} = 5 \text{ mm}$; $a_{\text{mín}} = 3 \text{ mm}$

$$a = 4 \text{ mm} \quad l_{\text{cordón}} = 4 \cdot 248 = 992 \text{ mm}$$

$$V_y = 57,26 \text{ kN}$$

$$\tau_{ll} = \frac{P}{a \cdot l} = \frac{57,26 \cdot 10^3}{4 \cdot 992} = 14,43 \text{ N/mm}^2$$

$$Ec(35) \sigma_{co} = \sqrt{3 \cdot (\tau_{ll}^2)} = \sqrt{3 \cdot 14,43^2} = 25 < 404,7 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Unión Ala-alma (momento)

Para esta unión, el dibujo del tipo de soldadura es igual que el de la *Ilustración 51*, y las tensiones tanto en el plano de la garganta como en el plano abatido son las mismas que en la *Ilustración 52*, las tensiones podemos determinarlas por medio de la *ecuación 36*.

ala – placa: espesor mínimo $\rightarrow e = 10,7 \text{ mm}$; $a_{\text{máx}} = 7,5 \text{ mm}$; $a_{\text{mín}} = 4 \text{ mm}$

$$a = 6 \text{ mm}$$

alma – placa: espesor mínimo $\rightarrow e = 7,1 \text{ mm}$; $a_{\text{máx}} = 5 \text{ mm}$; $a_{\text{mín}} = 3 \text{ mm}$

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$n = \frac{M}{W} = \frac{M}{\frac{I_x}{d}}$$

$$L_{\frac{1}{2}\text{ala}} = \frac{150 - 7,1 - 2 \cdot 15}{2} = 56,45 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} I_x &= I'_x + A \cdot y_g^2 \\ &= 2 \cdot \left(\frac{150 \cdot 6^3}{12} + 150 \cdot 6 \cdot \left(150 + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + 4 \\ &\quad \cdot \left(\frac{56,45 \cdot 6^3}{12} + 56,45 \cdot 6 \cdot \left(10,7 + \frac{6}{2} \right)^2 \right) + 4 \\ &\quad \cdot \left(\frac{56,45 \cdot 6^3}{12} + 56,45 \cdot 6 \cdot \left(343,95 - \frac{6}{2} \right)^2 \right) + 4 \\ &\quad \cdot \left(\frac{4 \cdot 248^3}{12} + 4 \cdot 248 \cdot (174,65)^2 \right) = 522,25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$W = \frac{I_x}{d} = \frac{522,25 \cdot 10^6}{354,65 + 3} = 1460231,3 \text{ mm}^3$$

$$n = \frac{M}{W} = \frac{212,41 \cdot 10^6}{1460231,3} = 145,46 \text{ N/mm}^2$$

$$t_n = 0$$

$$t_a = 0$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{n + t}{\sqrt{2}} = \frac{145,46}{\sqrt{2}} = 102,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{-n + t}{\sqrt{2}} = \frac{-145,46}{\sqrt{2}} = -102,85 \text{ N/mm}^2$$

$$102,85 \leq \frac{430}{1,25} = 344 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

$$Ec(35) \sigma_{co} = \sqrt{102,85^2 + 3 \cdot (-102,85^2)} = 205,7 < 404,7 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

6.4 Unión pilar-Vigas de atado (tipo 24)

Las vigas de atado simplemente valen para “coser” los pórticos. El tipo de unión es articulada y solamente actúan en ella esfuerzos cortantes, compresión y tracción. Con los

valores de los esfuerzos obtenidos por Cype vemos que los esfuerzos cortantes y tracciones son los que usemos para la verificación, ya que no tenemos compresión.

F_x : Esfuerzo solicitante en la dirección x
 F_y : Esfuerzo solicitante en la dirección y
 F_z : Esfuerzo solicitante en la dirección z

F_x : $\frac{36,74}{1}$ kN
 F_y : $\frac{0,00}{1}$ kN
 F_z : $\frac{-0,20}{1}$ kN

Ilustración 54. Esfuerzos Cype para dimensionado de unión

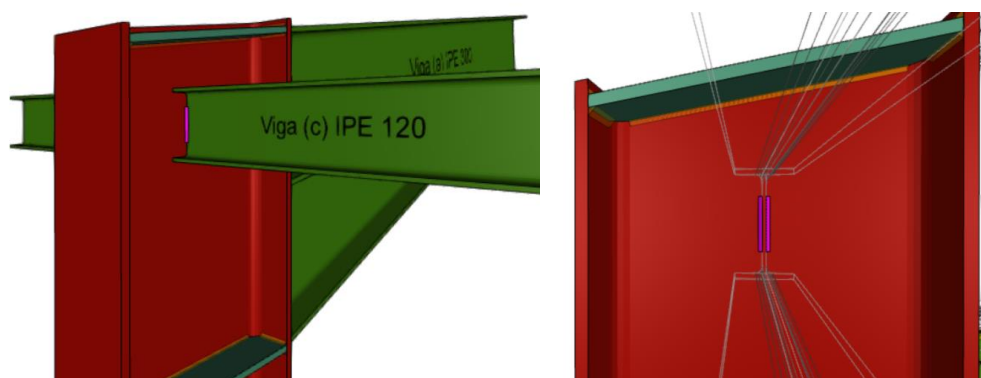


Ilustración 55. Unión articulada de vigas de acero

espesor mínimo $\rightarrow e = 4,4 \text{ mm}$; $a_{\text{máx}} = 3 \text{ mm}$; $a_{\text{mín}} = 2,5 \text{ mm}$

$$a = 3 \text{ mm} \quad l_{\frac{2}{3}alma} = 2 \cdot 92 = 60,7 \text{ mm}$$

$$\tau_{ll} = \frac{P}{a \cdot l} = \frac{0,2 \cdot 10^3}{3 \cdot (60,7 \cdot 2)} = 0,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2} \cdot P}{2 \cdot a \cdot L} = \frac{\sqrt{2} \cdot 36,74 \cdot 10^3}{2 \cdot 3 \cdot (60,7 \cdot 2)} = 72,16 \text{ N/mm}^2$$

$$72,16 \leq \frac{430}{1,25} = 344 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

$$Ec(35) \quad \sigma_{co} = \sqrt{72,16^2 + 3 \cdot 72,16^2} = 144,32 < 404,7 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Resistencia de la sección soldada

$$\sigma_{co} = \sqrt{\left(\frac{F_x}{A}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{F_y}{A}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{F_z}{A}\right)^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{Mo}} \quad Ec. (37)$$

$$\frac{f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{275}{1,05} = 261,9 \text{ N/mm}^2$$

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

$$A = a \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot l_{alma} = 3 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 92 = 260 \text{ mm}^2$$

$$Ec(37) \sigma_{co} = \sqrt{\left(\frac{36,74 \cdot 10^3}{260}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{0,2 \cdot 10^3}{260}\right)^2} = 141,3 < 261,9 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

6.5 Unión Pilar hastial-placa (tipo 5)

Los pilares hastiales están articulados en su base, por tanto, no hay momento y el cordón de soldadura será 2/3 del alma del pilar.

- Placa de anclaje: $e = 11 \text{ mm}$
- Pilar: IPE 220
- Esfuerzos:
 - $N_{ed} = -94,6 \text{ kN}$
 - $V_z = -10,8 \text{ kN}\cdot\text{m}$

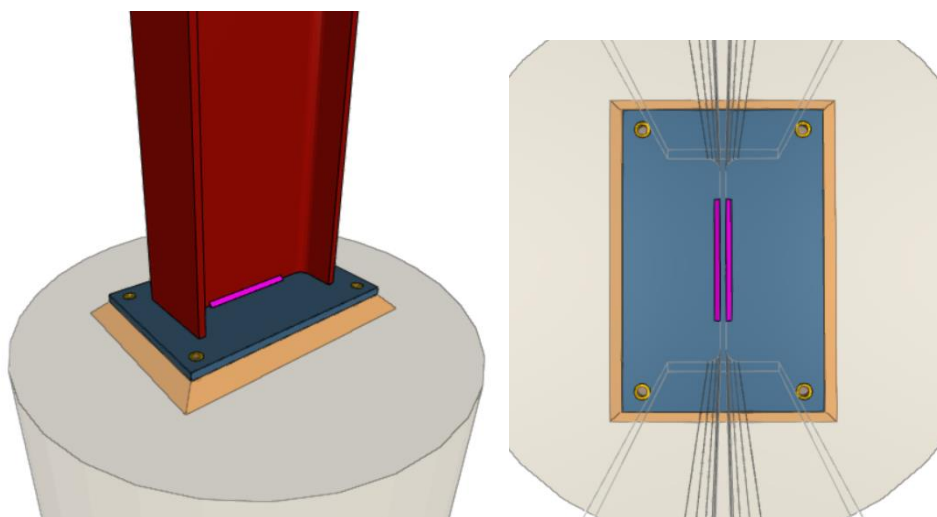


Ilustración 56. Unión articulada pilares hastiales-Placa (tipo 5)

espesor mínimo $\rightarrow e = 5,9 \text{ mm}$; $a_{m\acute{a}x} = 4 \text{ mm}$; $a_{m\acute{i}n} = 2,5 \text{ mm}$

$$a = 4 \text{ mm} \quad l_{\frac{2}{3} \text{ alma}} = \frac{2}{3} \cdot 178 = 118,6 \text{ mm}$$

$$\tau_{II} = \frac{P}{a \cdot l} = \frac{10,8 \cdot 10^3}{4 \cdot (118,6 \cdot 2)} = 11,49 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sqrt{2} \cdot P}{2 \cdot a \cdot L} = \frac{\sqrt{2} \cdot 94,6 \cdot 10^3}{2 \cdot 4 \cdot (118,6 \cdot 2)} = 70,1 \text{ N/mm}^2$$

$$70,1 \leq \frac{430}{1,25} = 344 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

$$Ec(35) \sigma_{co} = \sqrt{70,1^2 + 3 \cdot (72,16^2 + 11,49^2)} = 141,6 < 404,7 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

7 Referencias

1. Código técnico de la edificación CTE. (2010). *Catálogo de elementos constructivos [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/index.html>
2. CTE DB SE-A. (2009). *Seguridad estructural. Acero [Archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/>
3. CTE DB SE-AE. (2009). *Seguridad Estructural. Acciones en la edificación [Archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/>
4. CTE DB SE-C. (2008). *Documento Básico. Seguridad Estructural Cimientos [archivo PDF]*.
5. *Documentos CTE*. (n.d.). Retrieved March 15, 2022, from <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/DocumentosCTE.html>
6. EHE-08. (2008). *Instrucción de Hormigón Estructural*.
7. *Precio Panel Sandwich Cubierta - Panel Sandwich*. (n.d.). Retrieved April 28, 2022, from <https://www.panelsandwich.com/categoria/panel-sandwich-cubierta/>
8. *Sección transversal del Panel 3 Grecas Detalles de montaje del Panel 3 Grecas [Archivo PDF]*. (2021). <https://www.panelsandwich.com/producto/panel-sandwich-3-grecas/>
9. *Seguridad Estructural*. (n.d.). Retrieved January 27, 2022, from <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadEstructural.html>
10. Apuntes de la asignatura del profesor Mario Matas Hernández, Cálculo de estructuras.

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

**ANEXO III:
COMPARACIÓN
ANALÍTICO-CYPE**

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	3
2. ESTRUCTURA METÁLICA PRINCIPAL	3
2.1 COEFICIENTES Y VALORES DE CÁLCULOS	3
2.2 DIMENSIONAMIENTO DE CORREAS	3
2.3 DIMENSIONADO DEL PÓRTICO.....	5
2.4 DINTELES.....	7
2.5 PILARES	9
3. CIMENTACIÓN	13
3.1 ZAPATA RECTANGULAR EXCÉNTRICA	13
3.1.1 Placa de anclaje	14
3.2 ZAPATA CUADRADA CENTRADA	15
3.2.1 Placa de anclaje	16
4. UNIONES.....	17
4.1 UNIÓN PLACA-PILAR IPE 360	17
4.2 UNIÓN DINTEL-PLACA-DINTEL.....	18
4.3 UNIÓN DINTEL-PILAR.....	19
5. DIAGRAMA DE CORTANTES Y MOMENTOS FLECTORES.....	21
5.1 MOMENTOS FLECTORES.....	21
5.2 CORTANTES	22
5.3 DIAGRAMA DE DEFORMACIONES Y TRACCIONES.....	23
6. LISTADO DE MEDICIONES	24
6.1 ESTRUCTURA	24
6.1.1 Geometría	24
6.1.2 Uniones.....	25
6.2 CIMENTACIÓN.....	27
6.2.1 Resumen de cimentación.....	29

1. Antecedentes

Una vez determinado el cálculo analítico de la estructura, en este anexo vamos a realizar el cálculo de la estructura mediante el programa Cype. Posteriormente verificaremos, mediante tablas, y compararemos los cálculos realizados manualmente con los que nos arroja el programa.

Tendremos resultados que difieren del calculado manualmente con Cype en cuanto a valores de acciones (normales, cortantes, momentos etc.), ya que Cype realiza muchísimas más comprobaciones que los determinados de manera analítica. Nosotros, para el cálculo analítico, el cálculo lo hacemos de una manera simplificada; mientras que Cype, realiza los cálculo de manera matricial y utiliza muchas más variables.

2. Estructura Metálica principal

2.1 Coeficientes y Valores de cálculos

Tabla 1. Valores de cálculos usados por Cype y analítico

Datos para Cálculos	Valores de Cype	Valores Analíticos
Altitud de Estructura (msnm)	465	465
Coef. seguridad peso propio	1,35	1,35
Coef. de seguridad	1,5	1,5
Simultaneidad	Mantenimiento	Mantenimiento
Coef. simult. (Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2)	0; 0; 0	0; 0; 0
Coef. simult. Viento (Ψ_0, Ψ_1)	0,6; 0,5	0,6; 0,5
Coef. simult. Nieve (Ψ_0, Ψ_1)	0,5; 0,2	0,5; 0,2
γ_{M0} (ELU)	1,05	1,05
γ_{M1} (ELU)	1,05	1,05
γ_{M2} (ELU)	1,25	1,25

2.2 Dimensionamiento de Correas

Para el dimensionamiento de las correas, hemos utilizado perfiles IPE. Con el generador de pórticos podemos determinar el perfil de tres formas diferentes:

1. Eligiendo nosotros el perfil (el programa selecciona la distancia óptima para ese perfil).
2. Seleccionando distancia entre correas (el programa selecciona el perfil en función a esa distancia)
3. Tipo de acero (seleccionando una calidad de acero, el programa dimensiona el perfil correspondiente).

El número de vanos para cada correa es de 2 vanos con tres apoyos, por lo que para calcularlo de manera analítica se realiza por medio de la ecuación de los tres momentos o mediante las fórmulas para “viga continua de dos tramos iguales apoyada por sus extremos con carga uniformemente distribuida”

Para determinar el perfil de forma analítica usamos la acción más desfavorable de viento a presión o succión más nieve; Cype en cambio usa la combinación que considere más

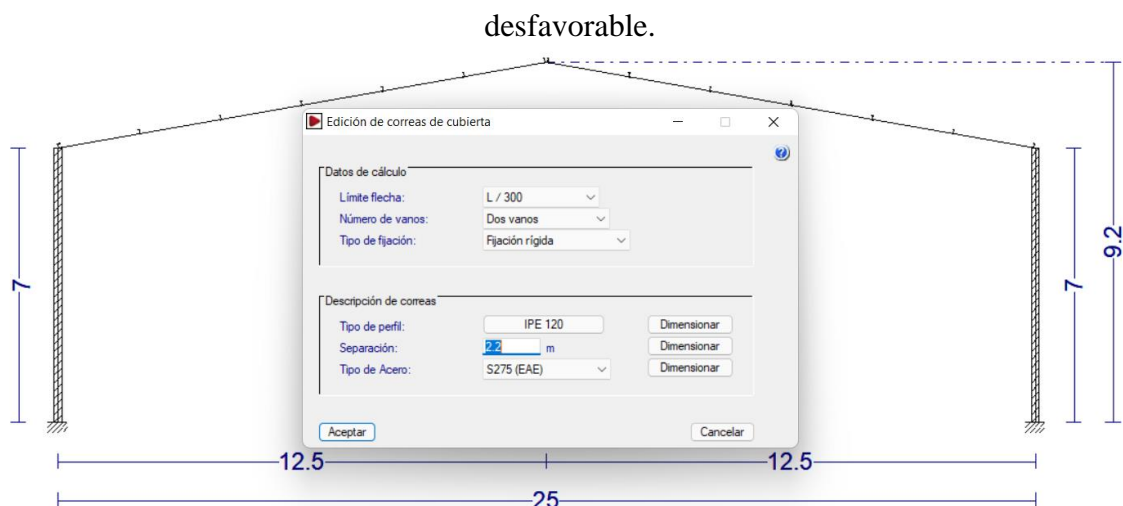


Ilustración 1. Pórtico “generador de pórticos” y dimensionado de correas

A continuación, podremos ver los valores determinados de manera analítica y los determinados por Cype:

Tabla 2. Comparación de valores en correas determinados en Cype y analítica

Datos para Cálculos	Valores de Cype	Valores Analíticos
Longitud de correa (m)	10	10
Tipo de apoyo	3 apoyos (2 vanos)	3 apoyos (2 vanos)
Límite elástico (MPa)	275	275
M_{yEd} (kN·m)	9,73	7,4
Tipo de sección	1	1
Resistencia a la flexión “y”	0,612	0,71
Resistencia a la flexión “z”	Sin momento flector	Sin momento flector
% aprovechamiento (flecha)	82,24	81,6
Flecha máxima (mm)	13,65	13,6
Perfil seleccionado	IPE 120	IPE 100

Como se puede observar en la *tabla 2*, mediante el cálculo con Cype obtenemos un perfil IPE 120 y de manera analítica un IPE 100. Esta diferencia es debida a que Cype utiliza más variables para determinar las acciones, obteniendo un momento flector algo mayor. Al tener una sección mayor “IPE 120”, el aprovechamiento de la barra será menor y también la flecha.

El valor de la flecha límite es de $L/300$, siendo L la distancia entre vanos. Como el valor de L es de 5000 mm, el valor de la flecha límite es de 16,6 mm. Observando la tabla vemos que ambos valores son inferiores a la flecha límite, por tanto, el perfil escogido para ambos casos es válido.

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 82.24 %

Ilustración 2. Aprovechamiento de flecha en Cype

Resistencia a flexión eje Y (EAE 2011, Artículo 34.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

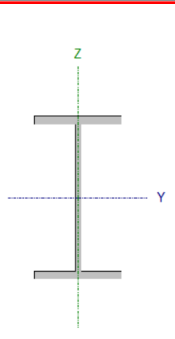
η : **0.612** ✓

Ilustración 3. Resistencia a flexión eje Y en Cype

Barra pésima en cubierta

Perfil: IPE 120
Material: S275 (EAE)

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas			
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
Inicial: 1.083, 45.000, 7.191 Final: 1.083, 40.000, 7.191	5.000	13.20	318.00	27.70	1.69
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme					
Pandeo		Pandeo lateral			
Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
L _x	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁	-		1.000		
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _x : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico					



Barra	COMPROBACIONES(EAE2011)															Estado
	i	λ _{cr}	N _{cr}	N _{cr}	M _{cr}	M _{cr}	V _{cr}	M _{cr}	M _{cr}	N _{cr}	N _{cr}	N _{cr}	M _{cr}	M _{cr}	M _{cr}	
Resima encubierta	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m λ _{cr} ≤ λ _{limite} Cumple	N _{cr} = 0,00 N.P. ⁽²⁾	N _{cr} = 0,00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m η = 61.2	M _{cr} = 0,00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 10.2	V _{cr} = 0,00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	M _{cr} = 0,00 N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 61.2

Ilustración 4. Correa selecciona por Cype en “generador de pórticos”

2.3 Dimensionado del pórtico

Para determinar el cálculo del pórtico, primero tenemos que determinar las acciones más desfavorables tanto para los dinteles como para los pilares de acuerdo al DB SE-AE. Una calculadas las acciones más desfavorables, y sobre un primer predimensionado tanto de pilares como de dinteles, calculamos las acciones (momentos, cortantes, tracciones, compresiones) del pórtico. Con los valores determinados, verificamos si cumplen los perfiles elegidos tanto en sección como en barra de acuerdo a lo establecido en el DB SE-A.

Para determinar los perfiles mediante Cype, tenemos que exportar desde el “Generador de Pórtico” a “Cype 3D” el pórtico que hemos elegido y las dimensiones delo mismo. Una vez en Cype 3D, tenemos que seguir diseñando la estructura e introduciendo parámetros como, por ejemplo:

- Límites de flecha (relativas o absolutas)
- Pandeo y pandeos lateral
- Articular y empotrar extremos

- Tipo de uniones
- Descripción y disposición de las barras
- Etc.

Cuando hayamos finalizado el diseño, calculamos la estructura y vemos que los perfiles cumplen o no, con la opción “comprobar elementos” podemos visualizar si el perfil seleccionado es válido o no.

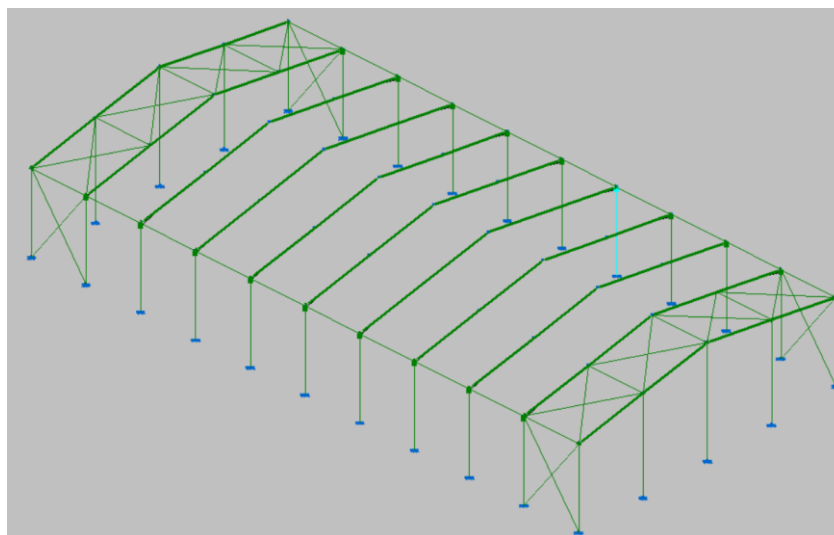


Ilustración 5. Estructura calculada y con perfiles seleccionados válidos (color verde)

A continuación, veremos en las siguiente tablas la comparación de los resultados obtenidos de manera analítica y mediante Cype 3D para el pórtico, pilares y dinteles.

Tabla 3. Datos analíticos Vs Cype (pórtico tipo)

Datos para Cálculo	Valores de Cype	Valores analíticos
Longitud del pilar	7 m	7 m
Longitud del dintel	12,69 m	12,69 m
Acciones sobre pilar	-3,6 kN/m	-4,9 kN/m
Acciones sobre dintel	-3,778 kN/m	-5,372 kN/m
Relación de inercia (pilar)	1	1
Relación de inercia (Dintel)	1,96	1,96
Límite Elástico	275 MPa	275 MPa
Perfil Pilar	IPE 360	IPE 360
Perfil dintel	IPE 300	IPE 330
Área utilizada del pilar	7270 mm ²	7270 mm ²
Área utilizada del dintel	5380 mm ²	6260 mm ²

Como podemos observar en los valores comparativos de las tablas, los resultados son próximos para ambos casos, sin embargo, podemos ver que el perfil seleccionado en el caso de Cype es menor que el seleccionado mediante el cálculo analítico. Esto se debe a la colocación

de cartelas para rigidizar el nudo Pilar-dintel; con la colocación de la cartela lo que hacemos es “aumentar solamente” el perfil donde los momentos y cortantes son mayores, consiguiendo perfiles menores que si no las colocamos (como el caso del cálculo analítico) ahorrando a su vez en kg de acero y dinero.

Comprobación del ahorro:

Sin cartelas:

- Precio del kg del acero 1,44 €/kg aprox.
- Peso del perfil IPE 330: 49,1 kg/m.
- Longitud del dintel: 12,69 m.
- Número de dinteles: 18

$$1,44 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 49,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 12,69 \text{ m} \cdot 18 (\text{dinteles}) = 16150,2 \text{ €}$$

Con cartelas:

- Precio del kg del acero 1,44 €/kg aprox.
- Peso del perfil IPE 300: 42,2 kg/m.
- Longitud del dintel: 12,69 m.
- Número de dinteles: 18
- Longitud de cartela: 2 m (las cartelas son perfiles cortados en “cuña” por la mitad), por lo que para el cálculo contaremos 9 cartelas.

$$1,44 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 42,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 12,69 \text{ m} \cdot 18 (\text{dinteles}) = 13880,6 \text{ €}$$

$$1,44 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 42,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 2 \text{ m} \cdot 9 (\text{cartelas}) = 1093,8 \text{ €}$$

➤ Ahorramos:

$$16150,2 - (13880,6 + 1093,8) = \mathbf{1175,7 \text{ €}}$$

Ahorro de 1175,7 € simplemente con la colocación de cartelas.

2.4 Dinteles

Para el caso de los dinteles, el perfil determinado por el programa Cype (IPE 300) es menor que el determinado analíticamente (IPE 330). Esto es debido a que para el caso de Cype hemos incluido cartela, con lo que conseguimos mayor superficie en la zona donde tenemos mayor momento.

A continuación, veremos en la tabla las características de los perfiles seleccionados, los esfuerzos a los que están sometidos y las comprobaciones que debe de cumplirse según el CTE.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.127} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.058 m del nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H4+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{44.57} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.794} \quad \checkmark$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.848} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.956} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.572} \quad \checkmark$$

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.08}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.55}$$

$$\chi_z : \underline{0.93}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.38}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

$$N_{c,Ed} : \underline{76.56} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} : \underline{130.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{1409.05} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{164.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{32.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$A : \underline{53.80} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{628.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{125.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

Ilustración 6. Valores exportados de Cype para los dinteles

Tabla 4. Datos analíticos Vs Cype

Datos	Analítico	Cype
Perfil	IPE-330	IPE-300
Tipo de acero	S-275	S-275
Momento máximo	201,85 kN.m	130,59 kN.m

Cortante máximo	67,28 kN	44,57 kN
Axil máximo	69,21 kN	76,56 kN
$A_{nec} (<5380 \text{ mm}^2)$	264,26 mm ²	299,3 mm ²
$W_{pl,y,nec} (<804 \cdot 10^3 \text{ mm}^3)$	770,07 · 10 ³ mm ³	498,6 · 10 ³ mm ³
Comprobación a flexión (≤ 1)	0,958	0,794
Comprobación de la sección (≤ 1)	1	0,848
Esbeltez reducida (y, z) (≤ 1)	1; 0,35	1,17; 0,38
Resistencia de la barra (y, z) (≤ 1)	0,52; 0,31	0,956; 0,572

En ambos casos cumple con las comprobaciones exigidas por el CTE. Los valores del apartado de Cype están determinados para el perfil IPE 330.

Podemos observar que los valores de los esfuerzos para los dinteles son próximos en ambos casos, la diferencia se debe a que Cype para hacer cálculos toma mas variables. En cambio, para el cálculo analítico simplificamos los cálculos, aun así, son igual de válidos.

2.5 Pilares

Para el caso de los pilares, el perfil determinado por el programa Cype (IPE 300) es menor que el determinado analíticamente (IPE 330). Esto es debido a que para el caso de Cype hemos incluido cartela, con lo que conseguimos mayor superficie en la zona donde tenemos mayor momento.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.821} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{219.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H4+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{79.81} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.856} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{ply} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.863} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{ply} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.531} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: \underline{67.77} \text{ kN} \\ M_{y,Ed}^+ &: \underline{219.04} \text{ kN}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed}^+ &: \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{1904.05} \text{ kN} \\ M_{pl,Rd,y} &: \underline{266.88} \text{ kN}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: \underline{50.02} \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$$A : \frac{72.70}{1} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} : \frac{1019.00}{1} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \frac{191.00}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \frac{261.90}{1} \text{ MPa}$$

$$f_y : \frac{275.00}{1} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{1}$$

$$k_y : \frac{1.01}{1}$$

$$k_z : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,z} : \frac{1.00}{1}$$

$$\chi_y : \frac{0.96}{1}$$

$$\chi_z : \frac{1.00}{1}$$

$$\bar{\lambda}_y : \frac{0.38}{1}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{0.00}{1}$$

$$\alpha_y : \frac{0.60}{1}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{1}$$

Tabla 5. Datos analíticos Vs Cype

Datos	Analítico	Cype
Perfil	IPE-360	IPE-360
Tipo de acero	S-275	S-275
Momento máximo	201,85 kN.m	219,04 kN.m
Axil máximo	67,28 kN	79,81 kN
A _{nec} (<7267 mm ²)	256,9 mm ²	304,7 mm ²
W _{pl,y,nec} (<1020·10 ³ mm ³)	770,07·10 ³ mm ³	836,3·10 ³ mm ³
Comprobación a flexión (≤ 1)	0,75	0,821
Comprobación de la sección (≤ 1)	0,79	0,856
Esbeltez reducida (≤ 1)	0,82	0,38
Resistencia de la barra (≤ 1)	0,588	0,863

Como podemos ver en la tabla de comparación, obtenemos los mismos perfiles en ambos casos. Tanto los valores de las esfuerzos sobre las barras como las comprobaciones son próximas en ambos casos. Las diferencias se deben a que Cype toma mas valores para determinar las comprobaciones y los esfuerzos sobre las barras.

Para el resto de los perfiles, las tablas de comparaciones serian iguales con la diferencia de esfuerzos y tipo de perfil elegido.

En las 4 esquinas se disponen de perfiles HEA 220. Esta elección se debe a que los pilares de esquinas soportarán esfuerzos en sus dos ejes, siendo estos mejores que los IPE para este tipo de solicitaciones.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.612 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.474 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.513 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N51, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 17.64 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 36.83 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 25.07 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 1684.05 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 148.89 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 70.87 kN·m

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \frac{\sqrt{A \cdot f_y}}{\sqrt{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.62 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 64.30 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 4670.08 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 4670.08 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{i,y}^2}$$

Ilustración 7. Valores de esfuerzos en sección y pieza; Pilar HEA 220

Para los pilares hastiales los perfiles elegidos son IPE 220, articulados en su base. Se elige este perfil por que el esfuerzo que pueda afectar al pilar será en un plano (eje y), ya que el otro plano está arriostrado por el cerramiento lateral (fachada).

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.16} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{678.79} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{678.79} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.887} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.544 m del nudo N65, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H3+0.75·N(EI).

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{58.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.544 m del nudo N65, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{66.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{74.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.915} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.864} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.544 m del nudo N65, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{24.57} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{66.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{74.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{15.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

M_{ef,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-64.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Ilustración 8. Valores de esfuerzos en sección y pieza; Pilar Hastial IPE 220

3. Cimentación

este apartado vamos a comprobar los resultados y dimensiones de las zapatas calculadas analíticamente y las compararemos que los determinados mediante Cype.

El cálculo analítico de las zapatas se ha realizado sobre dos tipos diferentes, una rectangular excéntrica (siendo está el tipo de zapata que recibe más esfuerzos por parte de la estructura) perteneciente al tipo de zapata de los pilares del pórtico “tipo” y otra cuadrada centrada (más desfavorable de todas) perteneciente a los pilares hastiales.

3.1 Zapata rectangular excéntrica

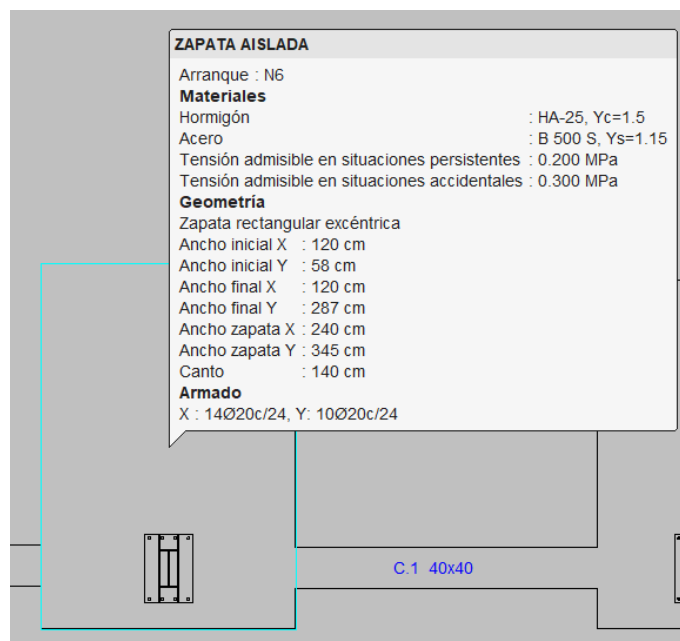


Ilustración 9. Dimensiones y características de la zapata medianera rectangular excéntrica

Tabla 6. Cálculos analítico Vs Cype (Zapata Rectangular)

Datos	Analíticos	Cype
Dimensiones	240 x 345 x 140 cm	240 x 345 x 140 cm
Tipo de hormigón utilizado	HA-25/B/30/Ila	HA-25/B/30/Ila
Tipo de zapata aislada	Rígida	Rígida
Disposición de armaduras	Rectangular	Rectangular
Nº de barras (x; y)	13; 10	14; 10
Ø barras de armadura (mm)	25	20
Distancia entre barras (cm)	20	24
Tipo de anclaje de las barras	Patilla 90°	Patilla 90°
Calidad de acero de barras	B-500 S	B-500 S

Podemos ver en la tabla que la zapata determinada analíticamente y la calculada con Cype es la misma. La única diferencia es en el número de barras de la armadura, siendo

solamente de una más en el (eje x) y de un diámetro superior respecto a la calculada analíticamente. La separación también es diferente en ambos casos, pero muy próximos también. Destacar que solamente hemos dispuesto armadura inferior (para esfuerzos positivos), ya que, para el caso de los esfuerzos negativos, el punto crítico no está en el hormigón, si no en las uniones de la cubierta (por lo que no se arrancaría el pilar de la zapata).

3.1.1 Placa de anclaje

Para la placa de anclaje de la zapata rectangular veremos la comparación del cálculo analítico respecto al determinado por Cype:

Comprobaciones de resistencia	
Referencia:	
-Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=55 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x60x9.0)	

Componentes	
Pilar IPE 360	
Placa de anclaje	
Placa base	
Ancho X: 450 mm	
Ancho Y: 650 mm	
Espesor: 22 mm	
Rigidizadores	
Paralelos X: -	
Paralelos Y: 2(200x60x9.0)	
Pernos	
8Ø25 mm L=55 cm	
Prolongación recta	

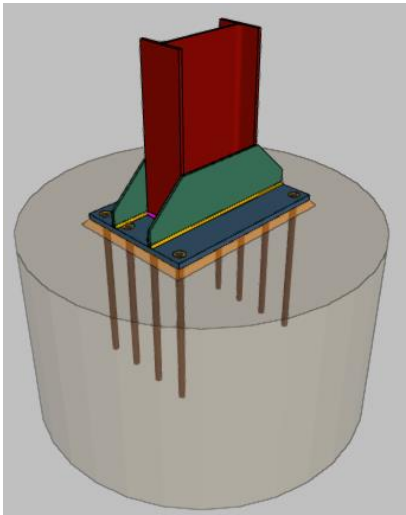


Ilustración 10. Valores de placa de anclaje exportada por Cype

Tabla 7. Comparación de valores analíticos Vs Cype

Datos	Analíticos	Cype
Dimensiones (mm)	560 x 370	650 x 450
Espesor de la placa (mm)	40	22
Nº de pernos	10	8
Ø de pernos (mm)	25	25
Longitud de los pernos (mm)	750	550
Tipo de anclaje de pernos	Recto	Recto
Calidad de acero	B-400 S	B-400 S

Podemos ver las diferencias que hay en las dimensiones de la placa determinada analíticamente y las exportadas por Cype.

3.2 Zapata cuadrada centrada

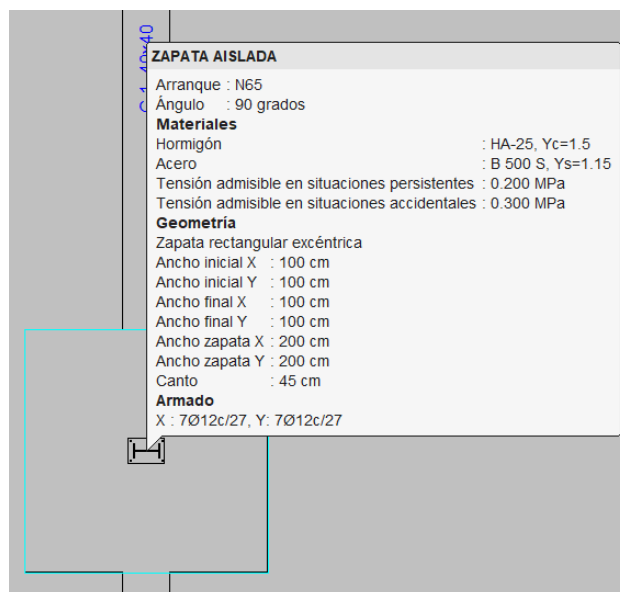


Ilustración 11. Dimensiones y características de la zapata cuadrada

Tabla 8. Cálculos analítico Vs Cype (Zapata Rectangular)

Datos	Analíticos	Cype
Dimensiones	200 x 200 x 45 cm	200 x 200 x 45 cm
Tipo de hormigón utilizado	HA-25/B/30/IIa	HA-25/B/30/IIa
Tipo de zapata aislada	Rígida	Rígida
Disposición de armaduras	Cuadrada	Cuadrada
Nº de barras (x; y)	7; 7	7; 7
Ø barras de armadura (mm)	14	12
Distancia entre barras (cm)	19	27
Tipo de anclaje de las barras	Rectas	Patilla 90°
Calidad de acero de barras	B-500 S	B-500 S

Podemos ver que las dimensiones son las mismas, la única diferencia está en el diámetro de las barras, siendo de un diámetro superior las determinadas mediante Cype, la distancia entre barras y en el tipo de anclaje de las barras. Con estos valores podríamos decir que las zapatas son iguales.

3.2.1 Placa de anclaje

Para la placa de anclaje de la zapata cuadrada veremos la comparación del cálculo analítico respecto al determinado por Cype:

Comprobaciones de resistencia																											
Referencia:																											
-Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm -Pernos: 4Ø10 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Componentes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pilar IPE 220</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Placa de anclaje</td> </tr> <tr> <td>Placa base</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ancho X: 200 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ancho Y: 300 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espesor: 11 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rigidizadores</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Paralelos X: -</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Paralelos Y: -</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pernos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4Ø10 mm L=30 cm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prolongación recta</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Componentes		Pilar IPE 220		Placa de anclaje		Placa base		Ancho X: 200 mm		Ancho Y: 300 mm		Espesor: 11 mm		Rigidizadores		Paralelos X: -		Paralelos Y: -		Pernos		4Ø10 mm L=30 cm		Prolongación recta		
Componentes																											
Pilar IPE 220																											
Placa de anclaje																											
Placa base																											
Ancho X: 200 mm																											
Ancho Y: 300 mm																											
Espesor: 11 mm																											
Rigidizadores																											
Paralelos X: -																											
Paralelos Y: -																											
Pernos																											
4Ø10 mm L=30 cm																											
Prolongación recta																											

Ilustración 12. Valores de placa de anclaje exportada por Cype

Tabla 9. Comparación de valores analíticos Vs Cype

Datos	Analíticos	Cype
Dimensiones (mm)	300 x 200	300 x 200
Espesor de la placa (mm)	16	11
Nº de pernos	4	4
Ø de pernos (mm)	10	10
Longitud de los pernos (mm)	200	300
Tipo de anclaje de pernos	Recto	Recto
Calidad de acero	B-400 S	B-400 S

En este caso podemos ver que los valores determinados analíticamente y los exportados por Cype son muy similares en ambos casos.

4. Uniones

En este apartado veremos la comparación de los valores de uniones entre diferentes barras de la estructura determinadas analíticamente y las realizadas por Cype.

4.1 Unión Placa-Pilar IPE 360

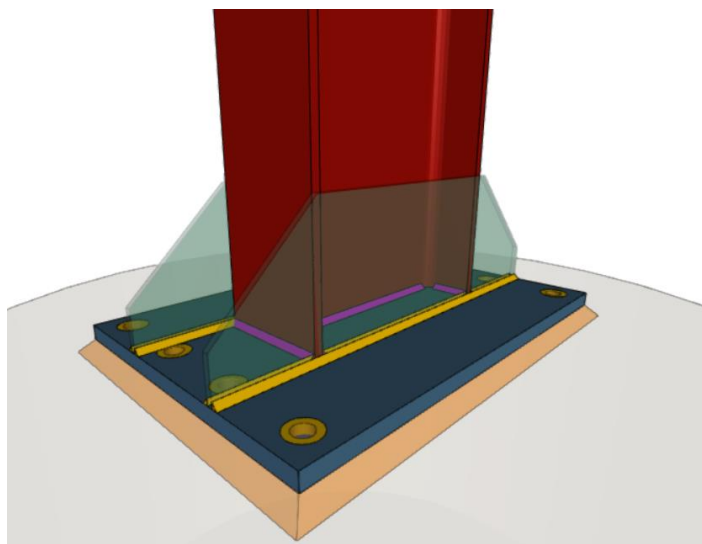


Ilustración 13. Imagen la unión del pilar con la placa base y de los rigidizadores

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -90): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	650	9.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 90): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	650	9.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	8	79	22.0	90.00			
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -90): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 90): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	202.2	350.3	90.77	0.0	0.00	410.0	0.85

Ilustración 14. Unión de rigidizador-placa

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	1189	8.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Ilustración 15. Unión Pilar-Placa base

Tabla 10. Comparación de valores analíticos Vs Cype

Datos	Analítico	Cype
Unión Rigidizador-placa		
Espesor de garganta (mm)	5	6
τ_{II} (N/mm ²)	8,81	202,2
σ_{co} (N/mm ²)	15,27	350,3
Unión alma-placa base		
Espesor de garganta (mm)	6	6
τ_{II} (N/mm ²)	19,23	No Procede
σ_{co} (N/mm ²)	33,31	No Procede

4.2 Unión dintel-placa-dintel

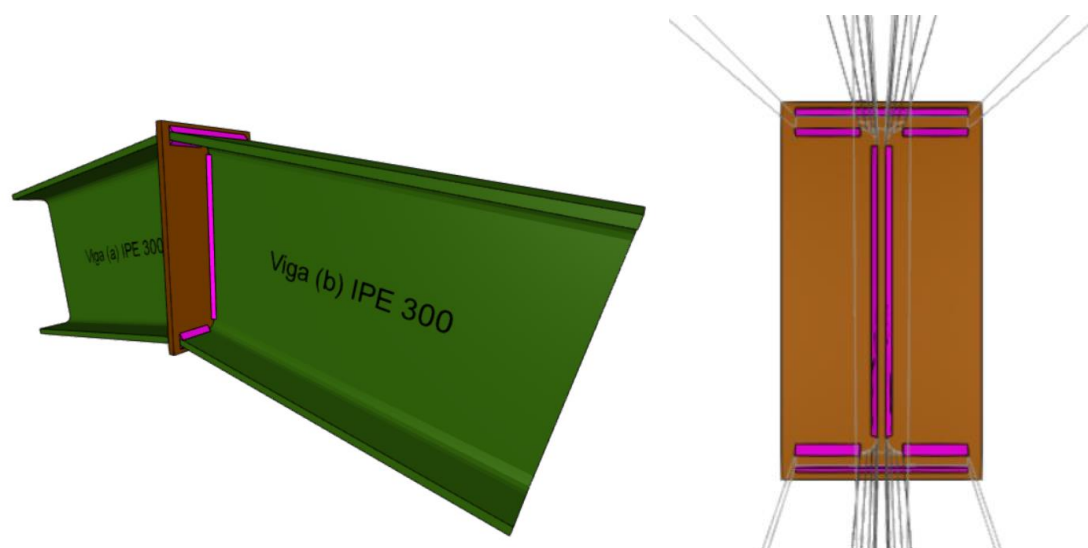


Ilustración 16. Unión entre dinteles (tipo 8)

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.02				
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.02				
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	88.2	105.0	0.6	202.2	52.40	95.4	29.08	410.0	0.85
Soldadura del alma	80.9	80.9	2.2	161.9	41.95	80.9	24.67	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	83.4	70.0	0.6	147.1	38.12	83.4	25.41	410.0	0.85

Ilustración 17. Valores de la unión exportados por Cype

Tabla 11. Comparación de valores analíticos Vs Cype

Datos	Analítico	Cype
Unión ala superior		
Espesor de garganta (mm)	6	5
τ_{ll} (N / mm ²)	0	0,6
$\sigma_i = \tau_i$ (N/mm ²)	103,1	88; 105
σ_{co} (N/mm ²)	206,2	202,2
Unión alma-placa		
Espesor de garganta (mm)	4	4
τ_{ll} (N / mm ²)	11,31	2,2
$\sigma_i = \tau_i$ (N/mm ²)	103,1	80,9
σ_{co} (N/mm ²)	206,2	161,9

Para el cálculo analítico, no determinamos el valor de las alas por separado, por lo que no podemos introducir los valores en la tabla. Podemos observar los valores determinados por Cype del ala inferior en la *ilustración 15*.

4.3 Unión Dintel-Pilar

En este caso contamos con la superficie de la cartela, veremos la comparación de resultados a continuación.

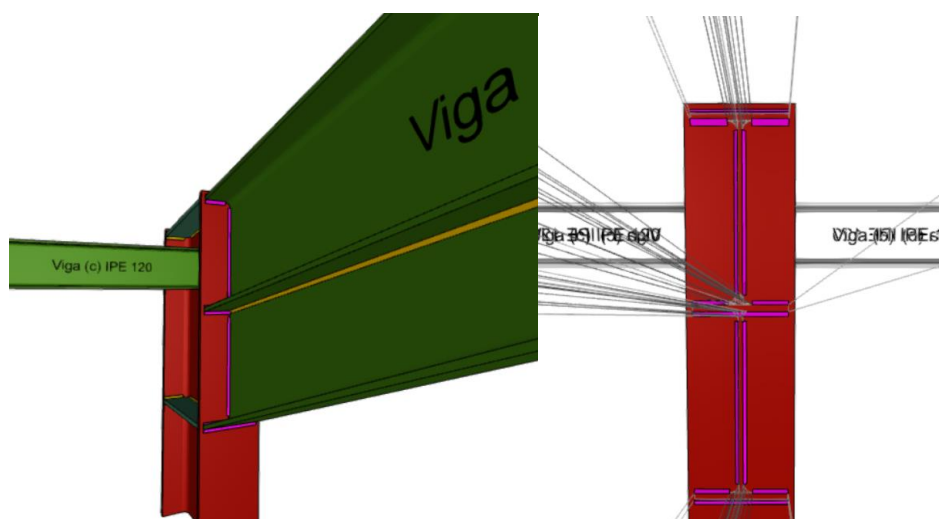


Ilustración 18. Unión entre Pilar y dintel con cartela (tipo 30)

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.02				
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.02				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	277	7.1	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	5	150	10.7	72.01				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	2000	7.1	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	150	10.7	81.99				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	105.7	125.9	0.7	242.4	62.81	133.2	40.60	410.0	0.85
Soldadura del alma	110.9	110.9	14.8	223.2	57.85	110.9	33.80	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.4	0.7	0.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	123.6	123.6	14.8	248.5	64.41	123.6	37.68	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	113.1	155.7	0.1	292.4	75.77	147.8	45.06	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	10.8	18.7	4.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Ilustración 19. Valores de la unión exportados por Cype

Tabla 12. Comparación de valores analíticos Vs Cype

Datos	Analítico	Cype
Unión ala superior		
Espesor de garganta (mm)	6	5
τ _u (N/mm ²)	0	0,7
σ _⊥ = τ _⊥ (N/mm ²)	102,85	105,7; 125,9
σ _{co} (N/mm ²)	205,7	242,4
Unión alma-placa		
Espesor de garganta (mm)	4	4
τ _u (N/mm ²)	14,43	14,8
σ _⊥ = τ _⊥ (N/mm ²)	102,85	110,9
σ _{co} (N/mm ²)	205,7	223,2

Para la comparación de resultados, podemos observar que los valores no son muy distantes en ambos casos. En la ilustración 17, vemos que tenemos muchos mas valores, como es el caso de ala inferior, cartela, alma de cartela etc. No los incluimos en la tabla ya que a la hora de realizar los cálculos analíticos, simplificamos el problema obteniendo unos valores para el conjunto (podríamos decir por ejemplo, que el valor del alma de la cartela o del ala inferior, sería el mismo que el del alma-placa o el del ala superior de las tablas).

5. Diagrama de cortantes y momentos flectores

A continuación, veremos los resultados de los diagramas determinados analíticamente y lo que nos exporta Cype.

5.1 Momentos flectores

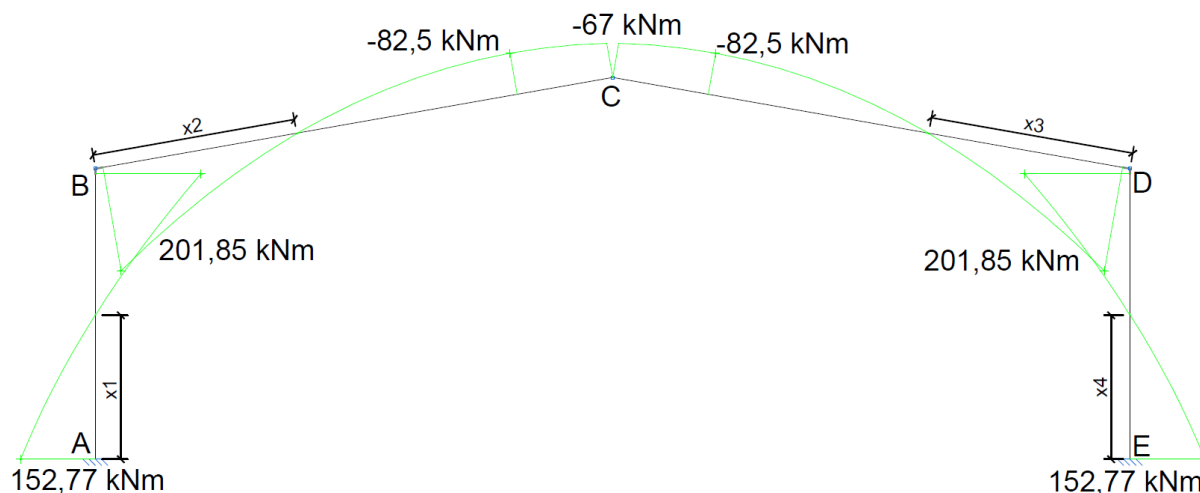


Ilustración 20. Diagrama de Momentos flectores analíticos

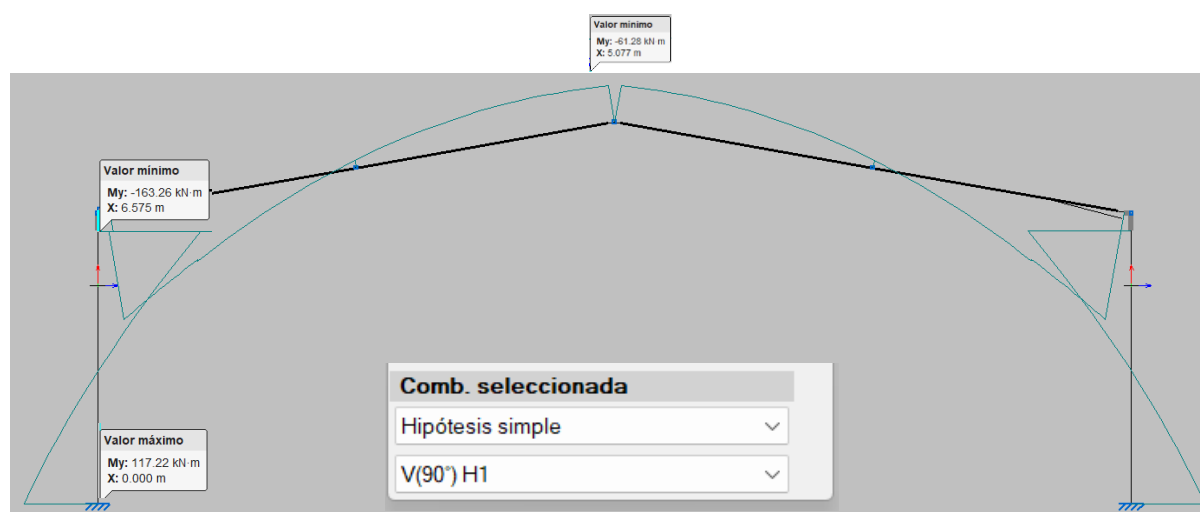


Ilustración 21. Diagrama de Momentos flectores Cype

Para poder visualizar la imagen 19 de Cype, tenemos que determinar la combinación de acción que hemos seleccionado analíticamente como más desfavorable y ver si coinciden.

Para el caso analítico se daba cuando el viento incidía sobre dinteles por la zona 1 y 3, que sería el caso a (90°). Para el caso de Cype, hemos seleccionado la misma acción $V(90^\circ)H1$ (viento incide con ángulo 90° sobre superficie, para la hipótesis 1).

Como vemos, los dos diagramas son muy parecidos. Siendo la situación mas desfavorables para el viento en succión, de ahí el dibujo de momentos flectores. Para la otra mitad del pórtico las acciones son las mismas ya que es simétrico tanto en geometría como en cargas.

5.2 Cortantes

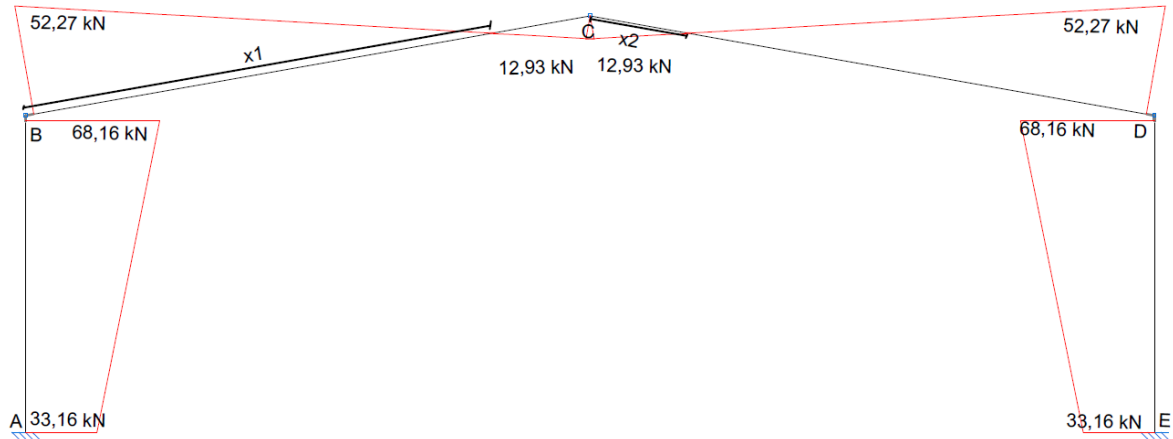


Ilustración 22. Diagrama de cortantes analíticos

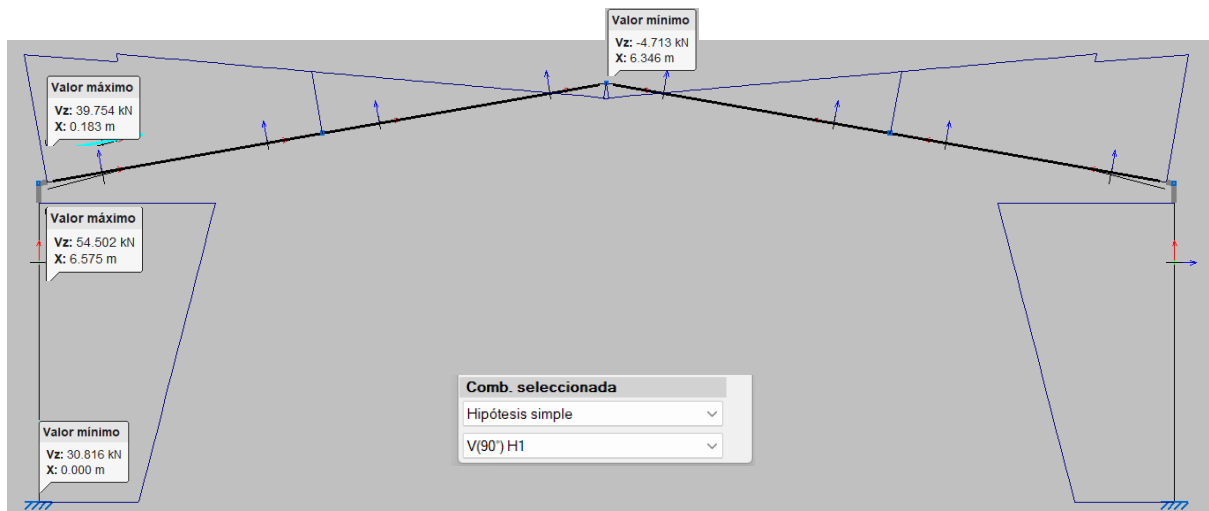


Ilustración 23. Diagrama de cortantes Cype

5.3 Diagrama de deformaciones y tracciones

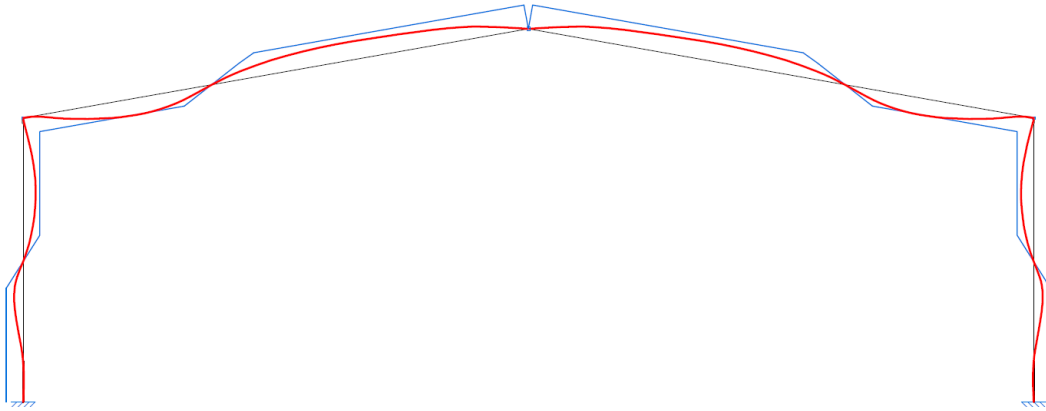


Ilustración 24. Diagrama de deformaciones analítico

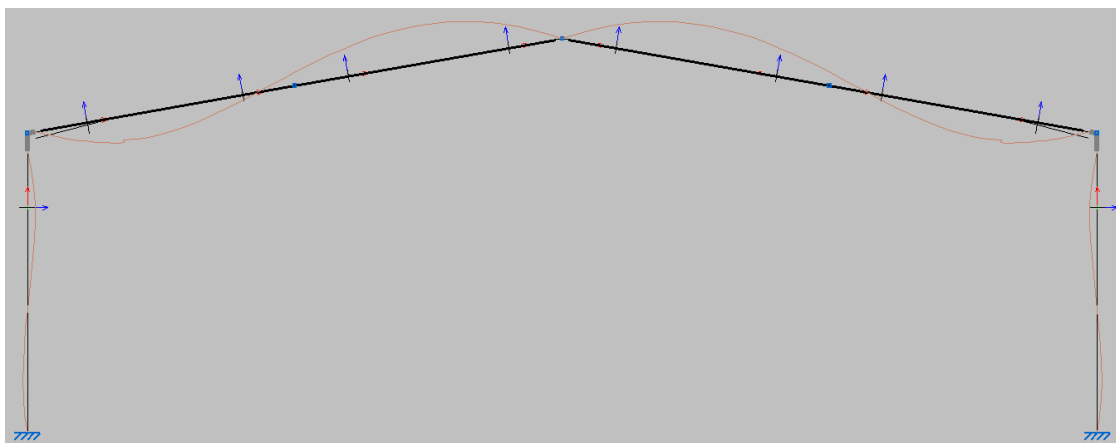


Ilustración 25. Diagrama de deformaciones Cype

Como vemos, tanto para el caso analítico como en Cype, las deformaciones del pórtico son las mismas.

6. Listado de mediciones

6.1 Estructura

6.1.1 Geometría

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_y: Límite elástico</i> <i>α_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i>							

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 220 A, (HEA)	64.30	36.30	11.84	5410.00	1955.00	28.61
		2	IPE 360, (IPE)	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.44
		3	IPE 120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	318.00	27.70	1.69
		4	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.03
		5	R 19, (R)	2.84	2.55	2.55	0.64	0.64	1.28
		6	IPE 300, Simple con cartelas, Cartela inicial inferior: 2.00 m.	53.80	24.07	17.80	8356.00	604.00	19.92
		7	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.92
Notación: <i>Ref.: Referencia</i> <i>A: Área de la sección transversal</i> <i>Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i> <i>Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i> <i>Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i> <i>Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i> <i>It: Inercia a torsión</i> Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
	S275	HEA	HE 220 A	28.000	28.000		0.180		1413.31			
							0.180		1413.31			
			IPE 360	126.000		0.916		7190.76				
			IPE 120	130.000		0.172		1347.06				
			IPE 220	50.800		0.170		1331.93				

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
Acero laminado		R	IPE 300, Simple con cartelas	228.458			1.638			10381.37			
			IPE 200	50.768			0.145			1135.82			
					586.027				3.040			21386.93	
			R 19	198.085			0.056			440.88			
					198.085				0.056			440.88	
					812.112			3.277			23241.13		

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEA	HE 220 A	1.286	28.000	36.008
IPE	IPE 360	1.384	126.000	174.384
	IPE 120	0.487	130.000	63.336
	IPE 220	0.868	50.800	44.105
	IPE 300, Simple con cartelas	1.279	228.458	292.250
	IPE 200	0.789	50.768	40.046
R	R 19	0.060	198.085	11.824
Total				661.953

6.1.2 Uniones

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	11893
			4	62726
			5	94979
			6	45886
			7	2700
		A tope en bisel simple	8	420
			10	11360
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	3	754
			7	1005
			8	11310
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	7214
			4	26925
			5	24494
6			21406	

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	8	185x45x6	3.15
		4	190x105x9	5.66
		8	201x135x9 (38+125+38x82+53x9)	13.59
		36	334x80x12	90.78
		36	339x80x12	92.17
	Chapas	4	135x185x6	4.72
		4	125x220x9	7.77
		4	115x220x10	7.94
		9	175x330x11	44.88
	Total			

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	210	1.74
		L70x10	4900	50.00
	Total			

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	88	T19
Arandelas	44	A19

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	6	200x300x11	31.09
		4	450x450x18	114.45
		18	450x650x22	909.27
	Rigidizadores pasantes	8	450/250x100/0x6	13.19
		36	650/360x200/60x9	279.01
	Total			
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	24	Ø 10 - L = 341	5.05
		16	Ø 20 - L = 608	23.99
		144	Ø 25 - L = 617	342.36
	Total			

6.2 Cimentación

Referencias	Geometría	Armado
N1, N51, N53 y N3	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 152.5 cm Ancho inicial Y: 42.5 cm Ancho final X: 42.5 cm Ancho final Y: 152.5 cm Ancho zapata X: 195 cm Ancho zapata Y: 195 cm Canto: 70 cm	X: 11Ø12c/17 Y: 11Ø12c/17
N6, N46, N48 y N8	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 120 cm Ancho inicial Y: 58 cm Ancho final X: 120 cm Ancho final Y: 287 cm Ancho zapata X: 240 cm Ancho zapata Y: 345 cm Canto: 140 cm	X: 14Ø20c/24 Y: 10Ø20c/24
N11, N16, N21, N26, N31, N36, N38, N33, N28, N23, N18 y N13	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 95 cm Ancho inicial Y: 57.5 cm Ancho final X: 95 cm Ancho final Y: 272.5 cm Ancho zapata X: 190 cm Ancho zapata Y: 330 cm Canto: 105 cm	X: 12Ø20c/27 Y: 7Ø20c/27
N41 y N43	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 87.5 cm Ancho inicial Y: 57.5 cm Ancho final X: 87.5 cm Ancho final Y: 282.5 cm Ancho zapata X: 175 cm Ancho zapata Y: 340 cm Canto: 125 cm	X: 12Ø20c/27 Y: 6Ø20c/27
N57, N63, N62 y N56	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 70 cm Ancho inicial Y: 70 cm Ancho final X: 70 cm Ancho final Y: 70 cm Ancho zapata X: 140 cm Ancho zapata Y: 140 cm Canto: 45 cm	X: 5Ø12c/25 Y: 5Ø12c/25
N65 y N64	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100 cm Ancho inicial Y: 100 cm Ancho final X: 100 cm Ancho final Y: 100 cm Ancho zapata X: 200 cm Ancho zapata Y: 200 cm Canto: 45 cm	X: 7Ø12c/27 Y: 7Ø12c/27

Referencias: N1, N51, N53 y N3		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x2.08	22.88
	Peso (kg)	11x1.85	20.31
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.08	22.88
	Peso (kg)	11x1.85	20.31

Referencias: N1, N51, N53 y N3		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Totales	Longitud (m)	45.76	40.62
	Peso (kg)	40.62	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	50.34	44.68
	Peso (kg)	44.68	

Referencias: N6, N46, N48 y N8		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	14x2.62	36.68
	Peso (kg)	14x6.46	90.46
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x3.67	36.70
	Peso (kg)	10x9.05	90.51
Totales	Longitud (m)	73.38	180.97
	Peso (kg)	180.97	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	80.72	199.07
	Peso (kg)	199.07	

Referencias: N11, N16, N21, N26, N31, N36, N38, N33, N28, N23, N18 y N13		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x2.12	25.44
	Peso (kg)	12x5.23	62.74
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x3.52	24.64
	Peso (kg)	7x8.68	60.77
Totales	Longitud (m)	50.08	123.51
	Peso (kg)	123.51	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	55.09	135.86
	Peso (kg)	135.86	

Referencias: N41 y N43		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x1.97	23.64
	Peso (kg)	12x4.86	58.30
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x3.62	21.72
	Peso (kg)	6x8.93	53.56
Totales	Longitud (m)	45.36	111.86
	Peso (kg)	111.86	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	49.90	123.05
	Peso (kg)	123.05	

Referencias: N57, N63, N62 y N56		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.47	7.35
	Peso (kg)	5x1.31	6.53
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.47	7.35
	Peso (kg)	5x1.31	6.53
Totales	Longitud (m)	14.70	13.06
	Peso (kg)	13.06	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	16.17	14.37
	Peso (kg)	14.37	

Referencias: N65 y N64		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x1.84	12.88	
	Peso (kg)	7x1.63	11.44	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.84	12.88	
	Peso (kg)	7x1.63	11.44	
Totales	Longitud (m)	25.76		
	Peso (kg)	22.88	22.88	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	28.34		
	Peso (kg)	25.17	25.17	

6.2.1 Resumen de cimentación

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N1, N51, N53 y N3	4x44.68		178.72	4x2.66	4x0.38
Referencias: N6, N46, N48 y N8		4x199.07	796.28	4x11.59	4x0.83
Referencias: N11, N16, N21, N26, N31, N36, N38, N33, N28, N23, N18 y N13		12x135.86	1630.32	12x6.58	12x0.63
Referencias: N41 y N43		2x123.05	246.10	2x7.44	2x0.60
Referencias: N57, N63, N62 y N56	4x14.37		57.48	4x0.88	4x0.20
Referencias: N65 y N64	2x25.17		50.34	2x1.80	2x0.40
Totales	286.54	2672.70	2959.24	158.02	15.13

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022

Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

**ANEXO IV:
ABASTECIMIENTO
DE AGUA**

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. INSTALACIÓN.....	3
2.1 CÁLCULO Y DIMENSIONADO (INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA)	5
2.1.1 <i>Dimensionado</i>	10
2.1.2 <i>Comparación de resultados con cálculos Mediante CypeCAD Mep</i>	13
2.2 RED DE ACS.....	14
2.2.1 <i>Producción de ACS</i>	15
2.2.2 <i>Selección de sistema de ACS</i>	15
3. REFERENCIAS	22

1. Objeto

En este anexo vamos a especificar cada uno de los elementos que componen la instalación de suministro de agua, así como justificar, mediante cálculos según el método de la Guía Técnica IDAE “Agua Caliente Sanitaria” y el cumplimiento de CTE DB HS4.

La nave industrial se construirá en la localidad de El Real de la Jara, en el polígono de “La encina” avenida de la Industria.

2. Instalación

La descripción de la instalación en cuanto a longitud y medidas de tuberías se hace en función al circuito más desfavorable, que para el caso se trata de red que comienza en la acometida hasta el vestuario femenino.

- **Acometida:** enterrada para abastecimiento de agua de 5,48 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de diámetro con mando de cuadradillo colocada mediante unión, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/X0 de 15 cm de espesor.

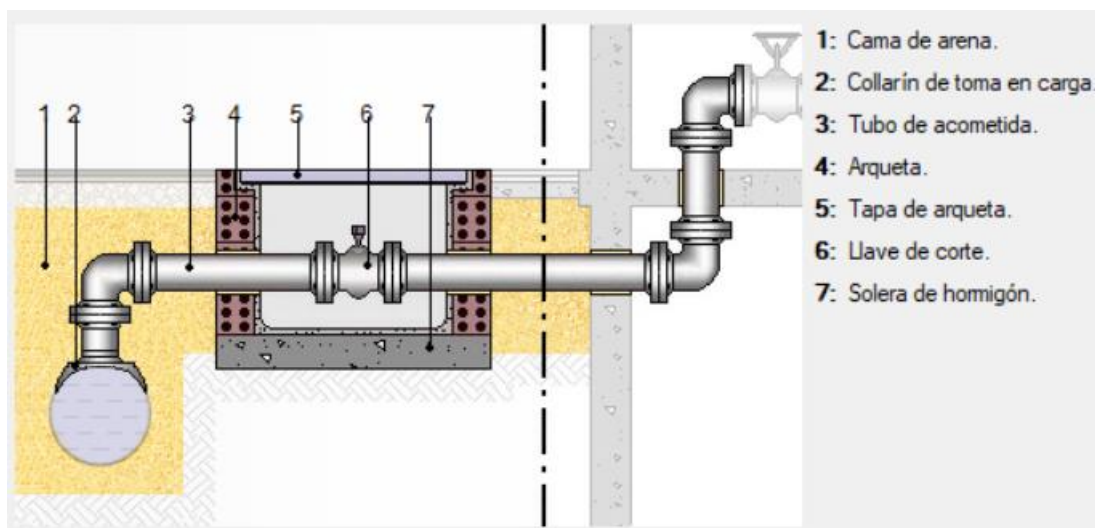


Ilustración 1. Toma y llave de corte de acometida a la red de suministro



Ilustración 2. Arqueta prefabricada de polipropileno

- **Tubos de alimentación de agua potable:** Instalación de alimentación de agua potable de 1,27 m de longitud, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor.
- **Tuberías de instalación interior:** colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de cobre, para los siguientes diámetros: 12,7 mm (4,18 m), 25 mm (9,58 m).

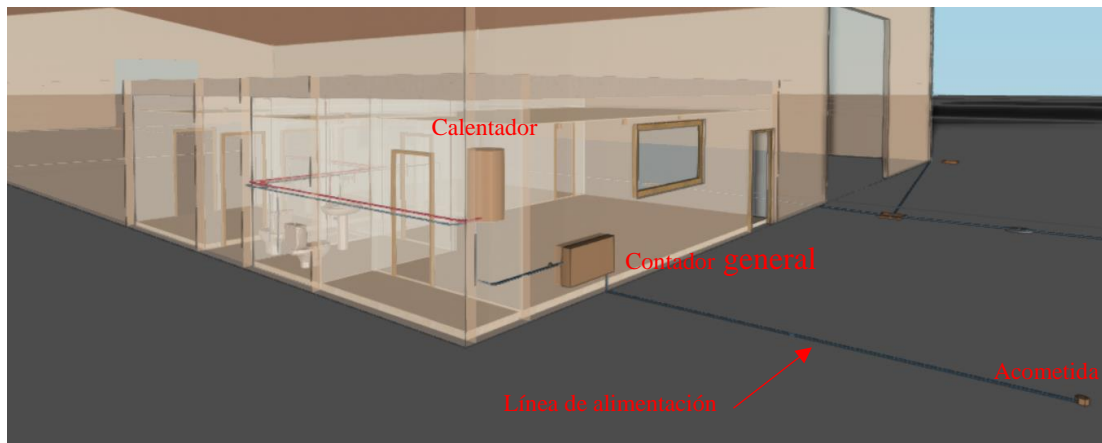


Ilustración 3. Instalación completa de ACS y agua fría [CypeCAD Mep]

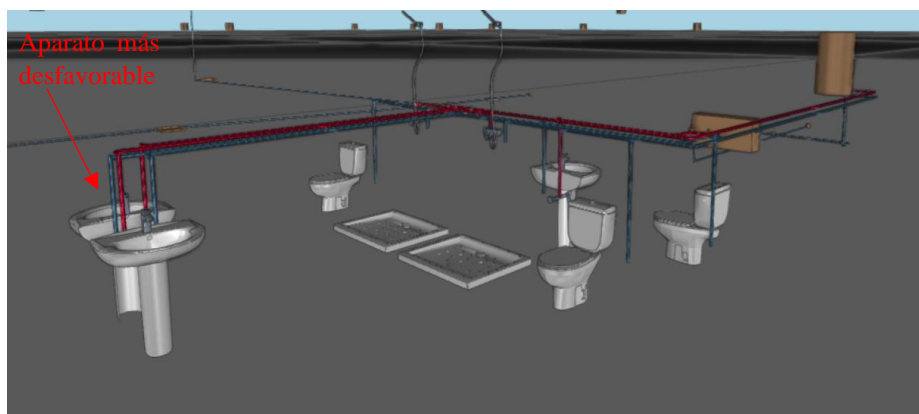


Ilustración 4. Elementos de suministros [CypeCAD Mep]

2.1 Cálculo y dimensionado (instalación de agua fría)

Para realizar el correcto dimensionado de la red de agua fría en la instalación, partiremos de una serie de ecuaciones para determinar el caudal de diseño de la red. La ecuación para determinarlo es:

$$Q_{punta} = \sum Q_t \cdot K \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

- Q_{punta} : Caudal de diseño o dimensionamiento (l/s)
- $\sum Q_t$: Suma de los caudales instantáneos mínimos (l/s)
- K : coeficiente de simultaneidad, adimensional, expresa un porcentaje

Los caudales mínimos los ponemos obtener de la tabla 2.1 del DB HS4.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Ilustración 5. Tabla 2.1 caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Para obtener el coeficiente de simultaneidad tenemos que utilizar la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1,2}{\sqrt{n - 1}} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

- n : Número de aparatos de suministro de agua; $n \geq 2$.

Tabla 1. Elementos de suministro de agua

Zona	Aparato	Nº de aparatos
Vestuario (masculino y femenino)	Lavabo	2
	Ducha	2
	Inodoro con cisterna	2
Aseo de oficina	Lavabo	1
	Inodoro con cisterna	1

Para realizar el dimensionado se hace seleccionando el tramo más desfavorable de toda la instalación de agua fría (en nuestro caso se trata del lavabo ubicado en el vestuario masculino) y obteniendo unos diámetros que posteriormente comprobaremos en función de la pérdida de carga.



Ilustración 6. Punto más desfavorable de la instalación (lavabo: Vestuario Masculino),[CypeCAD Mep]

Una vez tengamos calculados los caudales instantáneos de cada tramo, lo siguiente será seleccionar la velocidad a la que irá el fluido por las canalizaciones, que, dependiendo del material de la tubería, deberá estar comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- Tuberías metálicas: entre 0,5 y 2 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,5 y 3,5 m/s.

Nota: no es aconsejable sobrepasar 1 m/s de la velocidad en tuberías metálicas, pues tendríamos problemas de ruido y vibraciones.

Seleccionada la velocidad y el caudal de cada tramo, podremos determinar el diámetro interior (Dint) y las pérdidas de cargas unitarias (j). Se puede calcular de varias formas diferentes, pero en este caso y la más rápida es por medio de los Ábacos de Darles.

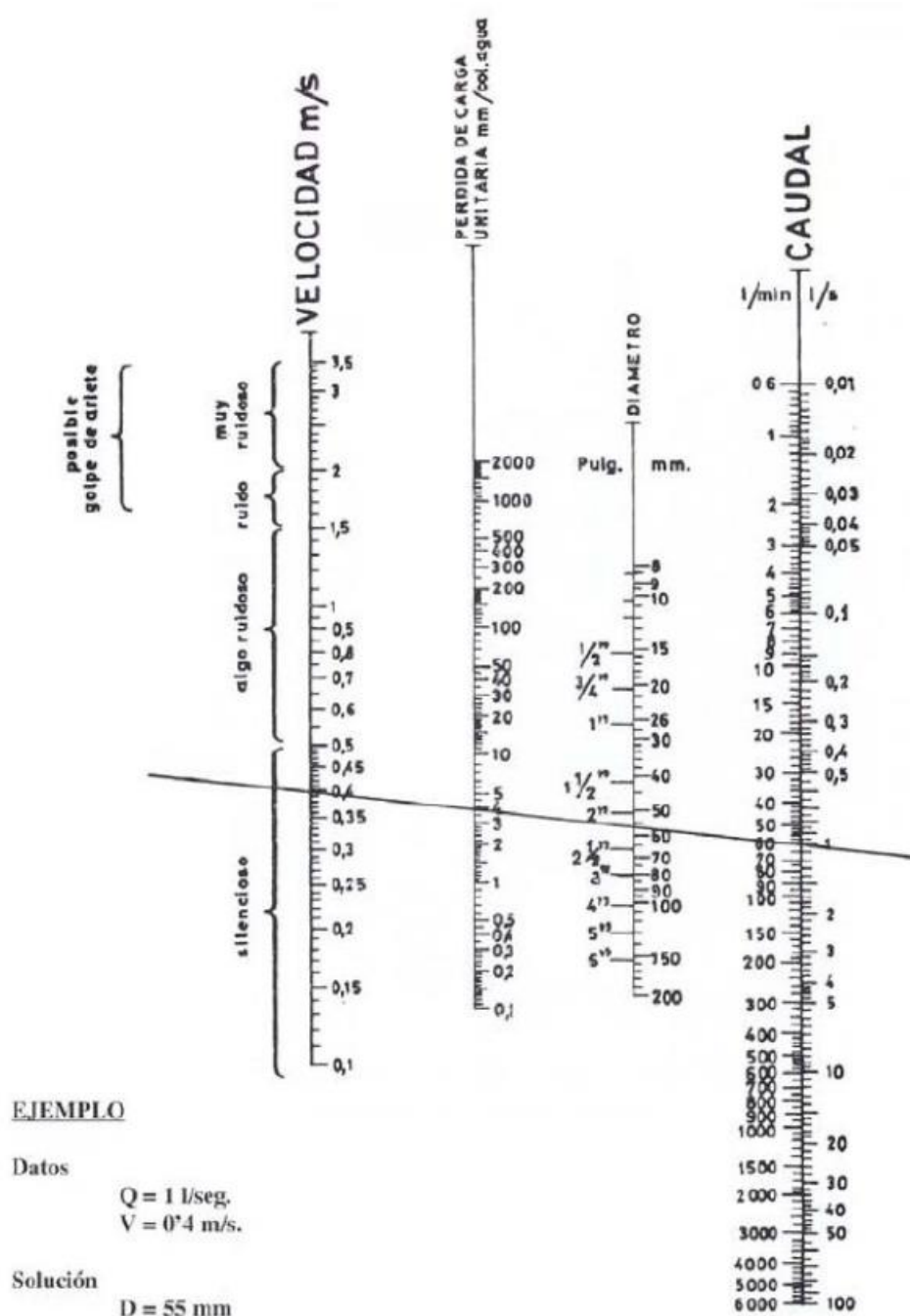


Ilustración 7. Ábaco para cálculo de tuberías de cobre

Posteriormente debemos comprobar la presión disponible en el punto más desfavorable, esto lo haremos sumando las pérdidas primarias (diámetro y velocidad de tuberías), con las pérdidas secundarias (elementos aislados: codos, válvulas, conos etc.). Las pérdidas secundarias se pueden determinar de dos maneras principalmente:

1. Método de longitudes equivalentes: a cada elemento se le asocia una longitud L de tubería correspondiente al diámetro, que supondrá una pérdida de carga en conducción equivalente a la pérdida de carga que produciría el elemento.
2. Mediante aumento a las pérdidas de rozamiento en tuberías: según el DB HS4, apartado 4.2.2, punto 1 (a); las pérdidas localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la que produciría sobre la longitud real del tramo.

En nuestro caso la determinaremos añadiendo un 20% a la longitud que tengamos en cada tramo.

La compañía que suministra a la localidad de El real de la Jara (Aguas del Huesna) asegura una presión mínima en la acometida de (30 mca). La presión mínima en la entrada debe de cumplir:

$$P_{min} \geq 1,2 \cdot h + Pr \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

- h: altura de la instalación (m)
- Pr: presión residual.
 - 10 mca si el punto de consumo es un grifo.
 - 15 mca si el punto es un calentador o fluxor.

Si el valor de la presión residual fuese inferior en alguno de los dos casos, deberíamos aumentar el diámetro para tener menos pérdidas y si, aun así, no llegamos al mínimo, debemos instalar un grupo de presión.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 50 mca (5 bares)

Para finalizar, tendremos que comprobar lo siguiente:

$$Pf \cong Pi - J \pm h \quad \text{Ec. (4)}$$

Si con esta comprobación, se verifica el cálculo de la tabla, entonces el mismo es definitivo.

Los diámetros de los que partimos serán los mínimos que nos indica el DB HS4 en su apartado 4.3.

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

Ilustración 8. Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos (DB HS4)

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20
Columna (montante o descendente)	¾	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	½	12
Alimentación equipos de climatización 50 - 250 kW	¾	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 ¼	32

Ilustración 9. Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Para el caso de la línea de alimentación, los diámetros serán:

Serie metrica PN 10

Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro o Nominal (mm)
17	20	20*
23	25	25
27.2	32	32
36.2	40	40
45.2	50	50
57.0	63	63
67.8	75	75
85.7	90	90
99.4	110	110
144.5	160	160
180.8	200	200
230.8	250	250
290.8	315	300

Ilustración 10. Serie métrica PN10

2.1.1 Dimensionado

Con la Ec (2) para obtener los coeficientes de simultaneidad, obteniendo los caudales instantáneos mínimos de la Ilustración 3 y haciendo uso de la Ec (1), obtenemos los caudales máximos para cada tramo.

Tabla 2. Caudal Máximo Simultaneo para cada tramo

Tramo	Nº aparatos	Qb (L/s)	Kp	Q (L/s)
8-7	1	0,1	1,0	0,10
7-6	3	0,4	0,85	0,34
6-5	6	0,8	0,54	0,43
5-4	8	1	0,45	0,45
4-3	8	1	0,45	0,45
3-2	8	1	0,45	0,45
2-1	8	1	0,45	0,45

Determinado el caudal instantáneo, elegimos la velocidad para cada tramo respetando la normativa.

Tabla 3. Caudal máximo simultaneo y velocidad de agua fría

Tramo	Q (L/s)	v (m/s)
8-7	0,10	0,80
7-6	0,34	0,80

6-5	0,43	1,00
5-4	0,45	1,00
4-3	0,45	1,20
3-2	0,45	1,20
2-1	0,45	1,20

Con los valores del caudal y la velocidad entramos en el gráfico de los ábacos para determinar el diámetro interior de tubería de cada tramo (D_{int}) y las pérdidas de carga unitaria (j).

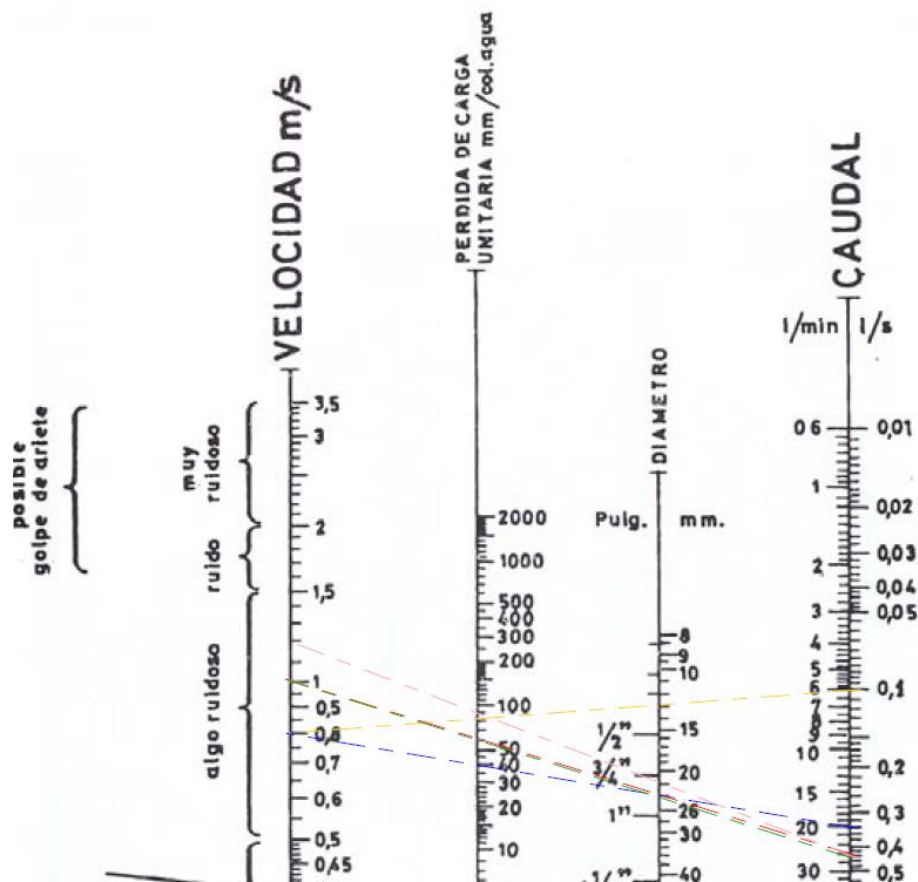


Ilustración 11. Diámetro interior y Pérdidas unitarias de cada tramo en función de (Q y v)

Tabla 4. Diámetros interiores y comerciales de cada tramo

TRAMO	Q (l/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	j (m.c.a/m)
1-2	0,45	22	32,00	1,20	0,09
2-3	0,45	22	25,00	1,20	0,09
3-4	0,45	22	25,00	1,20	0,09
4-5	0,45	24	25,00	1,00	0,06
5-6	0,43	24	25,00	1,00	0,06

6-7	0,34	24	25,00	0,80	0,04
7-8	0,10	12,7	12,70	0,80	0,09

Finalmente, determinamos las pérdidas en la instalación y comprobamos que se cumple lo dicho en la Ec (3) y la Ec (4).

Tabla 5. Presión final de cada tramo y de la instalación en conjunto

TRAMO	Q (l/s)	D (mm)	v (m/s)	j (m.c.a/m)	L (m)	Le (m)	Lt (L+Le) (m)	J (Lt · j) (mca)	Pi (mca)	Pi - J (mca)	h (m)	Pf (Pi±h) (mca)
1-2	0,45	32,00	1,20	0,09	5,48	6,58	12,06	1,09	30,00	28,91	0,30	28,61
2-3	0,45	25,00	1,20	0,09	1,27	1,52	2,79	4,75	28,61	23,86	0,30	23,56
3-4	0,45	25,00	1,20	0,09	1,28	1,54	2,82	0,25	23,56	23,31	0,70	22,61
4-5	0,45	25,00	1,00	0,06	4,85	7,92	12,77	0,77	22,61	21,84	0,00	21,84
5-6	0,43	25,00	1,00	0,06	3,03	3,64	6,67	0,40	21,84	21,44	0,00	21,44
6-7	0,34	25,00	0,80	0,04	0,42	0,50	0,92	0,04	21,44	21,41	0,00	21,41
7-8	0,10	12,70	0,80	0,09	4,18	5,02	9,20	0,78	21,41	20,63	-0,70	21,33
Comprobación (Pf=Pi-J±h)								8,07	30,00		0,60	21,33

Un aspecto importante a tener en cuenta es que en el Tramos 2-3 se encuentra el contador general, al cual se le debe de considerar una pérdida de altura de 4,5 mca. Algo parecido pasa también en el Tramo 4-5, hay que considerar la pérdida de altura del calentador para una tubería de 25mm, la pérdida es de 2,1 metros. Dichas pérdidas las hemos obtenido de la tabla de longitudes equivalente para los elementos de las conducciones de agua.



Clase de resistencia aislada	Diámetros de las tuberías (") (mm)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	intercambiador	-	-	-	2.1	5	12.5	13.2	14.2	25	-	-	-
	contador general	4,5 m.c.d.a.											
	contador individual o divisionario	10 m.c.d.a.											

Ilustración 12. Tabla de longitudes equivalentes (m) para elementos de conducciones hidráulicas

$$21,33 \cong 30 - 8,07 - 0,6 = 21,33 \text{ mca} \quad \checkmark$$

Ahora verificamos la Ec (3):

$$P_{\text{mín}} \geq 1,2 \cdot 0,6 + 21,33 = 22,05 \text{ mca}$$

$$30 \text{ mca} > 22,05 \text{ mca} \quad \checkmark$$

2.1.2 Comparación de resultados con cálculos Mediante CypeCAD Mep

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavabo	---	12
Ducha	---	12
Inodoro con cisterna	---	12

Ilustración 13. Diámetros mínimos determinados por CypeCAD Mep

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

Ilustración 14. Diámetros mínimos determinados por CypeCAD Mep

Cálculo hidráulico de las acometidas													
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)	
1-2	5.48	6.57	3.60	0.54	1.95	0.30	28.00	32.00	0.88	0.24	29.50	28.96	

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación													
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)	
2-3	1.27	1.52	3.60	0.54	1.95	0.30	20.40	25.00	1.66	0.27	24.96	23.89	

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{tub}	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	1.28	1.54	3.60	0.54	1.95	0.70	20.00	22.00	1.73	0.32	23.89	22.87
4-5	Instalación interior (F)	4.85	5.82	3.60	0.54	1.95	0.00	20.00	22.00	1.73	1.23	22.87	21.64
5-6	Instalación interior (F)	3.03	3.64	2.88	0.60	1.72	0.00	20.00	22.00	1.52	0.60	21.64	21.03
6-7	Instalación interior (F)	0.42	0.50	1.44	0.78	1.12	0.00	20.00	22.00	0.99	0.04	21.03	20.50
7-8	Puntal (F)	4.18	5.02	0.36	1.00	0.36	-0.70	10.00	12.00	1.27	1.47	20.50	19.73

Ilustración 15. Tabla de Pérdidas de cada tramos determinadas por CypeCAD Mep

Como se puede ver en la tabla de los valores determinados por Cype, las pérdidas son muy próximas, de hecho, la diferencia es de:

$$21,33 - 19,73 = 1,6 \text{ mca} \approx 0,16 \text{ bares}$$

Los diámetros son los mismos y las longitudes (L_t) también.

En cuanto a los coeficientes de simultaneidad, hay algo de diferencia debido que Cype utiliza la fórmula de la UNE 149201:2017.

$$Q_c = 0,682 \cdot (Q_t)^{0,45} - 0,14 \text{ (l/s)}$$

Donde:

- Q_c : Caudal simultaneo (l/s)
- Q_t : Sumatorio de caudales instantáneos mínimos (l/s)

Para verificarlo haremos un ejemplo con los datos determinados analíticamente de la tabla 5:

$$\text{Tramo 5 - 6} \rightarrow Q_c = 0,682 \cdot (0,8)^{0,45} - 0,14 = 0,477 \text{ (l/s)}$$

$$K = \frac{Q_c}{Q_t} = \frac{0,477}{0,8} = 0,6$$

Como podemos ver, tenemos el mismo coeficiente que en el tramo 5-6 de la *Ilustración 13*, determinado por Cype.

En cuanto a las velocidades, también tenemos algo de diferencia, y es que Cype determina la velocidad en función de los diámetros mínimos de las tablas 4.2 y 4.3 del DB, si la velocidad esta entre los valores del apartado 4.2.1 del HS4, los da por válidos. Nosotros lo hacemos al revés, determinamos los diámetros en función de la velocidad.

Pero como podemos observar los diámetros son los mismos que los determinados analíticamente y lo verdaderamente importante es que las caídas de presión sean muy parecidas.

2.2 Red de ACS

La red de ACS comienza en el calentador “punto 4” y se determina exactamente igual que la red de agua fría.

Según el DB HS4, en el apartado 2.3 (punto 2), se deberá disponer en las redes de ACS de una red de retorno para instalaciones con longitudes iguales o superiores a 15m, como en nuestro caso la longitud es de 12,48 metros, **No es necesaria red de retorno.**

La red de ACS discurre paralelamente a la red de agua fría. La red de ACS se colocará a una distancia igual o superior a 4 cm por encima de la red de agua fría, ya que, si se coloca debajo, debido al calor, provocará condensación en la tubería de agua fría.

Deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, guardando una distancia en paralelo de al menos de 30 cm.

Respecto a las conducciones de gas, se guardará al menos una distancia de 3 cm.



Ilustración 16. Instalación de ACS y agua fría

2.2.1 Producción de ACS

Para el calentamiento del ACS, al tener una demanda de consumo no muy elevada se optará por un calentador eléctrico con acumulador, ya que con las dimensiones del acumulador podemos cubrir dicha demanda.

En el CTE DB HE4, apartado 1, nos indica que los edificios de nueva construcción con demanda superior 100 l/día, deben de tener una contribución mínima de energía renovables para la generación de ACS. Con lo que el calentador con acumulador servirá de apoyo al sistema térmico. Esta instalación se determinará en el Anexo “Energía solar térmica”.

2.2.2 Selección de sistema de ACS

Primeramente, debemos saber cuál es la demanda de agua caliente sanitaria que vamos a necesitar. Para ello debemos hacer caso de lo que nos indica la guía técnica de agua caliente sanitaria del IDAE.

$$D_{ACS} = \frac{D_{60^{\circ}C} \cdot (60 - T_{AFCH})}{(T_{ACS} - T_{AFCH})} \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

- D_{ACS} : Consumo (l/día) de ACS a una temperatura (ACS) diferente a 60°C
- $D_{60^{\circ}C}$: Consumo (l/día) de ACS a 60°C, valor indicado en la *Tabla 03* de la guía técnica de ACS del IDAE.
- T_{AFCH} : Temperatura (°C) del agua corriente de la red, depende del mes y de la localidad. En nuestra situación podemos estimar una media de 15 °C.
- T_{ACS} : Temperatura (°C) de consumo diferente a 60°C. Para el consumo de ACS se estima que la temperatura en los puntos de suministro es de 40°C-45°C.

Criterio de demanda	Litros/día·persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21
Restaurantes	8
Cafeterías	1

Ilustración 17. Tabla c-Anejo F (DB HE) Demanda orientativa de ACS para unos distintos al residencial privado.

Como vemos, en la *ilustración 17* hemos seleccionado dos valores; al disponer de dos vestuarios nuestro edificio, los trabajadores tendrán la opción de ducharse tras la jornada laboral. También habrá un consumo propio de los trabajos realizado en la zona de taller. Por lo que hemos estimado esos dos valores como demanda diaria. Con lo que tendremos un consumo al día de:

$$D_{60\%c} = (21 + 21) \frac{l}{\text{día} \cdot \text{persona}} \cdot 10 \text{ personas} = 420 \frac{l}{\text{día}}$$

Con lo que el consumo al día será:

$$Ec (1) D_{ACS} = \frac{420 \cdot (60 - 15)}{(45 - 15)} = 630 \frac{l}{\text{día}}$$

Seguidamente determinaremos el caudal instantáneo, mediante la ecuación:

$$Q_c = A \cdot Q_t^B + C \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

- Q_c : caudal simultaneo (l/s)
- A,B y C: coeficientes que dependen del tipo de edificio, de los caudales totales del edificio de ACS y de los caudales máximos de los aparatos. Para obtenerlos, Tabla 02 (IDAE).
- Q_t : Suma de caudales de todos los aparatos del edificio de ACS.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q _u	Q _t	A	B	C
Hoteles, discotecas, museos	< 0,5	≤ 20	0,698	0,500	-0,120
	≥ 0,5	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	≥ 0,5	≤ 20	1,000	0,366	0,000
	Sin Límite	> 20	1,080	0,500	-1,830
Centros comerciales	< 0,5	≤ 20	0,698	0,500	-0,120
	≥ 0,5	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	≥ 0,5	≤ 20	1,000	0,366	0,000
	Sin Límite	> 20	4,300	0,270	-6,650
Hospitales	< 0,5	≤ 20	0,698	0,500	-0,120
	≥ 0,5	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	≥ 0,5	≤ 20	1,000	0,366	0,000
	Sin Límite	> 20	0,250	0,650	1,250
Escuelas, polideportivos		≤ 1,5	1,000	1,000	0,000
	Sin Límite	≤ 20	4,400	0,270	-3,410
		> 20	-22,500	-0,500	11,500

Ilustración 18. Tabla 02 (IDAE) Coeficientes para cálculo de los caudales simultáneos (UNE 149.201:07)

Optaremos por la opción de polideportivos, al ser a su vez la opción más desfavorable en cuanto a caudales simultáneos, así estaremos más del lado de la seguridad.

En la *Tabla 1* de este anexo podemos ver el número de aparatos de ACS, en total cuenta con 3 lavabos y 2 duchas; y obteniendo los caudales instantáneos de la *Ilustración 5* obtenemos:

$$Q_t = 3 \cdot 0,065 + 2 \cdot 0,1 = 0,395 \text{ l/s}$$

0,0395 l/s < 1,5 l/s; con lo que los coeficientes A,B y C serán:

$$A = 1; B = 1; C = 0$$

Con lo cual según la ecuación 6, tenemos un caudal simultaneo de:

$$Ec (6) Q_c = 1 \cdot 0,395^1 + 0 = 0,395 \frac{l}{s} = 1422 \frac{l}{h}$$

Tiempo de consumo punta:

Estimaremos que en el tiempo de consumo punta se produce un gasto del 50% del gasto diario. Esta es una hipótesis conservadora de la Guía Técnica IDAE:

$$630 \frac{l}{día} \cdot 0,5 = 315 \frac{l}{día}$$

Atendiendo al caudal simultaneo obtenido en el apartado anterior obtenemos un tiempo de consumo punta de:

$$\frac{315 \text{ l/día}}{1422 \text{ l/h}} = 0,221 \frac{h}{día} = 13,29 \text{ mín/día}$$

Aplicando la hipótesis más conservadora, consideramos que el tiempo de consumo punta es de 1 hora.

Energía necesaria para la producción de ACS:

- c: calor específico del agua 1,16 (Wh/l·°C)

- T_p : duración del periodo punta (h)

$$E_{nec} = Q_c \cdot T_p \cdot (T_{ACS} - T_{AFCH}) \cdot c = 1422 \frac{l}{h} \cdot 1 h (45 - 15)^\circ C \cdot 1,16 Wh/l \cdot ^\circ C$$

$$= 49485,6 Wh = \mathbf{49,48 kWh}$$

Energía producida por la caldera:

$$E_p = P \cdot T_p \cdot \eta \quad \text{Ec. (7)}$$

- P: Potencia (W) de la caldera
- T_p : duración del periodo punta (h)
- η : Rendimiento de la caldera (adimensional) se estima en 75%.

Energía acumulada por el depósito:

La energía acumulada en el depósito de ACS se determina con la siguiente ecuación:

$$E_{acum} = V_{acum} \cdot (T_{acum} - T_{AFCH}) \cdot c \cdot F_{uso} \quad \text{Ec. (8)}$$

Donde:

- E_{acum} : Energía acumulada (Wh)
- V_{acum} : Volumen de acumulación (l)
- T_{acum} : Temperatura de acumulación ($^\circ C$). Se estima en $60^\circ C$.
- c: calor específico del agua 1,16 (Wh/l $^\circ C$)
- F_{uso} : Factor de uso del volumen acumulado (adimensional), depende de la geometría (esbeltez) del depósito de acumulación, ya que en el interior hay una zona de mezcla entre las aguas fría y caliente, en la cual la temperatura resulta inferior a la del uso.

Con las ecuaciones anteriores expuestas, tenemos que, la energía acumulada es igual a la energía necesaria para la producción menos la energía producida:

$$E_{acum} = E_{nec} - E_p \quad \text{Ec. (9)}$$

Podemos observar que en las ecuaciones 8 y 9 tenemos dos incógnitas que son la potencia de la caldera y el volumen del depósito respectivamente. Podemos dimensionar uno en función del otro, en nuestro caso vamos a realizarlo en función del volumen del depósito de ACS.

El depósito seleccionado es el correspondiente a la empresa especializada en depósitos y equipamientos para ACS, producción y acumulación "Lapesa.com". El modelo seleccionado es GX6 S600, capacidad de almacenamiento de 500 litros de ACS.

GEISER INOX "S"

Depósito acumulador **"DOBLE PARED"** para producción de ACS por intercambio térmico entre el depósito envolvente (circuito primario (externo) y el depósito interno (ACS), a través de una fuente energética externa (caldera, paneles solares, bomba de calor, etc.).

Acabado con forro blanco RAL 9016 y cubierta color gris RAL 7021.

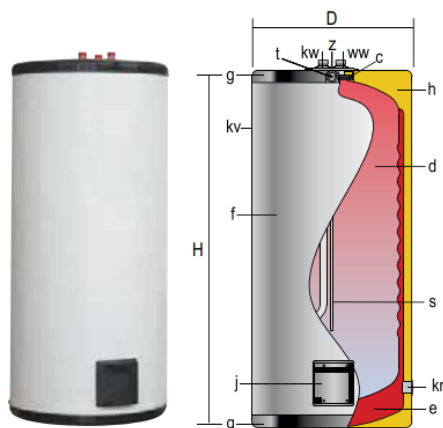
Para instalación VERTICAL u HORIZONTAL (bajo demanda, ver pág. 18).

Preparados para instalación mural hasta el modelo GX6 S190.

EQUIPAMIENTO:

Termómetro ACS en cubierta superior.

Soportes para instalación mural, hasta el modelo GX6 S190.



- c - Boca de inspección
- d - Depósito A.C.S.
- e - Cámara de calentamiento
- f - Forro externo
- g - Cubierta
- h - Aislamiento térmico
- j - Boca lateral auxiliar
- s - Sonda sensores
- t - Termómetro

CARACTERÍSTICAS GENERALES		GX6 S90	GX6 S130	GX6 S190	GX6 S260	GX6 S400	GX6 S600
Capacidad total	l.	82	130	191	256	365	608
Capacidad ACS	l.	60	100	150	200	300	500
Capacidad depósito envolvente	l.	22	30	41	56	65	108
D: Diámetro exterior	mm.	480	480	620	620	620	770
H: Altura total	mm.	750	1155	985	1240	1725	1730
kw: entrada agua red / vaciado	" GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
ww: salida ACS	" GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
z: recirculación ACS	" GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
kv: entrada primario	" GAS/H	1	1	1	1	1	1 1/2
kr: retorno primario	" GAS/H	1	1	1	1	1	1 1/2
Superficie de intercambio	m ²	0,8	1,2	1,2	1,6	2,4	3
Peso en vacío (aprox.)	Kg	34	50	63	76	105	149

Ilustración 19. Depósito de acumulación de ACS (Lapesa.com)

Con las características del depósito, el IDAE propone la siguiente expresión para su cálculo:

- H: altura del depósito.

– D: diámetro del depósito.

$$F_{uso} = 0,63 + 0,14 \cdot \frac{H}{D} = 0,63 + 0,14 \cdot \frac{1730}{770} = 0,944$$

Por lo que la energía acumulada en el depósito es:

$$E_c (8) E_{acum} = 500 \text{ l} \cdot (60 - 15)^\circ\text{C} \cdot 1,16 \frac{\text{Wh}}{\text{l} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,944 = 27376 \text{ Wh} \\ = 27,37 \text{ kWh}$$

Con lo que, despejando de la ecuación 9 tenemos que:

$$E_p = E_{nec} - E_{acum}$$

Haciendo uso de la ecuación 7:

$$P \cdot T_p \cdot \eta = E_{nec} - E_{acum}$$

Finalmente, la potencia necesaria para cubrir la necesidades con el depósito de 500 litros, será:

$$P = \frac{(49,48 - 27,37) \text{ kWh}}{1 \text{ h} \cdot 0,75} = 29,5 \text{ kW}$$

La caldera seleccionada será de 30 kW del modelo Junkers (KBRC 30)

Calderas de pie a gas / Condensación Suprapur KBRC Calderas sólo calefacción

La caldera de condensación de gas Junkers Suprapur KBRC está disponible en cuatro potencias desde los 15-40kW y es ideal para modernizar su sistema de calefacción en viviendas unifamiliares, pequeños hoteles y casas rurales. Tan silenciosa, que es ideal para sustituir su vieja caldera atmosférica por un equipo que le garantiza la máxima eficiencia, con un rendimiento estándar del 109.2%



Características Principales

- ▶ Caldera de fundición de Aluminio-Silicio compacta y de alto rendimiento, con sistema de regulación MX25 + CW400 y conexión IP para control remoto vía app.
- ▶ Potencias desde 15 hasta 40Kw.
- ▶ Rendimiento estacional de hasta un 109,2%.
- ▶ Control digital de la combustión y posibilidad de funcionamiento con compensación en función de la temperatura exterior (CW400 suministrado de serie).
- ▶ Amplio rango de modulación del 18% al 100%.
- ▶ Dimensiones y pesos reducidos. Facilidad de mantenimiento, todos los componentes son accesibles desde el frontal.
- ▶ Ideal para reemplazar calderas atmosféricas antiguas con una solución moderna y eficiente.
- ▶ Muy bajos niveles de ruido.
- ▶ Gracias al elevado contenido de agua del bloque de calor, la conexión hidráulica es muy sencilla (sin montaje de compensador hidráulico).
- ▶ Posibilidad de combinación con acumuladores de a.c.s. verticales (160 l, 200 l y 300 l) con vitrificado para la perfecta higiene del agua.

Tamaño de la caldera (kW)	Unidad	KBRC 15-1/5	KBRC 22-1/6	KBRC 30-1/9	KBRC 40-1/10
Carga térmica nominal [Qn (Hi)] ¹⁾	kW	2,8...14,15	4,15...20,75	5,7...28,3	7,5...37,6
Potencia térmica nominal [Pn 80/60] ¹⁾ a temperatura 80/60 °C	kW	2,7...13,77	4,0...20,2	5,5...27,5	7,2...36,6
Potencia térmica nominal [Pn 50/30] ¹⁾ a temperatura 50/30 °C	kW	3,0...15	4,5...22	6,1...30	8,1...40
Rendimiento global normalizado a temperatura 75/60 °	%	105,5	105,8	106,2	105,9
Rendimiento global normalizado a temperatura 40/30 °	%	109,0	109,1	109,2	109,1
Circuito del agua de calefacción					
Contenido de agua en caldera [V] ¹⁾	l	15,8	18,8	27,4	33,4
Pérdida de carga en el lado del agua con (ΔT = 20 K)	mbar	4	6	14	25
Temperatura de impulsión máxima funcionamiento	°C	85	85	85	85
Límite de seguridad / limitador de temperatura de seguridad [Tmáx] ¹⁾	°C	100	100	100	100
Presión de servicio máxima admisible[PMS] ¹⁾	bar	3	3	3	3
Empalmes roscados					
Conexión gas	pulg.	1/2	1/2	1/2	1/2
Conexión agua de calefacción	pulg.	1	1	1	1
Conexión condensado	pulg.	3/4	3/4	3/4	3/4
Construcción					
Tipo de construcción		Funcionamiento atmosférico: B23 Funcionamiento estanco: C13x, C33x, C43x, C53x, C63, C83, C93			
Dimensiones y peso					
Volumen anchura × profundidad × altura	mm	600x630x965	600x630x965	600x800x965	600x800x965
Longitud total LK	mm	625	625	795	795
Distancia entre pies LF	mm	277	277	447	447
Peso	kg	60	65	80	85

Ilustración 20. Características de la caldera (KBRC 30); Junkers.com

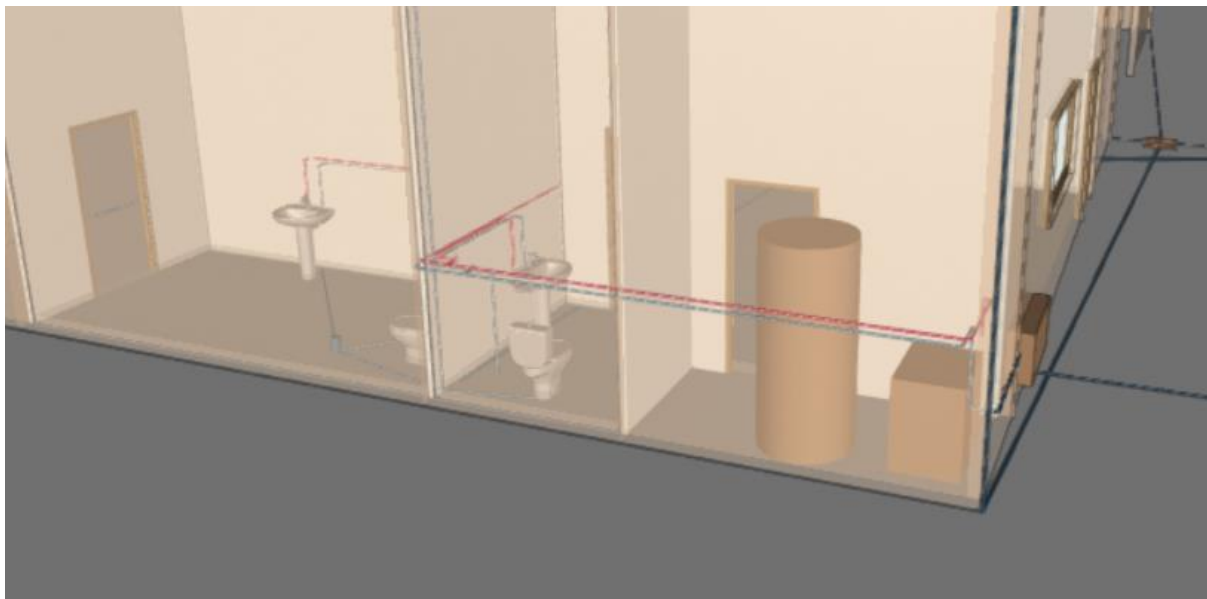


Ilustración 21. Imagen de instalación de ACS: Caldera + Acumulación

3. Referencias

1. CTE DB HE. (2019a). *Documento Básico de Ahorro Energético [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>
2. CTE DB HE. (2019b). *Guía de aplicación del Documento Básico de Ahorro de Energía [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>
3. CTE DB HS. (2019). *Documento Básico de Salubridad [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/Salubridad.html>
4. Junkers.es. (2022). *Calderas de pie a gas y gasóleo Junkers Soluciones para cada necesidad de confort [archivo PDF]*. <https://www.junkers.es/es/es/ocs/calderas-de-pie-a-gas-1095493-c/>
5. Lapesa.com. (2021). *Depósitos y equipamientos para ACS, producción y acumulación [archivo PDF]*. <https://www.lapesa.com/es/depositos-para-agua-caliente-sanitaria-produccion-y-acumulacion>
6. Ministerio de Industria, T. y C. (IDAE). (2010). *Guía Técnica de agua caliente central [archivo PDF]*. <https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion/reglamento-de-instalaciones-termicas-de-los-0>
7. Apuntes de asignatura “Instalaciones Industriales en la Edificación I”. Impartida por el profesor Mario Matas Hernández

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

ANEXO V: EVACUACIÓN DE AGUAS

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN	3
2.1 AGUAS RESIDUALES URBANAS.....	3
2.1.1 <i>Resumen</i>	6
2.2 AGUAS PLUVIALES	7
2.2.1 <i>Canalones</i>	8
2.2.2 <i>Bajantes</i>	9
2.2.3 <i>Colectores y Arquetas de aguas pluviales</i>	10
2.2.4 <i>Colectores y arquetas para red tipo mixta</i>	13
2.3 REDES DE VENTILACIÓN	14
3. REFERENCIAS	15

1. Objeto

En este anexo vamos a determinar el diseño y dimensionamiento para la evacuación de aguas residuales y pluviales. Para el dimensionamiento debemos hacer caso de lo que nos indica la normativa vigente, que en este caso es el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS Salubridad, sección 5.

Esta instalación se encargará de evacuar diferentes tipos de agua, como son:

- **Aguas residuales Urbanas:** El agua se vierte directamente a la acometida de desagüe ya que no necesita ningún tratamiento previo.
- **Aguas pluviales:** El agua que se recoge proviene de las lluvias recogiendo a través de canalones desembocando en la arquetas por medio de las bajantes. La cubierta es de dos aguas y los canalones se disponen dos en cada vertiente. Tanto el diámetro como el número de canalones y arquetas vienen dadas por la cantidad de agua por área de cubierta que son capaces de evacuar, ya que debemos encontrar unos diámetros comerciales óptimos. El número de arquetas que debemos colocar dependerá de la cantidad de bajantes que tengamos, así como, la distancia que haya entre cada arqueta, ya que no puede haber una distancia mayor a 15 metros entre arquetas.

Existe una única red de alcantarillado público por lo que debe disponerse de un sistema mixto con una conexión final de aguas residuales y pluviales, antes de su salida al exterior. El diseño y dimensionamiento para los diferentes tipos de aguas a evacuar se hacen por separado.

2. Dimensionado de la instalación

2.1 Aguas residuales urbanas

La instalación se dispone por una bajante a la que irán conectadas todos los aparatos, la bajante se encuentra en un punto medio de las tres instalaciones para cumplir la normativa en cuanto a distancias como en porcentaje de pendientes de los distintos componentes de la instalación.

El cálculo de las bajantes o conducciones verticales viene dado en función a las unidades de desagüe. Una unidad de desagüe se corresponde con un caudal de $0,47 \text{ dm}^3/\text{s}$ (aparta 4.1 del HS5).

En lo que se refiere a las unidades de desagüe, el HS5 aporta la tabla 4.1 correspondiente a los distintos aparatos sanitarios y los diámetros mínimos de sifón y derivación individual. Los aparatos sanitarios no pueden conectarse directamente a la bajante (salvo el inodoro, que se conectará directamente a la bajante), antes deben conectarse al bote sifónico (varios aparatos) o sifón individual (un aparato), y el sifón es el que se conecta a la bajante.

El bote sifónico debe de ser autolimpiable, no tener partes móviles que impidan su correcto funcionamiento, instalarse lo que cerca posible de la válvula de desagüe del aparato. No pueden instalarse en serie y debe de haber un bote sifónico para cada cuarto húmedo.

Para la Red de pequeña evacuación, empotrada, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo, debe de cumplir una serie de características:

- Trazado lo más sencillo posible.
- Si no es posible conectar el inodoro directamente a la bajante, se puede hacer mediante un manguetón, con longitud de acometida igual o menor a 1 metro.
- Distancia del bote sifónico a la bajante no debe ser mayor a 2 metros.
- Derivaciones que acometan al bote sifónico, longitud igual o menor que 2,5 metros y pendientes entre 2% y 4%.
- Bañeras y duchas pendientes menor o igual al 10%.

Derivaciones individuales

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	4	5	100	100
	Con cisterna			
	Con fluxómetro	8	100	100
	Pedestal	-	-	50
Urinario	Suspendido	-	-	40
	En batería	-	-	-
		3,5	-	-
Fregadero	De cocina	3	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	-	40
		2	-	-
Lavadero		3	40	-
Vertedero		-	-	100
Fuente para beber		-	-	25
Sumidero sifónico		1	40	50
Lavajillas		3	40	50
Lavadora		3	40	50
Cuarto de baño	Inodoro con cisterna	7	100	-
(lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo	Inodoro con cisterna	6	100	-
(lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

Ilustración 1. Tabla 4.1 (HS5) Uds correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tabla 1. Unidades de desagüe y diámetro de sifón y derivación individual para las diferentes Zonas

Zona	Aparato	Uds de desagüe	Ø mín. Sifón y derivación individual (mm)
Vestuario Masculino	Lavabo	2	40
	Ducha	3	50
	Inodoro con cisterna	5	100
Vestuario Masculino	Lavabo	2	40
	Ducha	3	50
	Inodoro con cisterna	5	100
Aseo Despacho	Lavabo	2	40
	Inodoro con cisterna	5	100

La suma de todas las unidades de hacen un total de 27 Uds. Este valor servirá para cálculos posteriores.

Se dispondrá de dos botes sifónicos en los vestuarios (masculino y femenino) de 50 mm de diámetro y con dos entradas (lavabo y ducha), así como, un sifón individual en el ase del despacho.

Se dispondrá de un manguetón para cada inodoro de 100 mm de diámetro nominal conectado directamente a la bajante.

Ramales colectores

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

Dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, se ha utilizado la tabla siguiente.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Ilustración 2. Tabla 4.3 (HS5) Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Con el número total de unidades determinadas en el apartado anterior (**27 Uds**) y el porcentaje de la pendiente del **2%**, obtenemos un diámetro para **ramales colectores de 90 mm**.

Se dispondrá de dos Ramales (vestuario masculino y femenino) de 90 mm. El Aseo del despacho no lleva ramal ya que solo hay un lavabo (sifón individual) y un inodoro.

Bajantes de aguas residuales

Tubería para ventilación primaria de la red de evacuación de aguas, multicapa de PVC, serie B, según UNE-EN 1453-1, resistente al fuego según UNE-EN 13501-1, "ADEQUA", unión pegada con adhesivo.

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Ilustración 3. Tabla 4.4 (HS5) Diámetro de bajantes según el número de plantas del edificio y el número de Uds

Los diámetros mostrados, obtenidos a partir de la tabla 4.4 (CTE DB HS 5), garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera 1/3 de la sección transversal de la tubería.

Las desviaciones con respecto a la vertical se han dimensionado con igual sección a la bajante donde acometen, debido a que forman ángulos con la vertical inferiores a 45°.

Colector horizontal de aguas residuales:

Ramal colector (colector maestro), tubo de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Ilustración 4. Tabla 4.5 (DB HS5) Diámetro de colectores horizontales en función del número máximo de Uds y pendiente

Aquí tenemos que hacer un inciso. Tenemos 27 Uds en total y una pendiente seleccionada en la tabla 4.5 del 2%. Obtenemos un diámetro para el ramal de 75 mm, pero como dice el apartado 3.3.1.3 (HS5):

Documento Básico HS Salubridad con comentarios HS 5 Evacuación de aguas

2 El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente.

Ilustración 5. Requisito para evacuación de aguas (CTE DB HS5)

Al ser el elemento al que va conectado el colector horizontal de mayor diámetro (bajante: 90 mm), debemos de colocar un diámetro superior. Observando la tabla 4.5, el diámetro superior a 90 mm es, 110 mm. Por lo que tendremos un **colector horizontal de 100 mm**.

2.1.1 Resumen

Tabla 2. Resumen de Diámetro de aparatos y pendiente

Aparato	Pendiente	Ø mín. (mm)
Lavabo	2%	40
Ducha	2%	50
Inodoro con cisterna	2%	100
Lavabo	2%	40
Ducha	2%	50

Inodoro con cisterna	2%	100
Lavabo	2%	40
Inodoro con cisterna	2%	100
Ramales colectores	2%	90
Bajantes	-	90
Colectores Horizontales	2%	110

2.2 Aguas Pluviales

En este apartado nos disponemos a determinar es diseño y dimensionado de los diferentes elementos encargados de evacuar la aguas pluviales. Para ello, al igual que en el caso de aguas residuales, tenemos que seguir la normativa del Documento Básico de salubridad, sección 5, de Código técnico de la Edificación.

Para el dimensionado de las instalaciones deberemos tener presente el área de la cubierta, así como, diferentes tablas del DB HS5 que más adelante se adjuntaran a este documento.

Lo primero será determinar en qué zona de España se encuentra la edificación y en función a la zona (A-B), determinar la intensidad pluviométrico que usaremos para los cálculos de las superficies de proyección horizontal.

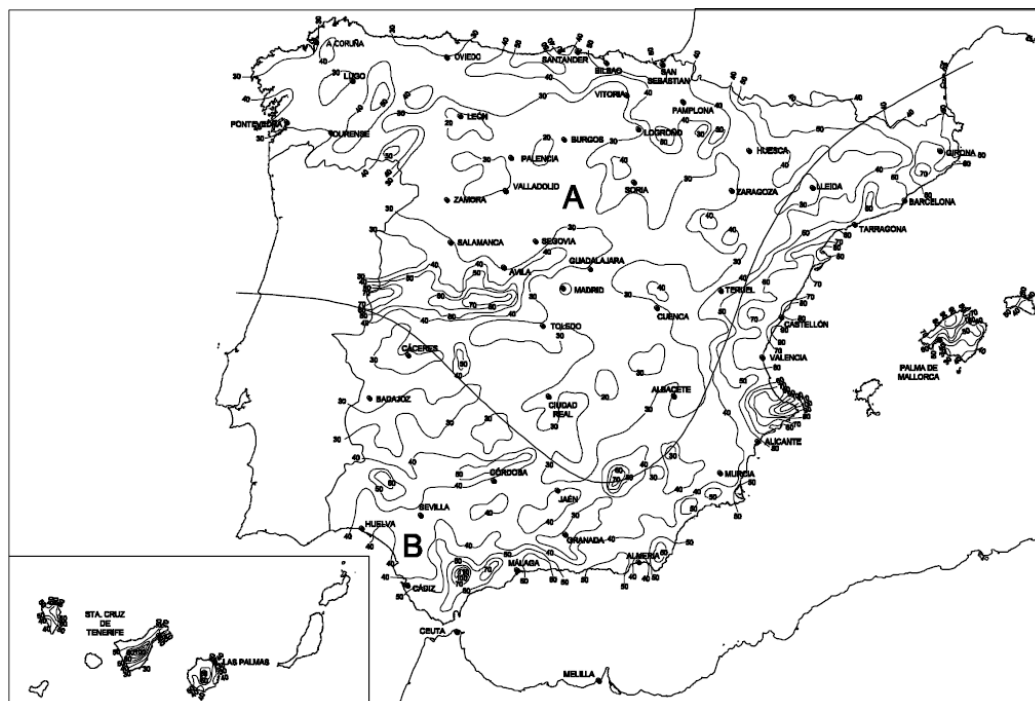


Ilustración 6. Apéndice B (DB HS5) Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas.



Ilustración 7. Isoyeta 40 (El Real de la Jara)

Como podemos observar en la ilustración 7, la ubicación en la que nos encontramos se encuentra en la isoyeta 40. Dicho valor lo usamos para determinar la intensidad pluviométrica. Para un régimen de intensidad pluviométrica diferente a 100 mm/h, debemos aplicar un factor de corrección. Para ello usamos la siguiente tabla.

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Ilustración 8. Tabla 3 (DB HS5) Intensidad pluviométrica (mm/h) para isoyeta 40

Zona B }
Isoyeta 40 } Obtenemos una intensidad pluviométrica:

$$i = 90 \text{ mm/h}$$

Con lo que el factor de corrección será:

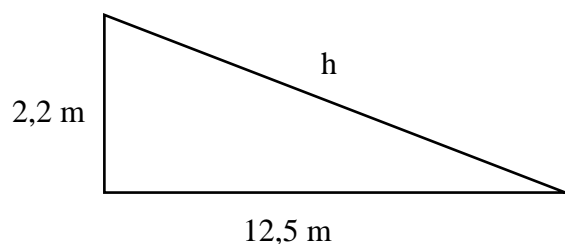
$$f = \frac{i}{100} = \frac{90}{100} = 0,9 \text{ mm/h}$$

Nota: este valor es para una sección de canalón semicircular. Si la sección del canalón fuese cuadrangular, el equivalente es un 10% de la obtenida para la semicircular.

2.2.1 Canalones

Los canalones seleccionados serán de sección circular de acero galvanizado, según UNE-EN 612, según UNE-EN 612.

Para determinar el diámetro de los canalones aplicamos el factor de corrección a la superficie de la cubierta. La cubierta tiene una longitud de 50 metros y una achura de 25 metros. El cumbrero (mitad del pórtico) se eleva sobre la altura de los pilares 2,2 metros, haciendo en su caso una pendiente del 17%. Con estos datos determinamos la superficie de la cubierta.



$$h = \sqrt{2,2^2 + 12,5^2} = 12,69 \text{ m}$$

La cubierta es a dos aguas, al ser una cubierta simétrica, lo que calculemos en una parte vale para la otra. Al tener 50 metros de largo y aplicar el factor de corrección, tenemos una superficie de proyección horizontal:

$$12,69 \cdot 50 \cdot 0,9 = 571,05 \text{ m}^2$$

El diámetro de los canalones va en función del agua que puede evacuar y este a su vez, depende del área de superficie de proyección horizontal. Con lo que, para obtener unos diámetros comerciales más pequeños, dividiremos el área en dos y con el valor obtenido entramos en la tabla siguiente junto a la pendiente que le vayamos a dar al canalón obteniendo así el diámetro.

$$\frac{571,05}{2} = 285,52 \text{ m}^2$$

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Ilustración 9. Tabla 4.7 (DB H5) Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Tabla 4.7 → 2%; $\phi_{nom} = 200 \text{ mm}$

Con lo que obtenemos para toda la nave:

- 4 canalones de 25 m cada uno, 2% de pendiente; $\phi_{nom} = 200 \text{ mm}$

2.2.2 Bajantes

Las bajantes, al igual que los canalones, serán de sección circular de acero galvanizado. Así también, para obtener el diámetro, necesitamos saber la superficie horizontal que va a evacuar. Dispondremos de 4 bajantes en cada una de las esquinas de la nave con lo que el área de superficie horizontal será el mismo que para los canalones (285,52 m²) evacuando cada uno a una arqueta que debemos colocar a pie de bajante.

Con el valor de la superficie horizontal entramos en la tabla 4.8.

$$\text{Superficie de proyeccion horizontal} = 285,52 \text{ m}^2$$

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Ilustración 10. Tabla 4.8 (DB HS5) Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h

$$\text{Bajante: } \phi_{nom} = 90 \text{ mm}$$

Con lo que obtenemos para toda la nave:

- **4 bajantes de 7 m cada una; $\phi_{nom} = 90$ mm**

2.2.3 Colectores y Arquetas de aguas pluviales

El tipo de colector será enterrado de saneamiento, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

La red de arquetas y colectores se dimensiona de tal manera que la distancia entre las arquetas no supere los 15 metros, como se indica en normativa. El número máximo de colectores que puede recibir cada arqueta es de tres. La instalación estará compuesta por diferentes tipos de arquetas. 4 arquetas a pie de bajante, 5 arquetas de paso para salvar la distancia que 15 metros como máximo entre arquetas, 1 arqueta sifónica (calculada en el apartado de red de evacuación mixta).

Las arquetas son fabricadas "in situ", construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, apoyada sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor, y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.

Evitaremos poner arquetas y colectores dentro de la nave, ya que, en caso de cualquier reparación, evitar tener que levantar el solado de la instalación, a la vez que, en un futuro pueden estar cubiertas por máquinas de gran tonelajes y tener problemas para dicha reparación.

Un lateral de la nave es colindante con otra, por lo que tendremos que rodear la nave hasta llevar el agua de pluviales a la arqueta sifónica situada en la "avenida de la industria".

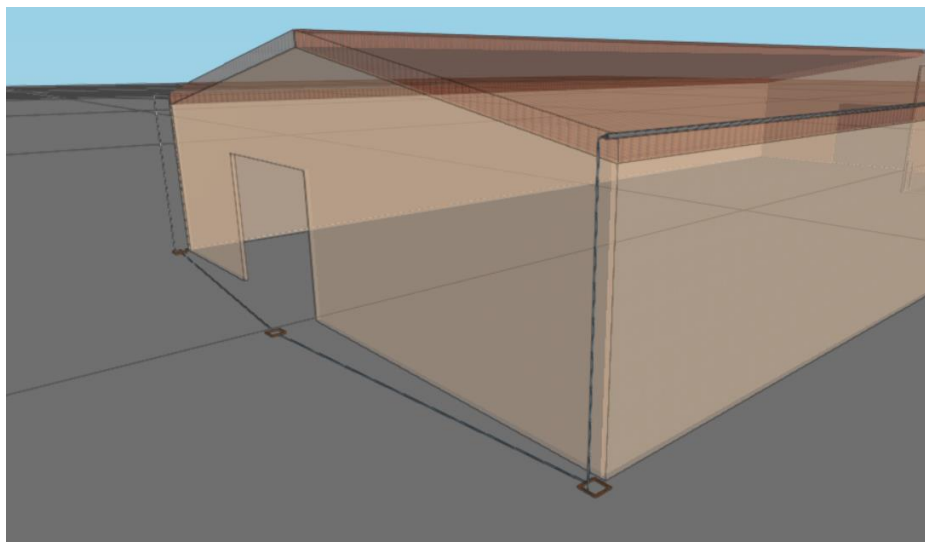


Ilustración 11. Parte trasera de la nave (colectores y arquetas)

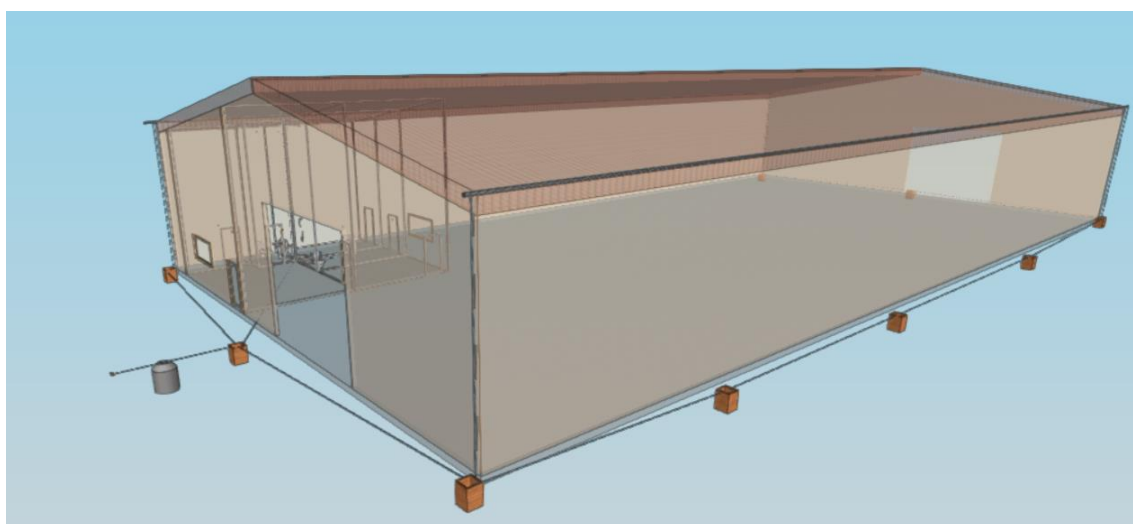


Ilustración 12. Parte lateral de la nave (colectores y arquetas)

Para el dimensionado de la instalación, comenzaremos por la arqueta 1, que recibirá el caudal perteneciente al área de su bajante, así pues, la arqueta sifónica 9 recibirá el caudal del sumatorio de todas las anteriores, de la 10 y de las aguas residuales.

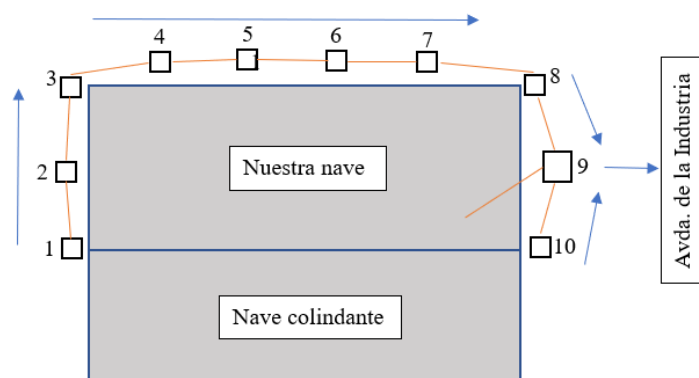


Ilustración 13. Croquis de la instalación de arquetas y colectores, así como, sentido de evacuación

Para la selección de los diámetros y las dimensiones de las arquetas utilizamos las siguientes tablas.

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Ilustración 14. Tabla 4.9 (DB HS5) Diámetro de colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

El área perteneciente a cada bajante es de (285,52 m²), por tanto:

- Colector 1: $\varnothing_{nom}=110$ mm; 2%
- Colector 2: $\varnothing_{nom}=110$ mm; 2%

El área perteneciente al colector 3 es igual al área de la bajante 1 y 3 (571,04 m²):

- Colector 3: $\varnothing_{nom}=160$ mm; 2%

El colector 4,5,6,7 recibe el mismo caudal que el 3, ya que son arquetas de paso:

- Colector 4=5=6=7: $\varnothing_{nom}=160$ mm; 2%

El colector 8 recibe el área de su bajante más la suma de los anteriores (856,56 m²):

- Colector 8: $\varnothing_{nom}=160$ mm; 2%

El colector 10 evacua solo de su bajante (285,52 m²), por tanto:

- Colector 10: $\varnothing_{nom}=110$ mm; 2%

El dimensionado de cada arqueta, va en función del diámetro del colector de salida, así pues, con el diámetro de cada colector y haciendo uso de la tabla 4.13, tendremos las diferentes medidas de arquetas:

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Ilustración 15. Tabla 4.13 (DB HS5) Dimensiones de las arquetas

Tabla 3. Dimensiones de arquetas de red de aguas pluviales

Número de arqueta	\varnothing Colector de salida (mm)	Tipo de arqueta
1	110	Arqueta a pie de bajante 50 x 50 cm
2	110	Arqueta de paso 50 x 50 cm

3	160	Arqueta a pie de bajante 60 x 60 cm
4 -5- 6 -7	160	Arqueta de paso 60 x 60 cm
8	160	Arqueta a pie de bajante 60 x 60 cm
10	110	Arqueta a pie de bajante 50 x 50 cm

2.2.4 Colectores y arquetas para red tipo mixta

Al existir una red de alcantarillado público, podremos usar para verter a dicha red una instalación de tipo mixta, la cual, la arqueta sifónica recibirá las aguas residuales y pluviales de la edificación por medio de sus respectivos colectores, que, mediante la salida del colector de aguas mixtas evacuará las aguas al pozo de registro para finalmente verterlo a la red de alcantarillado.

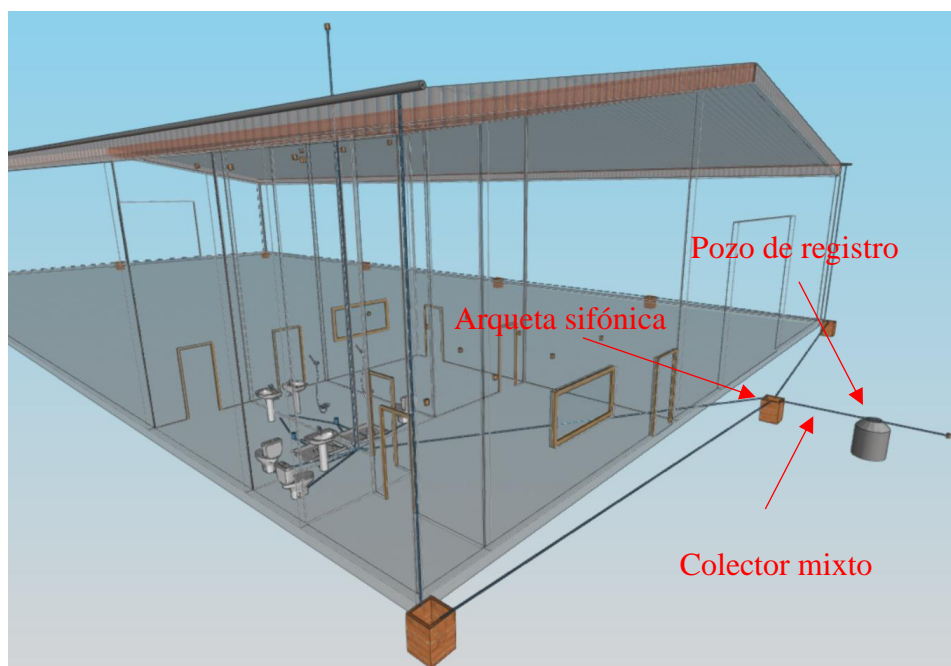


Ilustración 16. Parte delantera. Red de evacuación mixta

Para el dimensionado, deben transformarse las unidades de desagüe correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas, y sumarse al de aguas pluviales. El diámetro del colector se obtiene de la tabla 4.9 (ilustración 12), en función de la pendiente y la superficie obtenida.

Para la transformación de las unidades en superficie equivalente para un régimen pluviométrico diferente a 100 mm/h, debemos de multiplicar los valores de la superficie por el factor de corrección. La transformación se efectúa según el siguiente criterio:

- Número de Uds menor o igual a 250, la superficie equivalente es de 90 m².
- Número de Uds mayor a 250, la superficie equivalente es de 0,36 x N° Uds m².

Nuestra instalación consta de 27 Uds, por tanto:

$$27 < 250 \text{ Uds} \rightarrow \text{Superficie equivalente} = 90 \text{ m}^2$$

Superficies equivalentes de aguas pluviales:

$$\text{Sup. equiv} = 571,05 \cdot 2 = 1142,1 \text{ m}^2$$

Por tanto, el total de superficie equivalente para determinar el diámetro del colector será:

$$\text{Sup. total} = 1142,1 + 90 = 1232,1 \text{ m}^2$$

Con el valor de (1232,1 m²) nos vamos a la tabla 4.9, para una pendientes del 2% y obtenemos un diámetro del colector de aguas mixtas:

$$\phi_{nom} = 200 \text{ mm}$$

Y teniendo el valor del colector de salida de 200 mm de diámetro, vamos a la tabla 4.13 y obtenemos unas dimensiones para la arqueta sifónica de:

Arqueta sifónica de 60 x 60 cm

2.3 Redes de ventilación

El código técnico en su apartado 3.3.3 nos indica que las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales deben de disponer de sistemas de ventilación. Estos pueden ser de tres tipos: Subsistema de ventilación primaria, secundaria y terciaria.

Para nuestro caso, como el edificio tiene menos de 7 plantas, bastará con la ventilación primaria, la cual, prolongarse 1,3 metros por encima de la cubierta ya que no es transitable. La salida debe de estar protegida para que no entren cuerpos extraños por ella, ya que si entrase algo podría taponar la bajante de aguas residuales provocando un embolo hidráulico empujando a su vez el agua de los sifones hacia los aparatos sanitarios.

Para el dimensionado del diámetro de la ventilación primaria, según el apartado 4.4.1 del DB HS5, nos indica que el diámetro debe ser el mismo que el de la bajante, por tanto:

$$\phi_{venti.prim} = 90 \text{ mm}$$

3. Referencias

1. CTE DB HS. (2019). *Documento Básico de Salubridad [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/Salubridad.html>
2. Apuntes de asignatura “Instalaciones Industriales en la Edificación I”. Impartida por el profesor Mario Matas Hernández.

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

ANEXO VI: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. EXIGENCIAS DE BIENESTAR E HIGIENE.....	3
2.1 CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE 1.4.1 (RITE)	3
2.2 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR 1.4.2	4
2.2.1 <i>caudal mínimo de aire exterior de ventilación</i>	4
2.2.2 <i>Filtración del aire exterior mínimo de ventilación</i>	5
2.2.3 <i>Aire de extracción</i>	6
3. EXIGENCIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES RESIDUALES ...	7
3.1 CONTROL DE DEMANDA ENERGÉTICA	7
3.1.1 <i>Cálculo de pérdidas</i>	8
3.1.1.1 Cargas térmicas para Refrigeración	14
3.1.1.2 Cargas térmicas para calefacción.....	17
4. VALORES DETERMINADOS MEDIANTE CYPECAD MEP.....	20
5. CONCLUSIONES.....	21
6. REFERENCIAS.....	22

1. Objeto

En este anexo determinaremos las características de la instalación de climatización en cuanto a la calidad del aire en el ambiente, así como el control de la demanda energética en los edificios industriales de acuerdo a los que nos dice el CTE DB HE1 y HE2. Para las condiciones de las instalaciones térmicas haremos uso del RITE “Reglamento de instalaciones térmicas en edificios”

Por una parte, determinaremos los valores de las cargas térmicas en los locales (oficinas) analíticamente, y después lo haremos mediante CypeCAD MEP para finalmente comprar los resultados y sacar algunas conclusiones. Con los valores obtenidos seleccionaremos el equipo de climatización (calefacción y refrigeración) que mejor se adapte a nuestras necesidades (pérdidas de cargas térmicas).

2. Exigencias de bienestar e higiene

2.1 Calidad térmica del ambiente 1.4.1 (RITE)

Para determinar la calidad de la temperatura del ambiente en el interior de los locales, en el RITE disponemos de unos valores orientativos para cálculos, de temperatura operativa (°C) y humedad relativa (%) en el cual se considera que se consigue el bienestar térmico.

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño		
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Ilustración 1. Tabla 1.4.1.1. (RITE) Condiciones interiores de diseño

Para el dimensionamiento de los sistemas de calefacción, se emplearán temperatura de cálculo de las condiciones interiores de **21°C**.

Para los sistemas de refrigeración la temperatura de cálculo será de **25°C**.

Con lo dicho anteriormente, tenemos la temperatura operativa y humedad relativa para verano e invierno de:

- Verano:
 - $T_{op}^a = 25^{\circ}\text{C}$
 - $H_{rel} = 52,5\%$
- Invierno:
 - $T_{op}^a = 21^{\circ}\text{C}$
 - $H_{rel} = 45\%$

La velocidad del aire de la zona debe mantenerse dentro de unos valores límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de la persona y vestimenta. En la IT 1.1.4.1.3 “Velocidad del aire”, nos aporta una fórmula para valores de la temperatura seca del aire que se encuentren entre 20°C – 27°C, como es nuestro caso.

Usaremos la fórmula del “punto a)” de dicho apartado, ya que usaremos la “*difusión por mezcla, siendo la habitual en sistemas convencionales (Guía IDAE)*”. Así pues, la ecuación para determinar la velocidad del aire será:

$$v = \frac{t^a}{100} - 0,07 \text{ (m/s)} \quad \text{Ec. (1)}$$

- Verano:

$$Ec (1) \quad v = \frac{25}{100} - 0,07 = 0,18 \text{ m/s}$$

- Invierno:

$$Ec (1) \quad v = \frac{21}{100} - 0,07 = 0,14 \text{ m/s}$$

2.2 Calidad del aire interior 1.4.2

La calidad del aire interior (IDA) que se debe alcanzar en los edificios, en nuestro caso, al tratarse de las oficinas será, **IDA 2**.

IDA 1	Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	Aire de buena calidad: oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	Aire de calidad media: edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	Aire de calidad baja: no se debe aplicar.

Ilustración 2. Tabla 12 (IDAE) Categorías del aire interior en función del uso de los edificios

2.2.1 caudal mínimo de aire exterior de ventilación

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación se puede determinar por 5 métodos diferentes, nosotros lo determinaremos por el “Método indirecto de caudal de aire exterior por persona”. El RITE nos aporta una tabla de caudales para las diferentes calidades de aire interior.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Ilustración 3. Tabla 1.4.2.1 (RITE) caudales de aire exterior

En nuestro caso para un IDA2, tendremos un caudal de aire exterior por persona de 12,5 dm³/s.

Para determinar el número de persona para cada local, podemos utilizar la tabla 2.1 de ocupación máxima del CTE DB SI en base a criterios de seguridad. A modo de referencia, la tabla 2.1 muestra la ocupación típica de los locales en función del uso previsto.

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2

Ilustración 4. Tabla 2.1 (CTE DB SI) Densidad de ocupación

Con la superficie del despacho y de la sala de espera, podemos determinar la ocupación y finalmente el caudal de aire:

Sala de espera:

- S = 17,8 m².
- Ocupación: Plantas o zonas de oficinas = 10 m²/ persona

$$Ocupación = \frac{17,8 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2/\text{persona}} = 1,78 = 2 \text{ personas}$$

Despacho:

- S = 33,5 m².
- Ocupación: Plantas o zonas de oficinas = 10 m²/ persona

$$Ocupación = \frac{33,5 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2/\text{persona}} = 3,35 = 4 \text{ personas}$$

Con lo que el caudal de los locales será:

$$\text{sala de espera} = 12,5 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 2 \text{ personas} = 25 \text{ l/s} = \mathbf{90 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$\text{Despacho} = 12,5 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 4 \text{ personas} = 50 \text{ l/s} = \mathbf{180 \text{ m}^3/\text{h}}$$

2.2.2 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación

El aire de ventilación se introducirá debidamente filtrado en los edificios. La clase de filtración mínima a emplear se determina en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire que se requiere en el interior (IDA). Para determinar el tipo de filtro, hacemos uso de la tabla que nos aporta el RITE.

Al encontrarnos en un entorno industrial y, en concreto una carpintería metálica, estimamos un ODA 2 (aire con concentraciones altas de partículas y, o gases contaminantes).

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF*+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Ilustración 5. Tabla 1.4.2.5 (RITE) Clases de filtración

Si observamos la tabla podemos determinar que necesitamos un mínimo una clase de filtración con dos etapas de filtrado **F6 + F8**, la primera menos restrictiva y la segunda más.

- F6: filtro medio. Para partículas (polvo en aire, gérmenes, bacterias etc.), de 1µm - 10µm.
- F8: filtro con eficacia entre 90% - 95%, para retener partículas de 0,4µm (humos de aceite, tabaco, ferrosos).

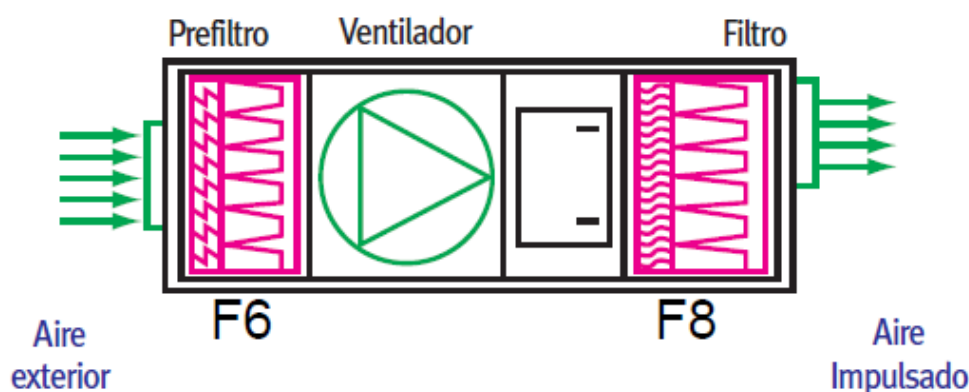


Ilustración 6. Esquema de las dos etapas de filtración F6+F8

2.2.3 Aire de extracción

En función del aire de extracción (AE), se puede clasificar en 4 categorías, de menos a más alto nivel de contaminación en el ambiente. Al tratarse de un local de oficinas, la categoría según el (RITE) sería de, **AE1**.

Según la guía técnica IDAE “sólo el aire de extracción de categoría AE1 puede ser retornado, y el AE2 sólo si se extrae e impulsa de un único local como (habitación de hotel). AE1 y AE2 pueden ser empleados como aire de transferencia para ventilar locales de servicio, aseos y garajes”.

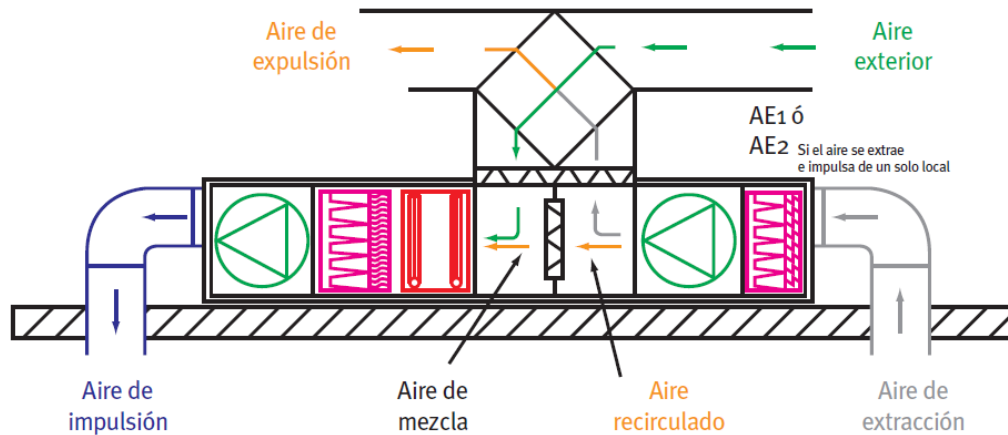


Ilustración 7. Esquema de la unidad de tratamiento de aire para AE1 y AE2

3. Exigencias de eficiencia energética y energías renovables residuales

3.1 Control de demanda energética

Para determinar la demanda energética del edificio debemos cuantificar la carga térmica del mismo en cuanto a temperatura interior del aire o su contenido en humedad relativa. En este sentido se puede establecer una primera clasificación de las cargas térmicas según su incidencia, como son:

- Cargas térmicas latentes: aquellas que van a originar una variación en la temperatura ambiente.
- Cargas térmicas sensibles: originan una variación de la humedad absoluta en el ambiente (contenido de agua en el aire).

La suma de estas dos cargas es la que utilizamos para determinar la capacidad de refrigeración de aire acondicionado y la potencia eléctrica de consumo.

Por otro lado, para el diseño de un sistema de calefacción o de aire acondicionado, debemos de conocer los componentes de las cargas térmicas del edificio, dependencia o local, para las situaciones más desfavorables de verano e invierno.

Las cargas térmicas las podemos diferenciar en dos grupos:

1. Cargas térmicas procedentes del ambiente exterior:
 - Cargas a través de cerramientos.
 - Cargas a través de huecos acristalados, ventanas, o puertas.
 - Cargas introducidas a través de ventilación.
 - Cargas debidas a infiltración.
2. Cargas térmicas generadas en el interior del edificio:
 - Cargas generadas por personas.
 - Cargas de iluminación.
 - Cargas generadas por equipos eléctricos, informáticos...
 - Otras cargas generadas en el interior.

3.1.1 Cálculo de pérdidas

Las pérdidas que se producen en un local o estancia son el resultado de sumar las diferentes pérdidas de carga anteriormente citadas (envolvente). Para cuantificarla hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$Q = S \cdot U \cdot (T_i - T_e) \cdot k \cdot c \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

- Q: Cargas por transmisión a través de paredes, techos, suelos... (W).
- S: Superficie del muro expuesta a la diferencia de temperatura (m²).
- U: Transmitancia térmica de paredes, techo, suelo ... Su valor depende del material del cerramiento.es la inversa de la resistencia térmica (W/m²·K)

$$U = \frac{1}{R_T} \quad \text{Ec. (3)}$$

- Ti: temperatura interior de diseño del local (°C)
- Te: Temperatura exterior de cálculo al otro lado del local (°C)
- K: coeficiente por orientación. Sólo se considera para la parte de la fachada principal perteneciente a la zona de exposición. En nuestro caso es “ESTE” por lo que el valor de k es 10% o multiplicar por 1,1.

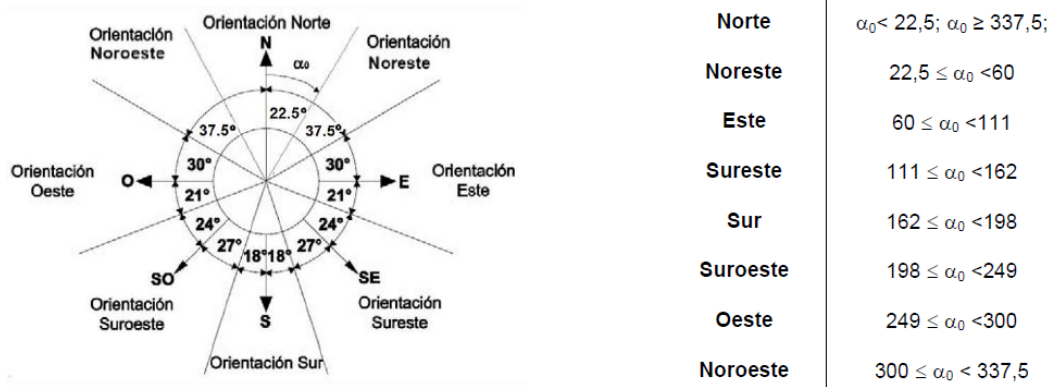


Ilustración 88. Orientaciones de las fachadas (DA_DB-HE1)

- c: factor de alternancia térmica producida. Al no estar la calefacción en funcionamiento por la noche (parada de 12 a 16h), y se trata de una instalación de calefacción de aire caliente, el valor de “c” es del 25% o 1,25.

Régimen de funcionamiento	Incremento en % de pérdidas Instalaciones de calefacción con:		
	Radiadores de agua caliente	Tubos empotrados en la estructura	Aire caliente
Continuo con reducción nocturna	8	5	12
Con parada de 6 a 8 h	10	8	15
Con parada de 8 a 12 h	12	10	20
Con parada de 12 a 16 h	15	12	25
Con parada de 16 a 18 h	20	15	30
Con parada de 18 a 20 h	25	20	35

Ilustración 9. Tabla de régimen de funcionamiento

Para determinar la temperatura exterior (temperatura donde estará situada la nave) hacemos uso de la guía técnica IDAE “condiciones climáticas exteriores de proyectos” y del RITE_IT 1.2.4.1.1

- cálculo de cargas térmicas máximas en invierno, temperatura seca (TS_99%)
- Cálculo de las cargas térmicas máximas en verano, temperatura seca (TS_1%)

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-7,9	0,6	2,0	15,4	87	38,4

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
46,0	39,0	24,7	37,2	23,6	35,6	23,2	19,2

Ilustración 10. Tabla de valores extremos en Sevilla (Guía Técnica IDAE)

Orientación	Temperatura exterior de cálculo (T_{ec}) en °C
Norte	$0,6 \cdot T_e$
Sur	T_e
Este	$0,8 \cdot T_e$
Oeste	$0,9 \cdot T_e$
Cubierta	$T_e + 12$
Suelo	$(T_e + 15) / 2$
Paredes interiores	$T_e \cdot 0,75$

Ilustración 11. Tabla de temperatura exterior de cálculo

Por lo que tenemos:

$$E = 0,8 \cdot 37,2 = 29,76 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Paredes interiores} = 0,75 \cdot 37,2 = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tabla 1. Tabla de temperaturas y humedades de diseño

Zonas	Invierno	Verano
Oficinas (Ti)	21 °C	25 °C
Calle (Tec)	2 °C	29,76 °C
Taller (Tec)	10 °C	28 °C

Para determinar el valor de las transmitancias, antes debemos de conocer el valor de la resistencia térmica de los diferentes materiales de los que se componen la envolvente del local. El valor de la resistencia se puede obtener directamente de tablas o conociendo la conductividad térmica de los materiales (CTE “Catálogo de elementos constructivos del CTE”), mediante la ecuación:

$$R = \frac{\text{espesor del material}}{\text{Conductividad térmica}} \left(\frac{m^2 \cdot K}{W} \right) \quad \text{Ec. (4)}$$

A su vez, debemos tener presente (CTE DB HE) las resistencias térmicas que no dependen de los materiales. Dichos valores se recogen en las tablas E1 y E6.

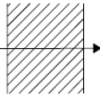


Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (suelo)		0,04	0,17

Ilustración 12. Tabla 1 (DA DB HE1) Resistencias térmicas superficiales de cerramientos es contacto con el aire exterior [m²·K/W]

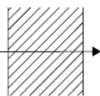


Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)		0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,17	0,17

Ilustración 13. Tabla 6 (DA DB HE1) Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores [m²·K/W]

A continuación, se muestran las transmitancias de paredes, techos, suelos, puertas y ventanas. Comentar que para el caso de puerta de acero galvanizado y las ventanas, hemos cogido directamente las transmitancias según indica el fabricante de dichos elementos.

Ventana corredera, de 2200x1100 mm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 4+4/12/4 LOW.S

CARPINTERÍA:

Ventana de aluminio, gama media, con rotura de puente térmico, dos hojas correderas, dimensiones 2200x1100 mm, acabado lacado color blanco con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 33 mm y marco de 60 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 4,0 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 7A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, con cerradura de seguridad. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 4+4/12/4 LOW.S, conjunto formado por vidrio exterior SONOR (laminar acústico) 4+4 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior LOW.S 4 mm; 24 mm de espesor total.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 1.60 W/(m ² ·K)
	Aislamiento acústico, R_w (C;C _{tr}): 39 (-1;-5) dB
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Deslizante
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3

Dimensiones: 220 x 110 cm (ancho x altura)	nº uds: 1		
Transmisión térmica	U_w	2.20	W/(m ² ·K)
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	30 (-1;-2)	dB

Ilustración 14. Transmitancia térmica para ventana de sala de espera (CypeCAD MEP)

Ventana corredera, de 2200x1100 mm - Doble acristalamiento Guardian Select "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/16/4

CARPINTERÍA:

Ventana de aluminio, gama media, con rotura de puente térmico, dos hojas correderas, dimensiones 2200x1100 mm, acabado lacado color blanco con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 33 mm y marco de 60 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 4,0 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 7A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, con cerradura de seguridad. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Guardian Select "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/16/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 24 mm de espesor total.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·K)
	Factor solar, g: 0.77
	Aislamiento acústico, R_w (C;C _{tr}): 28 (-1;-3) dB
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Deslizante
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3
	Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 220 x 110 cm (ancho x altura)	nº uds: 1		
Transmisión térmica	U_w	3.03	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.59	
	F _H	0.59	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	26 (-1;-1)	dB

Ilustración 15. Transmitancia térmica para ventana de despacho (CypeCAD MEP)

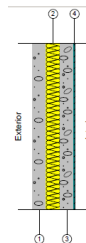
Puerta de paso interior, de acero galvanizado

Puerta interior abatible de una hoja de 38 mm de espesor, 900x1945 mm de luz y altura de paso, acabado lacado formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre marco de acero galvanizado de 1 mm de espesor, sin premarco. Incluso patillas de anclaje para la fijación del marco al paramento.

Dimensiones	Ancho x Altura: 90 x 194.5 cm	nº uds: 4
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 0.76 W/(m²·K)	
	Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

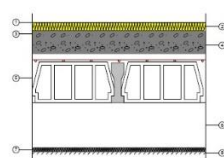
Ilustración 16. Transmitancia térmica para puerta de acero galvanizado (CypeCAD MEP)

A continuación, se podrá observar los diferentes materiales que componen y espesores de la paredes, suelos y techos de las oficinas, dichas imágenes son obtenidas por el programa CypeCAD MEP, los cálculos se determinaran de manera analítica y posteriormente los compararemos con los obtenidos por dicho programa.



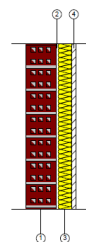
Listado de capas:	
1 - Hormigón convencional d 1600	5 cm
2 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	5 cm
3 - Hormigón convencional d 1600	5 cm
4 - Revestimiento interior con piezas de azulejo. COLOCACIÓN: en capa gruesa con mortero de cemento	0.5 cm
Espesor total:	15.5 cm

Ilustración 17. Materiales de cerramiento exterior de la nave, en la parte de oficinas



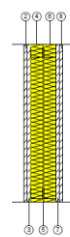
Listado de capas:	
1 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.45 cm
2 - Lana mineral soldable	5 cm
3 - Capa de regularización de mortero de cemento	4 cm
4 - Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
5 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
6 - Cámara de aire sin ventilar	27.5 cm
7 - Aglomerado de corcho expandido	2.5 cm
8 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
9 - Pintura al temple sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	81.05 cm

Ilustración 18. Materiales de forjado unidireccional con falso techo



Listado de capas:	
1 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
2 - Separación	0.8 cm
3 - Arena Plaver	5 cm
4 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
5 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	18.3 cm

Ilustración 19. Materiales de cerramiento de oficinas (interior)



Listado de capas:	
1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
5 - Chapa metálica	0.2 cm
6 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
8 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.25 cm
9 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	14.8 cm

Ilustración 20. Materiales de tabiques de oficinas.

Tabla 2. Valores de transmitancia para paredes, suelos, techos, ventanas y puertas

Materiales	e (cm)	λ (W/m.K)	RT (m ² .K/W)
Solera			
Solado de baldosas de mármol Crema Levante	2	3,5	0,01
Base de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGEHOLCIM"	4	1,3	0,03
Lana mineral	4	0,035	1,14
Solera de hormigón en masa	20	2,3	0,09
Poliestireno extruido	4	0,033	1,21
Transmitancia Térmica	1/(RT+Rse+Rsi)		0,35
Fachada (placa alveolar)			
Hormigón convencional	5	0,97	0,05
MW Lana mineral [0,031 W/[mK]]	5	0,031	1,61
Hormigón convencional	5	0,97	0,05
Transmitancia Térmica	1/(RT+Rse+Rsi)		0,51
Cerramiento (oficinas)			
Fábrica de ladrillo triple	14	0,23	0,61
MW Lana mineral [0,031 W/[mK]]	5	0,031	1,61
Placa de yeso laminado	1,5	0,25	0,06
Transmitancia Térmica	1/(RT+Rse+Rsi)		0,39
Tabiques interiores			
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,25	0,25	0,10
MW Lana mineral [0,031 W/[mK]]	4,8	0,031	3,10
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,25	0,25	0,10
Transmitancia Térmica	1/(RT+Rse+Rsi)		0,28
Techos			
Lana mineral soldable	5	0,031	1,61
Arcilla expandida vertida en seco	10	0,1	1,00
Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30		0,21
Aglomerado de corcho expandido	2,5	0,095	0,26
Falso techo continuo de placas de escayola	1,6	0,25	0,06
Transmitancia Térmica	1/(RT+Rse+Rsi)		0,29
Puerta de paso interior (madera)			
Transmitancia de la madera $U_{h,v}$ (W/m ² .K)	2,1		
Transmitancia del marco $U_{h,m}$ (W/m ² .K)	2,1		
Dimensiones de la puerta (m ²)	0,62·1,93		1,196
Dimensiones del marco de la puerta (m ²)	(0,1·0,62)+2(0,1·2,03)		0,47
Dimensiones de la puerta de madera (m ²)	0,82·2,03		1,66
Factor de Marco (FM)	0,47/1,66		0,282
Transmitancia de la puerta de madera (W/m ² .K)	(1-FM)· $U_{h,v}$ +FM· $U_{h,m}$		2,2
Puerta de paso interior (acero galvanizado)			
Transmitancia según fabricante (W/m ² .K)			0,76
Puerta exterior (acero galvanizado)			
Transmitancia según fabricante (W/m ² .K)	1,1-2		2,25
Ventana			
Transmitancia según fabricante (W/m ² .K)	exterior		3,03
Transmitancia según fabricante (W/m ² .K)	interior		2,2

Con los valores de la transmitancia, podemos determinar las cargas térmicas de los diferentes locales de la instalación.

3.1.1.1 Cargas térmicas para Refrigeración

Para determinar las cargas totales de refrigeración tenemos que determinar todas las cargas que intervienen en el local.

$$Q_{tot} = Q_{cerr} + Q_{tab} + Q_{techo} + Q_{Vent} + Q_{puerta} + Q_{ocup} + Q_{ilum} + Q_{vent} \quad \text{Ec. (5)}$$

Sala de espera:

$$Ec (2) \quad Q_{cerramiento} = 18,6 \cdot 0,39 \cdot (28 - 25) = 21,76 \text{ W}$$

$$Q_{tabiques} = 12,8 \cdot 0,28 \cdot (26 - 25) = 3,59 \text{ W}$$

$$Q_{techos} = 17,5 \cdot 0,29 \cdot (28 - 25) = 15,23 \text{ W}$$

$$Q_{vent(int)} = 2,4 \cdot 2,2 \cdot (28 - 25) = 15,84 \text{ W}$$

$$Q_{puerta} = 1,8 \cdot 0,76 \cdot (28 - 25) = 4,1 \text{ W}$$

Para determinar la carga de los ocupante, hacemos uso de la tabla de actividades metabólicas y en función de la actividad, establecer el valor de la carga sensible y latente. En la página 3 del anexo determinamos el número de ocupantes obteniendo 2 para la sala de espera y 4 para el despacho.

Actividad metabólica		sensible	latente	
ACTIVIDAD		W	W	met
durmiendo		50	25	0,76
tumbado		55	30	0,86
sentado, sin trabajar		65	35	1,0
de pie, relajado		75	55	1,3
paseando		75	70	1,5
andando	a 1,6 km/h	50	110	1,6
	a 3,2 km/h	80	130	2,1
	a 4,8 km/h	110	180	2,9
	a 6,4 km/h	150	270	4,2
bailando moderadamente		90	160	2,5
atlética en gimnasio (hombres)		210	315	5,0
deporte de equipo masculino (valor medio)		290	430	6,9
trabajos:				
	muy ligero, sentado	70	45	1,2
	moderado (en oficinas; valor medio)	75	55	1,3
	sedentario (restaurante, incluidas comidas)	80	80	-
	ligera de pie (industria ligera, de compras etc.)	70	90	1,6
	media de pie (trabajos domésticos, tiendas etc.)	80	120	2,0
	manual	80	140	2,1
	ligero (en fábrica; sólo hombres)	110	185	2,8
	pesado (en fábrica; sólo hombres)	170	255	4,0
	muy pesado (en fábrica; sólo hombres)	185	285	4,5

Ilustración 21. Tabla de actividades metabólicas (UNE-EN ISO 8996)

Para oficina, obtenemos calores sensible y latente de 75W y 55W respectivamente, con lo que la carga en función de la ocupación será:

$$Q_{ocup/lat} = 2 \cdot 55 = 110 \text{ W}$$

$$Q_{ocup/sens} = 2 \cdot 75 = 150 \text{ W}$$

$$Q_{iluminación} = 2 \cdot 108 = 216 \text{ W}$$

Para determinar la carga de ventilación, debemos de tener también en cuenta la carga latente y sensible. Para determinar la carga latente de ventilación haremos uso del diagrama psicrométrico y obtener el valor de la humedad absoluta para la temperatura exterior e interior de cálculo.

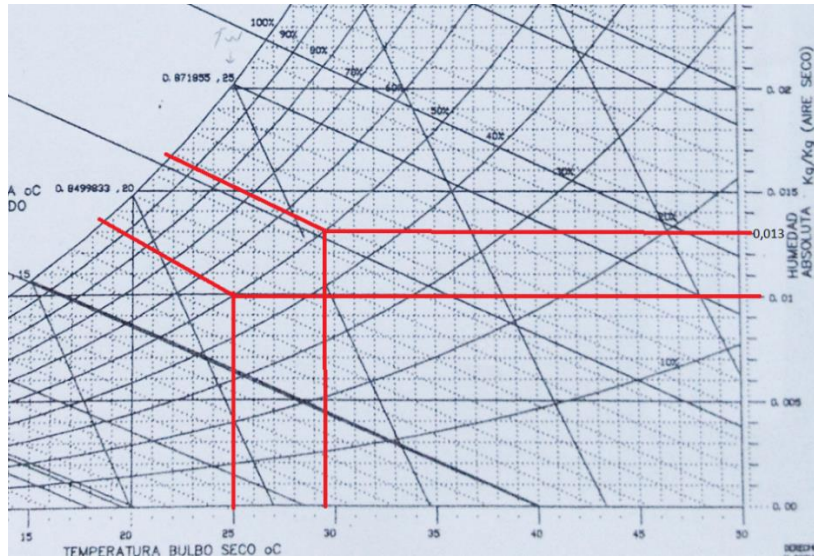


Ilustración 22. Diagrama Psicrométrico

Para la temperatura interior (25 °C) obtenemos una humedad absoluta de 0,01 kg/kg (aire seco) y para (28 °C) una humedad absoluta de 0,012 kg/kg (aire seco). Haciendo unos de la siguiente ecuación determinamos la carga latente:

$$Q_{lat} = V \cdot \rho \cdot C_{l,agua} \cdot \Delta w \quad (W) \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

- V: caudal de ventilación (m³/s). determinado anteriormente.
- ρ: densidad del aire, 1,18 kg/m³
- C_{agua}: calor específico del agua, 2257 kJ/kg.
- Δw: diferencia de humedad absoluta entre ambiente exterior e interior.

$$\text{Ec (6)} \quad Q_{lat} = 0,024 \cdot 1,18 \cdot 2257(0,012 - 0,01) = 0,191 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = 181 \text{ W}$$

Para determinar la carga sensible lo hacemos mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{sensible} = V \cdot \rho \cdot C_{e,aire} \cdot \Delta T \quad (W) \quad \text{Ec. (7)}$$

Donde:

- C_{e,aire}: calor específico del aire, 1012 J/kg·°C

- ΔT : diferencia de temperaturas entre el ambiente exterior e interior.

$$Ec (7) Q_{sensible} = 0,024 \cdot 1,18 \cdot 1012 \cdot (28 - 25) = 85,97 W$$

Con lo que haciendo uso de la ecuación 5 y aplicando un coeficiente de 1,25 para determinar la potencia frigorífica, tendremos:

$$Ec (5) Q_{tot} = 21,76 + 3,59 + 15,23 + 15,84 + 4,1 + 110 + 150 + 216 + 181 + 85,97 \\ = 862,22 \cdot 1,25 = \mathbf{1078 W}$$

Despacho:

Para el caso del despacho es exactamente el mismo cálculo, con la diferencia que el local linda con el exterior de la nave, con lo que tendremos que aplicarle el coeficiente “k” de 1,1 debido a la orientación como se indicó en párrafos anteriores. Este coeficiente afecta sólo a la parte de cerramiento exterior, puerta y ventana.

$$Q_{cerr,ext} = 14,9 \cdot 0,51(29,7 - 25) = 35,71 \cdot 1,1 = 40 W$$

$$Q_{puerta,ext} = 2,2 \cdot 2,25(29,7 - 25) = 23,26 \cdot 1,1 = 25,6 W$$

$$Q_{cerr,int} = 13,1 \cdot 0,39 \cdot (28 - 25) = 15,32 W$$

$$Q_{tabq} = 19,2 \cdot 0,28 \cdot (26 - 25) = 5,37 W$$

$$Q_{ocup,sens} = 75 \cdot 4 = 300 W$$

$$Q_{ocup,lat} = 55 \cdot 4 = 220 W$$

$$Q_{iluminación} = 108 \cdot 4 = 432 W$$

$$Ec (6) Q_{lat} = 0,024 \cdot 1,18 \cdot 2257(0,013 - 0,01) = 0,191 \frac{kJ}{s} = 191 W$$

$$Ec (7) Q_{sensible} = 0,024 \cdot 1,18 \cdot 1012 \cdot (29,7 - 25) = 134,7 W$$

Para determinar la carga de la ventana exterior acristalada, hacemos uso de internet para obtener la irradiación directa solar para el día más desfavorable del mes de julio. El valor será el que utilizemos en el cálculo de la carga.

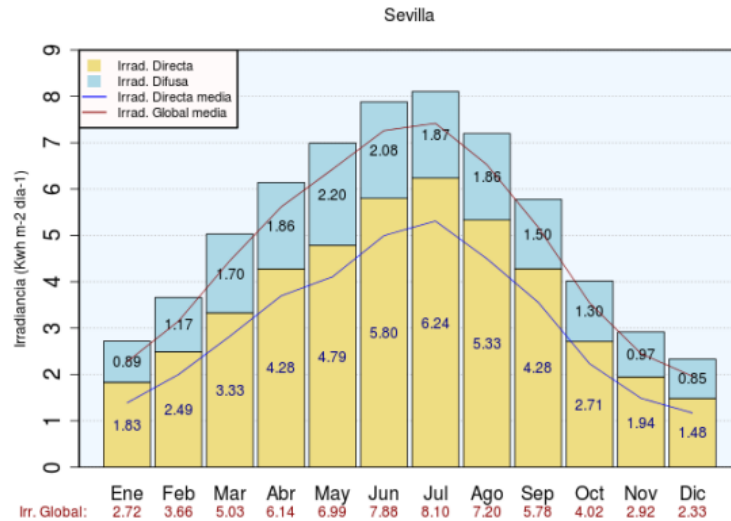


Ilustración 23. Irradiancias anuales en Sevilla (AEMET)

$$\frac{1W}{m^2} = 0,024 \text{ kWh}/m^2$$

Con lo que obtenemos una irradiación por metro cuadrado de:

$$\frac{6,24}{0,024} = 260 \text{ W}/m^2$$

$$Q_{vent,ext} = 2,4 \cdot 260 = 624 \cdot 1,1 = 686,4 \text{ W}$$

Con lo que finalmente, obtendremos una carga total en el despacho de:

$$Ec (5) \quad Q_{tot} = 40 + 25,6 + 15,32 + 5,37 + 300 + 220 + 432 + 191 + 134,7 + 686,4 \\ = 2050 \cdot 1,25 = \mathbf{2563 \text{ W}}$$

3.1.1.2 Cargas térmicas para calefacción

Para determinar las cargas térmicas de calefacción los pasos a seguir son los mismos que los realizados para determinar la carga de refrigeración, con la diferencia que no tendremos en cuenta las cargas interiores del local (iluminación, ocupación).

Otro aspecto a destacar es que, para determinar la temperatura de cálculo, se obtendrá en función al día más desfavorable del mes más frío del año.

Para determinar las cargas totales de refrigeración tenemos que determinar todas las cargas que intervienen en el local.

$$Q_{tot} = Q_{cerr} + Q_{sol} + Q_{tab} + Q_{techo} + Q_{Vent} + Q_{puerta} + Q_{venti/sens} \quad Ec. (8)$$

Sala de espera

$$Ec (2) \quad Q_{cerramiento} = 18,6 \cdot 0,39 \cdot (21 - 10) = 79,79 \text{ W}$$

La estimación de la temperatura en el suelo en invierno se hace en función a la ecuación de la ilustración 11:

$$T_s = \frac{T_e + 15}{2} = \frac{2 + 15}{1} = 8,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{solera} = 17,5 \cdot 0,35 \cdot (21 - 8,5) = 76,56 \text{ W}$$

$$Q_{tabiques} = 12,8 \cdot 0,28 \cdot (21 - 20) = 3,58 \text{ W}$$

$$Q_{techos} = 17,5 \cdot 0,29 \cdot (21 - 10) = 55,82 \text{ W}$$

$$Q_{vent(int)} = 2,4 \cdot 2,2 \cdot (21 - 10) = 58,08 \text{ W}$$

$$Q_{puerta} = 1,8 \cdot 0,76 \cdot (21 - 10) = 15,048 \text{ W}$$

$$Ec (7) \quad Q_{Venti/sen} = 0,024 \cdot 1,18 \cdot 1012 \cdot (21 - 10) = 315,25 \text{ W}$$

Donde, haciendo uso de la ecuación 8, obtenemos la carga total térmica del local:

$$Ec (8) \quad Q_{tot} = 79,79 + 76,56 + 3,58 + 55,82 + 58,08 + 15,048 + 315,25 \\ = 604,13 \cdot 1,25 = \mathbf{755,16 \text{ W}}$$

Despacho

Para el caso del despacho es exactamente el mismo cálculo, con la diferencia que el local linda con el exterior de la nave, con lo que tendremos que aplicarle el coeficiente “k” de 1,1 debido a la orientación como se indicó en párrafos anteriores. Este coeficiente afecta sólo a la parte de cerramiento exterior, puerta y ventana.

$$Q_{cerr,ext} = 14,9 \cdot 0,51(21 - 2) = 144,38 \cdot 1,1 = 158,8 \text{ W}$$

$$Q_{puerta,ext} = 2,2 \cdot 2,25(21 - 2) = 94,05 \cdot 1,1 = 103,45 \text{ W}$$

$$Q_{solado} = 33,1 \cdot 0,35 \cdot (21 - 8,5) = 144,81 \text{ W}$$

$$Q_{cerr,int} = 13,1 \cdot 0,39 \cdot (21 - 10) = 54,76 \text{ W}$$

$$Q_{tabq} = 19,2 \cdot 0,28 \cdot (21 - 20) = 5,37 \text{ W}$$

$$Ec (7) \quad Q_{Venti/sen} = 0,046 \cdot 1,18 \cdot 1012 \cdot (21 - 2) = 1044,32 \text{ W}$$

Para determinar la carga de la ventana exterior acristalada, hacemos uso de internet para obtener la irradiación directa solar para el día más desfavorable del mes de enero. El valor será el que utilicemos en el cálculo de la carga.

$$\frac{1,83}{0,024} = 76,25 \text{ W/m}^2$$

Como está orientada hacia el Este, debemos aplicarle el 10%.

$$Q_{venta,ext} = 2,4 \cdot 76,25 = 183 \cdot 1,1 = 201,3 \text{ W}$$

Obteniendo finalmente la carga total térmica del despacho:

$$Ec (8) Q_{tot} = 158,8 + 103,45 + 144,81 + 54,76 + 5,37 + 1044,32 + 201,3 \\ = 1712,8 \cdot 1,25 = \mathbf{2141 W}$$

Con el valor de las potencias totales de refrigeración y calefacción, podemos seleccionar el equipo de climatización:

Tabla 3. Potencias (W) de refrigeración para oficinas

Refrigeración		
Zona	Potencia (W)	Pot. Total (W)
Sala de espera	1078	3614
Despacho	2536	

Tabla 4. Potencias (W) de calefacción para oficinas

Calefacción		
Zona	Potencia (W)	Pot. Total (W)
Sala de espera	755,16	2896,16
Despacho	2141	

Vamos a colocar una unidad exterior de aire acondicionado multi-split, y un multi-split conducido de la marca “Toshiba”:

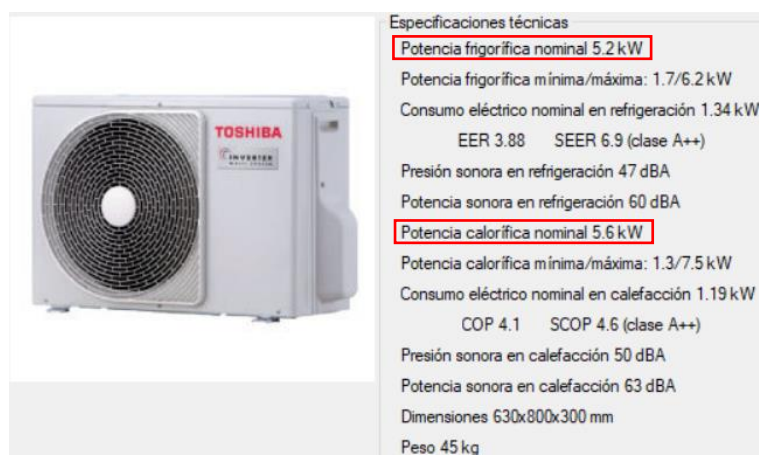


Ilustración 24. Características técnicas de unidad de aire exterior multi-split (Toshiba)



Especificaciones técnicas
Potencia frigorífica nominal 4.5 kW
Caudal de aire en refrigeración 780 m ³ /h
Presión sonora a velocidad alta/baja en refrigeración: 35/24 dBA
Potencia calorífica nominal 5.2 kW
Caudal de aire en calefacción 780 m ³ /h
Presión sonora a velocidad alta/baja en calefacción: 35/25 dBA
Presión estática mínima/máxima: 10/45 Pa
Dimensiones 210x900x450 mm
Peso 19 kg

Ilustración 25. Características técnicas de multi-split conducido (Toshiba)

4. Valores determinados mediante CypeCAD Mep

A continuación, veremos imágenes obtenidas del sistema de climatización realizado con CypeCAD MEP, así como las tablas de las cargas térmicas obtenidas.

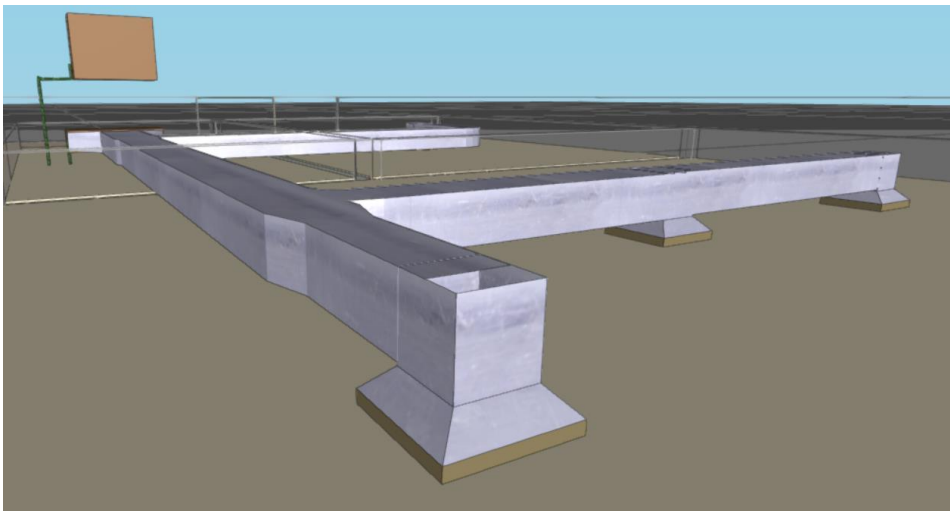


Ilustración 26. Instalación de climatización (Visual: encima de falso techo) (CypeCAD MEP)



Ilustración 27. Instalación de climatización en oficinas (CypeCAD MEP)

Tabla 5. Cargas térmicas de refrigeración (CypeCAD MEP)

Refrigeración

Conjunto: Taller														
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica				
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)	
Sala de espera	Planta baja	68.47	661.80	790.89	752.18	881.27	87.53	229.20	393.93	72.85	981.38	1275.09	1275.20	
Despacho	Planta baja	869.27	1262.83	1521.02	2196.07	2454.26	165.71	56.02	364.68	85.06	2252.09	2699.98	2818.94	
Total							253.2	Carga total simultánea			3975.1			

Tabla 6. Cargas térmicas de calefacción (CypeCAD MEP)

Calefacción

Conjunto: Taller							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Sala de espera	Planta baja	375.49	87.53	574.59	54.27	950.08	950.08
Despacho	Planta baja	997.00	165.71	1087.84	62.91	2084.84	2084.84
Total			253.2	Carga total simultánea		3034.9	

5. Conclusiones

Como se puede observar, los valores de carga térmica obtenidos analíticamente y los determinados con Cype son próximos. La diferencia está en que analíticamente simplificamos los cálculos, en cambio Cype utiliza más variables como pueden ser (ángulos, porcentajes de opacidad, resistencias térmicas de materiales, absorción lumínica de vidrios...).

Con Cype a su vez podemos seleccionar la red de conductos, difusores y sus características técnicas, el cual hace del programa una herramienta muy potente para determinar cualquier tipo de instalaciones.

6. Referencias

1. *Agencia Andaluza de la Energía.* (2022). <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/Radiacion/radiacion2.php>
2. BOE (Boletín Oficial del Estado). (2007). *(RITE) Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios [archivo PDF]*. <https://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35931-35984.pdf>
3. Código técnico de la edificación CTE. (2010). *Catálogo de elementos constructivos [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/index.html>
4. CTE DB HE. (2019). *Documento Básico de Ahorro Energético [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>
5. Ministerio de Ciencia y Tecnología (IDAE). (2010). Guía técnica, Condiciones climáticas exteriores de proyecto [archivo PDF]. In *Ahorro y eficiencia energética en climatización*. http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12_Guia_tecnica_condiciones_climaticas_exteriores_de_proyecto_e4e5b769.pdf%0Ahttp://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/CondicionesClimaticas.pdf
6. Ministerio de Ciencia y Tecnología (IDAE). (2012). *Guía Técnica de instalaciones de climatización con equipos autónomos [archivo PDF]*. <https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion/reglamento-de-instalaciones-termicas-de-los-0>
7. Sancho, J., Riesco, J., & Jiménez, C. (2012). Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT. In *Ministerio de Agricultura, ...*. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Atlas+de+Radiación+Solar+en+España+utilizando+datos+del+SAF+de+Clima+de+EUMETSAT#0>

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

ANEXO VII: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. ANTECEDENTE	3
3. DIMENSIONADO	3
3.1 CÁLULO ANALÍTICO.....	6
3.2 POTENCIA MÁXIMA INSTALADA.....	10
3.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN	10
4. CÁLCULO CON CYPECAD MEP.....	12
5. REFERENCIAS	15

1. Objeto

En este apartado vamos a diseñar y calcular la instalación de luz de acuerdo a lo dispuesto en el CTE HE sección 3, “condiciones de las instalaciones de iluminación”. Determinaremos los niveles de iluminación haciendo uso de la normativa UNE 12464.1 “Norma europea sobre la iluminación para interiores”. Debemos de poner un alumbrado de emergencia como dice el CTE DB SUA, sección 4 “Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada”.

El CTE HE-3, apartado 1; punto 2-f, excluye del ámbito de aplicación las zonas destinadas a taller. Nuestro edificio dispone de oficinas, por tanto, deberán de cumplir con los niveles de iluminación para cada zona, así como, la eficiencia energética de la instalación eléctrica.

Para la zona taller (se excluye del ámbito de aplicación en el CTE DB HE3), aplicaremos los valores de niveles de iluminación de la UNE 12464.1, ya que necesitaremos para posteriores cálculos los valores de potencias de luminarias para determinar la instalación eléctrica.

2. Antecedente

La nave industrial cuenta con una parte a la que denominamos oficinas, compuesta por un despacho, aseo del despacho, sala de espera y dos vestuarios y una sala de calderas, y con la zona de producción “taller”. Determinaremos los niveles de iluminación de manera manual y posteriormente haremos la comparación con los que determinemos mediante el uso de CypeCAD MEP “iluminación”.

3. Dimensionado

Según la norma UNE 12464.1, debemos de cumplir una serie de requisitos de iluminación para que haya un confort visual dependiendo de la tarea que se desarrolle en cada zona del edificio, así pues, debe de haber unos valores mínimos de iluminancia mantenida (E_m), un límite de índice de deslumbramiento unificado (UGR_L) y los índices de rendimiento de colores mínimos (R_a).

Tabla 1. Niveles de iluminación para casa zona de trabajo interior (UNE 12464.1)

Tipo de interior (UNE 12464.1)	Ti	E_m (lux)	UGR_L	U_o	R_a
Oficina Personal	despacho	450	19	0,6	80
Salas de espera	Sala de espera	200	22	0,4	80
Cuartos de baño y servicios	Aseo despacho,	200	22	0,4	80

Vestuarios, salas de lavado, servicios	Vestuario 1 y 2	200	25	0,4	80
Sala caldera	Caldera	100	28	0,4	40
Taller	Mecanizado de chapas	300	22	0,6	60

El criterio para la selección en ambiente industrial será:

- Eficiencia
- Vida útil de la lámpara, ya que estarán colocadas a más de 6 metros.
- Consumos energéticos
- Potencia
- IRC (índice de rendimiento de color): el color influye en el ambiente creado en la zona de trabajo con sensaciones de frío o calor, la percepción cromática de los objetos. Cada tipo de lámpara tiene un color de emisión característico, con lo que influye directamente en la reproducción de los colores (rendimiento de color de las lámparas). Se definen las tonalidades de, luz fría, luz intermedia o neutra y luz cálida.



Tª color correlacionada	Apariencia del color
$T_c > 5000 \text{ }^\circ\text{K}$	Fría
$3300 \leq T_c \leq 5000 \text{ }^\circ\text{K}$	Intermedia o Neutra
$T_c < 3300 \text{ }^\circ\text{K}$	Cálida

Ilustración 1. Temperatura para diferentes tonalidades de luz

Para la selección del tipo de luminaria haremos uso de la siguiente ilustración para que, de manera orientativa podamos ver el tipo de luminaria que más suele usarse en diferentes zonas.

Luminarias de oficinas

- Luminaria cuadrada modular, de 596x596x91 mm, para 3 lámparas **fluorescentes TL de 18 W**, con cuerpo de luminaria de chapa de acero acabado lacado, de color blanco y lamas transversales estriadas; reflector de aluminio, acabado brillante; balasto electrónico; protección IP20 y aislamiento clase F, para empotrar.
- Luminaria cuadrada de techo Downlight, de 232x232x115 mm, para 2 lámparas **fluorescentes TC-TEL de 42 W**; con cerco exterior y cuerpo interior de policarbonato

inyectado, de color blanco; reflector metalizado y balasto electrónico; protección IP20 y aislamiento clase F.

- Luminaria cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas **fluorescentes T5 de 14 W**, rendimiento 62%; cuerpo de luminaria de chapa de acero acabado termoesmaltado de color blanco; óptica formada por lamas longitudinales y transversales parabólicas de chapa de acero acabado termoesmaltado de color blanco; balasto electrónico; protección IP20 y aislamiento clase F, para empotrar.
- Plafón de 350 mm de diámetro y 70 mm de altura, con lámpara **LED no reemplazable de 12 W**, temperatura de color 3000 K, flujo luminoso 1200 lúmenes, grado de protección IP65.

Luminaria de taller

- Luminaria industrial suspendida tipo Downlight, de 490 mm de diámetro y 480 mm de altura, para lámpara de **vapor de mercurio elipsoidal HME de 250 W**.

Luminaria de emergencia

En cuanto al alumbrado de emergencia, el tipo de lámpara será también fluorescente y se colocarán cumpliendo lo que nos dice el CTE DB SUA 4. El cálculo de (lux) lo determinaremos con el programa CypeCAD MEP, el modelo de luminaria es:

- Luminaria de emergencia, con tubo **lineal fluorescente, 6 W - G5**, flujo luminoso 70 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h

ÁMBITO DE USO	TIPOS DE LÁMPARAS MÁS UTILIZADOS
DOMÉSTICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incandescente ▪ Fluorescente ▪ Fluorescentes compactas ▪ Halógenas de Baja Potencia ▪ Led
OFICINAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alumbrado general: Fluorescente ▪ Alumbrado localizado: Incandescente, Halógena de B.P. ▪ Led
COMERCIAL (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incandescentes ▪ Halógenas ▪ Fluorescentes ▪ Grandes superficies con techos altos: VMAP y Halogenuros metálicos
INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todos los tipos ▪ Luminarias situadas a baja altura (h ≤ 6 m): Fluorescentes ▪ Luminarias situadas a gran altura (h > 6 m): Lámparas de descarga a Alta Presión montadas en proyectores. ▪ Alumbrado localizado: Fluorescente, Led, Incandescente
DEPORTIVO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Luminarias situadas a baja altura: Fluorescentes ▪ Luminarias situadas a gran altura: VMAP, Halogenuros metálicos y VSAP.

Ilustración 2. Tipo de iluminación recomendadas para diferentes zonas

3.1 Cálculo analítico

El sistema de alumbrado en la zona “taller” será mediante iluminación directa, ya que la iluminación se dirige al suelo, siendo a su vez el más eficiente, aunque puede provocar deslumbramientos y sombras.

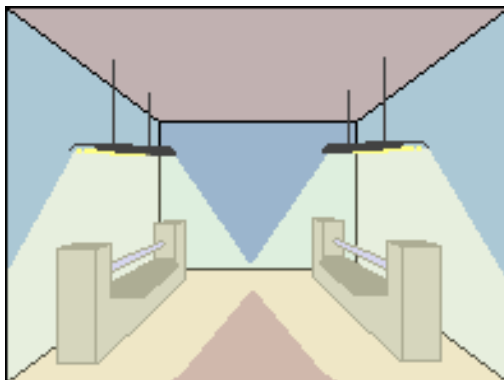


Ilustración 3. Alumbrado general localizado (fuente de internet)

El método de alumbrado será mediante un alumbrado general localizado, de esta manera se centrará en alumbrar preferentemente las áreas de trabajo, consiguiendo a su vez ahorros energéticos.

Para el caso de las oficinas el alumbrado será mediante una iluminación directa extensiva.

Para realizar el cálculo analíticamente, lo haremos por medio del **método de lúmenes**, el cual trata de determinar el valor medio de iluminancia en la zona de trabajo, este método se usa cuando la precisión para la realización de la tarea no es muy alta.

Lo primero que hacemos es introducir son los datos de entrada, como son las dimensiones del local y la altura del plano de trabajo, para poder determinar el índice del local. Para el sistema de iluminación que usamos, en todos los casos una iluminación directa, el ecuación será:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

- a y b: son ancho y largo del local (m)
- h: altura de la iluminación menos la altura del plano de trabajo (m)

Según el CTE DB HE 3, se establece un número de puntos de cálculo en función del índice del local “k” para cada una de las zonas, aunque no tenemos que preocuparnos por el número de puntos ya que estamos calculando la iluminación por el método de lúmenes y Cype los determina automáticamente.

- a) 4 puntos si $K < 1$
- b) 9 puntos si $1 \leq K < 2$
- c) 16 puntos si $2 \leq K < 3$
- d) 25 puntos si $K \geq 3$

Ilustración 4. Número de puntos a considerar según CTE DB HE 3

Después determinamos el factor de utilización “Cu”, a partir del índice del local y de los factores de reflexión en función de los colores de techo, paredes y suelo. Los valores “Cu” se encuentran tabulados y lo suministran los fabricantes. Si no se puede obtener el resultado de manera directa será necesario interpolar.

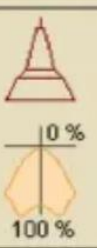
Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)											
		Factor de reflexión del techo						Factor de reflexión de las paredes					
		0.8		0.7		0.5		0.3		0		0	
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0
	0.6	.66	.62	.60	.66	.62	.60	.65	.62	.59	.62	.59	.58
	0.8	.75	.71	.68	.75	.71	.68	.74	.71	.68	.70	.68	.67
	1.0	.80	.76	.73	.80	.76	.73	.79	.76	.73	.76	.73	.72
	1.25	.85	.81	.80	.85	.81	.80	.84	.81	.78	.80	.78	.77
	1.5	.88	.86	.82	.88	.85	.82	.88	.84	.82	.84	.82	.81
	2.0	.94	.90	.88	.93	.90	.88	.92	.89	.87	.88	.87	.85
	2.5	.96	.93	.92	.96	.93	.91	.94	.92	.90	.91	.89	.88
	3.0	.99	.95	.94	.98	.95	.93	.96	.94	.92	.93	.91	.89
	4.0	1.01	.99	.96	1.00	.98	.96	.98	.97	.95	.95	.94	.92
	5.0	1.02	1.01	.99	1.01	1.00	.98	1.00	.98	.97	.97	.96	.94

Ilustración 5. Factor de utilización para luminaria industrial (imagen de internet)

Después, determinamos el flujo luminoso total, para ello hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{f_m \cdot C_u} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

- Φ_T : flujo luminoso total (lm).
- f_m : factor de mantenimiento. En función de la limpieza de la sala (limpias con mantenimiento, limpias sin mantenimiento y sucias; 0,8-0,7-0,6 respectivamente).
- E_m : iluminancia media deseada (lx) UNE 12464.1

Con todo lo anterior, nos disponemos ahora a determinar el número de luminarias:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

- N : número mínimo de luminarias (Uds). Redondeando por exceso.
- Φ_L : flujo luminoso de una lampara (lm).
- n : número de luminarias por lampara.

Una vez hayamos determinado el número mínimo de luminarias, tendremos que distribuir las por el local para que la iluminancia sea lo más uniforme posible. Para ello suele usarse disposiciones en forma de matriz. Para determinar el número en ancho y largo de la sala lo hacemos mediante la siguiente ecuación:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total}}{largo} \cdot ancho} \quad \text{Ec. (4)}$$

$$N_{largo} = N_{ancho} \cdot \left(\frac{largo}{ancho}\right)$$

Finalmente, comprobamos los resultados de la iluminancia media obtenida en la instalación, la cual tiene que ser igual o superior a las determinadas en las tablas de acuerdo a la normativa UNE 12464.1 mediante la siguiente ecuación:

$$E_m = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_L \cdot f_m \cdot C_u}{S} \geq E_{tablas} \quad \text{Ec. (5)}$$

Haremos el ejemplo para la zona de taller, para el resto de las zonas mostraremos los resultados finales en la tabla que posteriormente compararemos con los determinados mediante el CypeCAD MEP.

Zona de taller

- Altura de luminaria 7 m.
- Plano de trabajo 1 m
- Superficie de taller 50 x 25 m².

$$Ec (1) \quad k = \frac{50 \cdot 25}{6 \cdot (50 + 25)} = 2,78$$

Con el índice del local “k”, entramos en la tabla del fabricante para determinar el factor de utilización. Para un factor de reflexión del techo y paredes de 50% y 50% respectivamente (ilustración 5), como no obtenemos el valor de manera directa, tendremos que interpolar:

$$\begin{pmatrix} 2,5 & 0,94 \\ 2,7 & x \\ 3 & 0,96 \end{pmatrix} \rightarrow C_u = 0,951$$

Como factor de mantenimiento tomaremos un valor de:

$$f_m = 0,75$$

Con lo que obtenemos un flujo luminoso total de:

$$Ec (2) \quad \Phi_T = \frac{300 \cdot 1250}{0,75 \cdot 0,951} = 525762,36 \text{ lm}$$

Con lo que el número de luminarias será:

- 60 lm/W, es la eficiencia estimada de lámparas de vapor de mercurio.

$$Ec (3) N = \frac{525762,36 \text{ lm}}{1 \cdot \left(60 \frac{\text{lm}}{\text{W}} \cdot 250 \text{ W}\right)} = 35,05 = 35 \text{ Uds}$$

La distribución de las luminarias será en forma de matriz según la siguiente ecuación:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{35}{50} \cdot 25} = 4,2 \text{ Uds}$$

$$N_{\text{largo}} = 4,2 \cdot \left(\frac{50}{25}\right) = 8,4 \text{ Uds}$$

Por tanto, la iluminación media para el plano horizontal será:

$$Ec (5) E_m = \frac{35 \cdot 1 \cdot 15000 \cdot 0,75 \cdot 0,951}{1250} = 319,54 \text{ lux} > 300 \text{ lux} \quad \checkmark$$

Tabla 2. Niveles de iluminación calculados analíticamente de las diferentes zonas

Zona	Em (lux) UNE 12464.1	Área (m ²)	h (m)	k	Cu	φ total (lm)	φ indiv (lm)	Nº mínimo	Nº luminarias	Em (lux)
Despacho	450,00	34,10	1,40	2,09	0,79	24280,06	1620,0	5,00	5,00	450,37
Sala de espera	200,00	18,80	1,40	1,54	0,67	7014,93	1620,0	1,44	2,00	277,12
Aseo despacho	200,00	4,70	2,40	0,45	0,23	5108,70	2808,0	0,61	1,00	329,79
Vestuarios	200,00	11,80	2,40	1,15	0,53	5597,72	2940,0	0,95	1,00	210,09
Sala de calderas	100,00	4,30	1,40	0,70	0,29	1853,45	2100,0	0,88	1,00	113,30
Taller	300,00	1250,00	6,00	2,78	0,95	525762,36	15000,0	35,05	35,00	319,54

La altura de la colocación de las lámparas en “oficinas” es de 2,4 metros y en la zona de “taller” 7 metros. La altura del plano de trabajo escogida para ambas zonas es de 1 metro.

La eficiencia del led “High Performance Led” es de 150-200 lm/W; la potencia led es de 12 W, por tanto, obtenemos un flujo luminoso de 800 lm.

Top performance LED	High Performance LED	Good Performance LED	Low Performance LED
220 lm/W	150-200 lm/W	100-149 lm/W	50-99 lm/W

Ilustración 6. Eficiencias para diferentes tipos de iluminación led

Los factores de utilización para la zona de “oficina” son para una distribución fotométrica de la luminaria directa extensiva, con coeficientes de reflexión 70% - 50% - 30% (*tablas de libro: Números Gordos en el proyecto de instalaciones*).

Los niveles de iluminación obtenidos son mayores que los que nos recomienda la UNE 12464.1, por lo tanto, cumple con la normativa.

3.2 Potencia máxima instalada

La potencia máxima instalada de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no podrá superar el valor máximo establecido en la tabla 3.2-HE3.

Uso	E Iluminancia media en el plano horizontal (lux)	Potencia máxima a instalar (W/m ²)
Aparcamiento		5
Otros usos	≤ 600	10
	> 600	25

Ilustración 7. Tabla 3.2 (HE3) potencia máxima por superficie iluminada

El edificio industrial se encuentra dentro de “otros usos” y para la iluminación media en el plano horizontal tenemos un valor ≤ 600 lux, por lo que la potencia máxima a instalar tiene que ser menor que 10 W/m².

Tabla 3. Potencia total instalada para cada zona (W/m²)

Zona	Área (m ²)	P. inst (W)	Pot. Zona (W/m ²)
Despacho	34,10	216,00	6,33
Sala de espera	18,80	108,00	5,74
Aseo despacho	4,70	36,00	7,66
Vestuarios	11,80	84,00	7,12
Sala de calderas	4,30	12,00	2,79
Taller	1250,00	8750,00	7,00

Como podemos observar en la *tabla 3*, las potencias de cada zona son inferiores a 10 W/m², por tanto, cumple con la normativa.

3.3 Eficiencia energética de la instalación

El valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI) de la instalación de iluminación no podrá superar el valor límite (VEEI_{lim}) establecido en la tabla 3.1 HE3.

Uso del recinto	VEEI límite
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
Aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
Habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
<i>Zonas comunes</i> ⁽⁴⁾	4,0
Almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
Estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
<i>Zonas comunes</i> en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
Hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Ilustración 8. Tabla 3.1 (CTE DB HE3) Valor límite de eficiencia energética de la instalación

En nuestro caso, para la zona de “oficinas”, tomaremos el valor impuesto a locales “administrativo en general” de 3.

Para el caso de los vestuarios y aseo de despacho, lo hemos incluido dentro de “zonas comunes”, ya que engloba dentro del punto (4) aseos.

Para el caso de sala de caldera y taller, lo metemos dentro de “recintos interiores no descrito en este listado”.

Para hallar la eficiencia, hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Tabla 4. Tabla de valores de eficiencia energética para cada zona

Zona	Área (m ²)	P. inst (W)	Em (lux)	VEEI	VEEI (lím)
Despacho	34,10	216,00	450,37	1,41	3,00
Sala de espera	18,80	108,00	277,12	2,07	3,00
Aseo despacho	4,70	36,00	329,79	2,32	4,00
Vestuarios	11,80	84,00	210,09	3,39	4,00
Sala de calderas	4,30	12,00	113,30	2,46	4,00
Taller	1250,00	8750,00	319,54	2,19	4,00

Como podemos observar en la tabla 4, los valores de eficiencia obtenidos son menores que los valores límites, por tanto, cumple con la normativa.

4. Cálculo con CypeCAD MEP

Las tablas que a continuación se muestran, presentan los valores detallados por el programa. Cype toma muchas más variables a la hora de determinar los cálculos. El programa arroja mucha más información, pero sólo hemos puesto la que se precisa en el CTE DB HE, CTE DB SUA y la norma UNE 12464.1.

También hemos puesto las tablas de las potencias instaladas, ya que haremos uso de ella en el anexo de instalación eléctrica.

Hemos remarcado los datos que deben de cumplirse según las normativas anteriormente citadas, como son:

- Iluminancia media horizontal mantenida
- Potencia total instalada por unidad de superficie
- Valor de eficiencia energética de cada local de la instalación.

Zona de oficina

Tabla 5. Potencias instaladas en cada local de las oficinas (CypeCAD MEP)

Tipo de uso: Otros usos ($E_m \leq 600$ lux)			
Potencia límite: 10.00 W/m ²			
Planta	Recinto	Superficie iluminada	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.
		S(m ²)	P (W)
Planta baja	Sala de espera (Oficinas)	19	120.00
Planta baja	Despacho (Oficinas)	34	240.00
Planta baja	Aseo despacho (Aseo de planta)	5	52.00
Planta baja	Vestuario Masculino (Aseo de planta)	12	94.50
Planta baja	Vestuario Femenino (Aseo de planta)	12	94.50
Planta baja	Caldera (Cuarto técnico)	4	12.00
TOTAL		86	613.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada: P_{tot}/S_{tot} (W/m ²): 7.13			

Tabla 6. Condiciones de las instalaciones de iluminación en oficinas (CypeCAD MEP)

Administrativo en general												
VEEI máximo admisible: 3.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas del local	Ángulo de sombra
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra	T	θ (°)		
Planta baja	Sala de espera (Oficinas)	2	38	0.80	120.00	67.50	1.90	324.91	17.0	85.0	0.00	0.0
Planta baja	Despacho (Oficinas)	2	74	0.80	240.00	67.50	2.00	347.31	17.0	85.0	0.09	90.0

Zonas comunes												
VEEI máximo admisible: 6.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas		
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra				
Planta baja	Aseo despacho (Aseo de planta)	0	12	0.80	52.00	77.88	5.40	201.95	0.0	85.0		
Planta baja	Vestuario Masculino (Aseo de planta)	1	29	0.80	94.50	67.72	3.80	208.42	25.0	85.0		
Planta baja	Vestuario Femenino (Aseo de planta)	1	29	0.80	94.50	67.72	3.70	205.70	25.0	85.0		

Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas												
VEEI máximo admisible: 4.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas		
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra				
Planta baja	Caldera (Cuarto técnico)	1	13	0.80	12.00	100.00	1.90	142.95	0.0	80.0		

Zona de taller

Tabla 7. Potencia instalada en zona de taller (CypeCAD MEP)

Tipo de uso: Otros usos (Em ≤ 600 lux)			
Potencia límite: 10.00 W/m ²			
Planta	Recinto	Superficie iluminada	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.
		S(m ²)	P (W)
Planta baja	taller (Otros)	1239	10465.00
TOTAL		1239	10465.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada: P _{tot} /S _{tot} (W/m ²): 8.45			

Tabla 8. Condiciones de las instalaciones de iluminación en zona de taller (CypeCAD MEP)

Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas										
VEEI máximo admisible: 4.00 W/m ²										
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
		K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra
Planta baja	taller (Otros)	3	169	0.80	10465.00	47.49	2.70	304.97	20.0	85.0

Como podemos observar en las tablas, los valores que nos reporta en este caso CypeCAD MEP son muy similares a los determinados analíticamente. Como comentamos anteriormente la diferencia que puede haber se debe a que Cype usa mucho más puntos de medida para cada local. Nosotros a la hora de calcular lo hacemos por el “método de lúmenes” que es en sí una manera de simplificar los cálculos.

5. Referencias

1. CTE DB HE. (2019). *Documento Básico de Ahorro Energético [archivo PDF]*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>
2. CTE DB SUA. (2019). Documento Básico Seguridad de utilización y accesibilidad. In *Septiembre*. <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadUtilizacionAccesibilidad.html>
3. Ministerio de Ciencia y Tecnología (IDAE). (2001). *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación [archivo PDF]*. <https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-de-eficiencia-energetica-en-iluminacion-oficinas>
4. UNE 12464.1. (2002). *Norma europea sobre la iluminación para interiores [archivo PDF]*.

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

ANEXO VIII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. NORMATIVA UTILIZADA	3
3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	4
3.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	4
3.2 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	4
3.3 ACOMETIDA.....	4
3.4 DERIVACIÓN INDIVIDUAL	4
3.5 CANALIZACIONES Y TUBOS	4
3.6 MOTORES	5
3.7 LUMINARIAS	5
3.8 CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN	5
3.9 SUBCUADROS Y CIRCUITOS	6
4. PREVISIÓN DE CARGAS	7
4.1 CARGA DE ALUMBRADO	7
4.2 CARGA DE CIRCUITO DE EMERGENCIA	7
4.3 CARGA DE CIRCUITO DE FUERZA.....	8
4.4 PREVISIÓN DE CARGAS TOTAL	8
5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	9
5.1 ACOMETIDA.....	9
5.1.1 <i>Comprobación de la caída de tensión:</i>	9
5.1.2 <i>Comprobación de sobrecarga:</i>	10
5.2 DERIVACIÓN INDIVIDUAL	13
5.2.1 <i>Comprobación de la caída de tensión:</i>	13
5.2.2 <i>Comprobación de sobrecarga:</i>	14
5.3 CÁLCULOS DE SUBCUADROS	16
5.3.1 <i>Comprobación de caída de tensión:</i>	16
5.3.2 <i>Comprobación de sobrecarga:</i>	16
5.4 TABLA DEL DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	20
5.5 TABLA DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO, INTENSIDADES Y CURVAS DE MAGNETOTÉRMICOS.....	21
6. REFERENCIAS	22

1. Objeto

En este anexo vamos a definir la parte técnica y dimensionamiento de la instalación eléctrica de baja tensión, así como, la verificación tanto de secciones de conductores como de protecciones contra sobrecarga y cortocircuito de la nave industrial (oficinas y taller). Tanto los cálculos como el esquema unifilar se realizarán de acuerdo a la normativa que se dispondrá en el siguiente apartado.

La instalación será totalmente nueva partiendo desde el cuadro de protección y medida (CPM) hasta el cuadro general de distribución. Desde este cuadro se alimentará a cada uno de los distintos receptores de alumbrado y fuerza, así como a los cuadros secundarios.

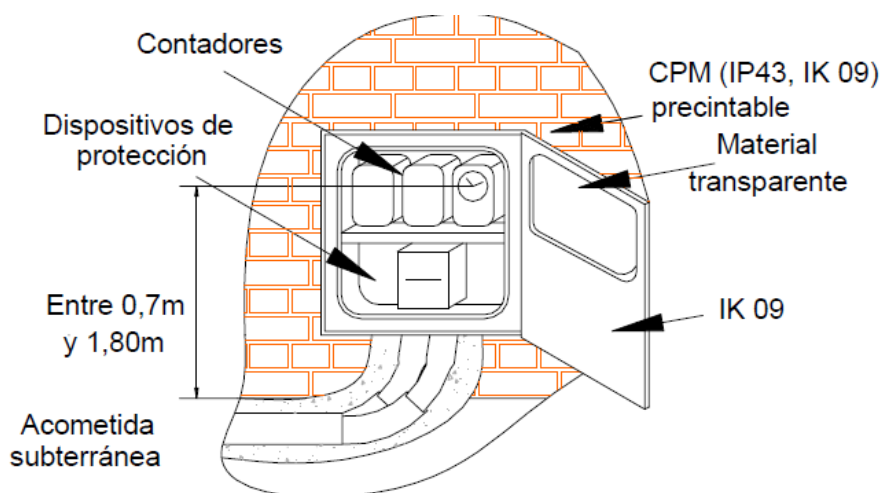


Ilustración 1. Caja de protección y medida (CPM) con acometida subterránea

El suministro de energía para las instalaciones que constituyen el presente proyecto se llevará a cabo en baja tensión de cálculo y de distribución 400V entre fases y 230V fase y neutro a una frecuencia de 50Hz.

La empresa suministradora de energía eléctrica es ENDESA, con una tensión de 400V y una frecuencia de 50Hz.

2. Normativa utilizada

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) aprobado por el Real Decreto 842/2002 de agosto de 2002.
- Normas Particulares de la compañía suministradora.
- Normas dictada por la Comunidad Autónoma.
- Real Decreto 1955/2000, Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Norma UNE de referencia u otras para los materiales que puedan ser objeto de ellas.
- Instrucciones técnicas complementarias del reglamento.

3. Descripción de la instalación

La nueva instalación será para una nave industrial de superficie de 1250 m² dividida en una única planta y dos partes perfectamente diferenciadas, zona taller y zona de oficinas de 1164 m² y 86 m² respectivamente.

La zona de oficinas está compuesta a su vez por un despacho, sala de caldera, aseo de despacho, una sala de espera y dos vestuarios con ducha y baño.

3.1 Centro de transformación

De acuerdo al RD 1048/2013, en su artículo 26 “reserva de uso de locales” dicta que, cuando la potencia solicitada para un local, edificio o agrupación de estos sea superior a 100 kW debemos de disponer de un CT, o no, según lo prevea la compañía suministradora.

El polígono industrial cuenta con un centro de transformación de red pública que suministra electricidad a otros edificios. Ya que dicho CT cuenta con las características técnicas necesarias en cuanto a potencia de suministro, fusibles de MT y MT etc. Haremos uso de él.

3.2 Línea General de Alimentación

No es necesaria ya que la instalación es para un único usuario y por tanto se puede prescindir de ella

3.3 Acometida

Es la línea que conecta el centro de transformación de la compañía suministradora con la caja de protección y medida (CPM) de la instalación situada en la fachada de la nave. El suministro de energía se hará por la empresa distribuidora “Endesa” desde el CT más cercano con una corriente trifásica de 400V y una frecuencia de 50Hz.

3.4 Derivación Individual

La derivación individual es la línea que conecta la caja de protección y medida (CPM) con el cuadro general de medida, mando y protección (CGMP), este cuadro dispondrá de los elementos de protección como el interruptor general automático (IGA), interruptor diferencial (ID) y magnetotérmicos (PIAs). Esta línea es de cable de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1kV con aislamiento de polietileno reticulado, de sección 35 mm², siendo este no propagador de incendio y con emisiones de humos y opacidad reducida.

Tendrá una longitud de 1 m aproximadamente y la caída de tensión será inferior a 1,5% máximo permitido según la ITC-BT-15, al ser servicio para un único usuario.

3.5 Canalizaciones y tubos

La línea de alimentación o acometida trata de una canalización enterrada, los tubos protectores de polietileno conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 61386-23:2005 y sus características mínimas serán las indicadas en la tabla 8 y 9 de la ITC-BT-21. El tipo de cable será un conductor unipolar de cobre.

Las canalizaciones incluirán en cualquier caso el conductor de protección.

Los conductores colocados en la instalación interior son multiconductores de cobre aislados de polietileno reticulado, estos discurrirán bajo tubos PVC (serie B), enganchados con abrazaderas.

De acuerdo a lo dispuesto en la ITC-BT-19, los diferentes conductores eléctricos van señalizados de la siguiente forma:






conductor	coloración		
neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	azul 		
protección	verde-amarillo 		
fase	marrón 	negro 	gris 

Ilustración 2. Identificación de conductores según ITC-BT-19

3.6 Motores

Según la ITC-BT-47, los conductores que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad de 125% de la intensidad a plena carga del motor. Si el conductor de conexión alimenta a varios motores, la intensidad no puede ser inferior al 125% de la carga del motor de mayor potencia.

Los motores deben de estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de falta de tensión en una de sus fases.

Si el arranque del motor es con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

3.7 Luminarias

La elección de luminarias y disposición están determinadas en el anexo de iluminación.

3.8 Cuadro General de Mando y Protección

Se encuentra situado en el interior del edificio a la entrada de la puerta principal de la zona taller.

Se situará a una altura desde el suelo comprendida entre 1,4 y 2 metros.

Se trata de un armario de superficie con puerta metálica y con chasis modular extraíble y regletas de tierra. Al armario está construido según las normas IEC 61439-1 y 3, EN 60695-2-10 y EN 60695-2-11.

Aislamiento de clase 1, distribución hasta 125A, tensión de aislamiento de 400V AC y grado de protección IP 30 / IK 07.

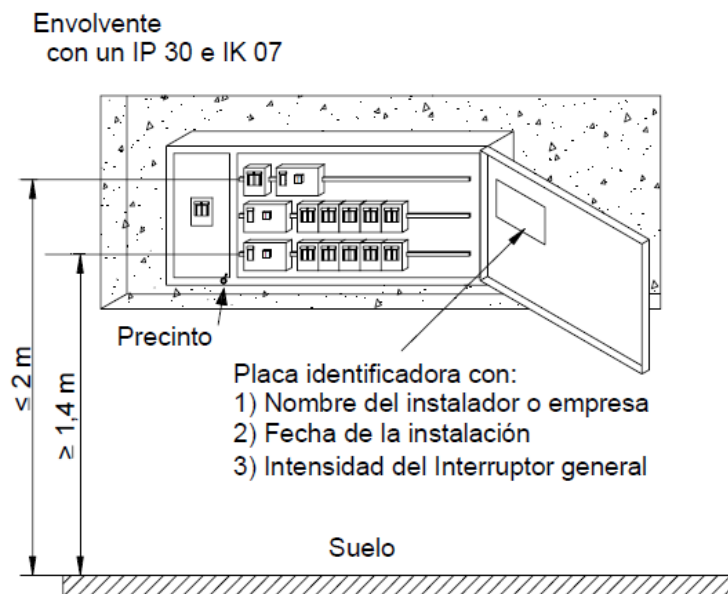
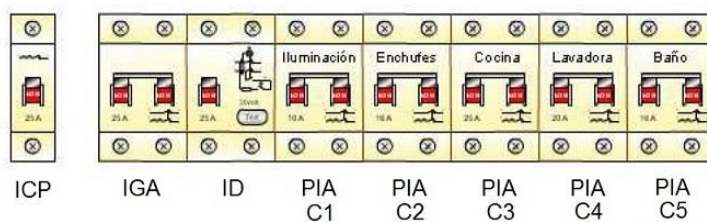


Ilustración 3. Caja general de mando y protección

Las características de los dispositivos generales de mando y protección se describen en la ITC-BT-17 y comprenden los siguientes mecanismos:

- ICP: Interruptor de Control de Potencia (no es necesario ya que la instalación dispone de control digital inteligente).
- IGA: Interruptor General Automático de corte omnipolar de accionamiento manual. Encargado de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a la instalación.
- ID: Interruptor Diferencial general como mínimo, destinado a la protección contra contactos indirectos.
- PIAs: también denominados Magnetotérmicos, de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores del edificio.



Esquema del Cuadro General de Mando y Protección

Ilustración 4. Esquema del Cuadro General de Mando y Protección

3.9 Subcuadros y circuitos

La instalación está compuesta por dos cuadros:

- (CGMP): compuesta por los circuitos de la agrupación 1 y agrupación 2.

- Cuadro de fuerza: compuesto por la agrupación 3 y agrupación 4.

4. Previsión de cargas

4.1 Carga de alumbrado

Determinada en el anexo de iluminación con una potencia de:

Tabla 1. Previsión de carga de alumbrado

Equipo de carga	Pot. Nom (W/Ud)	Tensión (V)	Coefficiente de simultaneidad	Unidades	Pot. Absorbida (W)	Pot. Absorbida sin CS (W)
Zona oficinas						
Sala de espera	54	230	1	2	108	108
Despacho	54	230	1	4	216	216
Aseo despacho	36	230	0,6	1	21,6	36
Vestuario Masculino	84	230	0,6	1	50,4	84
Vestuario Femenino	84	230	0,6	1	50,4	84
Caldera	12	230	0,5	1	6	12
Zona de taller						
Taller	250	230	1	35	8750	8750
Total					9202,4	
Total sin CS						9290

4.2 Carga de circuito de emergencia

Tabla 2. Previsión carga de alumbrado de emergencia

Equipo de carga	Pot. Nom (W/Ud)	Tensión (V)	Coefficiente de simultaneidad	Unidades	Pot. Absorbida (W)	Pot. Absorbida sin CS (W)
Zona oficinas						
luminaria de emergencia	6	230	1	8	48	48
Zona de taller						
luminaria de emergencia	6	230	1	8	48	48
Total					48	

Al tratarse la instalación para un único usuario

4.3 Carga de circuito de fuerza

Tabla 3. Previsión de carga de fuerza

Equipo de carga	Pot.Nom (W/Ud)	Tensión (V)	Coefficiente de simultaneidad	Unidades	Pot. Absorbida con CS (W)	Pot. Absorbida (W)
Zona de oficinas						
Unidad exterior; Multi-split	1675	230	1,0	1	1675	1675
TC general	200	230	1,0	10	2000	2000
TC aseos	1500	230	0,3	3	1350	4500
Zona de taller						
Máquina de soldar	6500	400	0,7	3	13650	19500
Esmeril	450	400	0,6	1	270	450
Taladros de columna	1500	400	0,6	2	1800	3000
Sierra de cinta	1500	400	0,6	2	1800	3000
Radial	2200	230	0,6	3	3960	6600
Compresor	4000	400	0,6	1	2400	4000
Tronzadora	2200	400	0,6	1	1320	2200
Cizalla eléctrica	2200	400	0,6	1	1320	2200
Curvadora	3100	400	0,6	1	1860	3100
Fresadora vertical	2400	400	0,6	2	2880	4800
Central de incendios autom..	2300	230	1,0	1	2300	2300
Torno	2100	400	0,6	1	1260	2100
TC mono	200	230	0,6	12	1440	2400
TC trifásica	3500	400	0,6	6	12600	21000
Total					53885	
Total sin CS						84825

4.4 Previsión de cargas total

Tabla 4. Cargas totales instaladas y previstas de la nave industrial

Concepto	Potencia instalada (W)	Potencia Prevista (W)
Alumbrado	9290	9202,4
Emergencia	96	96
Cargas	84825	53885
Total instalada	94211	
Total prevista		63183,4

Según el Reglamento de Baja tensión, en la ITC-BT-10 establece que la carga correspondiente a los edificios destinados a concentración de industrias, se calculará la carga considerando un mínimo de 125W por metro cuadrado y planta.

La superficie total del edificio es de 1250 m², lo que supondrá una previsión mínima de 156250W.

El consumo previsto obtenido por el sumatorio de cargas es de **63183,4 W**.

La cantidad anterior es inferior al mínimo exigido por la normativa, por lo que tendremos que prever para los cálculos una carga de **156,2 kW**, con esto garantizamos el cumplimiento de las exigencias de la ITC-BT-10.

5. Cálculos justificativos

Esquema ilustrativo para administrar electricidad a un único usuario. Este esquema está editado para el caso de viviendas. Para el uso industrial, lo único que diferencia de este es dentro del edificio, en el que la caída de tensión máxima permitida es de 4,5% para alumbrado y 6,5 para los demás usos (ITC-BT-19; apartado 2.2.2)

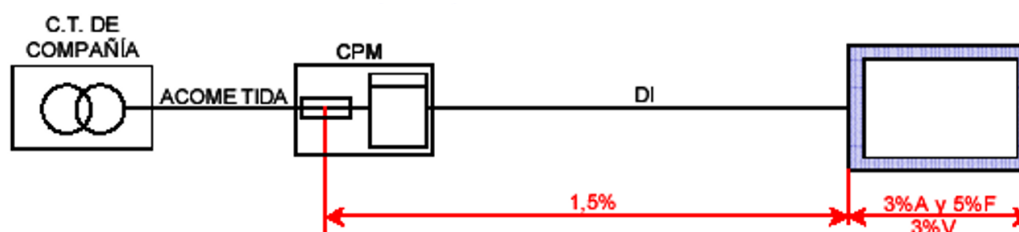


Ilustración . esquema para un único usuario y caídas de tensión máximas admisibles.

5.1 Acometida

Para determinar la sección de la acometida, debemos de comprobar tanto la caída de tensión como la intensidad máxima admisible, por lo que debemos de seguir las indicaciones que se recogen en el ITC-BT-14 “Instalaciones de enlace. Línea General de Alimentación”. Según las características de nuestra instalación, un único usuario (contador individual), la caída de tensión máxima permitida es del 1% de la tensión de suministro (400V).

La instalación es exterior enterrada, con sistema de canalización con calidad mínima de compresión 250/450 N (hormigón/ suelo ligero) UNE-EN 61386-24:2011. El tipo de cable debe unipolar RZ1-K (AS) de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21123-4:2017.

Se considera una temperatura del terreno de 25°C y una profundidad de la instalación de 0,7 metros con resistividad del terreno de 1 K·m/W.

5.1.1 Comprobación de la caída de tensión:

- Potencia con coeficiente de simultaneidad de 0,8:

$$P = 156,2 \text{ kW} \cdot 0,8 = 125 \text{ kW}$$

- Tensión de suministro: 400 V
- Factor de potencia: $\cos\varphi = 0,9$
- Longitud de la acometida: 35 m

$$\text{Trifásica} \rightarrow I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$Ec (1) I_b = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 200,4 A$$

Tabla (ilustración 3): $S = 70 \text{ mm}^2$ (224 A)

tipo de instalación	Sección nominal del conductor (Cu), mm^2										
	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
tubos empotrados en pared de obra ⁽¹⁾											
tubos en montaje superficial	60	80	106	131	159	202	245	284	338	386	455
canal protectora											
conductos cerrados de obra de fábrica											
tubos enterrados ⁽²⁾	77	100	128	152	184	224	268	304	340	384	440

Nota 1: Según tabla 1 de la ITC-19, método B, columna 8, temperatura ambiente 40 °C,
 Nota 2: ITC-BT 07 Apto. 3.1.2.1 y factor de corrección 0,8 según aptdo. 3.1.3

Ilustración 5. Intensidad Max. Admisible (A) en el conductor de cobre RZ1-K (en función de la sección y tipo de instalación)

$$\Delta V_c = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot V \cdot S} \quad Ec. (2)$$

Donde:

- L: longitud de la línea (m)
- S: sección del conductor.
- σ : conductividad del cobre = $0,56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

$$Ec (2) \Delta V_c = \frac{125000 \cdot 35}{56 \cdot 400 \cdot 70} = 2,79 < 1\% \text{ de } 400 V = 4V \quad \checkmark$$

5.1.2 Comprobación de sobrecarga:

La condición que se tiene que dar físicamente para que el fusible deje pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista:

Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad Ec. (3)$$

Donde:

- I_b : corriente de diseño del circuito correspondiente. Intensidad calculada en la ecuación 1.
- I_n : Corriente nominal del fusible.

Tabla 5. Intensidades nominales normalizadas de los fusibles de BT

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

- I_z : corriente máxima admisible del conductor protegido. Se obtiene de la ilustración 3.

Condición 2:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

- I_f : corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección. Se obtiene de la ilustración 4.

La desigualdad expresa que en realidad los cables eléctrico pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanente) sin deteriorarse de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose cuando, durante el tiempo convencional se mantiene la corriente convencional de fusión.

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	I_f Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Ilustración 6. Intensidad convencional de fusión en función de la intensidad nominal del fusible

$$\text{Ec (3)} \quad 200,4 A \leq I_n \leq 224 A$$

En la tabla 5, vemos que no hay fusible que esté entre los dos valores, por tanto, debemos de aumentar la sección del conductor.

$$\text{Ilustración 3} \rightarrow S = 95 \text{ mm}^2 (268 A)$$

$$\text{Ec (3)} \quad 200,4 A \leq 250 A \leq 268 A$$

Ahora debe de darse la condición 2:

$$I_n = 250 \rightarrow \text{Ilustración 4: } [160 - 400]$$

$$I_f = 1,6 \cdot I_n$$

$$\text{Ec (4)} \quad 1,6 \cdot 250 A \leq 1,45 \cdot 268 A$$

$$\text{Ec (4)} \quad 400 A \leq 388,6 A \rightarrow \text{No cumple} \quad \times$$

Al no cumplir la condición 2, debemos de aumentar de nuevo la sección del conductor que vamos a proteger:

$$\text{Ilustración 3} \rightarrow S = 120 \text{ mm}^2 (304 A)$$

$$\text{Ec (4)} \quad 1,6 \cdot 250 A \leq 1,45 \cdot 304 A$$

$$\text{Ec (4)} \quad 400 A \leq 440,8 A \rightarrow \text{Cumple} \quad \checkmark$$

Para la selección del neutro y del tubo de protección hacemos uso de las siguientes tablas, la elección para ambos casos va en función de la sección que hemos obtenido para la acometida.

Observando la tabla de la ilustración 5, tenemos que, para un conductor de fase de 120 mm², tendremos una sección del neutro de:

$$S_{neutro} = 70 \text{ mm}^2$$

Conductores fase (mm ²)	Sección neutro (mm ²)
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Ilustración 7. Tabla 1 ITC-BT-07 sección mínima del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase

Para la sección del conductor de tierra:

$$\text{sí } S_{fase} > 16 \text{ mm}^2 \rightarrow S_{Tierra} = \frac{S_{fase}}{2}$$

$$S_{Tierra} = \frac{70}{2} = 35 \text{ mm}^2$$

Para la elección del tubo de protección debemos hacer uso de la tabla de la ilustración 7 y con las características de la ilustración 6 (para tubo subterráneo):

$$S = 120 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Tubo} = 160 \text{ mm (diámetro exterior)}$$

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	–

Ilustración 8. Tabla 9 (REBT) diámetros exteriores mínimos de los tubos enterrados en función de número y la sección de los conductores o cables a conducir

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media

Ilustración 9. Tabla 8 (REBT) características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas



5.2 Derivación Individual

Para determinar la sección de la Derivación Individual (DI), debemos de comprobar tanto la caída de tensión como la intensidad máxima admisible, por lo que debemos de seguir las indicaciones que se recogen en el ITC-BT-15 “Instalaciones de enlace. Según las características de nuestra instalación, un único usuario (contador individual), la caída de tensión máxima permitida es del 1,5% de la tensión de suministro (400V).

La instalación es superficial, con sistema de canalización es mediante tubo 4321 no propagador de llama de características: compresión fuerte (4), impacto media (3); y con propiedades eléctricas: aislante/ continuidad eléctrica. UNE-EN 61386-1:2008.

El tipo de cable es multiconductor RZ1-K (AS) de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21123-4:2017.

5.2.1 Comprobación de la caída de tensión:

- Potencia con coeficiente de simultaneidad de 0,8:

$$P = 63183,4 \text{ W} \cdot 0,8 = 50546,7 \text{ W}$$

- Tensión de suministro: 400 V
- Factor de potencia: $\cos\phi = 0,9$
- Longitud de la acometida: 1 m

$$Ec (1) I_b = \frac{50546,72}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 81,06 A$$

Tabla (ilustración 8): $S = 25 \text{ mm}^2$ (106 A)

tipo de instalación		Intensidad max. admisible en el conductor (A)										
		Sección nominal del conductor (Cu) (mm ²)										
		6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
tubos enterrados ⁽¹⁾	sm	65	86	113	147	176	-	-	-	-	-	-
	st	53	70	92	120	144	172	208	248	284	320	360
tubos empotrados, tubos en montaje superficial, canales protectoras, conductos cerrados de obra de fábrica ⁽²⁾	sm	49	68	91	116	144	-	-	-	-	-	-
	st	44	60	80	106	131	159	202	245	284	338	386

Nota 1: Basada en ITC-BT 07, 3.1.3, temperatura terreno 25 °C,
 Nota 2: Según tabla 1 de la ITC-19, método B, columna 8, temperatura ambiente 40 °C,
 Nota 3: sm: suministro monofásico;
 st: suministro trifásico

Ilustración 10. Tabla E (GUÍA-BT-15) cable multiconductor RZI-K (0,6/1 kV)

$$Ec (2) \Delta V_c = \frac{50546,72 \cdot 1}{56 \cdot 400 \cdot 25} = 0,09 < 1,5\% \text{ de } 400 V = 6V \quad \checkmark$$

5.2.2 Comprobación de sobrecarga:

La condición que se tiene que dar físicamente para que el fusible deje pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista:

Condición 1:

$$Ec (3) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$Ec (3) 81,06 A \leq I_n \leq 106 A$$

En la tabla 5, obtenemos el valor del fusible de 100 A (In)

$$Ec (3) 81,06 A \leq 100 A \leq 106 A$$

Condición 2:

$$Ec (4) I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

Ahora debe de darse la condición 2:

$$I_n = 100 \rightarrow \text{Ilustracion 4: [63 - 160]}$$

$$I_f = 1,6 \cdot I_n$$

$$Ec (4) \quad 1,6 \cdot 100 A \leq 1,45 \cdot 106 A$$

$$Ec (4) \quad 160 A \leq 153 A \rightarrow \text{No Cumple}$$



Al no cumplir la condición 2, debemos de aumentar de nuevo la sección del conductor que vamos a proteger:

$$\text{Ilustración 3} \rightarrow S = 35 \text{ mm}^2 (131 A)$$

$$Ec (4) \quad 1,6 \cdot 100 A \leq 1,45 \cdot 131 A$$

$$Ec (4) \quad 160 A \leq 190 A \rightarrow \text{Cumple}$$



Para la selección del neutro y del tubo de protección hacemos uso de las siguientes tablas, la elección para ambos casos va en función de la sección que hemos obtenido para la acometida.

Observando la tabla de la ilustración 5, tenemos que, para un conductor de fase de 35 mm², tendremos una sección del neutro de:

$$S_{\text{neutro}} = 16 \text{ mm}^2$$

Para la sección del conductor de tierra:

$$\text{sí } S_{\text{fase}} > 16 \text{ mm}^2 \rightarrow S_{\text{Tierra}} = \frac{S_{\text{fase}}}{2}$$

$$S_{\text{Tierra}} = \frac{35}{2} = 17,5 \rightarrow \text{superior} = 25 \text{ mm}^2$$

Tubo de protección:

$$S = 35 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Tubo} = 90 \text{ mm (diámetro exterior)}$$

Derivación Individual:

Tetrapolar RZ1-K (AS)

- **S_F = 35 mm²**
- **S_N = 16 mm²**
- **S_T = 25 mm²**

Fusible: 100 A

Tubo: Ø = 90 mm

5.3 Cálculos de Subcuadros

Para determinar la sección de los conductores de cada cuadro seguimos siempre el mismo procedimiento. Determinamos la caída de tensión de consumo más alejado (desfavorable) de la instalación y el valor obtenido debe de ser que el que nos indica la normativa. Para uso industrial tenemos una caída de tensión máxima permitida de 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos.

Determinaremos que se cumplen las comprobaciones de sobrecarga y las características de los dispositivos de protección contra cortocircuitos.

En el caso de alumbrado, la tensión es monofásica (230V), para el cuadro de fuerza la tensión es trifásica (400V).

Tenemos tomas de corrientes monofásicas y trifásicas, las tomas trifásicas van dentro del cuadro para circuitos trifásicos y las tomas de corrientes monofásicas dentro del cuadro de circuitos monofásicos.

La instalación de los circuitos es superficial con conductores de cobre bajo tubos de PVC (serie B).

Cuadro de “Zona taller” (Fuerza, TC Trifásica, TC Monofásica)

Para determinar la carga de los motores debeos de tener en cuenta “SÓLO” la potencia de los motores aplicando el coeficiente de simultaneidad y para el dimensionado de los cables hay que aplicar la normativa que nos indica que, hay que dimensionar los cables para que puedan suministrar una intensidad mínima de 125% de la que necesite el motor a plena carga.

5.3.1 Comprobación de caída de tensión:

- Potencia con coeficiente de simultaneidad: $P = 28560 \text{ W}$
- Tensión de suministro: 400 V
- Factor de potencia: $\cos\phi = 0,9$
- Longitud de aparato más alejado: $L = 112,76 \text{ m}$.

$$Ec (1) I_b = \frac{28560 \cdot 1,25}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 57,25 \text{ A}$$

Tabla 1 (ilustración 9): B; 8 \rightarrow S = 16 mm² (80 A)

$$Ec (2) \Delta V_c = \frac{28560 \cdot 1,25 \cdot 112,76}{56 \cdot 400 \cdot 16} = 11,23 < 6,5\% \text{ de } 400 \text{ V} = 26\text{V} \quad \checkmark$$

5.3.2 Comprobación de sobrecarga:

Condición 1:

$$Ec (3) I_b \leq I_n \leq I_z$$

En la tabla 5, obtenemos el valor del fusible de 63 A (I_n)

$$Ec (3) 57,25 A \leq 63 A \leq 80 A$$

Condición 2:

$$Ec (4) I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

$I_n \Rightarrow$ Ilustración 4: [16 – 63]

$$I_2 = 1,6 \cdot I_n$$

$$Ec (4) 1,6 \cdot 63 A \leq 1,45 \cdot 80 A$$

$$Ec (4) 100,8 A \leq 116 A \rightarrow \text{Cumple} \quad \checkmark$$

Observando la tabla de la ilustración 5, tenemos que, para un conductor de fase de 16 mm², tendremos una sección del neutro de:

$$S_{neutro} = 10 \text{ mm}^2$$

Para la sección del conductor de tierra:

$$\text{si } S_{fase} \leq 16 \text{ mm}^2 \rightarrow S_{Tierra} = S_{fase} = 16 \text{ mm}^2$$

	Diagrama	Descripción	3x PVC		2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	
		35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	154	206	
		50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	188	250	
		70			149	160	171	188	202	224	244	244	321	
		95			180	194	207	230	245	271	296	296	391	
		120			208	225	240	267	284	314	348	348	455	
	150			236	260	278	310	338	363	404	404	525		
	185			268	297	317	354	386	415	464	464	601		
	240			315	350	374	419	455	490	552	552	711		
	300			360	404	423	484	524	565	640	640	821		

Ilustración 11. Tabla 1 (ITC-BT-19) Intensidad máxima admisible para conductores

Para determinar el **tubo de protección**, hacemos uso de la tabla 2 de la ilustración 10; en nuestro caso la sección del conductor es de 16 mm^2 y lo componen 3 de fase, neutro y tierra, en total 5 conductores. Por lo que el diámetro exterior del conductor será de **32mm**.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm^2)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	–
185	50	63	75	–	–
240	50	75	–	–	–

Ilustración 12. Tabla 2 (ITC-BT-21) Diámetro exterior de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

A continuación, comprobamos las características de funcionamiento de los dispositivos que protegen la instalación contra cortocircuitos.

$$I_{cc \text{ mín}} > I_m \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

- $I_{cc \text{ mín}}$: corriente de cortocircuito mínima en el extremo del circuito protegido por el IA. La $I_{cc \text{ mín}}$ para un sistema TT corresponde a un circuito fase-neutro.
- I_m : corriente mínima que asegura el disparo magnético.

Se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministro. Se toma el defecto como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración es válida cuando el centro de transformación, origen de la alimentación, está situado fuera del edificio como es en nuestro caso.

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R} \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

- U : tensión de alimentación fase neutro (230 V).
- R : resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

- ρ : resistividad del cobre a 20 °C se puede tomar como (0,018 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).
- L: longitud del conducto desde el interruptor automático hasta el receptor (m)
- S: sección de conductor en mm^2 .

Para interruptores automáticos (magnetotérmicos) se definen tres clase de disparo magnético (I_m) según el múltiplo de la corriente asignada (I_n).

	I_{mag}
Curva B	5 x I_n
Curva C	10 x I_n
Curva D	20 x I_n

Ilustración 13. Intensidad de disparo electromagnético según su curva

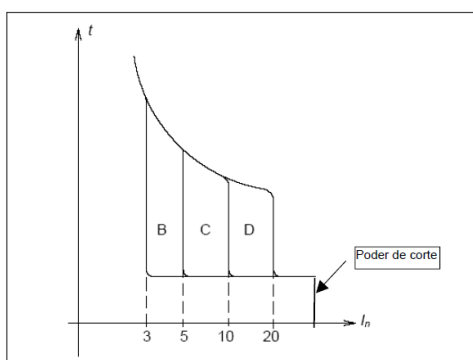


Ilustración 14. Figura A (GUÍA BT 22) Tipos de disparo magnético de los interruptores automáticos modulares.

De acuerdo con el ITC-BT-17, apartado 1.3, el poder de corte del interruptor general automático será de 4500 amperios como mínimo.

La Intensidad de corriente de cortocircuito mínima será:

$$Ec (6) R = \frac{0,018 \cdot 112,76}{16} = 0,1268 \Omega$$

$$Ec (5) I_{cc \text{ mín}} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,1268} = 1451 A = 1,45 kA$$

Para el magnetotérmico de 63 A, comprobamos el poder de corte magnético mayor, si cumple la condición de la ecuación 4 será (B,C,D), si no cumple, comprobamos el siguiente poder y así sucesivamente hasta el menor de todos.

$$\text{Curva C} = 20 \cdot 63 = 1260 A = 1,26 kA$$

$$Ec (4) 1,45 kA > 1,26 kA \rightarrow \text{Cumple} \quad \checkmark$$

Tendremos un magnetotérmico para el circuito de fuerza de **63 A, curva (B,C,D) con un poder de corte de 4,5 kA.**

5.4 Tabla del dimensionado de la instalación eléctrica.

Tabla 6. Dimensionado de la instalación eléctrica

Circuito	Potencia (W)	Tensión (V)	coef.	cos	Long. (m)	Canalización	conduc.	e(%)	I cal	S1 (mm ²)	S2 (mm ²)	S (mm ²)	I Adm	PIA (A)	FASE	ΔUT (%)	
Nave Industrial																	
Acometida	156200	400	0,8	0,9	35	Subterránea	56	1	200,4	120	7,5	120	304	250	R,S,T	0,41	
Derivación Individual	63183	400	0,8	0,9	1	Bajo tubo	56	1,5	81,1	35	0,4	35	131	100	R,S,T	0,01	
Agrupación 1	9298,4	230	1,8	0,9	177,89		56	4,5	46,7	50	44,7	50	175	63	R	0,89	
C1 (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	177,89	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	6	5,5	6	49	16	R	0,92	
C6 (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	58,94	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	2,5	1,8	2,5	29	16	R	0,73	
C6 (2) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	45,43	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	2,5	1,4	2,5	29	16	R	0,56	
C6 (3) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	137,52	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	6	4,3	6	49	16	R	0,71	
C6 (4) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	48,73	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	4	1,5	4	38	16	R	0,38	
C6 (5) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	117,79	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	4	3,7	4	38	16	R	0,91	
C6 (6) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	48,47	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	2,5	1,5	2,5	29	16	R	0,60	
C6 (7) (Iluminación)	1150,3	230	1,8	0,9	36,48	Superficial bajo tubo	56	4,5	10,0	1,5	1,1	1,5	21	16	R	0,76	
C13 (Al. emerg)	96	230	1,8	0,9	93,28	Superficial bajo tubo	56	4,5	0,8	1,5	0,2	1,5	21	10	R	0,16	
Agrupación 2	7325	230	1	1	49,73		56	6,5	31,8	6	3,8	6	49	40	S	0,63	
C15 (aire acond)	1675	230	1,25	0,9	14,37	Superficial bajo tubo	56	6,5	10,1	1,5	0,3	1,5	21	16	S	0,21	
C2 (TC mono)	2000	230	1	1	49,73	Superficial bajo tubo	56	6,5	8,7	1,5	1,0	1,5	21	10	S	0,69	
C14 (CDAl)	2300	230	0,9	1	1,94	Superficial bajo tubo	56	6,5	9,0	1,5	0	1,5	21	10	S	0,03	
C5 (TC baños)	1350	230	1	1	35,23	Superficial bajo tubo	56	6,5	5,9	1,5	0,5	1,5	21	10	S	0,33	
Agrupación 3	41160	400	1,125	0,9	134,88		56	6,5	74,3	16	10,7	16	91	80	R,S,T	0,67	
C13 (Circ. fuerza)	28560	400	1,25	0,9	112,76	Superficial bajo tubo	56	6,5	57,3	16	6,9	16	80	63	R,S,T	0,43	
C14 (TC trifásica)	12600	400	1	0,9	134,88	Superficial bajo tubo	56	6,5	20,2	4	2,9	4	34	25	R,S,T	0,73	
Agrupación 4	5400	230	1,125	0,9	133,49		56	6,5	29,3	10	8,4	10	68	35	T	0,84	
C16 (Radles)	3960	230	1,25	0,9	64,02	Superficial bajo tubo	56	6,5	23,9	4	3,3	4	38	25	T	0,82	
C15 (TC mono_dobles)	1440	230	1	1	133,49	Superficial bajo tubo	56	6,5	6,3	2,5	2,0	2,5	29	10	T	0,80	

Leyenda:

- **Color Rojo:** Fusible de protección del CPM de la instalación. **100 A.**
- **Color Azul:** Interruptor General Automático (IGA). **100 A, clase C (tipo II),40 kA; 1,2 kV.**
- **Color amarillo:** Interruptores diferenciales de los cuadros y Subcuadros (ID)
 - Agrupación 1: 63 A, 30 mA, 2 polos.
 - Agrupación 2: 40 A, 30 mA, 2 polos.
 - Agrupación 3: 80 A, 300 mA, 4 polos.
 - Agrupación 4: 35 A,30 mA, 2 polos
- **Color verde:** Pequeños interruptores automáticos o magnetotérmicos (PIAs).

5.5 Tabla de intensidades de cortocircuito, intensidades y curvas de magnetotérmicos

Tabla 7. Intensidades de cortocircuito, Intensidades y curvas de magnetotérmicos

Circuito	Tensión (V)	Long. (m)	ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	S1 (mm ²)	R (Ω)	Iccmín (A)	Im (A)	PIA (A)	Curva (B,C,D)
Nave Industrial									
Acometida	230	35	0,018	120,0	0,0053	35047,6	5000	250	B,C,D
D, Individual	230	1	0,018	35,0	0,0005	357777,8	2000	100	
Agrupación 1	230	177,89	0,018	50,0	0,0640	2873,2	1260	63	
C1 (Iluminación)	230	177,89	0,018	6,0	0,5337	344,8	320	16	B,C,D
C6 (Iluminación)	230	58,94	0,018	2,5	0,4244	433,6	320	16	B,C,D
C6 (2) (Iluminación)	230	45,43	0,018	2,5	0,3271	562,5	320	16	B,C,D
C6 (3) (Iluminación)	230	137,52	0,018	6,0	0,4126	446,0	320	16	B,C,D
C6 (4) (Iluminación)	230	48,73	0,018	4,0	0,2193	839,1	320	16	B,C,D
C6 (5) (Iluminación)	230	117,79	0,018	4,0	0,5301	347,1	320	16	B,C,D
C6 (6) (Iluminación)	230	48,47	0,018	2,5	0,3490	527,2	320	16	B,C,D
C6 (7) (Iluminación)	230	36,48	0,018	1,5	0,4378	420,3	320	16	B,C,D
C13 (Al, emerg)	230	93,28	0,018	1,5	1,1194	164,4	100	10	B,C
Agrupación 2	230	49,73	0,018	6,0	0,1492	1233,3	800	40	
C15 (aire acond)	230	14,37	0,018	1,5	0,1724	1067,0	320	16	B,C,D
C2 (TC_mono)	230	49,73	0,018	1,5	0,5968	308,3	200	10	B,C,D
C14 (CDAI)	230	1,94	0,018	1,5	0,0233	7903,8	200	10	B,C,D
C5 (TC baños)	230	35,23	0,018	1,5	0,4228	435,2	200	10	B,C,D
Agrupación 3	230	134,88	0,018	16,0	0,1517	1212,6	800	80	
C13(Circ, fuerza)	230	112,76	0,018	16,0	0,1269	1450,5	1260	63	B,C,D
C14 (TC trifásica)	230	134,88	0,018	4,0	0,6070	303,2	250	25	B,C
Agrupación 4	230	133,49	0,018	10,0	0,2403	765,8	700	35	
C16 (Radiles)	230	64,02	0,018	4,0	0,2881	638,7	500	25	B,C,D
C15 (TC mono_dobles)	230	133,49	0,018	2,5	0,9611	191,4	100	10	B,C

➤ **El esquema unifilar se adjunta en el anexo de planos.**

6. Referencias

1. Agencia Estatal Boletín Oficial del del Estado. (2000). *Real Decreto 1955/2000. Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica [archivo PDF]*. <http://www.boe.es/buscar/pdf/2000/BOE-A-2000-24019-consolidado.pdf>
2. Agencia Estatal Boletín Oficial del del Estado. (2022). *Real Decreto 842/2002. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias [archivo PDF]*. Actualización 16 Marzo 2022. https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/abrir_pdf.php?fich=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC.pdf
3. Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2003a). *GUÍA-BT-14. Línea General de Alimentación [archivo PDF]*.
4. Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2003b). *GUÍA-BT-15. Derivaciones Individuales [archivo PDF]*.
5. Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2003c). *GUÍA-BT-Anexo2. Cálculo de caídas de tensión [archivo PDF]*.
6. Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2003d). *GUÍA-BT-RD 842/2002. Guía técnica de aplicación del REBT; Aspectos generales [archivo PDF]*.
7. Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2009). *GUÍA-BT-19. Instalaciones interiores o receptoras generales [archivo PDF]*. <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Paginas/guia-tecnica-aplicacion.aspx>
8. *Ministerio de Industria, Comercio y Turismo - Organigrama*. (n.d.). Retrieved April 9, 2022, from <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Paginas/guia-tecnica-aplicacion.aspx>

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

ANEXO IX: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

ÍNDICE

1. OBJETO.....	4
2. ALCANCE.....	4
3. NORMATIVA	4
3.1 NORMATIVA BÁSICA QUE REGULA LAS INSTALACIONES DE AUTOCONSUMO:.....	4
3.2 OTRAS NORMATIVAS QUE REGULAN ASPECTOS QUE AFECTAN A ESTAS INSTALACIONES:	4
3.3 NORMATIVA AUTONÓMICA:	5
4. DATOS METEOROLÓGICOS.....	5
5. ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN.....	5
6. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN	6
6.1 CONDICIONES DE USO	6
6.1.1 Precio de energía eléctrica.....	7
6.2 DATOS CLIMATOLÓGICOS	8
6.2.1 Análisis de la Irradiancia	8
6.2.1.1 Irradiancia para las tres suposiciones de estudio	9
6.2.1.2 Comparativa de irradiancias	12
6.2.2 Irradiación solar.....	13
7. DIMENSIONADO DEL GENERADOR.....	14
7.1 SUPOSICIONES DE COLOCACIÓN DE MÓDULOS	15
7.1.1 Orientación e Inclinación de la cubierta ($\alpha=45^\circ$; $\beta=10^\circ$)	16
7.1.2 Orientación e Inclinación ($\alpha=45^\circ$; $\beta_{\text{ópt}}=30^\circ$)	18
7.1.3 Orientación e Inclinación ($\alpha=0^\circ$; $\beta_{\text{ópt}}=30^\circ$)	20
7.1.4 Resumen de estudio de viabilidad.....	22
8. DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS EMPLEADOS	22
8.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	23
8.1.1 Características del módulo fotovoltaico:.....	24
8.1.2 Fijación de los módulos.....	25
8.2 INVERSOR	26
8.3 CONTADOR BIDIRECCIONAL.....	27
8.4 CABLEADO	28
8.4.1 Conductores de corriente continua.....	29
8.4.1.1 Criterio de intensidad máxima admisible:	29
8.4.1.2 Criterio de caída de tensión máxima:.....	30
8.4.2 Conductores de corriente alterna.....	31
8.4.2.1 Criterio de intensidad máxima admisible (Inversores-CP)	31
8.4.2.2 Criterio de caída de tensión máxima (Inversores-CP)	32
8.4.2.3 Criterio de intensidad máxima admisible (CP-CGP).....	33
8.4.2.4 Criterio de caída de tensión máxima (CP-CGP)	33
8.4.3 Resumen de valores de secciones calculadas	34
8.4.4 Resumen del cableado de la instalación.....	34
8.5 PROTECCIÓN ELÉCTRICA.....	34
8.5.1 Protección contra contactos directos	34
8.5.1.1 Parte de corriente continua:	34
8.5.1.2 Parte de corriente alterna:	35

8.5.2	<i>Protección contra contactos indirectos</i>	35
8.5.2.1	Parte de corriente continua:	35
8.5.2.2	Parte de corriente alterna:	35
8.5.3	<i>Aparamenta de corriente continua DC</i>	35
8.5.4	<i>Aparamenta de corriente alterna AC</i>	37
8.5.5	<i>Puesta a tierra</i>	39
8.5.5.1	Protección contra contactos indirectos DC.....	39
8.5.5.2	Protección contra contactos indirectos AC.....	40
9.	TRAMITACIÓN Y ASPECTOS LEGALES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	41
10.	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	45
10.1	MÓDULO LONGI LR4-72HPF	45
10.2	INVERSORES RIELLO RS 20.0 T	47
10.3	ESTRUCTURAS PARA INSTALACIÓN DE MÓDULOS	49
11.	PLIEGO DE CONDICIONES	49
12.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	49
13.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	50
14.	PLANOS	51
15.	REFERENCIAS	52

1. Objeto

En este anexo se va a realizar el cálculo y diseño de la instalación fotovoltaica, selección de los diferentes elementos que componen la instalación, materiales e instalaciones de un sistema fotovoltaico conectado a la red interior, para cumplir con las exigencias indicadas en el reglamento vigente en España.

Objetivo del proyecto:

- Reducción de las emisiones de efecto invernadero (CO₂, NO₂, SO_x).
- Reducción de la factura eléctrica: la energía generada se destinará al consumo de la instalación industrial.
- Mejora de la imagen pública da la empresa.

2. Alcance

El alcance del proyecto de la instalación se compone de las siguientes partes:

- Descripción de la instalación solar FV.
- Dimensión de la instalación sobre la cubierta, teniendo en cuenta la ubicación de los paneles.
- Estudio económico de viabilidad.
- Presupuesto de la instalación.

3. Normativa

3.1 Normativa básica que regula las instalaciones de autoconsumo:

- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico

3.2 Otras normativas que regulan aspectos que afectan a estas instalaciones:

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Decreto-ley 2/2018, de 26 de junio, de simplificación de normas en materia de energía y fomento de las energías renovables en Andalucía.

3.3 Normativa Autonómica:

- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- DECRETO 59/2005, de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos.

4. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos son necesarios para el diseño y desarrollo del sistema fotovoltaico, los datos que nos interesa principalmente son la irradiación y la temperatura ambiente del lugar donde se va a ejecutar la instalación. Todos los datos referentes al ambiente los podemos obtener la página web PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), desarrollado por la comisión europea a través de “Joint Research Centre-Institute for Energy and Transport”, con el objeto de contribuir en la implantación de las energías renovables en la unión europea.

- **Ubicación** (El Real de la Jara): 37° 57'0,1"N
- **Orientación de la nave:** 45° SO

5. Análisis de la Instalación

Para el análisis de la instalación, vamos a considerar tres situación diferentes ya que la nave industrial no se encentra en la orientación optima (sur), ni la cubierta tiene la inclinación óptima (30°) para poder obtener la mayor energía posible. Elegiremos la que sea más rentable de las tres.

Para determinar la inclinación óptima anual hemos hecho uso de la siguiente ecuación en función a la latitud del lugar (ϕ):

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \cdot \phi^{\circ} = 3,7 + 0,69 \cdot 37,95 = 29,9 \approx \mathbf{30^{\circ}}$$

Las tres posibles suposiciones serán:

- Superpuesta sobre cubierta con los módulos orientados en la misma dirección que el edificio (45° SO) y la inclinación de la cubierta (10°).
- Superpuesta sobre cubierta con los módulos orientados en la misma dirección que el edificio (45° SO) y con inclinación óptima (30°).
- Superpuesta sobre cubierta con los módulos orientados al SUR (0°) y con inclinación óptima (30°).

6. Dimensionado de la instalación

Para el proceso de cálculo de los módulos fotovoltaicos, debemos de tener en cuenta dos parámetros principalmente, estos son:

- Condiciones de uso: demanda energética y uso (semanal, diaria, verano etc..)
- Datos climatológicos: conocer de la irradiación de la que disponemos.

6.1 Condiciones de uso

Para determinar la demanda energética debemos tener en cuenta todos los consumos que se vayan a generar en el taller y las horas de uso de cada consumo, esto se determina mediante la ecuación:

$$E_{m\acute{a}x.diaria} = \sum cantidad \cdot horas \cdot potencia (W) \quad Ec. (1)$$

Donde:

- $E_{m\acute{a}x.diaria}$: Energía máxima diaria que se consume (Whd)
- $Cantidad$: numero de aparatos que generan consumo.
- Horas: número de horas que se estima que estén funcionando cada aparato
- Potencias: consumo de cada aparato (W)

De acuerdo al número de equipos de carga, el consumo de cada una y las horas que pueden estar en funcionamiento cada una a lo largo de la jornada laboral, se ha estimado un consumo total diario previsto.

Tabla 1. cálculo del consumo total diario previsto

Equipo de carga	Pot.Nom (W/Ud)	Horas	Coefficiente de simultaneidad	Unidades	Pot. Absorbida con CS (Whd)
Zona de oficinas					
Unidad exterior; Multi-split	1675	4	1,0	1	6700
TC general	200	2	1,0	10	4000
TC aseos	1500	1	0,3	3	675
Zona de taller					
Máquina de soldar	6500	4	0,7	3	54600
Esmeril	450	1	0,6	1	270
Taladros de columna	1500	1	0,6	2	1800
Sierra de cinta	1500	1	0,6	2	1800
Radial	2200	2	0,6	3	7920
Compresor	4000	1	0,6	1	2400
Tronzadora	2200	1	0,6	1	1320
Cizalla eléctrica	2200	1	0,6	1	1320
Curvadora	3100	1	0,6	1	1860
Fresadora vertical	2400	3	0,6	2	8640
Central de incendios autom..	2300	24	1,0	1	55200
Torno	2100	5	0,6	1	6300
TC mono	200	4	0,6	12	5760
TC trifásica	3500	4	0,6	6	50400
Total					210965

Equipo de carga	Pot.Nom (W/Ud)	Horas	Coefficiente de simultaneidad	Unidades	Pot. Absorbida (Whd)
Zona oficinas					
Sala de espera	54	3	1	2	324
Despacho	54	4	1	4	864
Aseo despacho	36	1	0,6	1	21,6
Vestuario Femenino	84	1,5	0,6	1	75,6
Caldera	12	0,5	0,5	1	3
Zona de taller					
Taller	250	5	1	35	43750
Total					45113,8

Equipo de carga	Pot.Nom (W/Ud)	Horas	Coefficiente de simultaneidad	Unidades	Pot. Absorbida (Whd)
Zona oficinas					
luminaria de emergencia	6	24	1	8	1152
Zona de taller					
luminaria de emergencia	6	24	1	8	1152
Total					2304

Concepto	Potencia Prevista (Whd)
Alumbrado	45113,8
Emergencia	2304
Cargas	210965
Total prevista (kWh/d)	258382,8

Sumando todas las cargas, obtenemos un total de **258,38 kWh/día**.

6.1.1 Precio de energía eléctrica

Precio de la energía eléctrica en función a los diferentes tramos horarios. En nuestro caso la hora valle le descartamos (24:00 -7:00) horas, fines de semana; ya que la empresa estará cerrada a esas horas y los fines de semana.



Ilustración 1. Tramos horarios (Punta-Llano-Valle)

TIPO PERIODO	PRECIO POTENCIA	PRECIO ENERGÍA (VARIABLE)
(P1) Precio punta	0,162119 €/kWh día	0,079388 €/kWh
(P2) Precio llano	0,099974 €/kWh día	0,071376 €/kWh
(P3) Precio valle	0,022925 €/kWh día	0,052964 €/kWh

Ilustración 2. Precio Indexado actualizado 07/09/2021

Haciendo un promedio del precio de la energía para facilitar los cálculos de la tabla Excel que se adjuntará posteriormente, el precio será de:

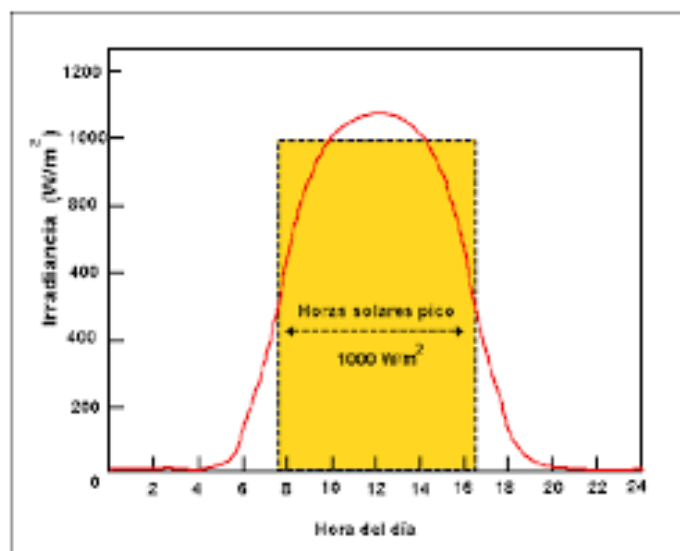
$$\text{Precio energía} = \frac{0,079388 + 0,071376}{2} = \mathbf{0,07538 \text{ €/kWh}}$$

6.2 Datos climatológicos

6.2.1 Análisis de la Irradiancia

La irradiancia se define como el flujo de irradiación solar que incide sobre la unidad de superficie y se mide en vatios por metro cuadrado (W/m^2).

La irradiancia se presenta por una curva, en donde se observa la evolución a lo largo del día, quedando como el punto máximo central, que correspondería aproximadamente a las doce del mediodía. Incluido en un rectángulo se muestran las horas de pico solar para el cálculo (HPS).

*Ilustración 3. Irradiancia a lo largo del día*

Las HPS corresponde como las horas diarias cuya irradiancia corresponde a las condiciones estándar de medida (CEM), es decir 1000 W/m^2 . Las HPS pueden variar desde 3-7 horas diarias, dependiendo del mes y lugar de la instalación.

Condiciones estándar de medida (CEM)

- Irradiancia (G_{STC}): 1000 W/m^2
- Distribución espectral o masa de aire: AM 1,5 G
- Incidencia normal
- Temperatura de célula: $25 \text{ }^\circ\text{C}$

6.2.1.1 Irradiancia para las tres suposiciones de estudio

- A. Irradiancia para módulos orientados en la misma dirección que el edificio (45° SO) y la inclinación de la cubierta (10°).

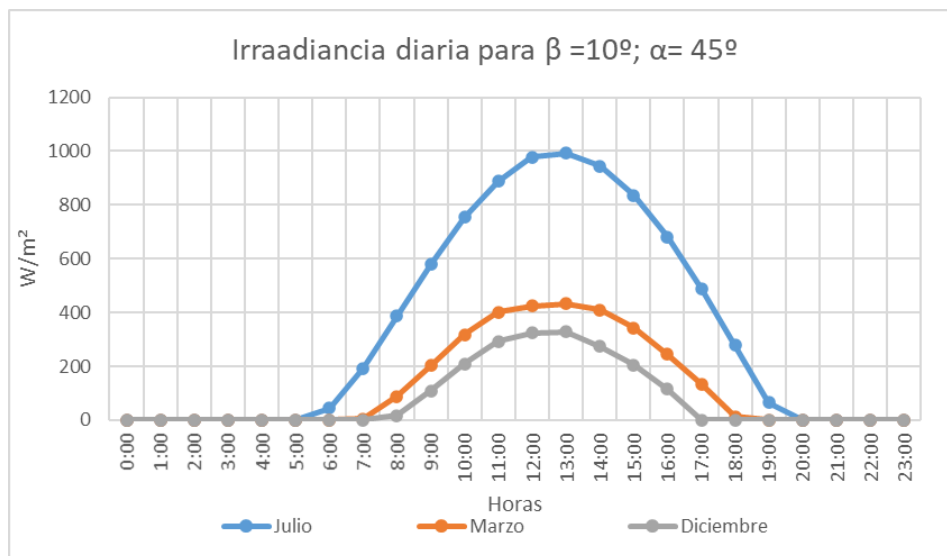


Ilustración 4. Gráfico irradiación diaria para diferentes meses

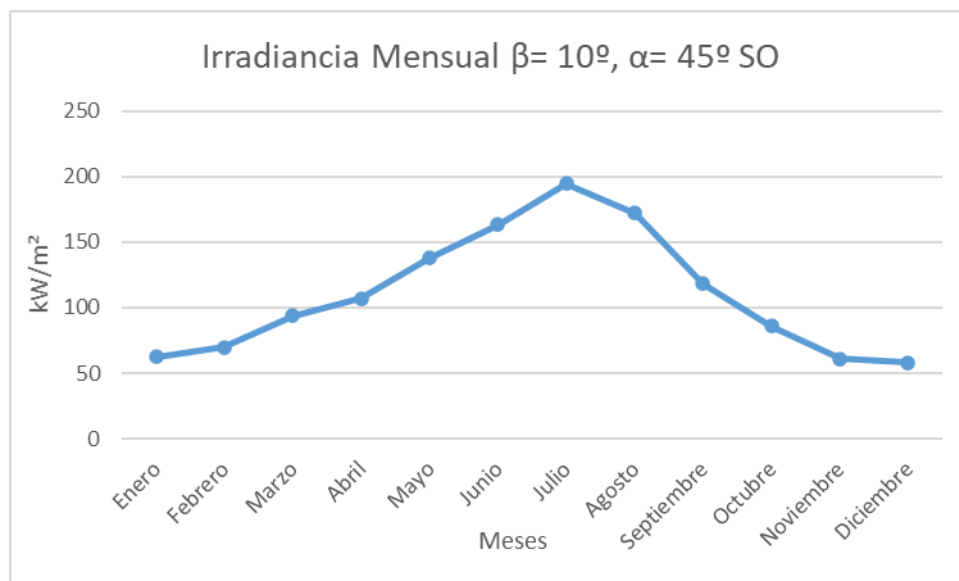


Ilustración 5. Irradiación mensual $\beta = 10^\circ$, $\alpha = 45^\circ$

B. Irradiancia para módulos orientados en la misma dirección que el edificio (45° SO) y con inclinación óptima (30°).

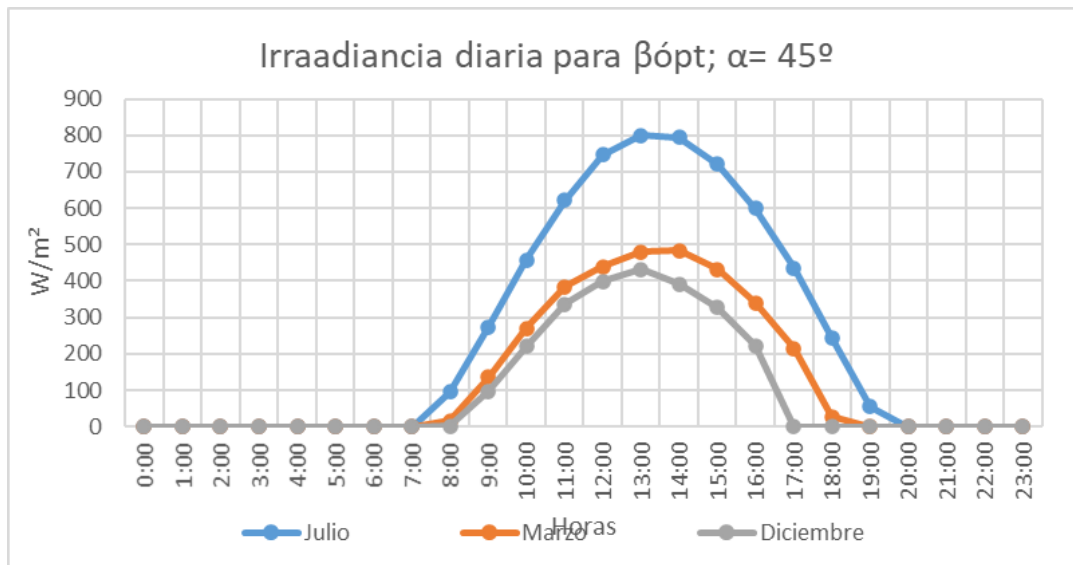


Ilustración 6. Irradiancia mensual $\beta_{\text{ópt}}$, $\alpha = 45^\circ$

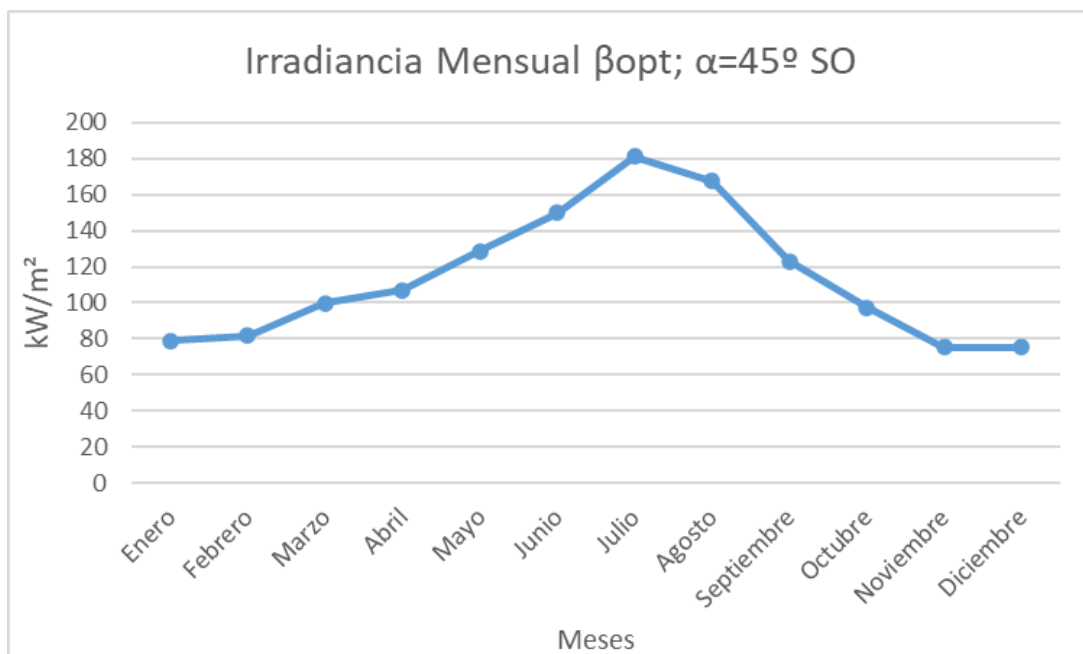


Ilustración 7. Irradiancia mensual $\beta_{\text{ópt}}$, $\alpha = 45^\circ$ SO

D. Irradiancia para los módulos orientados al SUR (0°) y con inclinación óptima (30°).

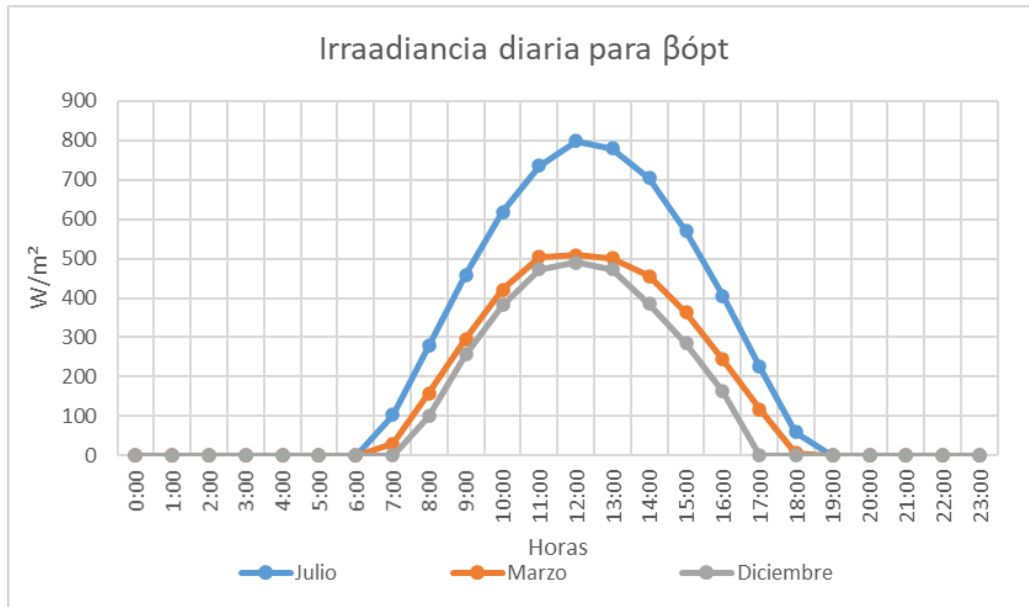


Ilustración 8. Gráfico irradiancia diaria para diferentes meses

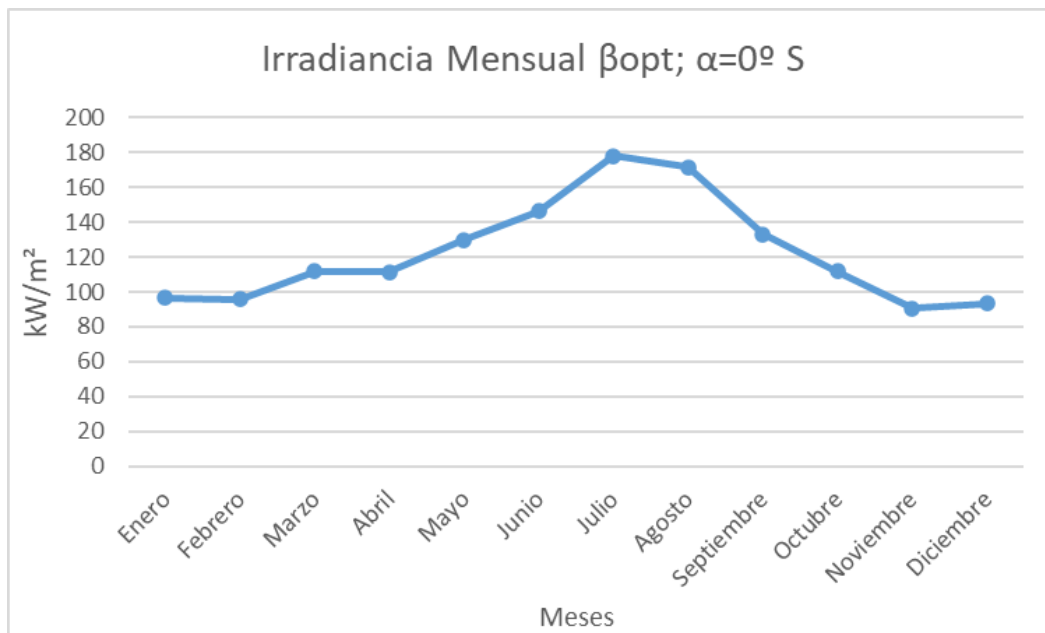


Ilustración 9. Irradiancia mensual βópt, α= 0° S

6.2.1.2 Comparativa de irradiancias

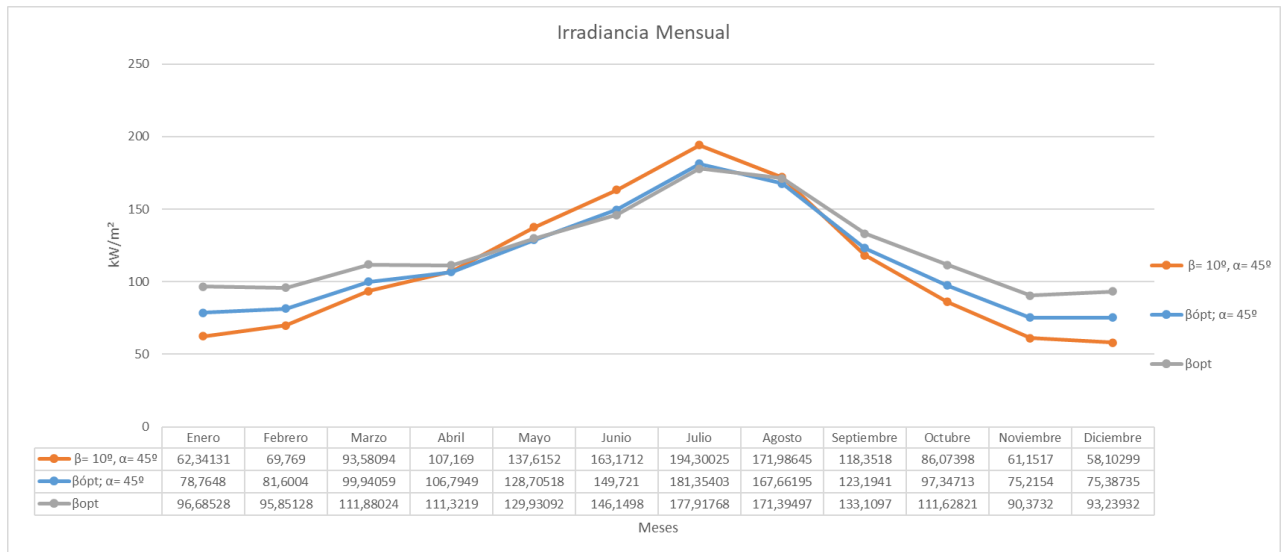


Ilustración 10. Comparativa de Irradiancia mensual

Como podemos observar en la gráfica de comparación, para ángulos mayores ($\beta_{\text{ópt}} = 30^\circ$) la irradiancia es mayor para los meses de otoño e invierno (el sol irradia más en los elementos mientras más verticales respecto a la horizontal estén). Sin embargo, para ángulos menores ($\beta = 10^\circ$) la irradiancia es mayor para los meses de verano (el sol irradia más en los elementos mientras más horizontales estén respecto al plano).

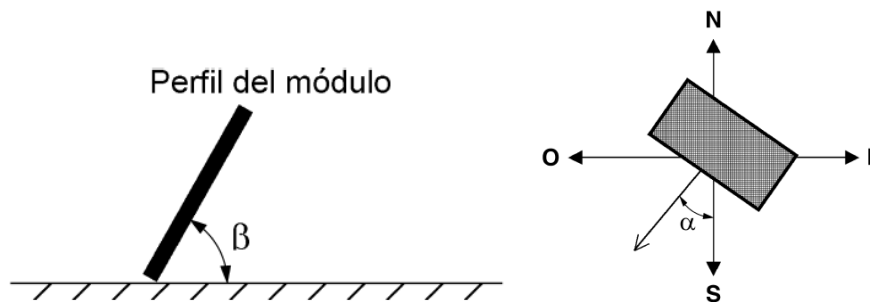


Ilustración 11. Inclinación y orientación de módulos FV

Todo lo comentado en el párrafo anterior se puede observar en la *ilustración 12*, esto se debe a la altura máxima del sol “inclinación” respecto a la tierra.

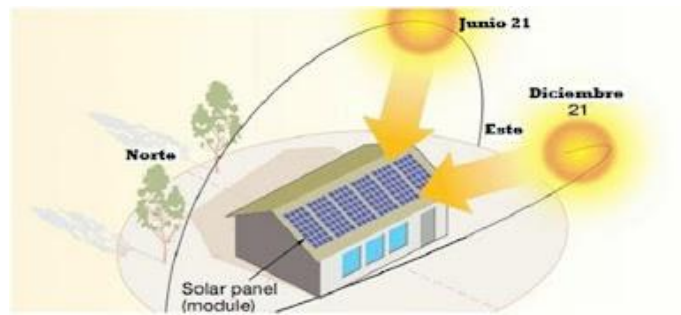


Ilustración 12. Inclinación del sol respecto de la horizontal en invierno y verano

6.2.2 Irradiación solar

Según el pliego de condiciones técnicas debemos de determinar los límites de orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos, para saber la pérdidas máximas permisibles. Con los datos de latitud e inclinación determinamos si se encuentran dentro de lo permitido:

- Latitud: $37,95^\circ$
- Orientación: 45° SO
- Inclinación: 10°

Con la inclinación determinada (inclinación de la cubierta = 10°) y la orientación de la cubierta (45° SO), vamos a la ilustración 13. Vemos que, para la inclinación calculada, obtenemos un rendimiento de (90%-95%), por tanto, unas pérdidas del 5% al 10%. Los límites de inclinación en la imagen serían de un mínimo de 7° y un máximo de 45° .

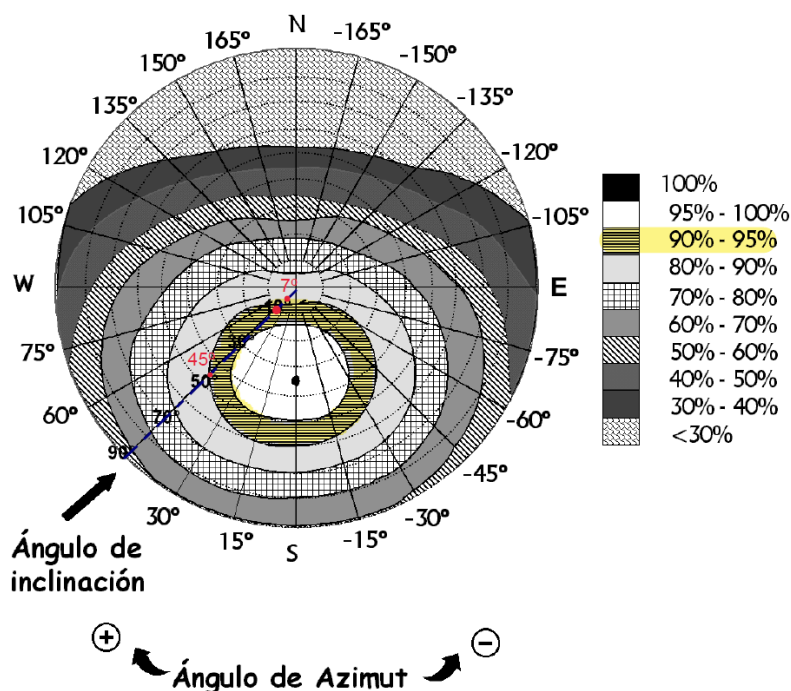


Ilustración 13. Límites de inclinación y pérdidas

Esta inclinación debemos de corregirla en función de la latitud donde nos encontramos. Para ello hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{inclinación } (\varnothing = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$$

$$\text{Inclinación máxima} = 45^\circ - (41 - 37,95^\circ) = \mathbf{41,95^\circ}$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{inclinación } (\varnothing = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ - (41 - 37,95) = \mathbf{3,95^\circ}$$

Al estar cerca del límite de inclinación (10°), podemos verificar si las pérdidas se encuentran dentro de los límites mediante la siguiente ecuación:

$$FI = 1 - [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$FI = 1 - [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \text{ para } \beta \leq 15^\circ$$

$$FI = 1 - [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (10 - 30)^2] = \mathbf{95,2\% \text{ Rendimiento}}$$

La inclinación elegida ha sido de 10° (inclinación de la cubierta), la inclinación mínima y máxima para la latitud donde se ubicada la instalación es de $3,95^\circ$ y $41,95^\circ$ respectivamente, por tanto, esa dentro de los límites establecidos por el pliego de condiciones técnicas, así como el rendimiento de la instalación ($95,2\%$).

7. Dimensionado del generador

Para determinar cuál de las tres suposiciones es más favorable, debemos de determinar la **potencia mínima que debe de tener el generador** mediante, determinar el número de módulos fotovoltaicos que satisfagan las necesidades de consumo de la instalación y hacer un estudio de viabilidad para saber la instalación que más se ajusta a nuestras necesidades.

$$P_{mp,min} = \frac{E_D \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot PR}$$

Donde:

- G_{CEM} : 1 kW/m^2 es la irradiancia en condiciones estándar de medida.
- E_D : es el consumo en kWh/día.
- $G_{dm}(\alpha, \beta)$: valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en $\text{kW/m}^2 \cdot \text{día}$ y en el que se hayan descontado las pérdida por sombreado.
- PR : rendimiento energético de la instalación o performance ratio. Este factor establece la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, incluyendo pérdidas de eficiencia energética debidas a temperatura, cableado, dispersión, suciedad, errores del seguimiento del punto de máxima potencia etc. Valores típico de este factor son $0,6$ para sistemas con inversor y batería, y $0,7$ para sistemas con inversor.

Para poder dimensionar la instalación debemos de tener en cuenta mas aspectos que se exponen a continuación:

- $G_{dm}(0)$: Valor medio mensual o anual de la irradiación sobre superficie horizontal en kWh/m²·día. Obtenido por medio de PVGIS.
- $G_{dm}(\alpha_{opt}, \beta_{opt})$: valor medio mensual o anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador orientado de forma óptima en kWh/m²·día. Obtenido por medio de PVGIS.
- Factor de irradiación (FI): porcentaje de radiación incidente para un generador de orientación e inclinación (α, β) respecto a la correspondiente para una orientación e inclinación óptima $(\alpha = 0^\circ, \beta_{opt})$. En el caso de inclinación óptima de 30°:

$$FI = 1 - [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$FI = 1 - [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \text{ para } 15^\circ$$

- Factor de sombra (FS): porcentaje de la radiación incidente sobre el generador respecto al caso de ausencia total de sombras. Como se evitará cualquier tipo de sombra con la separación entre filas de módulos, el valor del factor es 1 (100%).
- $G_{dm}(\alpha, \beta)$: irradiación sobre el generador teniendo en cuenta las perdidas por orientación e inclinación, se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) \cdot K \cdot FI \cdot FS$$

Donde:

$$K = \frac{G_{dm}(\alpha = 0, \beta_{opt})}{G_{dm}(0)}$$

El número total de módulos fotovoltaicos redondeando al número entero superior:

$$N_{total-módulos} \geq \frac{P_{mp,mín}}{P_{máx_módulo}}$$

La potencia del módulo seleccionado LR4-72HPH: **450W**

7.1 Suposiciones de colocación de módulos

Para la tres suposiciones hemos tenido en cuenta valores en común para la realización del estudio de viabilidad y determinar qué situación es la más beneficiosa de todas. Para el caso de los módulos fotovoltaicos, consideramos el precio por unidad.

Para el precio de la estructura tanto el caso en el que lo coloquemos a 30° como para el caso que lo anclemos con la misma inclinación de la cubierta 10°, cambiará el número de unidades estructurales y por tanto también el precio en estructuras, para cada caso será diferente.

- Precio por unidad de módulo: **213 €**
- Precio resto de instalación (cableado, puesta a tierra cuadros etc.): **8232,47 €**

7.1.1 Orientación e Inclinación de la cubierta ($\alpha=45^\circ; \beta=10^\circ$)

Tabla 2. Cálculo y dimensionado de la instalación fotovoltaica

Orientación e Inclinación ($\alpha=45^\circ; \beta=10^\circ$)											
Meses	días	Gdm (0) kWh/m ² .día	G ($\alpha=0; \beta=10^\circ$) kWh/m ² .día	G ($\alpha; \beta=10^\circ$) kWh/m ² .día	K	Gdm (α, β) kWh/m ² .día	Pmp,mín (kWp)	Nº módulos	Energía generada (kWh/día)	Energía consumida Vs generada (%)	Gasto Energía (€)
enero	31	2,34	119,35	3,85	1,6	3,39	53,32	119	198,5	-23%	-100,4
febrero	28	3,99	164,85	5,89	1,5	5,19	34,87	78	303,5	17%	0,0
marzo	31	4,49	168,58	5,44	1,2	4,79	37,75	84	280,3	8%	0,0
abril	30	4,66	144,93	4,83	1,0	4,26	42,49	95	249,0	-4%	-15,7
mayo	31	6,94	208,01	6,71	1,0	5,91	30,59	68	345,9	34%	0,0
junio	30	7,94	218,39	7,28	0,9	6,41	28,20	63	375,2	45%	0,0
julio	31	7,98	233,07	7,52	0,9	6,62	27,30	61	387,5	50%	0,0
agosto	31	7,37	237,06	7,65	1,0	6,74	26,84	60	394,2	53%	0,0
septiembre	30	5,31	185,58	6,19	1,2	5,45	33,19	74	318,9	23%	0,0
octubre	31	4,18	178,55	5,76	1,4	5,07	35,64	80	296,9	15%	0,0
noviembre	30	2,55	118,34	3,94	1,5	3,48	52,04	116	203,3	-21%	-92,2
diciembre	31	2,13	109,43	3,53	1,7	3,11	58,15	130	182,0	-30%	-128,0

En la tabla (tras realizar diferentes comprobaciones) podemos observar que el dimensionamiento más optimizado que cubra la demanda prevista mensual y anual es con la colocación de **130 módulos**.

Con estos módulos podemos ver que solamente necesitaríamos abastecernos algo de la red eléctrica en cuatro meses.

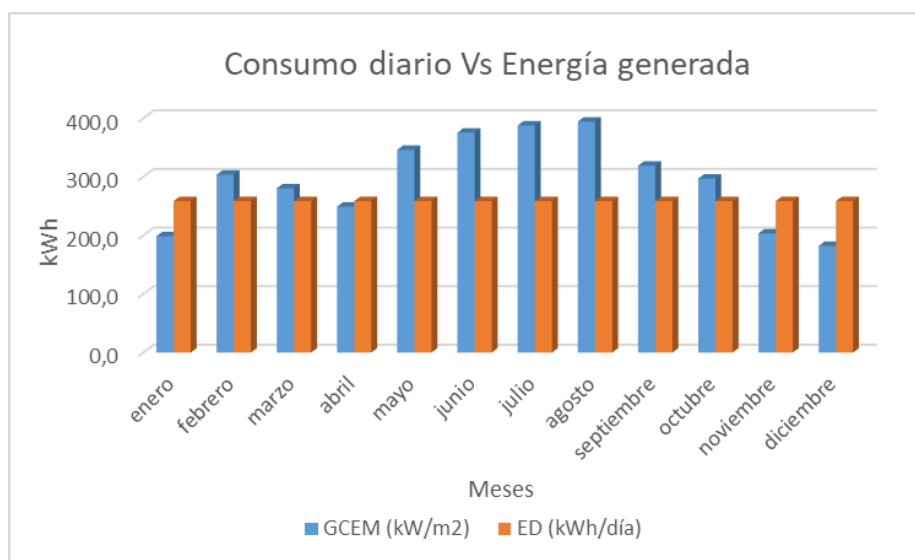


Ilustración 14. Gráfico del consumo diario y la energía generada

Podemos observar en la gráfica que el consumo diario supera a la energía generada solamente en los meses de enero-abril-noviembre-diciembre; el coste de esa energía lo podemos ver en la tabla anterior (coste energía) siendo el total de **(-336,3 €/año)**, para el resto de los meses la producción supera a la demanda.

Tabla 3. Estudio de viabilidad para 25 años

Años	Gasto	Ahorro	Mantenimiento	Cash flow	Balance
0	0 €	0 €	0 €	0 €	-42.231 €
1	-42.231 €	4.639 €	-150 €	4.489 €	-37.742 €
2		4.639 €	-158 €	4.481 €	-33.261 €
3		4.639 €	-165 €	4.473 €	-28.788 €
4		4.639 €	-174 €	4.465 €	-24.322 €
5		4.639 €	-182 €	4.456 €	-19.866 €
6		4.639 €	-191 €	4.447 €	-15.419 €
7		4.639 €	-201 €	4.438 €	-10.981 €
8		4.639 €	-211 €	4.428 €	-6.553 €
9		4.639 €	-222 €	4.417 €	-2.136 €
10		4.639 €	-233 €	4.406 €	2.270 €
11		4.639 €	-244 €	4.394 €	6.665 €
12		4.639 €	-257 €	4.382 €	11.047 €
13		4.639 €	-269 €	4.369 €	15.416 €
14		4.639 €	-283 €	4.356 €	19.772 €
15		4.639 €	-297 €	4.342 €	24.114 €
16		4.639 €	-312 €	4.327 €	28.441 €
17		4.639 €	-327 €	4.311 €	32.752 €
18		4.639 €	-344 €	4.295 €	37.047 €
19		4.639 €	-361 €	4.278 €	41.325 €
20		4.639 €	-379 €	4.260 €	45.585 €
21		4.639 €	-398 €	4.241 €	49.826 €
22		4.639 €	-418 €	4.221 €	54.047 €
23		4.639 €	-439 €	4.200 €	58.247 €
24		4.639 €	-461 €	4.178 €	62.425 €
25		4.639 €	-484 €	4.155 €	66.580 €

Tabla 4. Precio del total de estructuras para colocación de los módulos

Estructura paneles	Precio uds	Total €
26	242,64	6308,64

Realizando un estudio de viabilidad para 25 años (garantía del fabricante), suponiendo un incremento del mantenimiento de la instalación del 5% cada año, sumando el precio por módulo y de la estructura vemos que amortizamos la instalación a partir de **año 10** y, obtenemos un beneficio al cabo de 25 años de **66.580 €**.

7.1.2 Orientación e Inclinación ($\alpha=45^\circ; \beta_{\text{opt}}=30^\circ$)

Tabla 5 Cálculo y dimensionado de la instalación fotovoltaica

Orientación e Inclinación ($\alpha=45^\circ; \beta_{\text{opt}}=30^\circ$)											
Meses	días	Gdm (0) kWh/m ² .día	G ($\alpha=0; \beta_{\text{opt}}$) kWh/m ² .día	G ($\alpha; \beta_{\text{opt}}$) kWh/m ² .día	K	Gdm (α, β) kWh/m ² .día	Pmp, mín (kWp)	Nº módulos	Energía generada (kWh/día)	Energía consumida Vs generada (%)	Gasto Energía (€)
enero	31	2,34	119,35	3,85	1,6	3,58	50,57	113	198,0	-23%	-101,1
febrero	28	3,99	164,85	5,89	1,5	5,47	33,07	74	302,8	17%	0,0
marzo	31	4,49	168,58	5,44	1,2	5,05	35,80	80	279,7	8%	0,0
abril	30	4,66	144,93	4,83	1,0	4,49	40,30	90	248,4	-4%	-16,7
mayo	31	6,94	208,01	6,71	1,0	6,23	29,01	65	345,1	34%	0,0
junio	30	7,94	218,39	7,28	0,9	6,76	26,74	60	374,4	45%	0,0
julio	31	7,98	233,07	7,52	0,9	6,99	25,89	58	386,6	50%	0,0
agosto	31	7,37	237,06	7,65	1,0	7,11	25,46	57	393,3	52%	0,0
septiembre	30	5,31	185,58	6,19	1,2	5,75	31,47	70	318,1	23%	0,0
octubre	31	4,18	178,55	5,76	1,4	5,35	33,80	76	296,2	15%	0,0
noviembre	30	2,55	118,34	3,94	1,5	3,67	49,35	110	202,9	-21%	-93,0
diciembre	31	2,13	109,43	3,53	1,7	3,28	55,15	123	181,5	-30%	-128,7

En la tabla (tras realizar diferentes comprobaciones) podemos observar que el dimensionamiento más optimizado que cubra la demanda prevista mensual y anual es con la colocación de **123 módulos**.

Con estos módulos podemos ver que solamente necesitaríamos abastecernos algo de la red eléctrica en cuatro meses.

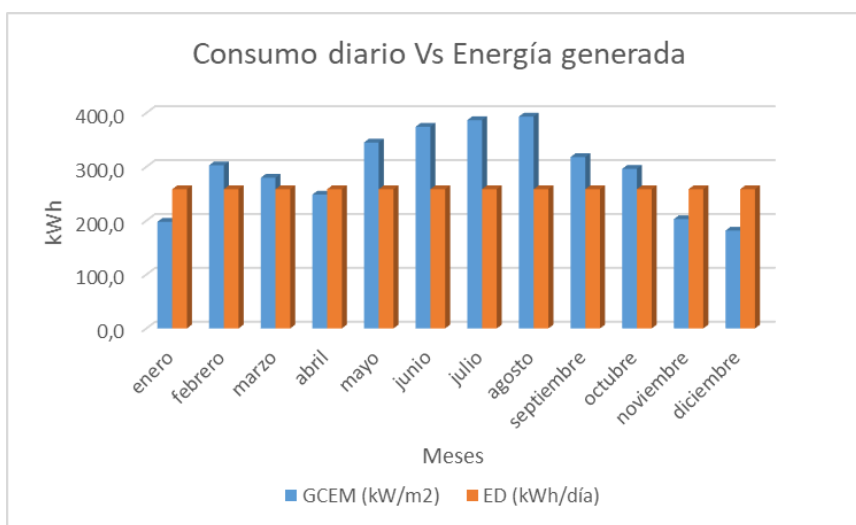


Ilustración 15. Gráfico del consumo diario y la energía generada

Podemos observar en la gráfica que el consumo diario supera a la energía generada solamente en los meses de enero-abril-noviembre-diciembre; el coste de esa energía lo podemos ver en la tabla anterior (coste energía) siendo el total de **(-339,5 €/año)**, para el resto de los meses la producción supera a la demanda.

Tabla 6. Estudio de viabilidad para 25 años

Años	Gasto	Ahorro	Mantenimiento	Cash flow	Balance
0	0 €	0 €	0 €	0 €	-45.991 €
1	-45.991 €	4.636 €	-150 €	4.486 €	-41.506 €
2		4.636 €	-158 €	4.478 €	-37.028 €
3		4.636 €	-165 €	4.470 €	-32.558 €
4		4.636 €	-174 €	4.462 €	-28.096 €
5		4.636 €	-182 €	4.453 €	-23.642 €
6		4.636 €	-191 €	4.444 €	-19.198 €
7		4.636 €	-201 €	4.435 €	-14.764 €
8		4.636 €	-211 €	4.425 €	-10.339 €
9		4.636 €	-222 €	4.414 €	-5.925 €
10		4.636 €	-233 €	4.403 €	-1.522 €
11		4.636 €	-244 €	4.391 €	2.869 €
12		4.636 €	-257 €	4.379 €	7.248 €
13		4.636 €	-269 €	4.366 €	11.614 €
14		4.636 €	-283 €	4.353 €	15.967 €
15		4.636 €	-297 €	4.339 €	20.306 €
16		4.636 €	-312 €	4.324 €	24.629 €
17		4.636 €	-327 €	4.308 €	28.937 €
18		4.636 €	-344 €	4.292 €	33.229 €
19		4.636 €	-361 €	4.275 €	37.504 €
20		4.636 €	-379 €	4.257 €	41.760 €
21		4.636 €	-398 €	4.238 €	45.998 €
22		4.636 €	-418 €	4.218 €	50.216 €
23		4.636 €	-439 €	4.197 €	54.413 €
24		4.636 €	-461 €	4.175 €	58.587 €
25		4.636 €	-484 €	4.152 €	62.739 €

Tabla 7. Precio del total de estructuras para colocación de los módulos

Estructura paneles	Precio uds	Total €
20	560	11200
1	360	360

Realizando un estudio de viabilidad para 25 años (garantía del fabricante), suponiendo un incremento del mantenimiento de la instalación del 5% cada año, sumando el precio por módulo y de la estructura vemos que amortizamos la instalación a partir de **año 11** y obtenemos un beneficio al cabo de 25 años de **62.739 €**.

7.1.3 Orientación e Inclinación ($\alpha=0^\circ$; $\beta_{\text{ópt}}=30^\circ$)

Tabla 8. Cálculo y dimensionado de la instalación fotovoltaica

Orientación e Inclinación ($\alpha=0^\circ$; $\beta_{\text{ópt}}=30^\circ$)											
Meses	días	Gdm (0) kWh/m ² .día	G ($\alpha=0$; $\beta_{\text{ópt}}$) kWh/m ² .día	G (α ; $\beta_{\text{ópt}}$) kWh/m ² .día	K	Gdm (α , β) kWh/m ² .día	Pmp, mín (kWp)	Nº módulos	Energía generada (kWh/día)	Energía consumida Vs generada (%)	Gasto Energía (€)
enero	31	2,34	119,35	3,85	1,6	3,85	46,98	105	197,5	-24%	-102,0
febrero	28	3,99	164,85	5,89	1,5	5,89	30,72	69	302,0	17%	0,0
marzo	31	4,49	168,58	5,44	1,2	5,44	33,26	74	279,0	8%	0,0
abril	30	4,66	144,93	4,83	1,0	4,83	37,44	84	247,8	-4%	-17,7
mayo	31	6,94	208,01	6,71	1,0	6,71	26,96	60	344,2	33%	0,0
junio	30	7,94	218,39	7,28	0,9	7,28	24,85	56	373,4	45%	0,0
julio	31	7,98	233,07	7,52	0,9	7,52	24,06	54	385,7	49%	0,0
agosto	31	7,37	237,06	7,65	1,0	7,65	23,65	53	392,3	52%	0,0
septiembre	30	5,31	185,58	6,19	1,2	6,19	29,24	65	317,3	23%	0,0
octubre	31	4,18	178,55	5,76	1,4	5,76	31,40	70	295,5	14%	0,0
noviembre	30	2,55	118,34	3,94	1,5	3,94	45,85	102	202,4	-22%	-93,8
diciembre	31	2,13	109,43	3,53	1,7	3,53	51,24	114	181,1	-30%	-129,4

En la tabla (tras realizar diferentes comprobaciones) podemos observar que el dimensionamiento más optimizado que cubra la demanda prevista mensual y anual es con la colocación de **114 módulos**.

Con estos módulos podemos ver que solamente necesitaríamos abastecernos algo de la red eléctrica en cuatro meses.

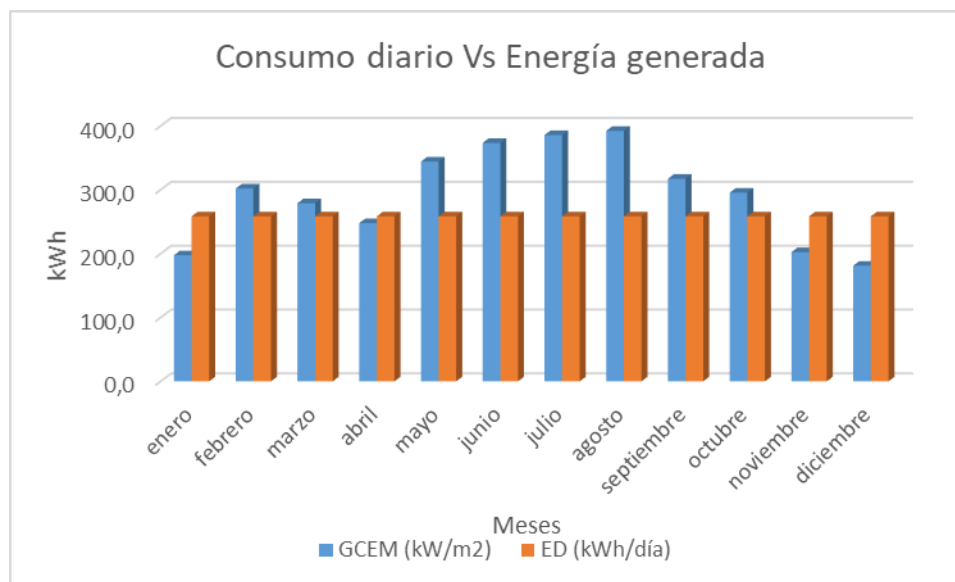


Ilustración 16. Gráfico del consumo diario y la energía generada

Podemos observar en la gráfica que el consumo diario supera a la energía generada solamente en los meses de enero-abril-noviembre-diciembre; el coste de esa energía lo podemos ver en la tabla anterior (coste energía) siendo el total de **(-342,9 €/año)**, para el resto de los meses la producción supera a la demanda.

Tabla 9. Estudio de viabilidad para 25 años

Años	Gasto	Ahorro	Mantenimiento	Cash flow	Balance
0	0 €	0 €	0 €	0 €	-43.154 €
1	-43.154 €	4.632 €	-150 €	4.482 €	-38.672 €
2		4.632 €	-158 €	4.475 €	-34.198 €
3		4.632 €	-165 €	4.467 €	-29.731 €
4		4.632 €	-174 €	4.459 €	-25.272 €
5		4.632 €	-182 €	4.450 €	-20.823 €
6		4.632 €	-191 €	4.441 €	-16.382 €
7		4.632 €	-201 €	4.431 €	-11.951 €
8		4.632 €	-211 €	4.421 €	-7.530 €
9		4.632 €	-222 €	4.411 €	-3.119 €
10		4.632 €	-233 €	4.399 €	1.280 €
11		4.632 €	-244 €	4.388 €	5.668 €
12		4.632 €	-257 €	4.376 €	10.044 €
13		4.632 €	-269 €	4.363 €	14.407 €
14		4.632 €	-283 €	4.349 €	18.756 €
15		4.632 €	-297 €	4.335 €	23.091 €
16		4.632 €	-312 €	4.320 €	27.411 €
17		4.632 €	-327 €	4.305 €	31.716 €
18		4.632 €	-344 €	4.288 €	36.004 €
19		4.632 €	-361 €	4.271 €	40.276 €
20		4.632 €	-379 €	4.253 €	44.529 €
21		4.632 €	-398 €	4.234 €	48.763 €
22		4.632 €	-418 €	4.214 €	52.977 €
23		4.632 €	-439 €	4.193 €	57.170 €
24		4.632 €	-461 €	4.171 €	61.342 €
25		4.632 €	-484 €	4.148 €	65.490 €

Tabla 10. Precio del total de estructuras para colocación de los módulos

Estructura paneles	Precio uds	Total €
19	560	10640

Realizando un estudio de viabilidad para 25 años (garantía del fabricante), suponiendo un incremento del mantenimiento de la instalación del 5% cada año, sumando el precio por módulo y de la estructura vemos que amortizamos la instalación a partir de **año 10** y, obtenemos un beneficio al cabo de 25 años de **65.490 €**.

7.1.4 Resumen de estudio de viabilidad

Tabla 11. Resumen del estudio de viabilidad

Colocación de módulos	Nº módulos	Consumo Previsto (kWh/año)	Energía generada (kWh/año)	Balance
Orientación e Inclinación ($\alpha=45^\circ$; $\beta_{\text{ópt}}=30^\circ$)	123	65375	74360	62.739 €
Orientación e Inclinación ($\alpha=0^\circ$; $\beta_{\text{ópt}}=30^\circ$)	114	65375	74177	65.490 €
Orientación e Inclinación ($\alpha=45^\circ$; $\beta=10^\circ$)	130	65375	74532	66.580 €

Como podemos ver en la tabla 11, tras realizar el estudio de viabilidad de cada situación, vemos que la más beneficiosa a largo plazo es para una **orientación de 45° SO y la inclinación de la cubierta 10°**.

La energía generada al año para una cantidad diferente de módulos es casi la misma, esto es señal de que la instalación está optimizada al máximo. Sin embargo, lo que realmente nos interesa es el balance. La diferencia final en el balance se debe al precio de la estructura soporte de los módulos, siendo casi la mitad para el caso de los anclajes con la misma inclinación de la cubierta que con la colocación de inclinación a 30°. A su vez, tendremos menos problemas por las situaciones variables de carga (viento y nieve) así como de mantenimiento.

8. Descripción de elementos empleados

El generador fotovoltaico dispuesto sobre la cubierta de la nave industrial, solo teniendo acceso de forma privada.

Para la realización de los cálculos se deben tener en cuenta las características eléctricas de los módulos FV. Es decir, que los datos se extraen de sus hojas características. Para ello hay que consultar la curva I-V, ya que representa la relación entre la corriente y la tensión que entrega el módulo a partir de unos valores de irradiación.

Los parámetros que definen la curva I-V son:

- **I_{sc}**: intensidad de cortocircuito. Máxima intensidad que se puede obtener en un módulo FV. Se determina midiendo la corriente entre los bornes cuando se provoca un cortocircuito ($V=0$).
- **V_{oc}**: tensión en circuito abierto. Máximo voltaje que se medirá en un módulo FV si no hay paso de corriente entre sus bornes ($I=0$).
- **V_n**: tensión nominal. Valor de diseño al que trabaja el módulo FV (12, 24, 48 voltios).
- **P_M**: potencia máxima. Valor máximo de potencia o **potencia de pico** que se obtiene del módulo FV, ($P_M = V_{mp} \times I_{mp}$).
- **V_m o V_{mp}**: tensión máxima, corresponde al valor de tensión para máxima potencia. Se trata de aproximadamente del 80% de la tensión en circuito abierto (V_{oc}).

- **I_m o I_{mp}** : corriente máxima, corresponde al valor de corriente para una potencia máxima.

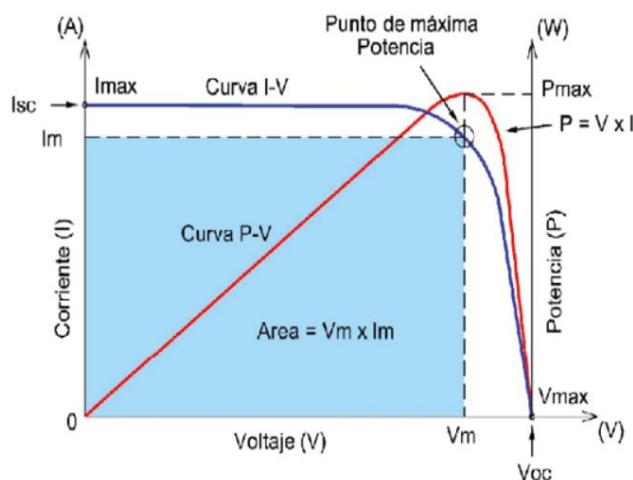


Ilustración 17. Gráfica de parámetros que definen la curva I-V de módulos fotovoltaicos

El generador está compuesto por 8 ramas en paralelo, 7 de ellas de 16 módulos y 1 de 18 módulos, haciendo un total de 130 módulos. La potencia de dichos módulos es de 450 vatios en condiciones estándar de medida (STD) con lo que obtendremos una potencia nominal pico de 58,5 kWp.

De esta manera, las principales características del generador fotovoltaico son las siguientes:

- Potencia pico: $P = 130 \times 0,45 \text{ kW} = 58,5 \text{ kWp}$
- tensión en circuito abierto: $V_{oc} = 49,3 \times 18 = 887,4 \text{ V}$
- Intensidad de cortocircuito: $I_{sc} = 8 \times 11,6 \text{ A} = 92,8 \text{ A}$
- tensión en el punto de máxima potencia: $V_{mp} = 18 \times 41,5 = 747 \text{ V}$
- Intensidad en el punto de máxima potencia: $I_{mp} = 8 \times 10,85 = 86,8 \text{ A}$

La cubierta donde está colocado el generador fotovoltaico está libre de obstáculos y sin presencia de sombras.

8.1 Módulos fotovoltaicos

El módulo fotovoltaico que vamos a usar es un panel de 450W (**LR4-72 HPH 450**), es un módulo monocristalino de 450W y 144 células (6x24) de la mar instalaciones solares de autoconsumo e industriales. Módulos de gran calidad y resistencia, fabricado en silicio monocristalino con marco de aluminio anodizado.

Ideal tanto para instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas como conectadas a la red eléctrica.

Tecnología PERC de Elevada eficiencia, podemos obtener hasta el 20,56% gracias a la tecnología PERC (Passivated Emmitter Rear Contact)

Tecnología TR cuyo objetivo es reducir la distancia entre células, consiguiendo así aumentar la eficiencia de cada módulo.

Excelente respuesta en condiciones de baja radiación solar, el diseño del vidrio y superficie de la célula solar aseguran una excelente respuesta en condiciones de baja temperatura. ca Longi, es ideal para instalaciones solares de autoconsumo e industriales. Módulos de gran calidad y resistencia, fabricado en silicio monocristalino con marco de aluminio anodizado.

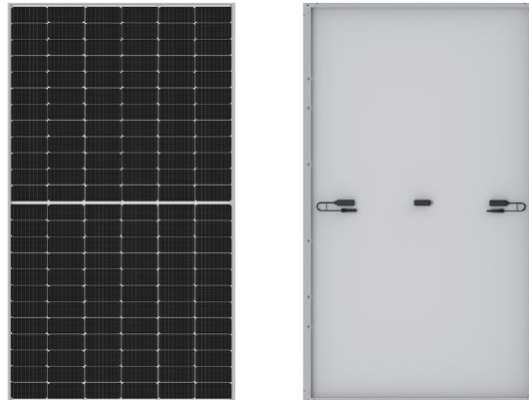


Ilustración 18. Imagen del módulo fotovoltaico Longi

8.1.1 Características del módulo fotovoltaico:

Electrical Characteristics

Module Type	LR4-72HPH-450M	
Testing Condition	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	450	336.1
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.3	46.2
Short Circuit Current (Isc/A)	11.60	9.38
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.5	38.6
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.85	8.70
Module Efficiency(%)	20.7	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	20A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

Temperature Ratings (STC)	
Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C

Ilustración 19. Características eléctricas del módulo

El conexionado entre los módulos fotovoltaicos se realizará mediante el empleo de cableado con conectores tipo multicontact MC4 o similar, que ya incorporan los módulos directamente desde fábrica.

8.1.2 Fijación de los módulos

La Estructura Cubierta Metálica 5 paneles está diseñada para una estructura de paneles solares fotovoltaicos en posición horizontal, con la misma inclinación que la cubierta existente. Diseñada para poder soportar cargas de nieve de hasta 200N/m², y una carga de viento de 41,6 m/s.

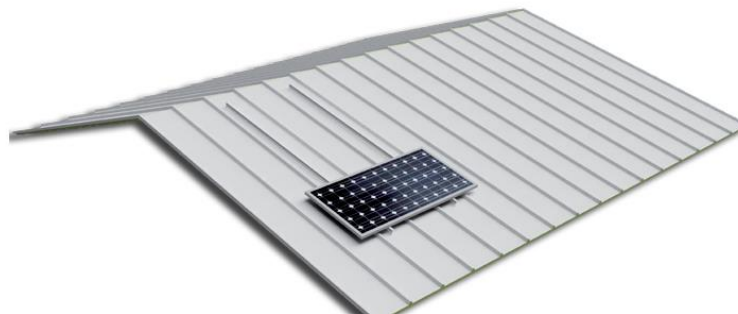
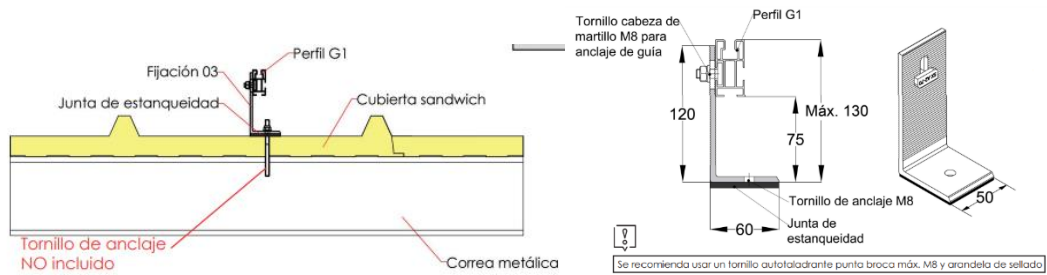


Ilustración 20. Soporte de paneles y disposición sobre cubierta

Los módulos irán colocados en la cubierta, con lo que la sujeción estará integrada en ésta, se colocarán guías trapezoidales interfaces a una distancia de 33 cm de los extremos de los paneles, cuatro por panel, que irán atornilladas a la chapa simple de la nave mediante los 4 tornillos SB 8X64/50. Encima de la guía trapezoidal, van colocados los soportes End clamp kit e Inter clamp kit que sujetan los paneles solares a la guía trapezoidal mediante tornillo M8x40.



Viento	150 km/h
MATERIALES	Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6
TORNILLERÍA	Tornillería acero inoxidable A2-70
<p>-Comprobar el buen estado de la cubierta y la capacidad portante de la misma. -Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada</p>	
Para más información consultar	

Ilustración 21. Materiales de fijación de estructura y características

8.2 Inversor

El inversor es el encargado de convertir la corriente continua que proviene del generador fotovoltaico en corriente alterna de las mismas características que la red interior donde se inyectará la energía de nuestro sistema.



Ilustración 22. Inversor Riello RS 20.0 T

El rendimiento del inversor es del 98,2%, con lo que la potencia del generador debe de ser como mínimo 1,1 veces superior a la del inversor.

El sistema fotovoltaico se ha diseñado para que se instalen 2 inversores de 20 kW cada uno, cada inversor cuenta con 4 entradas y dos MPP por cada 2 entradas, por lo que uno de los inversores se compone de 4 ramas de 16 strings y el otro, por 3 ramas de 16 strings y 1 de 18 strings.

El inversor elegido es de la marca RIELLO, en concreto Riello RS 20.0 T, con una potencia de salida de 22 kW, orientado a sistemas fotovoltaicos solares en cubiertas.

Este modelo es un inversor string trifásico interconectado a la red (sin transformador) que convierte la corriente continua (CC) generada por los strings fotovoltaicos en corriente alterna (CA) que es transferida a la red eléctrica, por lo que hay que añadir un transformador de aislamiento antes de conectar a tierra los terminales positivos y negativos de los módulos fotovoltaicos.

Los inversores trifásicos RS T Riello Solartech destacan el seccionador DC, los descargadores DC y AC tipo II, las entradas digitales múltiples para la máxima optimización de las cadenas que convergen en los dos seguidores MPPT independientes, caracterizados por un amplio rango de tensión; todo esto para asegurar siempre la máxima flexibilidad de configuración, la optimización del rendimiento y un tiempo de producción energética prolongado.

Los modelos RS T integran (en los modelos de 20 a 30 kW) con ventiladores de extracción a velocidad controlada según las condiciones de ejercicio, para reducir al mínimo las pérdidas.

El innovador control digital de todas las etapas de potencia garantiza una baja sensibilidad a las interferencias de red, evitando desconexiones indeseadas en presencia de variaciones o micro interrupciones.

El gabinete de aluminio los hace particularmente ligeros y garantiza un grado de protección real IP65, adecuado para aplicaciones exteriores.

La interfaz de usuario en el panel frontal incluye LED de indicación de estado DC, AC y comunicación; además, un display LCD dividido en varias secciones muestra: fecha, hora, alarmas, tipo de conexión, diagrama de funcionamiento, tensión/ corriente MPPT1 y MPPT2, E día, E Total, potencia y todos los parámetros de red instantáneos.

Los inversores se interconectan por Wi-Fi a través de la App para smartphone RS Connect, que permite gestionar la configuración y el autodiagnóstico. Con Wi-Fi o tarjeta Ethernet (opcional) los inversores se pueden conectar a Internet para la gestión de los datos en el portal de supervisión RS Monitoring, donde será posible la monitorización detallada de las cadenas a distancia y la visualización de las prestaciones de la instalación.

8.3 Contador bidireccional

El Analizador-Contador Bidireccional Monofásico-Trifásico Directo 100 A es un medidor monofásico o trifásico digital, de clase B según EN-50470, en medida de energía tanto activa (kWh) como reactiva (kVArh), cumpliendo con la Directiva Europea MID. Este analizador es capaz de medir el consumo del hogar o de la industria adaptando constantemente la potencia entregada por el sistema fotovoltaico al consumo de la instalación.

Este contador puede actuar como kit de inyección cero ideal para la tarificación de la energía de su hogar o empresa y, por otra parte, permite gestionar los excedentes de producción,

de las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo "On grid", realizando inyección cero o inyección controlada dependiendo de las necesidades del momento.



Ilustración 23. Contador bidireccional monofásico – trifásico

El contador va montado sobre carril DIN y puede medir magnitudes eléctricas tales como: V, I, FP, kW, kVA, kVAr y Hz, también realiza la medición bidireccional de energía calculando: kWh y kVArh.

El contador bidireccional mide el consumo de energía eléctrica de 50 Hz o 60 Hz de una red eléctrica AC. Dispone de display LCD (6+1 dígitos).

8.4 Cableado

Hay que diferenciar entre la tensión que alimenta el circuito de corriente continua (módulos e inversores) y la que alimenta el circuito de corriente alterna (zona industrial).

Para determinar la sección de los conductores, analizaremos tramo a tramo siguiendo una serie de criterios de acuerdo a la normativa:

- **Por intensidad máxima admisible:** en la ITC-BT-40, apartado 5, se indica que los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador. En instalaciones fotovoltaicas es debido a que se debe sobredimensionar un 25% para asegurar que el cable será capaz de soportar condiciones de irradiancia muy favorables a temperaturas elevadas, puesto que los valores de cálculo elegido se basan en las CEM (condiciones estándar de medida), es decir, el cable de cada rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito del módulo.
- **Por caída de tensión admisible:** el porcentaje de caída de tensión nominal variará en función de los equipos interconectados. Según el pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red del IDAE, los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamiento. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%. En la ITC-BT-40, apartado 5, se especifica también que la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red

de Distribución Pública o instalación interior no será superior al 1,5% para la intensidad nominal.

8.4.1 Conductores de corriente continua

Para el dimensionado de la sección del conductor de la parte de continua se tendrá en cuenta alguna de las características de los módulos fotovoltaicos, así como el número de estos de cada rama. Los datos que usamos para el dimensionado son:

- $I_{SC,STC}$: 11,6 A (por cada rama)
- Potencia por cada rama o string: $18_{mód} \cdot 450 W = 8100 W$
- $V_{OC,STC}$: $18_{mód} \cdot 49,3 V = 887,4 V$ (Por cada rama)

Comentar que la instalación cuenta con 130 módulos, los cuales alimentan a 2 inversores de 4 entradas cada uno. El número máximo de módulos por ramas (que evite el daño en inversores) es 18 y el mínimo (que necesitan para su funcionamiento) 14 módulos. Para que la instalación esté lo más equilibrada posible se van a colocar 7 ramas de 16 módulos cada una y 1 de 18 módulos. Los cálculos los realizaremos en función a la rama más desfavorable, siendo esta la que más módulos tiene (18 módulos).

8.4.1.1 Criterio de intensidad máxima admisible:

Teniendo en cuenta lo indicado en la norma UNE-HD 60364-7-712:2017, el conductor deberá soportar un 25% más de la intensidad de cortocircuito del conductor. La instalación irá colocada sobre superficie, y haciendo uso de la tabla de la norma AENOR EA 0038 sobre cables eléctricos de utilización en circuitos de sistemas fotovoltaicos, determinamos la sección del conductor.

$$1,25 \cdot I_{SC_{mód}} = 1,25 \cdot 11,6 = 14,5 A$$

Observando la tabla A.3, para el caso de un único cable sobre una superficie, podemos seleccionar la sección del conductor:

$$Sección = 1,5 mm^2$$

$$I_{max} = 29 A$$

Sección nominal mm ²	Intensidad máxima admisible de acuerdo con el método de instalación		
	Un único cable al aire libre A	Un único cable sobre una superficie A	Dos cables cargados en contacto, sobre una superficie A
1,5	30	29	24
2,5	41	39	33
4	55	52	44
6	70	67	57
10	98	93	79
16	132	125	107
25	176	167	142
35	218	207	176
50	276	262	221

Ilustración 24. Tabla A.3 intensidad máxima admisible de los cables fotovoltaicos

Debemos tener en cuenta también el factor de conversión de la intensidad máxima admisible para diferentes temperaturas ambiente.

Temperatura ambiente °C	Factor de conversión
Hasta 60	1,00
70	0,92
80	0,84
90	0,75

Ilustración 25. Tabla A.4. Factores de conversión para la intensidad máxima admisible para las diferentes temperaturas ambiente

Para el caso de conductores con aislamiento termoestables (XLPE,HEPR,EPR, poliolefinas o siliconas), se considera una temperatura de 90°C.

- **Cobre:** 45,5 m/Ω·mm²

Por tanto, el factor de conversión será de 0,75.

$$I_{\max} = 29 \cdot 0,75 = 21,75 \text{ A}$$

$$21,75 \text{ A} > 14,5 \text{ A} \rightarrow \text{cumple} \quad \checkmark$$

8.4.1.2 Criterio de caída de tensión máxima:

Según el pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red del IDAE, la caída de tensión no puede superar el 1,5%. Para determinar la caída de tensión hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot I_{SC_mód} \cdot L_{rama}}{\sigma \cdot N_{mód_serie}^2 \cdot V_{SC_mód} \cdot \Delta V_c} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

- L_{rama} : longitud desde el módulo más alejado al inversor (39 metros).
- $I_{SC_mód}$: Intensidad máxima que recorre cada rama o string (11,6 A)
- $N_{mód_serie}^2$: número de módulos por cada rama (18 módulos)
- $V_{SC_mód}$: Tensión de cortocircuito del módulo (49,3 V)
- σ : conductividad del cobre en condiciones de temperatura máxima, en este caso es de 90 °C (45,5 m/Ω·mm²)
- ΔV_c : caída de tensión máxima en valor porcentual por cada rama o string (1,5%)

$$\text{Ec (2)} \quad S = \frac{2 \cdot 11,6 \cdot 39}{45,5 \cdot 18 \cdot 49,3 \cdot 0,015} = 1,49 \text{ mm}^2$$

Si observamos la tabla A.3 la sección inmediatamente superior es de 1,5 mm², elegiremos otra superior para no ajustar tanto la sección. La elección final será una **sección de 2,5 mm² (39 A)**.

Por lo que la caída de tensión será:

$$\Delta V_c = \frac{2 \cdot I_{SCmód} \cdot L_{rama}}{\sigma \cdot N^{º}_{mód_{serie}} \cdot V_{SCmód} \cdot S} = \frac{2 \cdot 11,6 \cdot 39}{45,5 \cdot 18 \cdot 49,3 \cdot 2,5} = 0,0089 V < 1,5\% \text{ de } 887,4 \quad \checkmark$$

$$= 13,3 V$$

Tabla 12. Cableado de corriente continua hasta inversores

	Tramo		Sección (mm ²)	Descripción
1º Inversor	Rama 1	16 módulos en serie LR4-72 HPH 450 W hasta inversor	2,5	Cable manguera solar monofásico RV-K 0,6/1kV (Cu), con con aislamiento de protección XLPE 2,5 mm ²
	Rama 2	16 módulos en serie LR4-72 HPH 450 W hasta inversor	2,5	
	Rama 3	16 módulos en serie LR4-72 HPH 450 W hasta inversor	2,5	
	Rama 4	16 módulos en serie LR4-72 HPH 450 W hasta inversor	2,5	
2º Inversor	Rama 5	16 módulos en serie LR4-72 HPH 450 W hasta inversor	2,5	
	Rama 6	16 módulos en serie LR4-72 HPH 450 W hasta inversor	2,5	
	Rama 7	16 módulos en serie LR4-72 HPH 450 W hasta inversor	2,5	
	Rama 8	18 módulos en serie LR4-72 HPH 450 W hasta inversor	2,5	

8.4.2 Conductores de corriente alterna

8.4.2.1 Criterio de intensidad máxima admisible (Inversores-CP)

Este tramo discurre desde la **salida de los dos inversores al cuadro de protección**. La sección de conductores, al igual que en el caso de corriente continua, debe de soportar un 25% más que la intensidad nominal de salida del inversor. Dicha intensidad viene dada por la siguiente ecuación:

$$I_{INV} = \frac{P_{INV_AC}}{V_{INV_AC}} = \frac{P_{INV_AC}}{\sqrt{3} \cdot 400} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

- P_{INV_AC} : potencia a la salida del inversor en alterna (22 kW)
- V_{INV_AC} : tensión de la instalación, trifásica en este caso.

$$\text{Ec (3)} \quad I_{INV} = \frac{22000}{\sqrt{3} \cdot 400} \cdot 1,25 = 39,69 A$$

La disposición de los conductores se realizará mediante tubo sobre pared, y consultando la tabla A de la ITC-BT 19, para el tipo de montaje B1 3xXLPE, obtenemos el número 8; por lo que la sección que usaremos de acuerdo a la intensidad calculada anteriormente (39,69 A) será:

Sección: 10 mm² (54 A)

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Ilustración 26. Tabla A (ITC-BT 19) Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados. Temperatura ambiente 40°C en el aire.

8.4.2.2 Criterio de caída de tensión máxima (Inversores-CP)

Al ser el inversor trifásico, con caída de tensión máxima del 1,5% tenemos la siguiente ecuación:

$$\Delta V_{Ac} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{INV,AC} \cdot \cos\varphi \cdot L_{INV-CP}}{\sigma \cdot V_{INV,AC} \cdot S_{INV-CP,AC}} \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

- $I_{INV,AC}$: intensidad a la salida del inversor (39,69 A)
- $\cos\varphi$: el factor de potencia en este caso es igual a la unidad.
- L_{INV-CP} : longitud del tramo desde el inversor al cuadro de protección (5 metros)

- $V_{INV,AC}$: tensión de la línea alterna, en este caso trifásica (400 V)
- $S_{INV-CP,AC}$: sección del tramo desde inversor a cuadro de protección (10 mm²).
- σ : conductividad del cobre 56 m/Ω·mm²

$$Ec (4) \Delta V_{Ac} = \frac{\sqrt{3} \cdot 39,69 \cdot 1 \cdot 5}{56 \cdot 400 \cdot 10} = 0,0015 V < 1,5\% \text{ de } 400 = 6 V \quad \checkmark$$

8.4.2.3 Criterio de intensidad máxima admisible (CP-CGP)

Tramo que discurre desde **Cuadro de protección AC hasta CGP**. En este tramo se unen las potencias de los dos inversores y la sección del conductor soportar en un 25% más de la intensidad nominal de la suma de los dos inversores.

$$Ec (3) I_{INV} = \frac{22000 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 400} \cdot 1,25 = 79,38 A$$

La disposición de los conductores se realizará mediante tubo sobre pared, y consultando la tabla A de la ITC-BT 19, para el tipo de montaje B1 3xXLPE, obtenemos el número 8; por lo que la sección que usaremos de acuerdo a la intensidad calculada de (79,38 A) será:

Sección: 25 mm² (95 A)

8.4.2.4 Criterio de caída de tensión máxima (CP-CGP)

Al ser el inversor trifásico, con caída de tensión máxima del 1,5% tenemos la siguiente ecuación:

$$Ec (4) \Delta V_{Ac} = \frac{\sqrt{3} \cdot 79,38 \cdot 1 \cdot 30}{56 \cdot 400 \cdot 25} = 0,0073 V < 1,5\% \text{ de } 400 = 6 V \quad \checkmark$$

En la parte de corriente alterna de la instalación la caída de tensión máxima impuesta por la ITC-BT 40, apartado 5 tendremos un total de caída de tensión de:

$$0,0015 V + 0,0073 V = 0,008 V < 1,5\% \text{ de } 400 = 6 V \quad \checkmark$$

8.4.3 Resumen de valores de secciones calculadas

Tabla 13. Secciones de instalación FV y caídas de tensión

Tramos	Longitud (m)	Sección (mm ²)	ΔV (%)	ΔV total (%)
Módulos FV- Inversores	39	3	0,067	<1,5%
Inversores- Cuadro de Protección AC	5	10	0,025	
Cuador de protección AC- CGPM	30	25	0,120	

8.4.4 Resumen del cableado de la instalación

Tabla 14. Cableado de corriente alterna

cableado de corriente alterna		
Tramo	Sección	Descripción
Inversor - Cuadro de protección AC	3Fx10+1Nx10 mm ²	cables unipolares 0,6/1kV (Cu), con aislamiento de
Cuadro de protección AC- CGPM	3Fx25+1Nx16 mm ²	

8.5 Protección eléctrica

8.5.1 Protección contra contactos directos

La protección principal contra contactos directos se logrará principalmente mediante la aplicación de medidas para impedir el contacto de las personas con las partes activas de la instalación. Siendo estas medidas las siguientes:

- Recubrimiento de las partes activas con material aislante.
- Interposición de barreras o envolvente.
- Interposición de obstáculos.
- Puesta fuera de alcance por alejamiento

La protección auxiliar consistirá en:

8.5.1.1 Parte de corriente continua:

Nuestro inversor dispondrá de un controlador de aislamiento de la parte de corriente continua, con el objeto de que si la resistencia de aislamiento de nuestra instalación

disminuye por debajo de los valores de seguridad desconectará el inversor y accionará una alarma. Como norma general, el valor de ajuste de la resistencia de aislamiento será mayor o igual a 10 veces la tensión de circuito abierto del generador.

8.5.1.2 Parte de corriente alterna:

Igualmente, nuestro inversor dispondrá de un dispositivo de corriente diferencial residual de sensibilidad igual a 30 mA, asociado al interruptor general de salida CA.

8.5.2 Protección contra contactos indirectos

Las dos protecciones contra contactos indirectos a utilizar serán los siguientes:

- Protección por corte automático de la alimentación.
- Protección por el empleo de materiales de clase II o aislamiento equivalente.

8.5.2.1 Parte de corriente continua:

En generadores con esquema flotante. Teniendo en cuenta que en esta parte de la instalación no contamos con un dispositivo de corte por corriente diferencial residual, la única forma de limitar el valor de la intensidad de defecto será mantener la resistencia de aislamiento (Riso), sea mayor o igual que 10 veces la tensión de generación (V_{OC}).

El inversor escogido dispondrá de un controlador de aislamiento de la parte de corriente continua, con el objeto de que si la resistencia de aislamiento de nuestra instalación disminuye por debajo de los valores de seguridad desconectará el inversor y accionará una alarma. Se emplearán en la instalación materiales de clase II o aislamiento equivalente (módulos, cajas, cables, inversor, etc..).

8.5.2.2 Parte de corriente alterna:

El corte automático de la instalación se realizará mediante el empleo de un dispositivo de corriente diferencial residual de sensibilidad regulable entre 0-30 mA, asociado al interruptor automático general en la salida de CA del inversor. No obstante, la Guía BT-26 referente al REBT, hace unas recomendaciones entre las que figura que se consiga que la resistencia de puesta a tierra $R_T < 37 \Omega$ para edificios sin pararrayos, como es nuestro caso.

Esta recomendación viene siendo exigida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, por lo que dispondremos de una puesta a tierra con un valor de resistencia a tierra inferior a los 37Ω .

8.5.3 Aparata de corriente continua DC

Protecciones del propio inversor Riello RS 20.0 T y cuadro de protección AMB STC8 100A sin monitorización, hasta 8 entradas (8 fusibles para positivo y 8 para negativo), con bases **portafusibles y fusibles** de protección de positivo y negativo de **16A > I_{dc} = 11,6 A**, con protección de fusible. **4 magnetotérmicos de 40 A** cada uno **Salida con seccionador** hasta

1000Vdc y 100A, sin contacto auxiliar de estado. Montado en caja de dimensiones 380x760x225mm , IP55. Entradas y salidas con prensaestopas.

Con **protector contra sobretensiones** de continua clase 2 hasta 1000Vdc, sin contacto auxiliar.



Ilustración 27. Protector de sobretensión, magnetotérmico y portafusibles

CUADROS DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO DE RAMAS



CUADRO 8 STRINGS STC8 - 100A

AMB
GREENPOWER

Ilustración 28. Cuadro de protección de CC del fabricante

8.5.4 Aparata de corriente alterna AC

Según lo dispuesto en el RD 1699/2011 el sistema de protección deberá de contar con un **elemento de corte general, interruptor automático diferencial** para la protección de las personas ante posibles derivaciones, **interruptores automáticos** de la conexión (magnetotérmicos) para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia en la red, junto al relé de enclavamiento, **protección de la conexión máxima y mínima frecuencia** (50,5 Hz y 48 Hz con temporización máxima de 0,5 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un).

A la salida de los inversores se dispondrán de un interruptor automático magnetotérmico por cada uno de ellos, en su salida se unirán en una protección mediante un **interruptor automático diferencial con relé toroidal** asociado



Ilustración 29. Relé diferencial y toroidal

Así pues, para el dimensionamiento del bloque diferencial con protección magnetotérmica y diferencial, actuará antes que el interruptor de corte general, salvo cortocircuitos de cierta importancia provenientes de la red de la compañía. Se usarán magnetotérmicos tipo C, son los usados cuando no existen corrientes de arranque de consumo elevados (motores).

Para la correcta protección debe de cumplirse:

Condición 1

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

- I_b : corriente de diseño del circuito correspondiente. Intensidad calculada en la ecuación 1.
- I_n : Corriente nominal del fusible.
- I_z : corriente máxima admisible del conductor protegido

Tabla 15. Intensidades nominales normalizadas de los fusibles de BT

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Condición 2

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z \quad \text{Ec. (6)}$$

- I_2 : corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección.

El valor de I_2 para fusibles es de 1,6 veces la nominal, entonces la ecuación anterior quedará como:

$$I_2 \leq 0,91 \cdot I_z$$

Magnetotérmicos:

- Sección 10 mm² (54 A)

Condición 1:

$$\text{Ec (5)} \quad 39,69 \text{ A} \leq 40 \text{ A} \leq 54 \text{ A} \rightarrow \text{cumple} \quad \checkmark$$

Condición 2:

$$\text{Ec (6)} \quad 40 \text{ A} \leq 0,91 \cdot 54 = 49,14 \text{ A} \rightarrow \text{cumple} \quad \checkmark$$

Diferencial:

- Sección: 25 mm² (95 A)

Condición 1:

$$\text{Ec (5)} \quad 79,38 \text{ A} \leq 80 \text{ A} \leq 95 \text{ A} \rightarrow \text{cumple} \quad \checkmark$$

Condición 2:

$$\text{Ec (6)} \quad 80 \text{ A} \leq 0,91 \cdot 95 = 86,45 \text{ A} \rightarrow \text{cumple} \quad \checkmark$$

- **Relé diferencial 300 mA 240 V y un toroidal de $I_N = 80 \text{ A}$**

Tabla 16. Apararmenta de corte del cuadro de protección de alterna

Apararmenta de corte AC			
Elemento	Uds	Ubicación	Características técnicas
Magnetotérmico 4P 40 A	2	Caja de protección AC	Vn=400 V In=40 A Pcorte=4500 A
Interruptor diferencial 4P 80 A	1		Vn=400 V In=80 A Pcorte=4500 A
Relé diferencial con toroide	1		30 mA Vn=400 V

8.5.5 Puesta a tierra

8.5.5.1 Protección contra contactos indirectos DC

El generador fotovoltaico se conecta en modo flotante, de esta forma se proporciona protección frente a contactos indirectos, siempre que la resistencia de aislamiento de la parte continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra.

En caso de producirse un defecto, se genera una situación de riesgo que se soluciona mediante:

- Aislamiento de clase II de los módulos fotovoltaicos, inversores, cables y caja de protección.
- Por medio de un controlador permanente de aislamiento incorporado de fábrica en el inversor que detecte la aparición de un primer fallo, cuando la resistencia de aislamiento sea inferior al valor

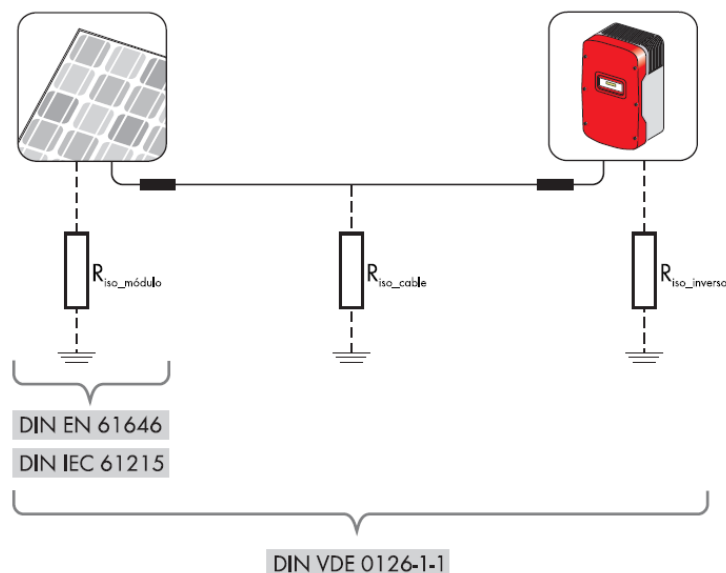


Ilustración 30. Aislamiento de la parte CC y normativa a seguir (Riso)

- Para módulos fotovoltaicos: para módulos con 1 m^2 de superficie debe tener una resistencia de aislamiento de al menos $40 \text{ M}\Omega \cdot \text{m}^2$, mientras que para módulos de 2 m^2 debe contar con una de al menos $20 \text{ M}\Omega \cdot \text{m}^2$.

$$Riso > 20 \text{ M}\Omega \cdot \text{mm}^2$$

- Para el caso de inversores se aplica la siguiente:

$$Riso > \frac{1 \text{ k}\Omega}{V}, \text{ pero como mínimo, } 500 \text{ k}\Omega$$

Con esta condición se garantiza que la corriente de defecto va a ser inferior a 30 mA, que marca el umbral de riesgo eléctrico para las personas.

8.5.5.2 Protección contra contactos indirectos AC

Según la ITC-BT 18 del REBT, estamos obligados a garantizar que nunca se supere, en la parte corriente alterna, los 50 V de tensión de contacto, ya que consideramos local o emplazamiento como seco, al ser de interior.

Los conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones de corriente continua y de corriente alterna de nuestra instalación. La sección mínima de dichos conductores vendrá

dada según la tabla 2 de la ITC BT-18:

- 4 mm² para la conexión de los marcos, partes metálicas, etc... del generador fotovoltaico.
- 25 mm² en el descargador de sobretensiones de CA del Inversor.
- 50 mm² para el enlace de barra de equipotencialidad con pica.

El conductor de tierra que unirá la barra de equipotencialidad con la puesta a tierra será de cobre desnudo de 50 mm² de sección nominal con una longitud total de 60 m, 10 metros estarán enterrados hasta enlazar con una pica de acero cobrizado de 250 u de 14,2 mm de diámetro y 2 m de longitud total, que se dispondrá hincada al terreno.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Así, en la parte CA tendremos una intensidad máxima de defecto a tierra de 300 mA, es decir, la limitada por el interruptor diferencial del inversor, por lo que se cumplirá que la resistencia de puesta a tierra:

$$R_t < \frac{50}{0,3} = 166,6 \Omega$$

No obstante, la Guía BT-26 referente al REBT, hace unas recomendaciones entre las que se figura que se consiga que la resistencia de puesta a tierra $R_T < 37 \Omega$ para edificios sin pararrayos, como es nuestro caso. Esta recomendación viene siendo exigida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, por lo que intentaremos conseguir un valor menos que el anteriormente mencionado.

Teniendo en cuenta que la resistividad del terreno es de 200 $\Omega \cdot m$, ya que nos encontramos en una zona tipo Margas y Arcillas compactas, tendremos que la resistencia de puesta a tierra obtenida para una pica será de:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} = \frac{200}{2} = 100 \Omega$$

Si tenemos además que el tramo de conductor enterrado es de 10 m, tendremos una resistencia de tierra del cable de:

$$R_{conductor} = \frac{2\rho}{L} = \frac{2 \cdot 200}{10} = 40 \Omega$$

Siendo la resistencia total de puesta a tierra de:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{100} + \frac{1}{40} = 0,035 \rightarrow R_T = 28,57 \Omega < 37 \Omega \rightarrow \text{Cumple}$$

9. Tramitación y aspectos legales de la instalación fotovoltaica

Autoconsumo CON excedentes

Instalaciones que, además de suministrar energía eléctrica para autoconsumo, pueden inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. A este grupo pertenecerán las instalaciones de producción próximas y asociadas a las de consumo (tanto en red interior como las que utilicen la red de distribución o transporte).

Dentro del autoconsumo con excedentes, podemos acogernos a dos modalidades; Acogida a compensación y no acogida a compensación. La segunda modalidad se utiliza cuando no se cumple algún requisito de la primera modalidad.



Ilustración 31. Instalación de autoconsumo con excedentes

- **Autoconsumo CON excedentes ACOGIDA A COMPENSACION**

Instalación en la que productor y consumidor optan por acogerse al sistema de compensación de excedentes.

El consumidor usa la energía procedente de la instalación FV cuando la necesite, pudiendo comprar energía de la red en momentos en el que la energía producida no sea suficiente para satisfacer el consumo eléctrico.

Cuando no se consume toda la energía producida, esta puede inyectarse a la red, y en cada periodo de facturación (máximo un mes), la factura emitida por la comercializadora compensará el coste de la energía comprada a la red con la energía excedentaria vertida a la red valorada al precio medio del mercado horario menos el coste de los desvíos (para consumidores PVPC) o al precio acordado con la comercializadora, aplicándose posteriormente los beneficios a los que puedan acogerse (bono social) y los peajes e impuestos que procedan.

En ningún caso el resultado puede ser negativo.

Para ello es necesario que se cumplan TODAS las condiciones siguientes:

- i. La fuente de energía primaria sea de **origen renovable**
- ii. Potencia de producción **no sea superior a 100 kW**

- iii. Que el consumidor haya suscrito un **único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares** con una empresa comercializadora.
- iv. Que consumidor y productor asociado hayan suscrito **un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo** definido en el artículo 14 del Real Decreto 244/2019.
- v. La instalación de producción no esté sujeta a la percepción de **un régimen retributivo adicional o específico**¹.

¹ régimen retributivo específico se refiere al régimen retributivo de la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, cogeneración y residuos regulado por el Real Decreto 413/2014 de 6 de junio.

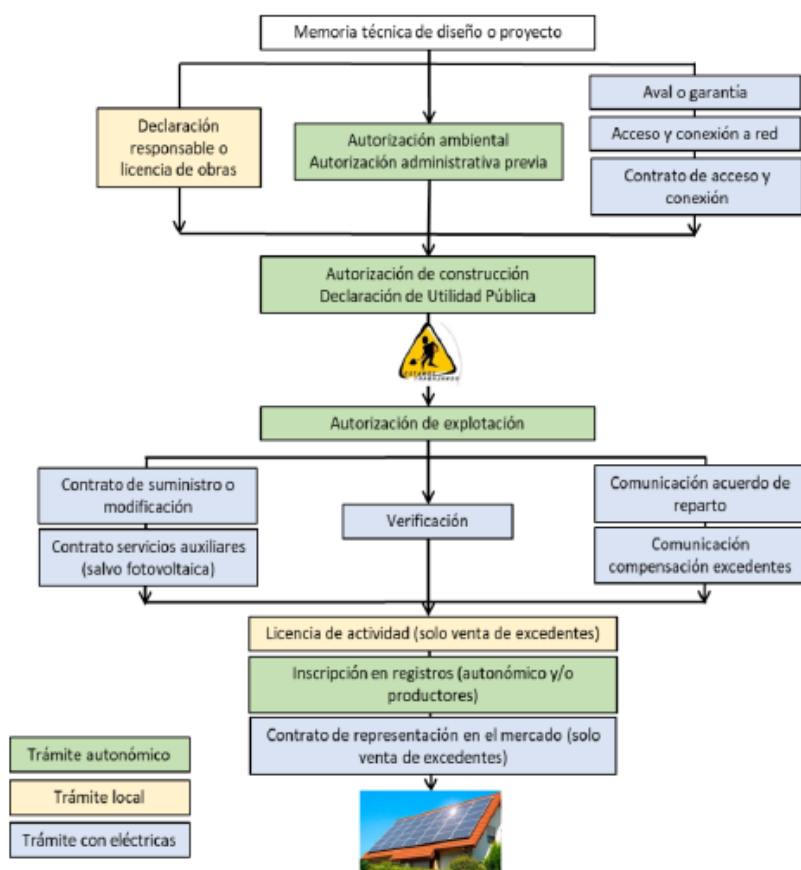


Ilustración 32. Pasos para legalización de un sistema de fotovoltaico de autoconsumo por el procedimiento abreviado que marca el RD 244/2019

Antes de llevar a cabo la instalación es conveniente asegurar que la instalación de autoconsumo podrá llevarse a cabo materialmente cumpliendo los requisitos de calidad y

seguridad industrial y que no existe ningún impedimento legal para la realización de la instalación en el emplazamiento elegido.

Por tanto:

- Consultar el **Plan General de Ordenación Urbana** (PGOU) o si existe alguna obligación derivada de una ordenanza solar municipal.
- Consulta del **trámite medioambiental** aplicable a la instalación y sobre la utilidad pública.

Solicitud de acceso y punto de conexión

El trámite de **punto de conexión** se tendrá que solicitar a la empresa distribuidora. Para solicitar punto de conexión tendrán que aportar junto a la solicitud, un justificante validado por el Servicio de Energía de la delegación provincial del Gobierno de la Junta, competente en energía en el caso de Andalucía, de haber depositado **un aval de 40€ por kW** de potencia de la instalación generadora con lo establecido RD 1183/2020 y RD 1699/2011.

La empresa distribuidora responderá al solicitante con el punto y condiciones de la conexión, o su denegación, que deberá estar motivada y acompañada de una alternativa

Memoria técnica de diseño o proyecto

Para instalaciones de autoconsumo superiores a 10 kW será necesario un proyecto firmado por un técnico competente.

Autorización administrativa previa a construcción/ declaración responsable o licencia de obra

La **autorización administrativa** es un permiso de competencia de las CCAA, necesario, con carácter previo a la ejecución de las obras SOLO para instalaciones superiores a 100 kW.

Declaración responsable o licencia de obra, la obligación recae en el titular de la instalación y debe solicitarse en el ayuntamiento.

Autorización de la explotación

Una vez ejecutada la instalación de autoconsumo el siguiente paso es legalizarla. Para ello, hay que presentar una copia del certificado de fin de obra emitido y firmado por el instalador autorizado que ha ejecutado la obra. Este trámite se hace de forma telemática en Andalucía a través del aplicativo PUES.

Contrato técnico de acceso. Firma o modificación

El **contrato técnico de acceso** es el contrato que se firma entre la distribuidora y el titular de la instalación de autoconsumo.

Cuando el titular de la instalación de autoconsumo cuente ya con un contrato de suministro eléctrico y no requiera un consumo adicional para servicios auxiliares (en el caso de autoconsumo con fotovoltaica estos consumos son despreciables), no deberá suscribir un nuevo contrato. Bastará con modificar el existente para que conste en él que dispone de una

instalación en autoconsumo conectada. En general, esta comunicación la realizará de oficio la comunidad autónoma tras la legalización de la instalación en autoconsumo de potencia hasta 100 kW a la empresa distribuidora.

Comunicación a la distribuidora del mecanismo de compensación

Las instalaciones renovables en autoconsumo con excedentes, sin son menores de 100 kW, pueden acogerse al **mecanismo de compensación de excedentes**, que permite detraer del importe de la factura eléctrica los excedentes que se generen.

Para que dicho mecanismo se aplique, debe indicarse a la distribuidora y/o comercializadora, a través de la presentación de un contrato de compensación de excedentes entre el consumidor y el productor, aunque ambos sean la misma persona.

Inscripción en el registro de autoconsumo de energía (REA)

Registro obligatorio para todas las instalaciones de autoconsumo. Es un registro nacional, alimentado por las comunidades autónomas.

En el caso de instalaciones en autoconsumo de potencia hasta 100 kW, esta inscripción será realizada por la comunidad autónoma tras la legalización de esta, con los datos que constan en el certificado de fin de obra emitido y firmado por el instalador autorizado que ha ejecutado la obra.

Inscripción en el registro de instalaciones y producción de energía eléctrica (REPRO)

Las instalaciones de autoconsumo con excedentes, en general, son consideradas instalaciones de producción a efectos de normativa sectorial eléctrica, por lo que deberán inscribirse en el registro nacional de instalaciones de producción de energía eléctrica (REPRO).

Para las instalaciones en autoconsumo con excedentes de potencia igual o inferior a 100 kW, este trámite será realizado de oficio por la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la Transición Ecológica a partir de la información procedente del registro de autoconsumo (REA).

TRÁMITES PREVIOS	
Diseño instalación	Proyecto Técnico
Permisos de acceso y conexión	Requiere permiso de acceso y conexión de la empresa distribuidora y constitución de aval (40 €/kW)
Licencia de obras	Solicitud al Ayuntamiento
Autorización ambiental y de utilidad pública	Exenta
EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	
TRÁMITES TRAS LA CONSTRUCCIÓN	
Certificación de la instalación y/o fin de obra	Emisión de certificado instalación y fin de obra por técnico competente
Legalización en Comunidad Autónoma	Telemática a través del aplicativo PUES de la Junta de Andalucía
Contrato de suministro de energía servicios auxiliares	No necesario en fotovoltaica por ser despreciables
Contrato de compensación de excedentes	Comunicación a la empresa distribuidora y/o comercializadora
Inscripción en el registro de autoconsumo de energía eléctrica	Trámite de oficio que realiza la Junta de Andalucía con el Ministerio
Inscripción en el registro de instalaciones de producción de energía eléctrica	Trámite de oficio que realiza el Ministerio a partir del registro de autoconsumo de energía eléctrica

Ilustración 33 Instalación de autoconsumo con excedentes en cubierta de potencia $10kW \leq kW \leq 100 kW$ acogida a compensación

10. Documentación técnica

10.1 Módulo Longi LR4-72HPF

Hi-MO 4m

LR4-72HPH
430~460M

- Suitable for ground power plants and distributed projects
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M6 Gallium-doped Wafer
 - 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12 12-year Warranty for Materials and Processing

25 25-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2015: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2015: ISO Environment Management System

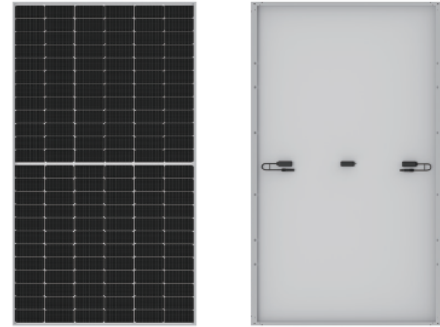
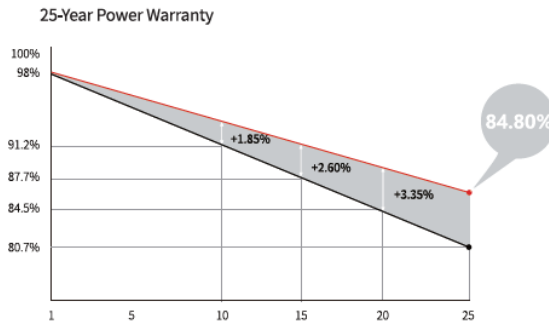


Hi-MO 4m

LR4-72HPH 430~460M

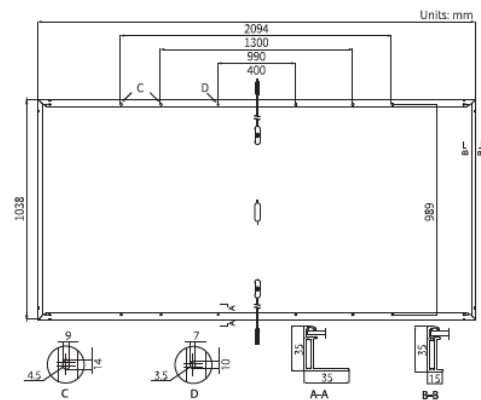
21.2% MAX MODULE EFFICIENCY	0~+5W POWER TOLERANCE	<2% FIRST YEAR POWER DEGRADATION	0.55% YEAR 2-25 POWER DEGRADATION	HALF-CELL Lower operating temperature
--	------------------------------------	--	--	---

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	23.3kg
Dimension	2094×1038×35mm
Packaging	30pcs per pallet / 150pcs per 20' GP / 660pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

Module Type	STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C				NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s				Test uncertainty for Pmax ±3%					
	LR4-72HPH-430M	LR4-72HPH-435M	LR4-72HPH-440M	LR4-72HPH-445M	LR4-72HPH-450M	LR4-72HPH-455M	LR4-72HPH-460M	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	430	321.1	435	324.9	440	328.6	445	332.3	450	336.1	455	339.8	460	343.5
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.5	45.5	48.7	45.7	48.9	45.8	49.1	46.0	49.3	46.2	49.5	46.4	49.7	46.6
Short Circuit Current (Isc/A)	11.31	9.15	11.39	9.21	11.46	9.27	11.53	9.33	11.60	9.38	11.66	9.43	11.73	9.48
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.7	37.9	40.9	38.1	41.1	38.3	41.3	38.5	41.5	38.6	41.7	38.8	41.9	39.0
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.57	8.47	10.64	8.53	10.71	8.59	10.78	8.64	10.85	8.70	10.92	8.75	10.98	8.80
Module Efficiency(%)	19.8		20.0		20.2		20.5		20.7		20.9		21.2	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	20A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C



No.8369 Shangyuan Road, Xi'an Economic And
Technological Development Zone, Xi'an, Shaanxi, China.
Web: en.longi-solar.com

Specifications included in this datasheet
are subject to change without notice.
LONGI reserves the right of final
interpretation. (20210508V13)

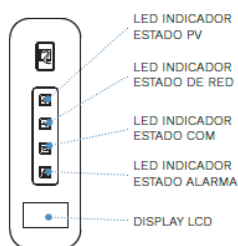
10.2 Inversores Riello RS 20.0 T

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

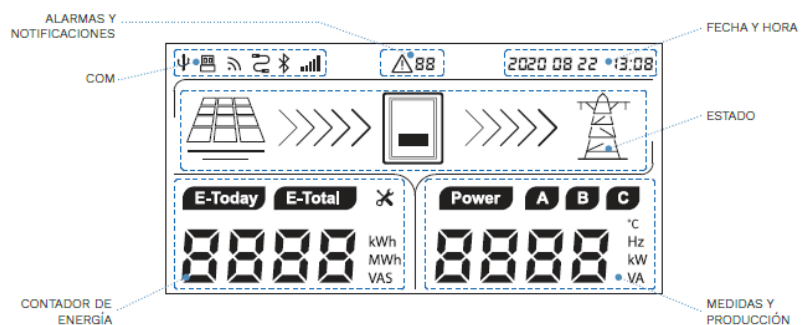
- Rendimiento máximo 98.2%
- Rendimiento europeo 97.7%
- Ventilación forzada a velocidad regulada
- Amplio rango de tensión operativa MPPT
- Descargadores DC y AC de tipo II
- Doble MPPT
- Grado de protección IP65
- Wi-Fi integrado y gestión de datos con registrador de datos
- Display LCD dividido en varias secciones y multi LED de indicación de estado



PANEL INTERFAZ



DISPLAY LCD



MODELOS	RS 20.0 T	RS 25.0 T	RS 30.0 T
CÓDIGO PRODUCTO	6PS320KA	6PS325KA	6PS330KA
EFICIENCIA			
Eficiencia máxima	98.2%	98.2%	98.2%
Eficiencia europea	97.7%	97.7%	97.7%
ENTRADA			
Tensión máxima de entrada [V]	1000		
Tensión de entrada nominal [V]	620		
Corriente máxima de entrada [A]	2x25	2x37.5	
Corriente máxima de cortocircuito [A]	60 (2x30)	90 (2x45)	
Tensión de arranque / tensión operativa mínima [V]	250 / 180		
Rango de tensión operativa MPPT [V]	180÷960		
Rango de tensión operativa (plena carga) MPPT [V]	480÷800		
Máximo número de cadenas PV	4 (2/2)	6 (3/3)	
Número de MPPT	2		
SALIDA			
Potencia activa AC (nominal) [W]	20000	25000	30000
Máxima potencia aparente AC [VA]	22000	27500	33000
Potencia activa máx. AC (PF=1) [W]	22000	27500	33000
Corriente máx. de salida AC [A]	3x33.5	3x40	3x48
Tensión nominal AC [V]	380 / 400 3L+N+PE		
Intervalo de tensión AC [V]	277÷520 (configurable)		
Frecuencia de red nominal [Hz]	50 / 60		
Rango de frecuencia de red [Hz]	45-55 /55-65		
Distorsión de armónicos (THDI)	<3% (potencia nominal)		
Inyección corriente continua	<0.5% In		
Factor de potencia	>0.99 potencia nominal (regulable 0.8 inductiva - 0.8 capacitiva)		
PROTECCIONES			
Seccionador DC	Sí		
Protección anti-isla	Sí		
Protección contra sobrecorriente AC	Sí		
Protección contra cortocircuito	Sí		
Control inversión polo DC	Sí		
Descargadores de sobretensión (VDR)	DC tipo II / AC tipo II		
Detección de dispersión a tierra	Sí		
Protección corriente de dispersión	Sí		
GENERAL			
Tipo	sin transformador		
Grado de protección	IP65		
Auto-consumo nocturno [W]	<1		
Enfriamiento	forzado con ventiladores a velocidad controlada		
Intervalo temperatura de ejercicio	-25 °C÷60 °C		
Intervalo de humedad relativa	0÷100%		
Altitud máxima operativa [m]	4000 (>2000 desclasificación)		
Ruido [dB]	<30 (medido a 1 m)		
Medidas (LxPxA) [mm]	577x270x445		
Peso [kg]	37	41.5	
COMUNICACIÓN			
Display	LCD + LED		
Comunicación	Wi-Fi integrado, RS485 integrado, Ethernet (opcional)		
Monitorización	APP, Portal de supervisión		
CERTIFICACIONES			
Seguridad	IEC62109-1, IEC62109-2		
EMC	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4		
Normas	CEI 0-21, CEI 0-16, IEC62727, IEC62116		
Garantía	5 años (con posibilidad de extensión a 10 años)		

10.3 Estructuras para instalación de módulos

Las estructuras para paneles a 0° preparados para integrarse en fachadas y tejados inclinados. Todas las estructuras son de aluminio e incluyen los tornillos de fijación con las placas solares.

Componentes estructura de Aluminio 33x38mm



Ilustración 34. Componentes de estructura de aluminio para sujeción de módulos FV

11. Pliego de condiciones

El pliego de condiciones referente a la instalación fotovoltaica se encuentra en el punto III. Pliego de condiciones

12. Estudio de Seguridad y Salud

El estudio de Seguridad y Salud referente a la instalación fotovoltaica se encuentra en el punto V. Estudio de Seguridad y Salud

13. Mediciones y Presupuesto

Tabla 17. Presupuesto de ejecución material (PEM) de la instalación

	Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
	0 EST	UDs	Estructura Metálica cubierta 5 paneles 03V	26,000	235,573	6.124,90
	0 IEF001	Ud	Módulo solar fotovoltaico.	130,000	206,796	26.883,48
	0 IEF020	Ud	Inversor fotovoltaico.	2,000	2.849,515	5.699,03
	0 IEF050	Ud	Cuadro de Protección	1,000	440,534	440,53
	6 mo003	h	Oficial 1ª electricista.	7,843	21,280	166,90
	6 mo102	h	Ayudante electricista.	6,174	20,020	123,60
	6 mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,000	19,710	0,00
	8 mt35amc023gg	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 72x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	2,000	123,290	246,58
	8 mt35amc121ee	Ud	Interruptor diferencial selectivo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 80 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 10 kA, clase AC, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1.	1,000	728,410	728,41
	8 mt35amc850a	Ud	Relé diferencial electrónico, de 3 módulos, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 ó 0,5 A, ajuste del tiempo de disparo de 0,02 ó 0,5 s, con control permanente del circuito toroide-relé diferencial, posibilidad de reseteo manual o automático y posibilidad de realizar el test a distancia, de 52,5x85x73 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras.	1,000	223,020	223,02
	8 mt35amc860a	Ud	Transformador toroidal cerrado para relé diferencial, de 28 mm de diámetro útil para el paso de cables, montaje sobre carril DIN (35 mm).	1,000	54,330	54,33
	8 mt35cun030a	m	Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-2.	412,000	0,660	271,92
	8 mt35tta010	Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	0,000	77,080	0,00
	8 mt35tta030	Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	0,000	47,910	0,00

	Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Importe
8	mt35tta040	Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	0,000	1,040	0,00
8	mt35tta060	Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	0,000	3,650	0,00
8	mt35ttc010b	m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	0,000	2,930	0,00
8	mt35ttc020c	m	Conductor rígido unipolar de cobre, aislado, 750 V y 4 mm ² de sección, para red equipotencial.	0,000	0,510	0,00
8	mt35ttc030	Ud	Abrazadera de latón.	0,000	1,460	0,00
8	mt35tte010b	Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	0,000	18,750	0,00
8	mt35www020	Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	0,000	1,200	0,00
8	mt36tie010ac	m	Tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,000	1,550	0,00
9	%	%	Medios auxiliares	1,000	38,100	38,10
10		%	Costes indirectos	1,000	1.230,310	1.230,31
TOTAL						42.231,11

14. Planos

Los planos y esquema referente a la instalación fotovoltaica se encuentran en el punto VI. Planos.

15. Referencias

1. *CUADRO 8 STRINGS - STC8 100A (ACCCAC0008) | AMB Green Power.* (n.d.). Retrieved May 20, 2022, from <https://www.ambgreenpower.com/producto/cuadro-8-strings-stc8-100a-accac0008/>
2. *Guía profesional de tramitación del autoconsumo | Idae.* (n.d.). Retrieved May 3, 2022, from <https://www.idae.es/publicaciones/guia-profesional-de-tramitacion-del-autoconsumo>
3. *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission.* (n.d.-a). Retrieved May 10, 2022, from https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html?lat=&lon=&startyear=&endyear=&raddatabase=&angle=&browser=&outputformat=&userhorizon=&usehorizon=1&js=1&select_database_month=PVGIS-SARAH2&mstartyear=2020&mendyear=2020&optrad=1&selectrad=1&mangle=32
4. *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission.* (n.d.-b). Retrieved May 4, 2022, from https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/
5. *Legislación fotovoltaica en España (2021) – Censolar.* (n.d.). Retrieved May 2, 2022, from <https://www.censolar.org/legislacion-fotovoltaica-2021/>
6. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. (2011). *IDAE Instituto para la Diversificación [archivo PDF]*. www.idae.es
7. *Precio Panel Sandwich Cubierta - Panel Sandwich.* (n.d.). Retrieved April 28, 2022, from <https://www.panelsandwich.com/categoria/panel-sandwich-cubierta/>
8. *RD 244/2019 : Normativa para autoconsumo en España.* (n.d.). Retrieved May 2, 2022, from <https://selectra.es/autoconsumo/info/normativa>
9. *Tarifas Luz Industria: Península | Aura Energía.* (n.d.). Retrieved May 10, 2022, from <https://www.aura-energia.com/tarifas-luz-industria-peninsula/>

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

**ANEXO X:
PROTECCIÓN
CONTRA
INCENDIOS**

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS (PROTECCIÓN PASIVA).....	3
2.1 SECTORIZACIÓN.....	3
2.2 TIPO DE EDIFICIO	3
2.3 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO.....	4
2.3.1 <i>Densidad de carga</i>	5
2.3.2 <i>Nivel de riesgo intrínseco</i>	6
2.3.3 <i>Sectorización de los establecimientos industriales</i>	6
2.4 ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTE (APARTADO 4, RSCIEI).....	8
2.5 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES (ANEXO II: APARTADO 6, RSCIEI).....	8
2.6 ELEMENTOS DE EVACUACIÓN (ANEXO II: APARTADO 6.3.1, RSCIEI)	9
2.7 NÚMERO DE DISPOSICIONES DE SALIDAS (ANEXO II: APARTADO 6.3.2, RSCIEI).....	10
2.8 SISTEMA DE EVACUACIÓN DE HUMOS (ANEXO II: APARTADO 7.1, RSCIEI)	11
2.9 SECTORES CON ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO (ANEXO II: APARTADO 7.1, RSCIEI)	11
2.10 RIESGO DE FUEGO FORESTAL (ANEXO II: APARTADO 10, RSCIEI)	11
3. PROTECCIÓN ACTIVA	11
3.1 SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN DE INCENDIO (ANEXO III: APARTADO 3, RSCIEI)	11
3.2 SISTEMAS MANUALES DE ALARMA DE INCENDIO (ANEXO III: APARTADO 4, RSCIEI)	12
3.3 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DE ALARMA (ANEXO III: APARTADO 5, RSCIEI).....	12
3.4 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO (ANEXO III: APARTADO 6, RSCIEI).....	12
3.4.1 <i>Sistemas de BIES</i>	12
3.4.2 <i>Sistemas de hidrantes exteriores</i>	12
3.5 EXTINTORES DE INCENDIO	13
3.6 ALUMBRADOS DE EMERGENCIA	15
3.7 SEÑALIZACIÓN.....	15
4. REFERENCIAS	17

1. Objeto

En este anexo determinaremos la protección contra incendios y las dotaciones mínimas en cuanto a detección como extinción de este, así como de los sistemas de evacuación del edificio.

Para determinar las dotaciones de las que debe disponer el edificio debemos de seguir una normativa, al tratarse de un edificio industrial, las normativas a seguir son:

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimiento Industriales, aprobado por el REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre.
- Código Técnico de Edificación CTE → Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio DB-SI para edificios no industriales
- Norma UNE 23032:1983. Seguridad contra incendios. Símbolos gráficos para su utilización en los planos de construcción y planes de emergencia

2. Instalaciones contra incendios (Protección Pasiva)

El uso que se le va a dar al edificio es Industrial (Carpintería metálica).

2.1 Sectorización

En principio el edificio correspondiente al proceso productivo industrial se engloba en un solo sector.

Al existir zonas de uso no industrial, destinadas a otros aspectos no destinados a fabricación, como son las oficinas, se tendrá que comprobar que dichas zona puede incluirse dentro del sector de incendio de uso industrial, en función a lo establecido en el Reglamento; artículo 3 del capítulo I (compatibilidad reglamentaria).

Dicho artículo establece que las zonas de uso no industrial pueden englobarse dentro del sector de incendio si no superan una superficie construida determinada en función del uso de cada zona. En nuestro caso, la zona de uso no industrial del edificio es administrativa.

b) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m².

La zona destinada a uso no industrial no supera los 250 m², en concreto tiene 84,75 m², por lo que se puede incluir dentro de uso industrial y establecer el cálculo completo como UN SOLO SECTOR.

2.2 Tipo de edificio

En el anexo I del RD se establecen las características de los establecimientos industriales. Según la clasificación, ya que el establecimiento ocupa totalmente el edificio, a una distancia igual o inferior a tres metros de otros edificios, nuestra edificación entraría dentro de edificio de TIPO B.

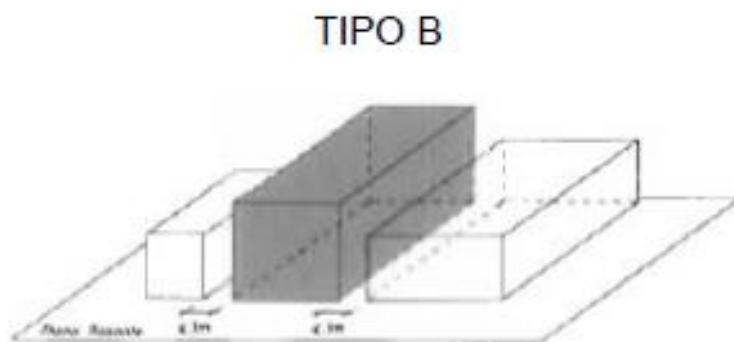


Ilustración 1. Estructura de tipo B (Anexo 1 RSCIEI)

2.3 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio

Lo primero que determinaremos será la densidad de carga de fuego de cada una de las zonas que conforman el sector de incendio, diferenciando las zonas destinadas al almacenamiento de las destinadas a otra actividad.

Los servicios y vestuarios no se toman en cuenta para dicho cálculo.

- a) Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra actividad al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum(q_{si} \cdot S_i \cdot C_i) \cdot R_a}{A} \text{ (MJ/m}^2\text{)}$$

Donde:

- Q_s : densidad de carga al fuego total de actividades.
- q_{si} : densidad de carga de cada zona en función a ca proceso o actividad.
- S_i : superficie de cada zona con procesos diferentes y q_{si} diferentes (m^2).
- C_i : coeficiente adimensional de grado de peligrosidad.
- A : área total construida del sector de incendio (m^2).
- R_a : coeficiente adimensional de la actividad industrial.
-

- b) Para actividades de almacenamiento:

$$Q_v = \frac{\sum(q_{vi} \cdot S_i \cdot C_i \cdot h_i) \cdot R_a}{A} \text{ (MJ/m}^2\text{)}$$

Donde:

- Q_v : densidad de carga al fuego total de actividades (MJ/m^2).
- q_{vi} : densidad de carga de cada zona en función a ca proceso o actividad (MJ/m^2).

- S_i : superficie de cada zona con procesos diferentes y q_{si} diferentes (m^2).
- C_i : coeficiente adimensional de grado de peligrosidad.
- A : área total construida del sector de incendio (m^2).
- R_a : coeficiente adimensional de la actividad industrial.
- h_i : altura de almacenamiento (m).

Los parámetros de densidad de carga de cada zona y el coeficiente de la actividad industrial se obtienen de la tabla 1.2 del reglamento, en función al tipo de actividad de cada zona.

El coeficiente del grado de peligrosidad por combustibilidad se obtiene de la tabla 1.1 del reglamento en función al tipo de material existente en cada zona como posible combustible.

El principal agente combustible que podemos encontrar en el edificio puede ser el (papel y la pintura), dado que la temperatura de ignición del papel está en torno a los 230 °C y el de la pintura en torno a los 59°C, (según el ITC MIE-APQ 1: almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles) clase “C”. El coeficiente del grado de peligrosidad por combustión será Medio.

ALTA	MEDIA	BAJA
- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	- Líquidos clasificados como subclase B ₂ en la ITC MIE-APQ1.	- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.
- Líquidos clasificados como subclase B ₁ en la ITC MIE-APQ1.	- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.	
- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.	- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.	- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.	- Sólidos que emiten gases inflamables.	
- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.		
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Ilustración 2. Tabla 1.1 Valores del coeficiente de peligrosidad por combustible C_i (Anexo 1 RSCIEI)

2.3.1 Densidad de carga

Tabla 1. Cálculo de densidad de carga de fuego del sector de incendio.

Superficie útil (m^2) 1235

Zonas	Actividad	q_{si} (MJ/ m^2)	S_i (m^2)	C_i	R_a
Descarga	Aparcamientos, Automóvil	200	71,1	1,3	1,5
Carga	Aparcamientos, Automóvil	200	69,1	1,3	1,5
Corte y Plegado	Aparatos mecánicos	400	103,2	1,3	1
Torno, taladro etc.	Aparatos mecánicos	400	128,2	1,3	1

Soldadura	Art. Metálicos, Soldadura ligera	300	154,5	1,3	1
Herramientas	Aparatos eléctricos	400	66,7	1,3	1
Pintura/inspección	Art. Metálicos, Barnizado	300	122,85	1,3	1
Despacho	Material de oficina	700	37,9	1,3	1,5
Sala de espera	Aparatos domésticos	300	18,26	1,3	1

Qs (MJ/m ²)	305,03
-------------------------	--------

Zonas	Actividad	qvi (MJ/m ²)	Si (m ²)	Ci	Ra	hi
Almacén de materiales	Artículos de metal	200	158,5	1.3	1	7

Qv (MJ/m ²)	179,68
-------------------------	--------

Qs total (MJ/m ²)	484,71
-------------------------------	--------

2.3.2 Nivel de riesgo intrínseco

Determinada de densidad de carga, podremos determinar finalmente el nivel de riesgo intrínseco, según la tabla 1.3 del reglamento.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Ilustración 3. Nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio

Riesgo intrínseco: **NIVEL BAJO 2**

2.3.3 Sectorización de los establecimientos industriales

En el anexo 2, tabla 2.1 del reglamento, se comprueba la sectorización realizada. Según el tipo de edificio y el nivel de riesgo de este, se muestra la superficie construida máxima de cada sector de incendio.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LIMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO		(3)	(3)(4)
6	NO ADMITIDO	2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Ilustración 4. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio.

(2) Si la fachada accesible del establecimiento industrial es superior al 50 por ciento de su perímetro, las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 1,25.

(3) Cuando se instalen sistemas de rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por este reglamento (anexo III), las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 2.

Para un edificio con riesgo intrínseco del sector de incendio **bajo 2**, la superficie máxima para el **tipo B** es **de 4000 m²**. Como nuestro edificio ocupa menos área de la permitida, podemos realizar la sectorización.

De esta manera podemos determinar el edificio como **UN ÚNICO SECTOR**.



Ilustración 5. Sectorización de la nave industrial según RSCIEI

2.4 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portante (apartado 4, RSCIEI)

En el anexo II, apartado 4 del reglamento se indica la estabilidad frente al fuego que deberán tener los diferentes elementos constructivos portantes del edificio, en función al tipo de edificio y nivel intrínseco de riesgo.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF -120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF -180)	R 120 (EF -120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF- 90)

Ilustración 6. Tabla 2.2 (RSCIEI) Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

Para edificio de tipo B y nivel de riesgo intrínseco con planta sobre rasante, los elementos portantes deben de tener una estabilidad al fuego de **R60, (EF-60)**. Donde el valor es el tiempo en minutos, durante los cuales el elemento constructivo debe mantener las siguientes condiciones como son:

- Capacidad portante R.
- Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
- Aislamiento térmico I.

Para estabilidad estructural de cubiertas ligeras, la determinaremos según la tabla 2.3 del reglamento.

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R30 (EF-30)

Ilustración 7. Tabla 2.3 (RSCIEI) Estructura principal de cubiertas ligeras.

Para edificio de tipo B y nivel de riesgo intrínseco medio, la estabilidad portante frente al fuego debe ser de **R15, (EF-30)**.

2.5 Evacuación de los establecimientos industriales (Anexo II: apartado 6, RSCIEI)

Para determinar la ocupación debemos de utilizar la fórmula:

$$P = 1,1 \cdot p$$

Donde, P es la ocupación y p es el número de personas que ocupa el sector, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Según la documentación laboral relacionada con el número de empleados en esta nave es de 10 personas.

$$P = 1,1 * 10 = 11 \text{ personas}$$

Cómo el número de empleados del establecimiento es inferior a 50 personas, podemos utilizar las salidas habituales como salidas de evacuación.

2.6 Elementos de evacuación (Anexo II: apartado 6.3.1, RSCIEI)

Los diferentes elementos que intervienen en los recorridos de evacuación como pueden ser puertas, pasos, pasillos, rampas, escaleras etc. Deben de tener unas dimensiones adecuadas de acuerdo con lo dispuesto en el punto 4.2 de DB-SI (documento básico contra incendios para edificios NO INDUSTRIALES).

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)^{(9)}$
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_S^{(9)}$
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A^{(9)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600^{(10)}$
Escaleras	$A \geq P / 480^{(10)}$

A= Anchura del elemento, [m]

A_S= Anchura de la *escalera protegida* en su desembarco en la planta de *salida del edificio*, [m]

h= *Altura de evacuación* ascendente, [m]

P= Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

E= Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;

S= *Superficie útil* del recinto, o bien de la *escalera protegida* en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

Ilustración 8. Tabla 4.1 (DB-SI) Dimensionado de los elementos de evacuación

- Puertas: $A = 11/200 = 0,06 \rightarrow$ anchura mínima de puertas ha de ser de 0.8m.
- Pasillos: $A = 11/200 = 0,06 \rightarrow$ anchura mínima de pasillo ha de ser de 1m.
- Escaleras: (No tenemos escaleras)

2.7 Número de disposiciones de salidas (Anexo II: apartado 6.3.2, RSCIEI)

El reglamento sobre las distancias mínimas de los recorridos de evacuación se toma desde el punto de origen de evacuación hasta la salida del edificio. También establece el número de salidas que se pueden usar en función de dichos recorridos de evacuación.

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35 m (**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	–	25 m

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Ilustración 9. Longitud del recorrido de evacuación según número de salidas

Como podemos apreciar en la *Ilustración 9*, de acuerdo con el nivel de riesgo intrínseco “Bajo” y como el nivel de ocupación en el edificio es de 11 personas < 25 personas, se podrá aumentar la distancia de 35 metros hasta 50, ya que contamos con más de dos salidas.

A continuación, determinaremos las distancias más alejadas de las salidas de evacuación, cumpliendo estas, cumplirían las demás.

Tabla 2. Distancias desde las diferentes zonas de evacuación

Origen de evacuación	Distancia del recorrido de evacuación (m)
Despacho	31
Sala de espera	21,51
Almacén	30,37
Corte y plegado	34,24
Soldadura	38,15
Torneado, fresado...	34,28
Herramientas	20,19
Inspección y pintura	24,2

Como se puede observar en la *tabla 2* de distancias de recorridos de evacuación, todos los recorridos tienen una distancia menor a 50 metros, por tanto, entra dentro de la norma (RSCIEI).

2.8 Sistema de evacuación de humos (Anexo II: apartado 7.1, RSCIEI)

1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 2000 \text{ m}^2$.
2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.

El nivel intrínseco en nuestro edificio es bajo, por tanto: **NO ES NECESARIO**

2.9 Sectores con actividades de almacenamiento (Anexo II: apartado 7.1, RSCIEI)

1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.
2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 800 \text{ m}^2$.

El nivel intrínseco en nuestro edificio es bajo, por tanto: **NO ES NECESARIO**

2.10 Riesgo de fuego forestal (Anexo II: apartado 10, RSCIEI)

Nave industrial en zona acondicionada lugar acondicionado para la actividad industrial, por tanto: **NO ES NECESARIO**

3. PROTECCIÓN ACTIVA

En este apartado se indican los sistemas mínimos de protección contra incendios activa que deben disponerse en función de lo establecido en el Reglamento.

3.1 Sistemas automáticos de detección de incendio (Anexo III: apartado 3, RSCIEI)

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios si se cumplen una serie de requisitos como son:

- a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras actividades distintas al almacenamiento si:
 1. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco medio y superficie total construida $\geq 2000 \text{ m}^2$
 2. Edificio de tipo B y nivel de riesgo intrínseco alto y superficie total construida $\geq 1000 \text{ m}^2$
- b) Actividades de almacenamiento si:
 1. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco medio y superficie total construida $\geq 1000 \text{ m}^2$
 2. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco alto y superficie total construida $\geq 500 \text{ m}^2$

Como no cumple una de las características en las opciones “a y b”, al ser en nuestro caso el nivel de riesgo es bajo, la instalación automática de detección de incendio **NO ES NECESARIA**.

3.2 Sistemas manuales de alarma de incendio (Anexo III: apartado 4, RSCIEI)

Se dispondrán pulsadores manuales de alarma en todo el sector de incendio ya que no se disponen sistemas automáticos de detección de incendio. Estos pulsadores de alarma deberán estar situados a cada salida de evacuación del sector de incendio, y en otros puntos necesarios a modo que desde cualquier punto del sector hasta el pulsador no haya más de 25 metros.

3.3 Sistemas de comunicación de alarma (Anexo III: apartado 5, RSCIEI)

Se instalarán sistema de comunicación de alarma en todos los sectores del establecimiento industrial si la suma de dichos sectores es de 10.000 m² o superior. Por lo tanto, **NO ES NECESARIO**.

3.4 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendio (Anexo III: apartado 6, RSCIEI)

El abastecimiento de agua contra incendio será independiente del abastecimiento de agua del resto del edificio.

3.4.1 Sistemas de BIES

Se instalarán bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio que cumpla unas características.

1. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco medio y superficie total construida $\geq 500 \text{ m}^2$
2. Edificios de tipo B, nivel de riesgo intrínseco alto y superficie total construida $\geq 200 \text{ m}^2$

En nuestro caso no cumple con ninguno de los requisitos para el tipo de edificio que tenemos (tipo B), ya que el nivel de riesgo intrínseco es bajo, por tanto, **NO ES NECESARIO**.

3.4.2 Sistemas de hidrantes exteriores

Se instalarán hidrantes exteriores según lo dispuesto en la tabla 3.1 del reglamento.

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥ 300	NO	SÍ	
	≥ 1000	SÍ*	SÍ	
B	≥ 1000	NO	NO	SÍ
	≥ 2500	NO	SÍ	SÍ
	≥ 3500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥ 2000	NO	NO	SÍ
	≥ 3500	NO	SÍ	SÍ
D o E	≥ 5000	SÍ	SÍ	SÍ
	≥ 15000	SÍ	SÍ	SÍ

Ilustración 10. Tabla 3.1 (RSCIEI) hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, superficie construida y nivel de riesgo intrínseco.

Como nuestra superficie del sector es de 1250 m² y el nivel de riesgo intrínseco es bajo, la instalación de hidrantes **NO ES NECESARIA**.

3.5 Extintores de incendio

Se instalarán extintores de incendio en todos los sectores de incendio de edificios industriales.

La carga de fuego en nuestro edificio industrial proviene de combustibles de clase A y B, es decir, de combustibles sólidos y líquidos (pintura). Como la carga de fuego aportada por los combustibles aportan al menos el 90% de carga de fuego del sector, los extintores de incendio a implantar serán de tipo A y B, estos deben tener la eficacia mínima exigida por la siguiente tabla del Reglamento, y deberán ubicarse de manera que se cumpla con lo establecido en dicha tabla:

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).
Medio	21A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).
Alto	34A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).

Ilustración 11. Determinación de extintores portátiles en sectores de incendio con combustible de clase A.

	VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO (1) (2)			
	V ≤ 20	2	50	100
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113 B	113 B	144 B	233 B

Como el riesgo del sector de incendio es BAJO, se implantarán extintores de incendio de eficacia 21A y se dispondrá un extintor para cubrir con una superficie de 600 m², y un extintor más por cada 200 m² o fracción, en exceso.

El volumen de combustible líquido (pintura) es menor a 20 litros, ya que solamente se usa para darle la capa de acabado a las piezas y así evitar la oxidación de estas. Por tanto, para los fuegos de clase B, será 113B.

Los extintores deberán ubicarse de manera que sean fácilmente visibles y accesibles, próximos a los lugares con mayor probabilidad de inicio de incendio y de manera que el

recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta un extintor, sea de 15 metros.

La cantidad de extintores mínimas será la siguiente:

$$\text{Superficie total: } 1250 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ extintor hasta } 600 \text{ m}^2$$

Como debemos tener un extintor más por cada 200 m^2 :

$$1250 - 600 = 650 \text{ m}^2$$

$$\frac{650}{200} = 3,25 = 4 \text{ extintores.}$$

Como mínimo debemos de tener $4+1 = 5$ extintores.

Como la distancia entre extintores debe de ser como máximo, para cumplir la normativa y cubrir todo el Sector de incendio, nos vemos obligados a colocar **8 extintores**.

Para escoger el agente extintor más adecuado para los extintores de este sector, dedicados a apagar fuegos de clase A y B, nos fijamos en la siguiente tabla de recomendación de agentes extintores en función del tipo de fuego:

AGENTES EXTINTORES	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
Agua a chorro	**	×	×	×
Agua pulverizada	***	*	×	×
Espuma	**	**	×	×
Polvo polivalente ABC	**	**	**	×
Polvo normal BC	×	***	**	×
Anhídrido carbónico	*	*	×	×
Derivados Halogenados	*	*	×	×
Productos específicos	×	×	×	*
	×	*	**	***
	INACEPTABLE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE

Ilustración 12. Grado de aceptación de agentes extintores en función de la clase de fuego

Como vemos en la *ilustración 12*, el tipo de extintor que mejor se adapta a nuestra necesidades sería el “típico” **Polvo polivalente ABC (6kg)**, ya que cumple con las características para apagar fuegos de clase 21A y 113B.

3.6 Alumbrados de emergencia

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- c) Estén situados sobre rasante
- d) Cuando la ocupación P sea igual o mayor a 10 personas y sean de nivel de riesgo intrínseco medio o alto.
- e) En cualquier caso, cuando la ocupación de \geq personas.

Como en nuestro caso no se cumple dos de las características, el alumbrado de emergencia **NO ES NECESARIO**.

3.7 Señalización

En los planos lo mejor es utilizar la normativa UNE referente a la simbología en los planos, sin embargo, no es exigible y se puede usar otra simbología con su leyenda correspondiente.

Se deberán señalar los sistemas de protección activa de utilización manual de la instalación contra incendios de manera adecuada, de modo que sean fácilmente localizables desde cualquier punto del sector.

LEYENDA		
SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURA m
	SALIDA DE PEATONES A LA IZQUIERDA	2.20
	SALIDA DE PEATONES A LA DERECHA	2.20
	SALIDA	2.20
	PRIMEROS AUXILIOS	2.20
	EXTINTOR	1.20
	ZONA DE REUNION	1.20
	AVISADOR SONORO	2.20
	PUNTO DE REUNION EN CASO DE EMERGENCIA	SUELO

Ilustración 13. Leyenda de Señalización

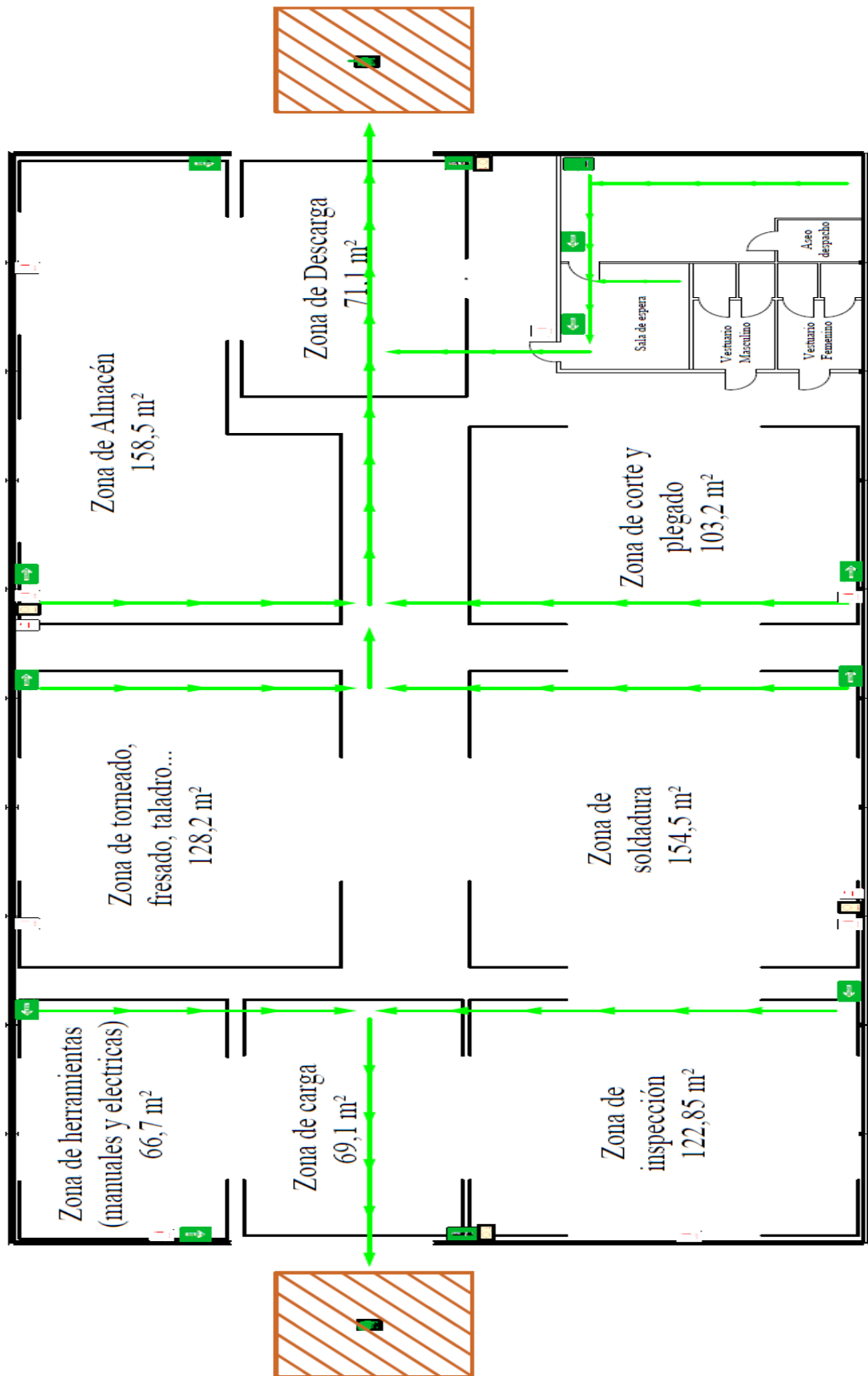


Ilustración 14. Plano de Plan Contra Incendio

4. Referencias

1. CTE DB SI. (2019). *Seguridad en caso de Incendio [archivo PDF]*.
<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadEnCasoDeIncendio.html>
2. Ministerio de Fomento. (1996). *NBE-CPI/96, Condiciones de protección contra incendios de los edificios [archivo PDF]*.
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1996-23836>
3. Ministerio de Industria, T. y C. (2019). *Guía Técnica De Aplicación : Reglamento De Seguridad Contra Incendios. Versión 2 [archivo PDF]*.
<https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/seguridad-incendios/informacionadicional/20190218-v2.pdf>
4. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio «BOE» núm. 303, de 17 de diciembre de 2004 R. B.-A.-2004-21216. (2004). Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [archivo PDF]. In *BOE*. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2004-21216>
5. Apuntes de la asignatura “Instalaciones Industriales: Instalaciones contra incendios”. Impartida por el profesor Raúl García Ovejero.

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

III. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1	DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS	6
1.1	DISPOSICIONES GENERALES.....	6
1.1.1	<i>Objeto del Pliego de Condiciones.....</i>	6
1.1.2	<i>Documentación del contrato de obra</i>	6
1.1.3	<i>Proyecto Arquitectónico.....</i>	6
1.1.4	<i>Reglamentación urbanística</i>	7
1.1.5	<i>Formalización del Contrato de Obra</i>	7
1.1.6	<i>Jurisdicción competente.....</i>	7
1.1.7	<i>Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista.....</i>	7
1.1.8	<i>Accidentes de trabajo</i>	8
1.1.9	<i>Daños y perjuicios a terceros</i>	8
1.1.10	<i>Anuncios y carteles</i>	8
1.1.11	<i>Copia de documentos</i>	9
1.1.12	<i>Suministro de materiales</i>	9
1.1.13	<i>Hallazgos</i>	9
1.1.14	<i>Causas de rescisión del contrato de obra</i>	9
1.1.15	<i>Efectos de rescisión del contrato de obra</i>	10
1.1.16	<i>Omisiones: Buena fe</i>	10
1.2	DISPOSICIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES	10
1.2.1	<i>Accesos y vallados.....</i>	11
1.2.2	<i>Replanteo.....</i>	11
1.2.3	<i>Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos.....</i>	11
1.2.4	<i>Orden de los trabajos.....</i>	12
1.2.5	<i>Facilidades para otros contratistas.....</i>	12
1.2.6	<i>Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor</i>	12
1.2.7	<i>Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto</i>	12
1.2.8	<i>Prórroga por causa de fuerza mayor</i>	13
1.2.9	<i>Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....</i>	13
1.2.10	<i>Trabajos defectuosos</i>	13
1.2.11	<i>Responsabilidad por vicios ocultos</i>	14
1.2.12	<i>Procedencia de materiales, aparatos y equipos</i>	14
1.2.13	<i>Presentación de muestras.....</i>	15
1.2.14	<i>Materiales, aparatos y equipos defectuosos</i>	15
1.2.15	<i>Gastos ocasionados por pruebas y ensayos</i>	15
1.2.16	<i>Limpieza de las obras.....</i>	15
1.2.17	<i>Obras sin prescripciones explícitas</i>	16
1.3	DISPOSICIONES DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS	16
1.3.1	<i>Consideraciones de carácter general</i>	16
1.3.2	<i>Recepción provisional</i>	17
1.3.3	<i>Documentación final de la obra.....</i>	17
1.3.4	<i>Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.....</i>	17
1.3.5	<i>Plazo de garantía</i>	17
1.3.6	<i>Conservación de las obras recibidas provisionalmente</i>	18
1.3.7	<i>Recepción definitiva.....</i>	18

1.3.8	<i>Prórroga del plazo de garantía</i>	18
1.3.9	<i>Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida</i>	18
2	DISPOSICIONES FACULTATIVAS	19
2.1	DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN	19
2.1.1	<i>El promotor</i>	19
2.1.2	<i>El proyectista</i>	19
2.1.3	<i>El constructor o contratista</i>	19
2.1.4	<i>El director de obra</i>	20
2.1.5	<i>El director de la ejecución de la obra</i>	20
2.1.6	<i>Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación</i>	20
2.1.7	<i>Los suministradores de productos</i>	20
2.2	AGENTES QUE INTERVIENEN EN LA OBRA	20
2.3	AGENTES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	21
2.4	AGENTES EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS	21
2.5	LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	21
2.6	VISITAS FACULTATIVAS	21
2.7	OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES.....	21
2.7.1	<i>El promotor</i>	21
2.7.2	<i>El proyectista</i>	22
2.7.3	<i>El constructor o contratista</i>	23
2.7.4	<i>La dirección facultativa</i>	26
2.7.5	<i>El director de obra</i>	26
2.7.6	<i>El director de la ejecución de la obra</i>	27
2.7.7	<i>Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación</i>	29
2.7.8	<i>Los suministradores de productos</i>	30
2.7.9	<i>Los propietarios y los usuarios</i>	30
2.8	DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA: LIBRO DEL EDIFICIO.....	30
2.8.1	<i>Los propietarios y los usuarios</i>	30
3	DISPOSICIONES ECONÓMICAS	31
3.1	DEFINICIÓN.....	31
3.2	CONTRATO DE OBRA	31
3.3	CRITERIO GENERAL.....	32
3.4	FIANZAS	32
3.4.1	<i>Ejecución de trabajos con cargo a la fianza</i>	32
3.4.2	<i>Devolución de las fianzas</i>	32
3.4.3	<i>Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales</i>	32
3.5	DE LOS PRECIOS	32
3.5.1	<i>Precio básico</i>	32
3.5.2	<i>Precio unitario</i>	33
3.5.3	<i>Presupuesto de Ejecución Material (PEM)</i>	34
3.5.4	<i>Precios contradictorios</i>	34
3.5.5	<i>Reclamación de aumento de precios</i>	35
3.5.6	<i>Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios</i>	35
3.5.7	<i>De la revisión de los precios contratados</i>	35

3.5.8	<i>Acopio de materiales</i>	35
3.6	OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....	35
3.7	VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	36
3.7.1	<i>Forma y plazos de abono de las obras</i>	36
3.7.2	<i>Relaciones valoradas y certificaciones</i>	36
3.7.3	<i>Mejora de obras libremente ejecutadas</i>	37
3.7.4	<i>Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada</i>	37
3.7.5	<i>Abono de trabajos especiales no contratados</i>	37
3.7.6	<i>Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía</i>	37
3.8	INDEMNIZACIONES MUTUAS	37
3.8.1	<i>Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras</i>	37
3.8.2	<i>Demora de los pagos por parte del promotor</i>	38
3.9	VARIOS	38
3.9.1	<i>Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra</i>	38
3.9.2	<i>Unidades de obra defectuosas</i>	38
3.9.3	<i>Seguro de las obras</i>	38
3.9.4	<i>Conservación de la obra</i>	38
3.9.5	<i>Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor</i>	38
3.9.6	<i>Pago de arbitrios</i>	39
3.10	RETENCIONES EN CONCEPTO DE GARANTÍA.....	39
3.11	PLAZOS DE EJECUCIÓN: PLANNING DE OBRA	39
3.12	LIQUIDACIÓN ECONÓMICA DE LAS OBRAS	39
3.13	LIQUIDACIÓN FINAL DE LA OBRA	40
4	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	40
4.1	PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES	40
4.1.1	<i>Garantías de calidad (Marcado CE)</i>	41
4.1.2	<i>Hormigón estructural</i>	41
4.1.3	<i>Aceros para hormigón armado</i>	42
4.1.3.1	<i>Aceros corrugados</i>	42
4.1.3.2	<i>Mallas electrosoldadas</i>	42
4.1.4	<i>Aceros para estructuras metálicas</i>	42
4.1.4.1	<i>Aceros en perfiles laminados</i>	42
4.1.5	<i>Morteros</i>	42
4.1.6	<i>Conglomerantes</i>	43
4.1.6.1	<i>Yesos y escayolas para revestimientos continuos</i>	43
4.1.7	<i>Materiales cerámicos</i>	43
4.1.7.1	<i>Ladrillos cerámicos para revestir</i>	43
4.1.7.2	<i>Baldosas cerámicas</i>	43
4.1.7.3	<i>Adhesivos para baldosas cerámicas</i>	43
4.1.7.4	<i>Material de rejuntado para baldosas cerámicas</i>	43
4.1.8	<i>Forjados</i>	44
4.1.8.1	<i>Elementos resistentes prefabricados de hormigón armado para forjados</i>	44
4.1.9	<i>Piedras naturales</i>	44
4.1.10	<i>Sistemas de placas</i>	44
4.1.10.1	<i>Placas de yeso laminado</i>	44
4.1.10.2	<i>Perfiles metálicos para placas</i>	45

4.1.10.3	Pastas para placas de yeso laminado.....	45
4.1.11	<i>Aislantes e impermeabilizantes</i>	45
4.1.11.1	Aislantes conformados en planchas rígidas	45
4.1.11.2	Aislantes de lana mineral.....	46
4.1.11.3	Láminas bituminosas	46
4.1.12	<i>Carpintería y cerrajería</i>	46
4.1.12.1	Ventanas y balconeras	46
4.1.12.2	Puertas de madera.....	46
4.1.13	<i>Vidrios</i>	47
4.1.14	<i>Instalaciones</i>	47
4.1.14.1	Canalones y bajantes de PVC-U.....	47
4.1.14.2	Tubos de polietileno	47
4.1.14.3	Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC).....	48
4.1.14.4	Tubos de cobre	48
4.1.14.5	Tubos de acero.....	49
4.1.14.6	Grifería sanitaria.....	49
4.1.14.7	Aparatos sanitarios cerámicos	49
4.1.15	<i>Varios</i>	49
4.1.15.1	Tableros para encofrar	49
4.1.15.2	Sopandas, portasopandas y basculantes	50

1 Disposiciones administrativas

1.1 Disposiciones Generales

1.1.1 Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista. Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el director de obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.2 Documentación del contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

1.1.3 Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación". En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

1.1.4 Reglamentación urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.1.5 Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

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

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el contratista.

1.1.6 Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.7 Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a las estipulaciones contenidas en el pliego de cláusulas administrativas particulares y al proyecto que sirve de base al contrato y conforme a las instrucciones que la dirección facultativa de las obras diere al contratista.

Cuando las instrucciones fueren de carácter verbal, deberán ser ratificadas por escrito en el más breve plazo posible, para que sean vinculantes para las partes.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras y de todos los defectos que en la construcción puedan advertirse durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el

plazo de garantía, en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

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

1.1.8 Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción" y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.

1.1.9 Daños y perjuicios a terceros

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

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

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

1.1.10 Anuncios y carteles

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

1.1.11 Copia de documentos

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

1.1.12 Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.13 Hallazgos

El promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del director de obra.

El promotor abonará al contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la dirección facultativa.

1.1.14 Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacitación del contratista.
- b) La quiebra del contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
 - Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- e) La suspensión de la iniciación de las obras por plazo superior a cuatro meses.
- f) Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- g) La demora injustificada en la comprobación del replanteo.

- h) La suspensión de las obras por plazo superior a ocho meses por parte del promotor.
- i) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- j) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- k) El desistimiento o el abandono de la obra sin causas justificadas.
- l) La mala fe en la ejecución de la obra.

1.1.15 Efectos de rescisión del contrato de obra

La resolución del contrato dará lugar a la comprobación, medición y liquidación de las obras realizadas con arreglo al proyecto, fijando los saldos pertinentes a favor o en contra del contratista.

Si se demorase injustificadamente la comprobación del replanteo, dando lugar a la resolución del contrato, el contratista sólo tendrá derecho por todos los conceptos a una indemnización equivalente al 2 por cien del precio de la adjudicación, excluidos los impuestos.

En el supuesto de desistimiento antes de la iniciación de las obras, o de suspensión de la iniciación de estas por parte del promotor por plazo superior a cuatro meses, el contratista tendrá derecho a percibir por todos los conceptos una indemnización del 3 por cien del precio de adjudicación, excluidos los impuestos.

En caso de desistimiento una vez iniciada la ejecución de las obras, o de suspensión de las obras iniciadas por plazo superior a ocho meses, el contratista tendrá derecho por todos los conceptos al 6 por cien del precio de adjudicación del contrato de las obras dejadas de realizar en concepto de beneficio industrial, excluidos los impuestos.

1.1.16 Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el promotor y el contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.2 Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

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

1.2.1 Accesos y vallados

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

1.2.2 Replanteo

La ejecución del contrato de obras comenzará con el acta de comprobación del replanteo, dentro del plazo de treinta días desde la fecha de su formalización.

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

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del director de ejecución de la obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el director de obra. Será responsabilidad del contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.2.3 Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

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

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

El director de obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el director de la ejecución de la obra, el promotor y el contratista.

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

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

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

1.2.4 Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la dirección facultativa.

1.2.5 Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

1.2.6 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la dirección facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la dirección de ejecución de la obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

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

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de ejecución de la obra, como del director de obra.

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

1.2.8 Prórroga por causa de fuerza mayor

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del director de obra. Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Tendrán la consideración de casos de fuerza mayor los siguientes:

- Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

1.2.9 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que, habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

1.2.10 Trabajos defectuosos

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

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

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de ejecución de la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de

la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de obra, quien mediará para resolverla.

1.2.11 Responsabilidad por vicios ocultos

El contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si la obra se arruina o sufre deterioros graves incompatibles con su función con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido a incumplimiento del contrato por parte del contratista, éste responderá de los daños y perjuicios que se produzcan o se manifiesten durante un plazo de quince años a contar desde la recepción de la obra.

Asimismo, el contratista responderá durante dicho plazo de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la construcción, contados desde la fecha de recepción de la obra sin reservas o desde la subsanación de estas.

Si el director de ejecución de la obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.

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

1.2.12 Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los que se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el contratista deberá presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las

indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.2.13 Presentación de muestras

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

1.2.14 Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor a cuenta de contratista.

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

1.2.15 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

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

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el director de obra considere necesarios.

1.2.16 Limpieza de las obras

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

1.2.17 Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.3 Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas

1.3.1 Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de esta al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el contratista, haciendo constar:

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

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

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

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

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", y se iniciará a partir de la fecha en que se

suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

1.3.2 Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el director de ejecución de la obra al promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención del promotor, del contratista, del director de obra y del director de ejecución de la obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

1.3.3 Documentación final de la obra

El director de ejecución de la obra, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

1.3.4 Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

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

1.3.5 Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a un año salvo casos especiales

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, la dirección facultativa, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras.

Si el informe fuera favorable, el contratista quedará exonerado de toda responsabilidad, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de sesenta días.

En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra, la dirección facultativa procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para su debida reparación, concediéndole para ello un plazo durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por la ampliación del plazo de garantía.

1.3.6 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo y cuenta del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo del promotor y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

1.3.7 Recepción definitiva

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

1.3.8 Prórroga del plazo de garantía

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

1.3.9 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

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

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

2 Disposiciones facultativas

2.1 Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

2.1.1 El promotor

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

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

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

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la "Ley 9/2017. Ley de Contratos del Sector Público" y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

2.1.2 El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

2.1.3 El constructor o contratista

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

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

2.1.4 El director de obra

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

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

2.1.5 El director de la ejecución de la obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

2.1.6 Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquellas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

2.1.7 Los suministradores de productos

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

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

2.2 Agentes que intervienen en la obra

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

2.3 Agentes en materia de seguridad y salud

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

2.4 Agentes en materia de gestión de residuos

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

2.5 La dirección facultativa

La dirección facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la dirección facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

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

2.6 Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la dirección facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

2.7 Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación aplicable.

2.7.1 El promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones de este que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

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

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

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

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

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

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

2.7.2 El proyectista

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

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos

necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

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

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

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

2.7.3 El constructor o contratista

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

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

Definir y desarrollar un sistema de seguimiento, que permita comprobar la conformidad de la ejecución. Para ello, elaborará el plan de obra y el programa de autocontrol de la ejecución de la estructura, desarrollando el plan de control definido en el proyecto. El programa de autocontrol contemplará las particularidades concretas de la obra, relativas a medios, procesos y actividades, y se desarrollará el seguimiento de la ejecución de manera que permita comprobar la conformidad con las especificaciones del proyecto. Dicho programa será aprobado por la dirección facultativa antes del inicio de los trabajos.

Registrar los resultados de todas las comprobaciones realizadas en el autocontrol en un soporte, físico o electrónico, que estará a disposición de la dirección facultativa. Cada registro deberá estar firmado por la persona física que haya sido designada por el constructor para el autocontrol de cada actividad.

Mantener a disposición de la dirección facultativa un registro permanentemente actualizado, donde se reflejen las designaciones de las personas responsables de efectuar en cada momento el autocontrol relativo a cada proceso de ejecución. Una vez finalizada la construcción, dicho registro se incorporará a la documentación final de obra.

Definir un sistema de gestión de los acopios suficiente para conseguir la trazabilidad requerida de los productos y elementos que se colocan en la obra.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

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

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

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

Facilitar la labor de la dirección facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

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

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto,

procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la dirección facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la dirección facultativa.

Auxiliar al director de la ejecución de la obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Efectuar la inspección de cada fase de la estructura ejecutada, dejando constancia documental, al objeto de comprobar que se cumplen las especificaciones dimensionales del proyecto.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

2.7.4 La dirección facultativa

Constatar antes del inicio de la ejecución de cada parte de la obra, que existe un programa de control para los productos y para la ejecución, que haya sido redactado específicamente para la obra, conforme a lo indicado en el proyecto y la normativa de obligado cumplimiento. Cualquier incumplimiento de los requisitos previos establecidos, provocará el aplazamiento del inicio de la obra hasta que la dirección facultativa constate documentalmente que se ha subsanado la causa que dio origen al citado incumplimiento.

Aprobar el programa de control antes de iniciar las actividades de control en la obra, elaborado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, que tenga en cuenta el cronograma o plan de obra del constructor y su procedimiento de autocontrol.

Validar el control de recepción, velando para que los productos incorporados en la obra sean adecuados a su uso y cumplan con las especificaciones requeridas.

Verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE son conformes con las especificaciones indicadas en el proyecto y, en su defecto, en la normativa de obligado cumplimiento, ya que el marcado CE no garantiza su idoneidad para un uso concreto.

2.7.5 El director de obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se

le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conlleven una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

2.7.6 El director de la ejecución de la obra

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

- La Dirección inmediata de la Obra.
- Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o

rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

- Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.
- Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al director de obra o directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.
- Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de estos.
- Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.
- Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.
- Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.
- Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.
- Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de esta en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.
- Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.
- Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.
- Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.
- Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.
- Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente

competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

- Informar con prontitud a los directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.
- Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.
- Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.
- Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.
- Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el director de la ejecución de la obra, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

2.7.7 Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

Demostrar su independencia respecto al resto de los agentes involucrados en la obra. En consecuencia, previamente al inicio de la misma, entregarán a la propiedad una declaración firmada por la persona física que avale la referida independencia, de modo que la dirección facultativa pueda incorporarla a la documentación final de la obra.

Efectuar los ensayos pertinentes para comprobar la conformidad de los productos a su recepción en la obra, que serán encomendados a laboratorios independientes del resto de los agentes que intervienen en la obra y dispondrán de la capacidad suficiente.

Entregar los resultados de los ensayos al agente autor del encargo y, en todo caso, a la dirección facultativa, que irán acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas de la entrada de las muestras en el laboratorio y de la realización de los ensayos.

2.7.8 Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

Proporcionar, cuando proceda, un certificado final de suministro en el que se recojan los materiales o productos, de modo que se mantenga la necesaria trazabilidad de los materiales o productos certificados.

2.7.9 Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de estos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

2.8 Documentación final de obra: Libro del Edificio

De acuerdo a la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el {{Libro del Edificio}}, será entregada a los usuarios finales del edificio.

2.8.1 Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de estos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

3 Disposiciones Económicas

3.1 Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

3.2 Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el promotor y el contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la dirección facultativa (director de obra y director de ejecución de la obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la dirección facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del promotor.
- Presupuesto del contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la dirección facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

3.3 Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

3.4 Fianzas

El contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

3.4.1 Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

3.4.2 Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

3.4.3 Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el promotor, con la conformidad del director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.5 De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

3.5.1 Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

3.5.2 Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, se establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

3.5.3 Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

3.5.4 Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el promotor, por medio del director de obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al director de obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

3.5.5 Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

3.5.6 Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

3.5.7 De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el promotor y el contratista.

3.5.8 Acopio de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el contratista responsable de su guarda y conservación.

3.6 Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

3.7 Valoración y abono de los trabajos

3.7.1 Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (promotor y contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda este obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

3.7.2 Relaciones valoradas y certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el promotor y el contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el director de ejecución de la obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la dirección facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la dirección facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

3.7.3 Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el contratista, incluso con la autorización del director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la dirección facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.7.4 Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del contratista. Para ello, el director de obra indicará al contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

3.7.5 Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el promotor por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

3.7.6 Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo, y el director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

3.8 Indemnizaciones Mutuas

3.8.1 Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el promotor podrá imponer al contratista, con cargo

a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

3.8.2 Demora de los pagos por parte del promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

3.9 Varios

3.9.1 Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.9.2 Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

3.9.3 Seguro de las obras

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

3.9.4 Conservación de la obra

El contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

3.9.5 Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor

No podrá el contratista hacer uso de edificio o bienes del promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento de este.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

3.9.6 Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

3.10 Retenciones en concepto de garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

3.11 Plazos de ejecución: Planning de obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

3.12 Liquidación económica de las obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el promotor y el contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el promotor, el contratista, el director de obra y el

director de ejecución de la obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de estas a cargo del promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

3.13 Liquidación final de la obra

Entre el promotor y contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

4 Pliego de condiciones técnicas particulares

4.1 Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del director de la ejecución de la obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. . Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

Por parte del constructor o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del director de ejecución de la obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de estos. Notificará al director de ejecución de la obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el director de ejecución de la obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el director de ejecución de la obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del contratista.

El hecho de que el contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

4.1.1 Garantías de calidad (Marcado CE)

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones indicado en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

4.1.2 Hormigón estructural

Se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas. Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

4.1.3 Aceros para hormigón armado

4.1.3.1 Aceros corrugados

Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

4.1.3.2 Mallas electrosoldadas

Las mallas se deben transportar protegidas adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

4.1.4 Aceros para estructuras metálicas

4.1.4.1 Aceros en perfiles laminados

Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).

Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.

Se verificará que las piezas de acero que lleguen a obra acabadas con imprimación antioxidante tengan una preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y hayan recibido en taller dos manos de imprimación anticorrosiva, libre de plomo y de cromados, con un espesor mínimo de película seca de 35 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura.

Se verificará que las piezas de acero que lleguen a obra con acabado galvanizado tengan el recubrimiento de zinc homogéneo y continuo en toda su superficie, y no se aprecien grietas, exfoliaciones, ni desprendimientos en el mismo.

4.1.5 Morteros

El conglomerante (cal o cemento) se debe suministrar:

- En sacos de papel o plástico, adecuados para que su contenido no sufra alteración.
- O a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.
- La arena se debe suministrar a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.
- El agua se debe suministrar desde la red de agua potable.

Ensayos:

- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.6 Conglomerantes

4.1.6.1 Yesos y escayolas para revestimientos continuos

Los yesos y escayolas se deben suministrar a granel o ensacados, con medios adecuados para que no sufran alteración.

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.7 Materiales cerámicos

4.1.7.1 Ladrillos cerámicos para revestir

- Los ladrillos se deben suministrar empaquetados y sobre palets.
- Los paquetes no deben ser totalmente herméticos, para permitir la absorción de la humedad ambiente.
- La descarga se debe realizar directamente en las plantas del edificio, situando los palets cerca de los pilares de la estructura.
- Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

4.1.7.2 Baldosas cerámicas

Las baldosas se deben suministrar empaquetadas en cajas, de manera que no se alteren sus características.

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.7.3 Adhesivos para baldosas cerámicas

Los adhesivos se deben suministrar en sacos de papel paletizados.

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.7.4 Material de rejuntado para baldosas cerámicas

El material de rejuntado se debe suministrar en sacos de papel paletizados.

Este material debe estar marcado claramente en los embalajes y/o en la documentación técnica del producto, como mínimo con la siguiente información:

- Nombre del producto.
- Marca del fabricante y lugar de origen.
- Fecha y código de producción, caducidad y condiciones de almacenaje.

- Número de la norma y fecha de publicación.
- Identificación normalizada del producto.
- Instrucciones de uso (proporciones de mezcla, tiempo de maduración, vida útil, modo de aplicación, tiempo hasta la limpieza, tiempo hasta permitir su uso, ámbito de aplicación, etc.).

4.1.8 Forjados

4.1.8.1 Elementos resistentes prefabricados de hormigón armado para forjados

Los elementos prefabricados se deben apoyar sobre las cajas del camión de forma que no se introduzcan esfuerzos en los elementos no contemplados en el proyecto.

La carga deberá estar atada para evitar movimientos indeseados de la misma.

Las piezas deberán estar separadas mediante los dispositivos adecuados para evitar impactos entre las mismas durante el transporte.

En el caso de que el transporte se efectúe en edades muy tempranas del elemento, deberá evitarse su desecación durante el mismo.

Para su descarga y manipulación en la obra se deben emplear los medios de descarga adecuados a las dimensiones y peso del elemento, cuidando especialmente que no se produzcan pérdidas de alineación o verticalidad que pudieran producir tensiones inadmisibles en el mismo.

4.1.9 Piedras naturales

Las piedras se deben limpiar antes de embalar. Se deben suministrar en palets de madera y protegidas con plástico. El embalaje debe proporcionar una protección adecuada, sólida y duradera de las piedras embaladas. Se evitará el movimiento de las piedras en el interior del embalaje, asegurando cada pieza individualmente. El embalaje debe tener la masa y las dimensiones adecuadas, teniendo en cuenta los medios de transporte y de elevación de cargas; se debe señalar la parte superior y la inferior del embalaje, así como las posibilidades de apilamiento. Si se emplean flejes metálicos en el embalaje, éstos deben ser resistentes a la corrosión. Las superficies pulidas sensibles se deben proteger con los medios adecuados.

4.1.10 Sistemas de placas

4.1.10.1 Placas de yeso laminado

Las placas se deben suministrar apareadas y embaladas con un film estirable, en paquetes paletizados.

Durante su transporte se sujetarán debidamente, colocando cantoneras en los cantos de las placas por donde pase la cinta de sujeción.

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Cada palet irá identificado, en su parte inferior izquierda, con una etiqueta colocada entre el plástico y las placas, donde figure toda la información referente a dimensiones, tipo y características del producto.

Las placas de yeso laminado llevarán impreso en la cara oculta:

- Datos de fabricación: año, mes, día y hora.
- Tipo de placa.
- Norma de control.
- En el canto de cada una de las placas constará la fecha de fabricación.

4.1.10.2 Perfiles metálicos para placas

Los perfiles se deben transportar de forma que se garantice la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción del material. Para ello se recomienda:

- Mantener intacto el empaquetamiento de los perfiles hasta su uso.
- Los perfiles se solapan enfrentados de dos en dos protegiendo la parte más delicada del perfil y facilitando su manejo. Éstos a su vez se agrupan en pequeños paquetes sin envoltorio sujetos con flejes de plástico.
- Para el suministro en obra de este material se agrupan varios paquetes de perfiles con flejes metálicos. El fleje metálico llevará cantoneras protectoras en la parte superior para evitar deteriorar los perfiles y en la parte inferior se colocarán listones de madera para facilitar su manejo, que actúan a modo de palet.
- La perfilería metálica es una carga ligera e inestable. Por tanto, se colocarán como mínimo de 2 a 3 flejes metálicos para garantizar una mayor sujeción, sobre todo en caso de que la carga vaya a ser remontada. La sujeción del material debe asegurar la estabilidad del perfil, sin dañar su rectitud.
- No es aconsejable remontar muchos palets en el transporte, cuatro o cinco como máximo dependiendo del tipo de producto.

Debe estar provisto del marcado CE y la comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.10.3 Pastas para placas de yeso laminado

Las pastas que se presentan en polvo se deben suministrar en sacos de papel de entre 5 y 20 kg, paletizados a razón de 1000 kg por palet retractilado.

Las pastas que se presentan como tal se deben suministrar en envases de plástico de entre 7 y 20 kg, paletizados a razón de 800 kg por palet retractilado

Debe estar provisto del marcado CE y la comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.11 Aislantes e impermeabilizantes

4.1.11.1 Aislantes conformados en planchas rígidas

Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles, envueltos en films plásticos. Los paneles se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.

En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

Debe estar provisto del marcado CE y la comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.11.2 Aislantes de lana mineral

Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles enrollados o mantas, envueltos en films plásticos.

Los paneles o mantas se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.

En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

Se procurará no aplicar pesos elevados sobre los mismos, para evitar su deterioro.

Debe estar provisto del marcado CE y la comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.11.3 Láminas bituminosas

Las láminas se deben transportar preferentemente en palets retractilados y, en caso de pequeños acopios, en rollos sueltos.

Cada rollo contendrá una sola pieza o como máximo dos. Sólo se aceptarán dos piezas en el 3% de los rollos de cada partida y no se aceptará ninguno que contenga más de dos piezas. Los rollos irán protegidos. Se procurará no aplicar pesos elevados sobre los mismos para evitar su deterioro.

Debe estar provisto del marcado CE y la comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.12 Carpintería y cerrajería

4.1.12.1 Ventanas y balconeras

Las ventanas y balconeras deben ser suministradas con las protecciones necesarias para que lleguen a la obra en las condiciones exigidas y con el escuadrado previsto.

Debe estar provisto del marcado CE y la comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.12.2 Puertas de madera

Las puertas se deben suministrar protegidas, de manera que no se alteren sus características.

El suministrador facilitará la documentación que se relaciona a continuación:

- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

4.1.13 Vidrios

Los vidrios se deben transportar en grupos de 40 cm de espesor máximo y sobre material no duro.

Los vidrios se deben entregar con corchos intercalados, de forma que haya aireación entre ellos durante el transporte.

Debe estar provisto del marcado CE y la comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.14 Instalaciones

4.1.14.1 Canalones y bajantes de PVC-U

Los tubos se deben suministrar a pie de obra en camiones, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.

Los tubos se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.

Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.

Se debe evitar la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.

Los canalones, tubos y accesorios deben estar marcados al menos una vez por elemento con:

- Los caracteres correspondientes a la designación normalizada.
- La trazabilidad del tubo (información facilitada por el fabricante que indique la fecha de fabricación, en cifras o en código, y un número o código indicativo de la factoría de fabricación en caso de existir más de una).
- Los caracteres de marcado deben estar etiquetados, impresos o grabados directamente sobre el elemento de forma que sean legibles después de su almacenamiento, exposición a la intemperie, instalación y puesta en obra.
- El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defecto que influya desfavorablemente sobre la aptitud al uso del elemento.
- Se considerará aceptable un marcado por grabado que reduzca el espesor de la pared menos de 0,25 mm, siempre que no se infrinjan las limitaciones de tolerancias en espesor.
- Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información debe ser diferente al color base del elemento.
- El tamaño del marcado debe ser fácilmente legible sin aumento.
- Los elementos certificados por una tercera parte pueden estar marcados en consecuencia.

4.1.14.2 Tubos de polietileno

Los tubos se deben suministrar a pie de obra en camiones, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.

Los tubos se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.

Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.

Se debe evitar la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.

Cuando los tubos se suministren en rollos, se deben colocar de forma horizontal en la base del camión, o encima de los tubos suministrados en barras si los hubiera, cuidando de evitar su aplastamiento.

Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición.

Los tubos y accesorios deben descargarse cuidadosamente.

4.1.14.3 Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC)

Los tubos se deben suministrar a pie de obra en camiones, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.

Los tubos se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.

Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.

Se debe evitar la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.

Cuando los tubos se suministren en rollos, se deben colocar de forma horizontal en la base del camión, o encima de los tubos suministrados en barras si los hubiera, cuidando de evitar su aplastamiento.

Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición.

Los tubos y accesorios deben descargarse cuidadosamente.

4.1.14.4 Tubos de cobre

Los tubos se suministran en barras y en rollos:

- En barras: estos tubos se suministran en estado duro en longitudes de 5 m.
- En rollos: los tubos recocidos se obtienen a partir de los duros por medio de un tratamiento térmico; los tubos en rollos se suministran hasta un diámetro exterior de 22 mm, siempre en longitud de 50 m; se pueden solicitar rollos con cromado exterior para instalaciones vistas.

Documentación de los suministros:

- Los tubos de $DN \geq 10$ mm y $DN \leq 54$ mm deben estar marcados, indeleblemente, a intervalos menores de 600 mm a lo largo de una generatriz, con la designación normalizada.

- Los tubos de $DN > 6$ mm y $DN < 10$ mm, o $DN > 54$ mm deben estar marcados de idéntica manera al menos en los 2 extremos.

4.1.14.5 Tubos de acero

Los tubos se deben suministrar protegidos, de manera que no se alteren sus características.

Debe estar provisto del marcado CE y la comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

4.1.14.6 Grifería sanitaria

Se suministrarán en bolsa de plástico dentro de caja protectora.

Este material debe estar marcado de manera permanente y legible con:

- Para grifos convencionales de sistema de Tipo 1
 - El nombre o identificación del fabricante sobre el cuerpo o el órgano de maniobra.
 - El nombre o identificación del fabricante en la montura.
 - Los códigos de las clases de nivel acústico y del caudal (el marcado de caudal sólo es exigible si el grifo está dotado de un regulador de chorro intercambiable).
- Para los mezcladores termostáticos
 - El nombre o identificación del fabricante sobre el cuerpo o el órgano de maniobra.
 - Las letras LP (baja presión).
- Los dispositivos de control de los grifos deben identificar:
 - Para el agua fría, el color azul, o la palabra, o la primera letra de fría.
 - Para el agua caliente, el color rojo, o la palabra, o la primera letra de caliente.
- Los dispositivos de control de los mezcladores termostáticos deben llevar marcada una escala graduada o símbolos para control de la temperatura.

4.1.14.7 Aparatos sanitarios cerámicos

Durante el transporte las superficies se protegerán adecuadamente.

Este material dispondrá de los siguientes datos:

- Una etiqueta con el nombre o identificación del fabricante.
- Las instrucciones para su instalación.

4.1.15 Varios

4.1.15.1 Tableros para encofrar

Los tableros se deben transportar convenientemente empaquetados, de modo que se eviten las situaciones de riesgo por caída de algún elemento durante el trayecto.

Cada paquete estará compuesto por 100 unidades aproximadamente.

El suministrador facilitará la documentación que se relaciona a continuación:

- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.

- Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

4.1.15.2 Sopandas, portasopandas y basculantes.

Las sopandas, portasopandas y basculantes se deben transportar convenientemente empaquetados, de modo que se eviten las situaciones de riesgo por caída de algún elemento durante el trayecto.

Las sopandas y portasopandas se deben transportar en paquetes con forma de cilindros de aproximadamente un metro de diámetro.

Los basculantes se deben transportar en los mismos palets en que se suministran.

El suministrador facilitará la documentación que se relaciona a continuación:

- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022



Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

IV. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Capítulo	Importe (€)
1 Actuaciones previas	2.966,40
2 Acondicionamiento del terreno	56.279,43
3 Cimentaciones	28.565,44
4 Estructuras	88.365,73
5 Fachadas y particiones	22.786,74
6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	16.675,71
7 Remates y ayudas	7.276,68
8 Instalaciones	86.086,91
9 Aislamientos e impermeabilizaciones	51.191,79
10 Cubiertas	49.759,40
11 Revestimientos y trasdosados	35.237,11
12 Señalización y equipamiento	3.146,22
13 Urbanización interior de la parcela	1.076,65
14 Gestión de residuos	1.496,31
15 Control de calidad y ensayos	63,49
16 Seguridad y salud	11.173,90
Presupuesto de ejecución material (PEM)	462.147,91
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	462.147,91
21% IVA	97.051,06
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	559.198,97

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

Presupuesto parcial nº 1 Actuaciones previas

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1.- Andamios y maquinaria de elevación					
1.1.1	Ud	Alquiler, durante 10 días naturales, de torre de trabajo móvil, con plataforma de trabajo de 3x1 m ² , situada a una altura de 3 m, formada por estructura tubular de acero galvanizado en caliente de 48,3 mm y 3,2 mm de espesor, preparada para soportar una carga de 2,0 kN/m ² uniformemente distribuida sobre la plataforma y una carga puntual de 1,5 kN.	3,000	67,30	201,90
1.1.2	Ud	Alquiler diario de plataforma elevadora de tijera, motor diésel, de 10 m de altura máxima de trabajo. Criterio de valoración económica: El precio incluye el mantenimiento y el seguro de responsabilidad civil.	30,000	85,74	2.572,20
1.2.- Protecciones provisionales					
1.2.1	m ²	Protección de aceras y de bordillos existentes que pudieran verse afectados por el paso de vehículos durante los trabajos, mediante extendido de lámina separadora de polietileno, con una masa superficial de 230 g/m ² y posterior vertido de hormigón en masa en formación de solera de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión.	10,000	19,23	192,30
Total presupuesto parcial nº 1 Actuaciones previas:					2.966,40

Presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1.- Movimiento de tierras en edificación					
2.1.1	m ³	Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	192,010	6,60	1.267,27
2.2.- Red de saneamiento horizontal					
2.2.1	Ud	Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 60x60x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/X0+XA2 de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores meffíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.	3,000	222,70	668,10
2.2.2	Ud	Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 60x60x75 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/X0+XA2 de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores meffíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.	1,000	258,07	258,07
2.2.3	Ud	Incluye: Replanteo. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Formación de la obra de fábrica con ladrillos, previamente humedecidos, colocados con mortero. Conexión de los colectores a la arqueta. Relleno de hormigón para formación de pendientes. Enfoscado y bruñido con mortero, redondeando los ángulos del fondo y de las paredes interiores de la arqueta. Colocación del colector de conexión de PVC en el fondo de la arqueta. Realización del cierre hermético y colocación de la tapa y los accesorios.	1,000	377,2	377,28
2.2.4	Ud	Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 100x100x125 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/X0+XA2 de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores meffíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.	1,000	539,17	539,17

Presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.2.5	Ud	Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 125x125x150 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/X0+XA2 de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.	3,000	730,31	2.190,93
2.2.6	m	Acometida general de saneamiento, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 200 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC y hormigón en masa HM-20/P/20/X0 para la posterior reposición del firme existente.	2,710	79,99	216,77
2.2.7	Ud	Conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio a través de pozo de registro. Incluso junta flexible para el empalme de la acometida y mortero de cemento para repaso y bruñido en el interior del pozo.	1,000	199,32	199,32
2.2.8	m	Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m ² , de 160 mm de diámetro exterior, con junta elástica, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios, registros, uniones, piezas especiales y lubricante para montaje.	134,260	24,30	3.262,52
2.4.- Nivelación					
2.4.1	m ²	Encachado en caja para base de solera de 20 cm de espesor, mediante relleno y extendido en tongadas de espesor no superior a 20 cm de gravas procedentes de cantera caliza de 40/80 mm; y posterior compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante, sobre la explanada homogénea y nivelada.	1.250,000	9,89	12.362,50

Presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.4.2	m ²	Solera de hormigón en masa de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.	1.250,000	26,71	33.387,50
2.5.- Mejoras del terreno					
2.5.1	m ²	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.	1.250,000	1,24	1.550,00
Total presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno:					56.279,43

Presupuesto parcial nº 3 Cimentaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.7.- Arriostramientos					
3.7.1	m ³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m ³ . Incluso alambre de atar, y separadores.	15,310	209,86	3.212,96
3.7.2	m ³	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.	3,560	76,78	273,34
3.7.3	kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en viga entre zapatas. Incluso alambre de atar y separadores.	1.362,090	1,94	2.642,45
3.11.- Hormigones, aceros y encofrados					
3.11.1	m ³	Hormigón para armar en zapatas de cimentación, HA-25/F/20/XC2, fabricado en central, y vertido desde camión.	158,020	99,99	15.800,42
3.11.2	m ³	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.	15,130	76,78	1.161,68
3.11.3	kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en zapata de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores.	2.959,240	1,85	5.474,59
Total presupuesto parcial nº 3 Cimentaciones:					28.565,44

Presupuesto parcial nº 4 Estructuras

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1.- Acero					
4.1.1	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.	7.552,000	3,06	23.109,12
4.1.2	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.	7.190,760	2,38	17.114,01
4.1.3	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.	1.413,310	2,38	3.363,68
4.1.4	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.	1.331,930	2,38	3.169,99
4.1.5	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.	10.381,370	2,31	23.980,96
4.1.6	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.	1.135,820	2,31	2.623,74
4.1.7	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.	440,880	2,43	1.071,34
4.1.8	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x450 mm y espesor 20 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 SD de 20 mm de diámetro y 55 cm de longitud total.	4,000	113,89	455,56
4.1.9	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x450 mm y espesor 20 mm, con 8 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 SD de 25 mm de diámetro y 55 cm de longitud total.	18,000	143,23	2.578,14
4.1.10	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central biselado, de 200x300 mm y espesor 20 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 SD de 12 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.			236,28
			6,000	39,38	

Presupuesto parcial nº 4 Estructuras

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1.11	Ud	Varilla roscada con tuerca y arandela de acero galvanizado calidad 5.8, según UNE-EN ISO 898-1, de 8 mm de diámetro y 110 mm de longitud.	270,660	1,71	462,83
4.- Hormigón armado					
4.4.1	m ²	Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado, vigas y pilares de 0,173 m ³ /m ² , y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m ² , compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PILARES: con altura libre de hasta 3 m, con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	90,740	112,41	10.200,08
Total presupuesto parcial nº 4 Estructuras:					88.365,73

Presupuesto parcial nº 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
5.4.- Fábrica no estructural					
5.4.1	m ²	Hoja de partición interior, de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11x7 cm, con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.	50,000	33,22	1.661,00
5.4.2	m ²	Hoja de partición interior, de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11x7 cm, con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.	68,230	21,62	1.475,13
5.12.- Fachadas pesadas					
5.12.1	m ²	Cerramiento de fachada formado por paneles alveolares prefabricados de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado liso, de color gris, dispuestos en posición horizontal.	809,000	24,29	19.650,61
Total presupuesto parcial nº 5 Fachadas y particiones:					22.786,74

Presupuesto parcial nº 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.1.- Carpintería					
6.1.1	Ud	Ventana de aluminio, gama media, con rotura de puente térmico, dos hojas correderas, dimensiones 2200x1100 mm, acabado lacado color blanco con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 33 mm y marco de 60 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 4,0 W/(m ² K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 7A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, con cerradura de seguridad, sin premarco y con persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la persiana. El precio no incluye el cajón de persiana. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería. Incluye: Ajuste final de las hojas. Sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	2,000	543,31	1.086,62
6.3.- Puertas interiores					
6.3.1	Ud	Puerta interior abatible de una hoja de 38 mm de espesor, 900x1945 mm de luz y altura de paso, acabado galvanizado formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor con rejillas de ventilación troqueladas en la parte superior e inferior, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre marco de acero galvanizado de 1 mm de espesor, sin premarco. Incluso patillas de anclaje para la fijación del marco al paramento.	4,000	110,84	443,36
6.3.2	Ud	Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, barnizada en taller, con plafones de forma recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm en ambas caras. Incluso, bisagras, herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo largo de latón, color negro, acabado brillante, serie básica.	2,000	258,95	517,90
6.7.- Puertas cortafuegos					
6.7.1	Ud	Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 60-C5, de una hoja, 1100x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, con cierrapuertas para uso moderado.	1,000	590,27	590,27
6.11.- Puertas de uso industrial					
6.11.1	m2	2 Uds: Puerta Industrial aplicable de apertura rápida 6x5 metros cuadrados	60,000	212,28	12.736,80

Presupuesto parcial nº 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.14.- Vidrios					
6.14.1	m ²	Doble acristalamiento Guardian Select "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/16/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 24 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte.	2,000	45,52	91,04
6.14.2	m ²	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 4+4/12/4 LOW.S, conjunto formado por vidrio exterior SONOR (laminar acústico) 4+4 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior LOW.S 4 mm; 24 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte.	2,000	150,32	300,64
6.15.- Protecciones solares					
6.15.1	Ud	Persiana enrollable de lamas de aluminio perfilado, de 45 mm de altura, acabado blanco, equipada con eje de 60 mm de diámetro, discos, cápsulas, lama de remate y todos sus accesorios, con cajón incorporado (monoblock), y testereros, de fácil extracción, de 155x165 mm, de PVC acabado estándar y guías de persiana modelo de PVC, acabado blanco estándar; con permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207 y transmitancia térmica 1,2 W/(m ² K); colocado en taller encima de la carpintería de 2200x1100 mm; accionamiento manual mediante cinta y recogedor.	4,000	227,27	909,08
Total presupuesto parcial nº 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares:					16.675,71

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
7.2.- Ayudas de albañilería					
7.2.1	m ²	Repercusión por m ² de superficie construida de obra, de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de fontanería formada por: acometida, tubo de alimentación, batería de contadores, grupo de presión, depósito, montantes, instalación interior, cualquier otro elemento componente de la instalación, accesorios y piezas especiales, con un grado de complejidad medio, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para la correcta ejecución de los trabajos.	1.235,430	5,89	7.276,68
Total presupuesto parcial nº 7 Remates y ayudas:					7.276,68

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.3.- Calefacción, climatización y A.C.S.					
8.3.1	m ²	Conducto rectangular para la distribución de aire climatizado formado por panel rígido de alta densidad de lana de vidrio Climaver Plus R "ISOVER", según UNE-EN 14303, de 25 mm de espesor, revestido por ambas caras por aluminio (exterior: aluminio + malla de fibra de vidrio + kraft; interior: aluminio + kraft), con el canto macho rebordeado por el complejo interior del conducto, resistencia térmica 0,78 m ² K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK). Incluso codos, derivaciones, sellado de uniones con cola Climaver, embocaduras, soportes metálicos galvanizados, elementos de fijación, sellado de tramos con cinta Climaver de aluminio, accesorios de montaje y piezas especiales.	16,440	38,80	637,87
8.3.2	Ud	Difusor cuadrado de aluminio extruido, anodizado color plata, gama AirQ, DFCU225AX "AIRZONE", fijación mediante puente de montaje, para instalar en alturas de hasta 2,7 m. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación.	4,000	49,67	198,68
8.3.3	m	Línea frigorífica doble realizada con tubería flexible de cobre sin soldadura, formada por un tubo para líquido de 1/4" de diámetro y 0,8 mm de espesor con aislamiento de 9 mm de espesor y un tubo para gas de 1/2" de diámetro y 0,8 mm de espesor con aislamiento de 10 mm de espesor, teniendo el cobre un contenido de aceite residual inferior a 4 mg/m y siendo el aislamiento de coquilla flexible de espuma elastomérica con revestimiento superficial de película de polietileno, para una temperatura de trabajo entre -45 y 100°C, suministrada en rollo, para conexión entre las unidades interior y exterior.	6,960	17,09	118,95
8.3.4	Ud	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., modelo Elacell Excellence 4000 ES 080 6 JU EDWVB "JUNKERS", instalación mural vertical, resistencia blindada, capacidad 75 l, potencia 2 kW, eficiencia energética clase B, perfil de consumo M, de 823 mm de altura y 457 mm de diámetro, peso 20 kg, con panel de mandos con display digital con indicación de la potencia y de código de avería, función Smart que adapta el funcionamiento del termo al estilo de vida del usuario para optimizar el consumo de energía y modo vacaciones. Incluso soporte y anclajes de fijación, válvula de seguridad antirretorno, llaves de corte de esfera, latiguillos flexibles, tanto en la entrada de agua como en la salida. Totalmente montado, conexionado y probado.			360,69
			1,000	360,69	

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.3.5	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, con distribución por conducto rectangular, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-M16U2DVG-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 780 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja en refrigeración: 35/24 dBA, potencia calorífica nominal 5,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), caudal de aire en calefacción 780 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja en calefacción: 35/25 dBA, presión estática mínima/máxima: 10/45 Pa, dimensiones 210x900x450 mm, peso 19 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 1/2", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4", con filtro de aire RNB-CRKM16GDV-E y mando a distancia inalámbrico y receptor de infrarrojos. Incluso elementos para suspensión del techo.	1,000	1.214,46	1.214,46
8.3.6	Ud	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 2x1, para gas R-32, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-2M18U2AVG-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 5,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), potencia frigorífica mínima/máxima: 1,7/6,2 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 1,34 kW, EER 3,88, SEER 6,9 (clase A++), potencia calorífica nominal 5,6 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), potencia calorífica mínima/máxima: 1,3/7,5 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 1,19 kW, COP 4,1, SCOP 4,6 (clase A++), con capacidad de conexión de hasta 2 unidades interiores, compresor tipo Twin Rotary, con tecnología Inverter, caudal de aire 2107 m³/h, presión sonora en refrigeración 47 dBA, presión sonora en calefacción 50 dBA, potencia sonora en refrigeración 60 dBA, potencia sonora en calefacción 63 dBA, dimensiones 630x800x300 mm, peso 45 kg, diámetro de conexión de las tuberías de gas 3/8", diámetro de conexión de las tuberías de líquido 1/4", longitud máxima de tubería 20 m, diferencia máxima de altura entre la unidad exterior y la unidad interior 10 m. Incluso elementos antivibratorios de suelo.	1,000	1.614,07	1.614,07
8.5.- Eléctricas					
8.5.1	Ud	Componentes para la red eléctrica de distribución interior de uso industrial: mecanismos gama básica con tecla o tapa y marco de color blanco y embellecedor de color blanco y monobloc de superficie (IP55); cajas de empotrar con tornillos de fijación, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montados, conexionados y probados.	1,000	307,15	307,15

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.5.2	Ud	Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio compuesta por 150 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm, 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares de hormigón a conectar. Incluso, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba.	1,000	826,83	826,83
8.5.3	Ud	Red de equipotencialidad en cuarto húmedo mediante conductor rígido de cobre de 4 mm ² de sección, conectando a tierra todas las canalizaciones metálicas existentes y todos los elementos conductores que resulten accesibles mediante abrazaderas de latón. Incluso cajas de empalmes y regletas. Totalmente montada, conexionada y probada.	2,000	46,28	92,56
8.5.4	m	Canalización de tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor. Instalación fija en superficie. Incluso accesorios y piezas especiales.	726,800	3,57	2.594,68
8.5.5	m	Canalización de tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor. Instalación fija en superficie. Incluso accesorios y piezas especiales.	445,160	3,65	1.624,83
8.5.6	m	Canalización de tubo de PVC, serie B, de 40 mm de diámetro y 3 mm de espesor. Instalación fija en superficie. Incluso accesorios y piezas especiales.	0,530	4,18	2,22
8.5.7	m	Canalización de tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3 mm de espesor. Instalación fija en superficie. Incluso accesorios y piezas especiales.	0,440	7,27	3,20
8.5.8	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	0,880	6,13	5,39
8.5.9	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	1,320	11,19	14,77
8.5.10	m	Cable multipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G1,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	405,880	1,85	750,88
8.5.11	m	Cable multipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	143,900	2,54	365,51

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.5.12	m	Cable multipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	511,590	3,62	1.851,96
8.5.13	m	Cable multipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	134,880	3,80	512,54
8.5.14	m	Cable multipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	112,760	21,48	2.422,08
8.5.15	m	Cable multipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G25 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	0,530	31,81	16,86
8.5.16	m	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	1,940	2,80	5,43
8.5.17	Ud	Suministro e instalación en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local, de caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea	1,000	1.199,66	1.199,66
8.5.18	Ud	Cuadro secundario Subcuadro Cuadro de uso industrial 1.1 formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento de dispositivos individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación.	1,000	1.509,95	1.509,95
8.5.19	Ud	Cuadro de uso industrial formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) (no incluido en este precio) en compartimento independiente y precintable, 1 interruptor general automático (IGA) tetrapolar (4P) y otros dispositivos generales e individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación.	1,000	2.309,49	2.309,49
8.5.20	Ud	Componentes para la red eléctrica de distribución interior de subcuadro: cajas de derivación con tapas y regletas de conexión. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montados, conexionados y probados.	1,000	27,36	27,36

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.7.- Fontanería					
8.7.1	Ud	Acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 5,25 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de de diámetro con mando de cuadradillo colocada mediante unión, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/X0 de 15 cm de espesor. Incluso hormigón en masa HM-20/P/20/X0 para la posterior reposición del firme existente, accesorios y piezas especiales.	1,000	303,79	303,79
8.7.2	Ud	Alimentación de agua potable, de 0,61 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, serie M, de 3/4" DN 20 mm de diámetro y 2,6 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso protección de la tubería metálica con cinta anticorrosiva, accesorios y piezas especiales.	1,000	17,23	17,23
8.7.3	Ud	Preinstalación de contador general de agua 1 1/4" DN 32 mm, colocado en hornacina, conectado al ramal de acometida y al tubo de alimentación, formada por llave de corte general de compuerta de latón fundido; grifo de comprobación; filtro retenedor de residuos; válvula de retención de latón y llave de salida de compuerta de latón fundido. Incluso marco y tapa de fundición dúctil para registro y material auxiliar.	1,000	118,22	118,22
8.7.4	m	Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 10/12 mm de diámetro. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	29,530	10,97	323,94
8.7.5	m	Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	2,680	11,59	31,06
8.7.6	m	Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 16/18 mm de diámetro. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	0,200	13,11	2,62

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.7.7	m	Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 20/22 mm de diámetro. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	20,660	15,00	309,90
8.7.8	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	6,000	13,58	81,48
8.7.9	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	1,000	13,62	13,62
8.7.10	Ud	Recibido de plato de ducha de cualquier medida, mediante formación de meseta de elevación con ladrillo cerámico hueco sencillo, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5.	2,000	79,39	158,78
8.8.- Fotovoltaica					
8.8.5	Ud	Inversor trifásico Riello RS 20.0 T, potencia máxima de entrada 20 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 260 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 20 kW, potencia máxima de salida 10 kVA, eficiencia máxima 98,2%, dimensiones 460x176x497 mm, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	2,000	2.935,00	5.870,00
8.8.6	Ud	Módulo solar fotovoltaico LONGI LR4-72 HPH 450W, de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 450 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 41,5V, intensidad a máxima potencia (Imp) 10,85 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,3 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 11,6 A, eficiencia 20,7%, 144 células de 182x182 mm, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2094x1038x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m ² , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m ² , peso 23,3 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.	130,000	213,00	27.690,00
8.8.7	Ud	Cuadro de protección AMB STC8 100A sin monitorización, hasta 8 entradas (8 fusibles para positivo y 8 para negativo), con bases portafusibles y fusibles de protección de positivo y negativo de 16A > I _{dc} = 11,6 A, con protección de fusible. 4 magnetotérmicos de 40 A cada uno Salida con seccionador hasta 1000Vdc y 100A, sin contacto auxiliar de estado. Montado en caja de dimensiones 380x760x225mm, IP55. Entradas y salidas con prensaestopas. Con protector contra sobretensiones de continua clase 2 hasta 1000Vdc, sin contacto auxiliar.	1,000	453,75	453,75
8.8.8	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C.	2,000	137,84	275,68
8.8.9	Ud	Interruptor diferencial selectivo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 80 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 10 kA, clase AC.	1,000	773,59	773,59
8.8.10	Ud	Relé diferencial electrónico, de 3 módulos, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 ó 0,5 A, ajuste del tiempo de disparo de 0,02 ó 0,5 s, con transformador toroidal cerrado para relé diferencial, de 28 mm de diámetro útil para el paso de cables.	1,000	303,25	303,25

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.8.11	UDs	Estructura Cubierta Metálica 5 paneles KH915 es un tipo de estructura para poder situar los paneles solares sobre una superficie de cubierta metálica o panel de sandwich. Para el anclaje de los paneles a la Estructura Cubierta Metálica 5 paneles KH915, se incluyen los presores laterales y centrales para que queden bien sujetos.	26,000	242,64	6.308,64
8.8.12	m	Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. RV-K: positivo 206m RV-K: negativo 206m	412,000	1,35	556,20
8.9.- Iluminación					
8.9.1	Ud	Luminaria cuadrada de techo Downlight, de 232x232x115 mm, para 2 lámparas fluorescentes TC-TEL de 42 W; con cerco exterior y cuerpo interior de policarbonato inyectado, de color blanco; reflector metalizado y balasto electrónico; protección IP20 y aislamiento clase F. Instalación empotrada. Incluso lámparas.	2,000	137,09	274,18
8.9.2	Ud	Luminaria industrial suspendida tipo Downlight, de 490 mm de diámetro y 480 mm de altura, para lámpara de vapor de mercurio elipsoidal HME de 250 W, con cuerpo de aluminio extruido, acabado lacado, de color azul, con equipo de encendido magnético; grado de protección IP20; reflector de aluminio. Incluso lámparas.	35,000	170,15	5.955,25
8.9.3	Ud	Luminaria cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%; cuerpo de luminaria de chapa de acero acabado termoesmaltado de color blanco; óptica formada por lamina longitudinales y transversales parabólicas de chapa de acero acabado termoesmaltado de color blanco; balasto electrónico; protección IP20 y aislamiento clase F. Instalación empotrada. Incluso lámparas.	1,000	173,50	173,50
8.9.4	Ud	Luminaria cuadrada modular, de 596x596x91 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, con cuerpo de luminaria de chapa de acero acabado lacado, de color blanco y lamina transversales estriadas; reflector de aluminio, acabado brillante; balasto electrónico; protección IP20 y aislamiento clase F. Instalación empotrada. Incluso lámparas.	6,000	165,65	993,90
8.9.5	Ud	Plafón de 350 mm de diámetro y 70 mm de altura, con lámpara LED no reemplazable de 12 W, temperatura de color 3000 K, flujo luminoso 1200 lúmenes, grado de protección IP65. Instalación en superficie. Incluso lámparas.	1,000	129,66	129,66
8.10.- Contra incendios					
8.10.1	Ud	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 100 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h.	15,000	49,10	736,50
8.10.2	Ud	Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.	13,000	12,39	161,07

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.10.3	Ud	Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h.	13,000	139,88	1.818,44
8.10.4	Ud	Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.	4,000	15,79	63,16
8.10.5	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.	10,000	47,60	476,00
8.10.6	Ud	Sistema de detección y alarma de incendios, convencional, formado por central de detección automática de incendios con una capacidad máxima de 2 zonas de detección, 22 detectores ópticos de humos, 3 pulsadores de alarma con señalización luminosa tipo rearmable y tapa de plástico basculante, sirena interior con señal acústica y canalización de protección de cableado fija en superficie formada por tubo de PVC rígido, blindado, enchufable, de color negro, con IP547. Incluso cable no propagador de la llama libre de halógenos, elementos de fijación y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación.	1,000	4.646,87	4.646,87
8.11.- Protección frente al rayo					
8.11.1	Ud	Sistema interno de protección contra sobretensiones, formado por 6 protectores contra sobretensiones: 1 protector contra sobretensiones transitorias, tipo 1 + 2 (ondas de 10/350 µs y 8/20 µs), con led indicador de final de vida útil, tetrapolar (3P+N), tensión nominal 230/400 V, resistencia a la corriente de impulso de onda 10/350 µs (limp) 30 kA, intensidad máxima de descarga 65 kA, intensidad nominal de descarga 40 kA, nivel de protección 1,5 kV, para la línea trifásica de suministro eléctrico colocado dentro del cuadro principal, 1 protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2 + 3 (onda combinada de 1,2/50 µs y 8/20 µs), con led indicador de final de vida útil, tetrapolar (3P+N), tensión nominal 230/400 V, intensidad máxima de descarga 30 kA, intensidad nominal de descarga 10 kA, tensión en circuito abierto con onda combinada 6 kV, nivel de protección 0,9 kV, para la línea trifásica de suministro eléctrico colocado dentro del cuadro secundario, 1 protector contra sobretensiones transitorias, con cartucho extraíble y led indicador de final de vida útil, tensión nominal 130 Vcc, intensidad nominal de descarga 2 kA, nivel de protección 270 V, para la línea telefónica analógica, 1 protector contra sobretensiones transitorias, con cartucho extraíble y led indicador de final de vida útil, 5, intensidad nominal de descarga 2 kA, nivel de protección 66 V, para la línea de transmisión de datos, 1 protector contra sobretensiones transitorias, con conectores de entrada y salida RJ-45, 100 Mbit/s, tensión nominal 5 Vcc, intensidad nominal de descarga 2 kA, nivel de protección 100 V, para la línea informática y 1 protector contra sobretensiones transitorias, con conectores de entrada y salida tipo "F", banda de frecuencias 0-2000 MHz, impedancia característica 75 Ohm, atenuación 0,5 dB/m, potencia 5 W y tensión de ruptura 90 V, intensidad máxima de descarga 10 kA, para la línea de transmisión de señales de radiodifusión sonora y televisión.	1,000	3.149,31	3.149,31

Presupuesto parcial nº 8 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.12.- Evacuación de aguas					
8.12.1	m	Bajante circular de PVC con óxido de titanio, de Ø 125 mm, color gris claro, para recogida de aguas, formada por piezas preformadas, con sistema de unión por enchufe y pegado mediante adhesivo, colocadas con abrazaderas metálicas, instalada en el exterior del edificio. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, conexiones, codos y piezas especiales.	35,000	26,09	913,15
8.12.2	m	Tubería para ventilación primaria de la red de evacuación de aguas, formada por tubo de PVC, "MOLECOR-ADEQUA", de 90 mm de diámetro y 3 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	8,960	14,20	127,23
8.12.3	Ud	Sombrerete de ventilación de PVC, de 90 mm de diámetro, para tubería de ventilación, conectado al extremo superior de la bajante con unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	1,000	21,67	21,67
8.12.4	m	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 330 mm, color gris claro, unión con junta elástica, para recogida de aguas, formado por piezas preformadas, fijadas con gafas especiales de sujeción al alero, con una pendiente mínima del 0,5%. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales.	100,000	20,10	2.010,00
8.12.5	m	Red de pequeña evacuación, empotrada, formada por tubo de PVC, serie B, de 40 mm de diámetro y 3 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	4,150	4,80	19,92
8.12.6	m	Red de pequeña evacuación, empotrada, formada por tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro y 3 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	3,090	5,72	17,67
8.12.7	m	Red de pequeña evacuación, empotrada, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	3,680	8,81	32,42
8.12.8	m	Red de pequeña evacuación, empotrada, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	12,930	11,19	144,69
8.12.9	Ud	Bote sifónico de PVC, B-S "MOLECOR-ADEQUA", de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 40 mm de diámetro y una salida de 50 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, empotrado. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	2,000	21,25	42,50
Total presupuesto parcial nº 8 Instalaciones:					86.086,91

Presupuesto parcial nº 9 Aislamientos e impermeabilizaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
9.1.- Aislamientos térmicos					
9.1.1	m ²	Aislamiento térmico entre los montantes de la estructura portante del trasdosado autoportante de placas, formado por panel autoportante de lana mineral Arena de alta densidad, Arena Plaver "ISOVER", según UNE-EN 13162, de 50 mm de espesor, no revestido, resistencia térmica 1,55 m ² K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK), colocado entre los montantes de la estructura portante.	39,390	20,61	811,83
9.1.2	m ²	Aislamiento termoacústico de suelos flotantes, formado por panel rígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m ² K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante, preparado para recibir una base de pavimento de mortero u hormigón. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	1.231,350	20,28	24.971,78
9.1.3	m	Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 13,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	12,130	5,86	71,08
9.1.4	m	Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 16 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	0,250	20,63	5,16
9.1.5	m	Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	8,920	24,13	215,24
9.1.6	m ²	Aislamiento térmico horizontal de soleras en contacto con el terreno, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 40 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa, resistencia térmica 1,2 m ² K/W, conductividad térmica 0,033 W/(mK), colocado a tope en la base de la solera, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor, preparado para recibir una solera de hormigón. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	1.261,270	16,61	20.949,69

Presupuesto parcial nº 9 Aislamientos e impermeabilizaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
9.1.7	m ²	Aislamiento térmico vertical de soleras en contacto con el terreno, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 40 mm de espesor, resistencia a compresión ≥ 300 kPa, resistencia térmica $1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,033 \text{ W/(mK)}$, colocado a tope en el perímetro de la solera, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor, preparado para recibir una solera de hormigón. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	180,720	17,47	3.157,18
9.4.- Aislamientos acústicos					
9.4.1	m ²	Aislamiento acústico a ruido aéreo sobre falso techo, formado por panel de aglomerado de corcho expandido, de 25 mm de espesor, de 1000x500 mm, color negro, de entre 105 y 125 kg/m ³ de densidad, resistencia térmica $0,65 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,04 \text{ W/(mK)}$, factor de resistencia a la difusión del vapor de agua entre 7 y 14, Euroclase E de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, resistencia a compresión ≥ 100 kPa.	81,900	12,33	1.009,83
Total presupuesto parcial nº 9 Aislamientos e impermeabilizaciones:					51.191,79

Presupuesto parcial nº 11 Revestimientos y trasdosados

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
10.4.- Planas no transitables, no ventiladas					
10.4.1	m ²	Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida, tipo convencional, pendiente del 1% al 15%. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de arcilla expandida, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, proporcionando una resistencia a compresión de 1 MPa y con una conductividad térmica de 0,087 W/(mK), con espesor medio de 10 cm; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor, acabado fratasado; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP totalmente adherida con soplete.	90,740	66,21	6.007,90
10.8.- Inclınadas					
10.8.1	m ²	Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 40 mm de espesor y 2500 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.	1.270,000	34,45	43.751,50
Total presupuesto parcial nº 10 Cubiertas:					49.759,40

Presupuesto parcial nº 11 Revestimientos y trasdosados

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
11.1.- De piezas rígidas en paramentos verticales					
11.1.1	m ²	Revestimiento interior con piezas de azulejo, de 200x200 mm, color blanco, acabado mate, gama media, capacidad de absorción de agua E>10%, grupo BIII, según UNE-EN 14411. SOPORTE: paramento de fábrica, vertical, de hasta 3 m de altura. COLOCACIÓN: en capa gruesa con mortero de cemento M-5. REJUNTADO: con mortero de juntas cementoso mejorado, con absorción de agua reducida y resistencia elevada a la abrasión tipo CG 2 W A, color blanco, en juntas de 3 mm de espesor. Incluso crucetas de PVC.	84,720	34,10	2.888,95
11.5.- Pinturas en paramentos interiores					
11.5.1	m ²	Aplicación manual de dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir, (rendimiento: 0,1 l/m ² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical, de hasta 3 m de altura.	113,380	5,74	650,80
11.5.2	m ²	Aplicación manual de dos manos de pintura al temple, color blanco, acabado mate, textura gotelé con gota fina, la primera mano diluida con un máximo de 40% de agua y la siguiente sin diluir, (rendimiento: 0,55 kg/m ² cada mano); sobre paramento interior de yeso o escayola, horizontal, hasta 3 m de altura.	81,900	5,90	483,21
11.14.- Pavimentos					
11.14.1	m ²	Base para pavimento interior, de 40 mm de espesor, de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGEHOLCIM", CT - C10 - F3 según UNE-EN 13813, vertido con mezcladora-bombeadora, sobre lámina de aislamiento para formación de suelo flotante; y posterior aplicación de líquido de curado incoloro, (0,15 l/m ²). Incluso banda de panel rígido de poliestireno expandido para la preparación de las juntas perimetrales de dilatación.	1.231,350	12,67	15.601,20
11.14.2	m ²	Capa fina de pasta niveladora de suelos, CT - C20 - F6 según UNE-EN 13813, de 2 mm de espesor, aplicada manualmente, para la regularización y nivelación de la superficie soporte interior de hormigón o mortero, previa aplicación de imprimación monocomponente a base de resinas sintéticas modificadas sin disolventes, de color amarillo, preparada para recibir pavimento cerámico, de corcho, de madera, laminado, flexible o textil. Incluso banda de panel rígido de poliestireno expandido para la preparación de las juntas perimetrales de dilatación.	1.231,350	7,84	9.653,78

Presupuesto parcial nº 11 Revestimientos y trasdosados

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
11.14.3	m ²	Suministro y ejecución de pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 25x25 cm, 8 €/m ² , capacidad de absorción de agua E<3%, grupo BIb, según UNE-EN 14411, con resistencia al deslizamiento Rd<=15 según UNE 41901 EX y resbaladidad clase 0 según CTE; recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris, y rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco, para juntas de hasta 3 mm. Incluso limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento.	27,060	23,25	629,15
11.14.4	m ²	Suministro y colocación de pavimento de baldosas de mármol Crema Levante, para interiores, de 60x30x2 cm, acabado pulido; recibidas con adhesivo cementoso mejorado, C2 TE, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado. Incluso formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales o de dilatación existentes en el soporte; rejuntado con mortero de juntas cementoso, CG1, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas y limpieza.	61,900	47,29	2.927,25
11.15.- Trasdodosados					
11.15.1	m ²	Trasdosado autoportante libre, con resistencia al fuego EI 20, sistema W628.es "KNAUF", de 63 mm de espesor, con nivel de calidad del acabado Q1, formado por placa de yeso laminado tipo cortafuego (DF) de 15 mm de espesor, atornillada directamente a una estructura autoportante de acero galvanizado formada por canales horizontales, sólidamente fijados al suelo y al techo y montantes verticales de 48 mm y 0,6 mm de espesor con una modulación de 600 mm y con disposición normal "N", montados sobre canales junto al paramento vertical. Incluso banda desolidarizadora; fijaciones para el anclaje de canales y montantes metálicos; tornillería para la fijación de las placas; cinta de papel con refuerzo metálico "KNAUF" y pasta de juntas Jointfiller F-1 GLS "KNAUF", cinta microperforada de papel "KNAUF".	47,060	26,31	1.238,15
11.17.- Falsos techos en interiores					
11.17.1	m ²	Falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante estopadas colgantes de pasta de escayola y fibras vegetales, repartidas uniformemente (3 fijaciones/m ²) y separadas de los paramentos verticales un mínimo de 5 mm.	81,900	14,22	1.164,62
Total presupuesto parcial nº 11 Revestimientos y trasdosados:					35.237,11

Presupuesto parcial nº 12 Señalización y equipamiento

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
12.1.- Aparatos sanitarios					
12.1.1	Ud	Plato de ducha rectangular extraplano, de porcelana sanitaria, modelo Malta "ROCA", color Blanco, de 1200x800x65 mm, con fondo antideslizante, equipado con grifería monomando mural para ducha, con cartucho cerámico, acabado cromado, modelo Thesis. Incluso silicona para sellado de juntas.	2,000	576,00	1.152,00
12.1.2	Ud	Taza de inodoro de tanque bajo, de porcelana sanitaria, modelo Victoria "ROCA", color Blanco, de 370x665x780 mm, con cisterna de inodoro, de doble descarga, de 385x180x430 mm, asiento y tapa de inodoro, de caída amortiguada. Incluso llave de regulación, enlace de alimentación flexible y silicona para sellado de juntas.	3,000	272,28	816,84
12.1.3	Ud	Lavabo mural, de porcelana sanitaria, modelo Victoria "ROCA", color Blanco, de 650x510 mm, con juego de fijación, con pedestal de lavabo, equipado con grifería monomando de repisa para lavabo, con cartucho cerámico y limitador de caudal a 6 l/min, acabado cromado, modelo Thesis, y desagüe, acabado cromado. Incluso juego de fijación y silicona para sellado de juntas.	3,000	392,46	1.177,38
Total presupuesto parcial nº 12 Señalización y equipamiento:					3.146,22

Presupuesto parcial nº 13 Urbanización interior de la parcela

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
13.1.- Alcantarillado					
13.1.1	Ud	Pozo de registro de fábrica de ladrillo cerámico macizo de 1 pie de espesor, de 1,00 m de diámetro interior y de 1,7 m de altura útil interior, formado por: solera de 25 cm de espesor de hormigón armado HA-30/B/20/XC4+XA2 ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; pozo cilíndrico y cono asimétrico en coronación de 0,50 m de altura, construidos ambos con fábrica de ladrillo cerámico macizo de 25x12x5 cm, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de 1 cm de espesor, enfoscado y bruñido por el interior con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña y losa alrededor de la boca del cono de 150x150 cm y 20 cm de espesor de hormigón en masa HM-30/B/20/X0+XA2; con cierre de tapa circular con bloqueo y marco de fundición clase D-400 según UNE-EN 124, instalado en calzadas de calles, incluyendo las peatonales, o zonas de aparcamiento para todo tipo de vehículos. Incluso hormigón en masa HM-30/B/20/X0+XA2 para formación de canal en el fondo del pozo y del brocal asimétrico en la coronación del pozo y mortero para sellado de juntas.	1,000	1.076,65	1.076,65
Total presupuesto parcial nº 13 Urbanización interior de la parcela:					1.076,65

Presupuesto parcial nº 14 Gestión de residuos

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
14.1.- Tratamientos previos de los residuos					
14.1.1	m ³	Clasificación y depósito a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, y carga sobre camión.	7,000	15,45	108,15
14.2.- Gestión de tierras					
14.2.1	m ³	Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Criterio de valoración económica:	192,000	2,42	464,64
14.2.2	m ³	Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.	192,000	4,81	923,52
Total presupuesto parcial nº 14 Gestión de residuos:					1.496,31

Presupuesto parcial nº 15 Control de calidad y ensayos

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
15.2.- Morteros, yesos, cales, escayolas y cementos					
15.2.1	Ud	Ensayo sobre una muestra de cemento, con determinación de: tiempo de fraguado.	1,000	63,49	63,49
Total presupuesto parcial nº 15 Control de calidad y ensayos:					63,49

Presupuesto parcial nº 16 Seguridad y Salud

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
16.1.- Sistemas de protección colectiva					
16.1.1	Ud	Protección de hueco horizontal de una arqueta de 50x50 cm de sección, durante su proceso de construcción hasta que se coloque su tapa definitiva, realizada mediante tabloncillos de madera de pino de 15x5,2 cm, colocados uno junto a otro hasta cubrir la totalidad del hueco, reforzados en su parte inferior por tres tabloncillos en sentido contrario, fijados con clavos de acero, con rebaje en su refuerzo para alojarla en el hueco de la planta de la arqueta de modo que impida su movimiento horizontal, preparada para soportar una carga puntual de 3 kN. Amortizable en 4 usos.	5,000	12,16	60,80
16.1.2	Ud	Protección de hueco horizontal de la boca de acceso a un pozo de registro de 55 cm de diámetro, durante su proceso de construcción hasta que se coloque su tapa definitiva, realizada mediante tabloncillos de madera de pino de 15x5,2 cm, colocados uno junto a otro hasta cubrir la totalidad del hueco, reforzados en su parte inferior por tres tabloncillos en sentido contrario, fijados con clavos de acero, con rebaje en su refuerzo para alojarla en el hueco de la planta de la boca de acceso al pozo de registro de modo que impida su movimiento horizontal, preparada para soportar una carga puntual de 3 kN. Amortizable en 4 usos.	5,000	19,83	99,15
16.1.3	m	Vallado provisional de solar compuesto por vallas trasladables de 3,50x2,00 m, formadas por panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x100 mm de paso de malla, con alambres horizontales de 5 mm de diámetro y verticales de 4 mm, soldados en los extremos a postes verticales de 40 mm de diámetro, acabado galvanizado, amortizables en 5 usos y bases prefabricadas de hormigón, de 65x24x12 cm, con 8 orificios, para soporte de los postes, amortizables en 5 usos, fijadas al pavimento con pletinas de 20x4 mm y tacos de expansión de acero. Malla de ocultación de polietileno de alta densidad, color verde, colocada sobre las vallas.	100,000	13,23	1.323,00
16.1.4	m	Delimitación de hueco horizontal en excavaciones de pilotes o muros pantalla mediante vallado perimetral formado por vallas peatonales de hierro, de 1,10x2,50 m, color amarillo, con barrotes verticales montados sobre bastidor de tubo, con dos pies metálicos, amortizables en 20 usos.	100,000	3,16	316,00
16.1.5	Ud	Protección de hueco abierto de pozo de registro durante su proceso de construcción, mediante barandilla de seguridad, de 1 m de altura y formando un cuadrado de 1,20x1,20 m, compuesta por pasamanos de tabloncillo de madera de pino de 15x5,2 cm, travesaño intermedio de tabloncillo de madera de pino de 15x5,2 cm y rodapié de tablón de madera de pino de 20x7,2 cm, todo ello fijado con clavos de acero a cuatro montantes de madera de pino de 7x7 cm colocados en sus esquinas e hincados en el terreno. Amortizable en 4 usos.	5,000	21,48	107,40
16.1.6	Ud	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	1,000	103,00	103,00

Presupuesto parcial nº 16 Seguridad y Salud

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
16.3.- Equipos de protección individual					
16.3.1	Ud	Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	1,000	1.030,00	1.030,00
16.4.- Medicina preventiva y primeros auxilios					
16.4.1	Ud	Bolsa de hielo, caja de apósitos, paquete de algodón, rollo de esparadrapo, caja de analgésico de ácido acetilsalicílico, caja de analgésico de paracetamol, botella de agua oxigenada, botella de alcohol de 96°, frasco de tintura de yodo para el botiquín de urgencia colocado en la caseta de obra, durante el transcurso de la obra.	1,000	27,46	27,46
16.4.2	Ud	Botiquín de urgencia para caseta de obra, provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gases estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas, guantes desechables, bolsa de goma para agua y hielo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardíacos de urgencia, un torniquete, un termómetro clínico y jeringuillas desechables, fijado al paramento con tornillos y tacos.	1,000	128,06	128,06
16.5.- Instalaciones provisionales de higiene y bienestar					
16.5.1	Mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra, de dimensiones 1,70x0,90x2,30 m (1,60 m ²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, inodoro y lavabo y puerta de madera en inodoro.	12,000	117,21	1.406,52
16.5.2	Mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra, de dimensiones 7,87x2,33x2,30 m (18,40 m ²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.	12,000	283,10	3.397,20
16.5.3	Mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de dimensiones 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m ²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.	12,000	155,20	1.862,40

Presupuesto parcial nº 16 Seguridad y Salud

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
16.6.- Señalización provisional de obras					
16.6.1	m	Doble cinta de señalización, de material plástico, de 8 cm de anchura, impresa por ambas caras en franjas de color amarillo y negro, sujeta a vallas peatonales de hierro, de 1,10x2,50 m, separadas cada 5,00 m entre ejes, amortizables en 20 usos, utilizada como señalización y delimitación de zonas de trabajo.	100,000	3,17	317,00
16.6.2	m	Malla de señalización de polietileno de alta densidad (200 g/m ²), color naranja, de 1,20 m de altura, sujeta mediante bridas de nylon a soportes de barra corrugada de acero B 500 S de 1,75 m de longitud y 20 mm de diámetro, hincados en el terreno cada 1,00 m, utilizada como señalización y delimitación de los bordes de la excavación. Amortizable la malla en 1 uso, los soportes en 3 usos y los tapones protectores en 3 usos.	100,000	7,66	766,00
16.6.3	Ud	Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, amortizable en 3 usos, fijado con bridas.	2,000	9,15	18,30
16.6.4	Ud	Señal de advertencia, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma negro de forma triangular sobre fondo amarillo, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	2,000	4,95	9,90
16.6.5	Ud	Señal de prohibición, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma negro de forma circular sobre fondo blanco, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	2,000	4,95	9,90
16.6.6	Ud	Señal de obligación, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma circular sobre fondo azul, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	2,000	4,95	9,90
16.6.7	Ud	Señal de extinción, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma rectangular sobre fondo rojo, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	2,000	5,53	11,06
16.6.8	Ud	Señal de evacuación, salvamento y socorro, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma rectangular sobre fondo verde, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.	2,000	5,53	11,06
16.7.- Seguridad frente al contagio de COVID-19					
16.7.1	Ud	Estación de higiene, de 60x60x160 cm, formada por: panel autoportante de tablero de fibras tipo HDF, de 25 mm de espesor, con texto y pictograma indicativo de su uso, bordes redondeados y canteados con plástico, pies regulables, y dos estantes de chapa de acero, acabado lacado, para colocar las cajas de guantes y mascarillas; dosificador de gel hidroalcohólico virucida, rellenable de accionamiento manual, de 1 l de capacidad, de polipropileno; y contenedor, de 40 l de capacidad, de polipropileno, con pedal de apertura de tapa, para depositar los guantes usados y las mascarillas usadas.	1,000	159,79	159,79
Total presupuesto parcial nº 16 Seguridad y salud:					11.173,90

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and flourishes, representing the name Carlos Rubén Esteban Rodríguez.

Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

V. PROYECTO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. MEMORIA INFORMATIVA.....	5
1.1 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	5
1.2 DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA OBRA.....	5
1.3 CONDICIONES DEL SOLAR.....	6
1.4 SISTEMAS DE CONTROL Y SEÑALIZACIÓN DE ACCESOS A LA OBRA.....	6
1.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA.....	6
1.6 SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES.....	8
1.7 INSTALACIÓN DE ASISTENCIA A ACCIDENTADOS Y PRIMEROS AUXILIOS.....	9
1.8 MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA.....	9
1.9 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	10
1.10 SEÑALIZACIÓN E ILUMINACIÓN DE SEGURIDAD.....	12
1.11 RELACIÓN DE RIESGOS CONSIDERADOS EN ESTA OBRA.....	12
1.11.1 Relación de riesgos evitables.....	15
1.11.2 Trabajos que implican riesgos especiales.....	15
1.12 MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA HACER FRENTE A LA CRISIS SANITARIA OCASIONADA POR LA COVID-19.....	15
1.13 TRABAJOS POSTERIORES DE CONSERVACIÓN, REPARACIÓN O MANTENIMIENTO.....	16
2. PLIEGO DE CONDICIONES.....	17
2.1 PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS.....	17
2.1.1 Legislación vigente aplicable a esta obra.....	17
2.1.2 Aplicación de la normativa: responsabilidades.....	19
2.1.3 Organización de la actividad preventiva de las empresas.....	19
2.1.3.1 Servicio de Prevención.....	19
2.1.3.2 Delegado de Prevención.....	19
2.1.3.3 Comité de Seguridad y Salud.....	19
2.1.3.4 Vigilancia de la salud de los trabajadores por parte de las empresas.....	20
2.1.3.5 Formación de los trabajadores en materia preventiva.....	20
2.1.3.6 Información a los trabajadores sobre el riesgo.....	20
2.1.3.7 Reuniones de coordinación de seguridad.....	20
2.1.3.8 Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de ejecución.....	21
2.1.3.9 Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.....	21
2.1.3.10 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	21
2.1.3.11 Deberes de información del promotor, de los contratistas y de otros empresarios.....	22
2.1.3.12 Obligaciones de los contratistas y subcontratistas.....	22
2.1.3.13 Obligaciones de los trabajadores autónomos y de los empresarios que ejerzan personalmente una actividad profesional en la obra.....	22
2.1.3.14 Responsabilidad, derechos y deberes de los trabajadores.....	23
2.1.3.15 Normas preventivas de carácter general a adoptar por parte de los trabajadores durante la ejecución de esta obra.....	24
2.1.4 Normas generales.....	24
2.1.4.1 Lugares de trabajo situados por encima o por debajo del nivel del suelo.....	25
2.1.4.2 Puestos de trabajo.....	26
2.1.4.3 Zonas de riesgo especial.....	26
2.1.4.4 Zonas de tránsito, comunicación y vías de circulación.....	26
2.1.4.5 Orden y limpieza de la obra.....	27
2.1.5 Agentes intervinientes en la organización de la seguridad en la obra.....	27
2.1.5.1 Promotor de las obras.....	27

2.1.5.2	Contratista	28
2.1.5.3	Subcontratista	29
2.1.5.4	Trabajador autónomo.....	29
2.1.5.5	Trabajadores por cuenta ajena	29
2.1.5.6	Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción	30
2.1.5.7	Proyectista	30
2.1.5.8	Dirección facultativa	30
2.1.5.9	Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de ejecución.....	30
2.1.5.10	Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.....	31
2.1.6	<i>Documentación necesaria para el control de la seguridad en la obra.....</i>	31
2.1.6.1	Estudio de seguridad y salud	31
2.1.6.2	Plan de seguridad y salud	31
2.1.6.3	Acta de aprobación del plan de seguridad y salud	32
2.1.6.4	Comunicación de apertura de centro de trabajo.....	32
2.1.7	<i>Libro de incidencias</i>	32
2.1.7.1	Libro de órdenes	33
2.1.7.2	Libro de subcontratación	33
2.1.8	<i>Criterios de medición, valoración, certificación y abono de las unidades de obra de seguridad y salud</i>	33
2.1.8.1	Mediciones y presupuestos	33
2.1.8.2	Certificaciones.....	34
2.1.8.3	Disposiciones Económicas	34
2.1.9	<i>Condiciones técnicas</i>	35
2.1.9.1	Maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales	35
2.2	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	36
2.2.1	<i>Medios de protección individual.....</i>	36
2.2.1.1	Condiciones generales	36
2.2.1.2	Control de entrega de los equipos.....	36
2.2.2	<i>Medios de protección colectiva</i>	37
2.2.2.1	Condiciones generales	37
2.2.3	<i>Mantenimiento, cambios de posición, reparación y sustitución</i>	39
2.2.4	<i>Sistemas de control de accesos a la obra</i>	39
2.2.5	<i>Instalación eléctrica provisional de obra</i>	39
2.2.5.1	Condiciones generales	39
2.2.5.2	Personal instalador.....	40
2.2.5.3	Ubicación y distribución de los cuadros eléctricos	40
2.2.6	<i>Otras instalaciones provisionales de obra.....</i>	40
2.2.6.1	Instalación de agua potable y saneamiento	40
2.2.6.2	Almacenamiento y señalización de productos	40
2.2.6.3	Servicios de higiene y bienestar de los trabajadores	41
2.2.6.4	Asistencia a accidentados y primeros auxilios.....	41
2.2.6.5	Instalación contra incendios	42
2.2.7	<i>Señalización e iluminación de seguridad.....</i>	42
2.2.7.1	Señalización de la obra: normas generales	42
2.2.7.2	Señalización de las vías de circulación de máquinas y vehículos	43
2.2.7.3	Personal auxiliar de los maquinistas para las labores de señalización	43
2.2.7.4	Iluminación de los lugares de trabajo y de tránsito.....	43
2.3	MATERIALES, PRODUCTOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS	44
3.	FICHA DE PREVENCIÓN DE LOS PRINCIPALES RIESGOS.....	44
3.1	MAQUINARIA.....	44

3.1.1	Maquinaria en general	45
3.2	ESCALERAS.....	47
3.3	COMPRESORES PORTÁTILES	48
3.4	PLATAFORMA ELEVADORA	48
3.5	MÁQUINAS DE SOLDADURA	49
3.6	TALADROS Y ATORNILLADORES	51
3.7	MÁQUINAS DE CORTE	52
3.8	MARTILLOS ELÉCTRICOS	53
3.9	HERRAMIENTAS MANUALES	54
3.10	PROTECCIÓN DE ZANJAS Y POZOS	56
3.11	RIESGOS Y MEDIDAS POR OFICIO	57
4.	PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	64
5.	PLANOS.....	64

1. Memoria informativa

1.1 Objeto del estudio de seguridad y salud

se elabora con el fin de cumplir con la legislación vigente en la materia, la cual determina la obligatoriedad del promotor de elaborar durante la fase de proyecto el correspondiente estudio de seguridad y salud.

Su objetivo es ofrecer las directrices básicas a la empresa contratista, para que cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales, mediante la elaboración del correspondiente Plan de Seguridad y Salud desarrollado a partir de este ESS, bajo el control del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

En el presente Estudio de seguridad y salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio de seguridad y salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

1.2 Datos identificativos de la obra

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

Denominación del proyecto	Nave Industrial destinada Carpintería Metálica
Emplazamiento	El Real de la Jara (Sevilla), Sevilla (Sevilla)
Superficie de la parcela (m ²)	3768,00
Superficies de actuación (m ²)	1.250,00
Número de plantas sobre rasante	1
Número de plantas bajo rasante	0
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	462.147,91€
Presupuesto del ESS	11.174,60€

A efectos del cálculo de los equipos de protección individual, de las instalaciones y de los servicios de higiene y bienestar necesarios, se tendrá en cuenta que el número medio mensual de trabajadores previstos que trabajen simultáneamente en la obra son 10.

El plazo previsto de ejecución de la obra es de 12 meses.

1.3 Condiciones del solar

En este apartado se especifican aquellas condiciones relativas al solar y al entorno donde se ubica la obra, que pueden afectar a la organización inicial de los trabajos y/o a la seguridad de los trabajadores, valorando y delimitando los riesgos que se puedan originar.

El acceso a la obra y vías de circulación es bueno, la topografía del terreno es plana y las condiciones climáticas y ambientales es cálida.

1.4 Sistemas de control y señalización de accesos a la obra

Resulta especialmente importante restringir el acceso a la obra de personal no autorizado, de manera que todo el recinto de la obra quede inaccesible para toda persona ajena a ella.

Para ello se dispondrá un vallado provisional de solar con vallas trasladables, de altura no inferior a dos metros, delimitando la zona de la obra.

En cada uno de los accesos a la obra se colocará un panel de señalización que recoja las prohibiciones y las obligaciones que debe respetar todo el personal de la obra.

1.5 Instalación eléctrica provisional de obra

Interruptores: La función básica de los interruptores consiste en cortar la continuidad del paso de corriente entre el cuadro de obra y las tomas de corriente del mismo. Pueden ser interruptores puros, como es el caso de los seccionadores, o desempeñar a la vez funciones de protección contra cortocircuitos y sobrecargas, como es el caso de los magnetotérmicos.

Se ajustarán expresamente a las disposiciones y especificaciones reglamentarias, debiéndose instalar en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad, debidamente señalizadas y colocadas en paramentos verticales o en pies derechos estables.

Tomas de corriente: serán bases de enchufe tipo hembra, protegidas mediante una tapa hermética con resorte, compuestas de material aislante, de modo que sus contactos estén protegidos. Se anclarán en la tapa frontal o en los laterales del cuadro general de obra o de los cuadros auxiliares.

Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permitan dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas. Cada toma suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta y dispondrá de un cable para la conexión a tierra. No deberán nunca desconectarse tirando del cable.

Cables: Los cables y las mangueras eléctricas tienen la función de transportar hasta el punto de consumo la corriente eléctrica que alimenta las instalaciones o maquinarias. Se denomina cable cuando se trata de un único conductor y manguera cuando está formado por un conjunto de cables aislados individualmente, agrupados mediante una funda protectora aislante exterior.

Los conductores utilizados en instalaciones interiores serán de tipo flexible, aislados con elastómeros o plásticos, y tendrán una sección suficiente para soportar una tensión nominal mínima de 440 V. En el caso de acometidas, su tensión nominal será como mínimo de 1000 V.

La distribución desde el cuadro general de la obra a los cuadros secundarios o de planta se efectuará mediante canalizaciones aéreas a una altura mínima de 2,5 m en las zonas de paso de peatones y de 5,0 m en las de paso de vehículos. Cuando esto no sea posible, podrán llevarse tendidos por el suelo cerca de los paramentos verticales, debidamente canalizados, señalizados y protegidos.

Los extremos de los cables y mangueras estarán dotados de clavijas de conexión, quedando terminantemente prohibidas las conexiones a través de hilos desnudos en la base del enchufe.

En caso de tener que efectuar empalmes provisionales entre mangueras, éstos se realizarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad, disponiéndose elevados fuera del alcance de los operarios, nunca tendidos por el suelo. Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizadas estancas de seguridad

Instalación de alumbrado: Las zonas de trabajo se iluminarán mediante aparatos de alumbrado portátiles, proyectores, focos o lámparas, cuyas masas se conectarán a la red general de tierra. Serán de tipo protegido contra chorros de agua, con un grado de protección mínimo IP 447.

Se deberá emplear iluminación artificial en aquellas zonas de trabajo que carezcan de iluminación natural o ésta sea insuficiente, o cuando se proyecten sombras que dificulten los trabajos. Para ello, se utilizarán preferentemente focos o puntos de luz portátiles provistos de protección antichoque, para que proporcionen la iluminación apropiada a la tarea a realizar.

Equipos y herramientas de accionamiento eléctrico: Todos los equipos y herramientas de accionamiento eléctrico que se utilicen en obra dispondrán de la correspondiente placa de características técnicas, que debe estar en perfecto estado, con el fin de que puedan ser identificados sus sistemas de protección.

Todas las máquinas de accionamiento eléctrico deben desconectarse tras finalizar su uso.

Cada trabajador deberá ser informado de los riesgos que conlleva el uso de la máquina que utilice, no permitiéndose en ningún caso su uso por personal inexperto.

En las zonas húmedas o en lugares muy conductores, la tensión de alimentación de las máquinas se realizará mediante un transformador de separación de circuitos y, en caso contrario, la tensión de alimentación no será superior a 24 voltios.

Conservación y mantenimiento de la instalación eléctrica provisional de obra: Diariamente se efectuará una revisión general de la instalación, debiéndose comprobar:

- El funcionamiento de los interruptores diferenciales y magnetotérmicos.

- La conexión de cada cuadro y máquina con la red de tierra, verificándose la continuidad de los conductores a tierra.
- El grado de humedad de la tierra en que se encuentran enterrados los electrodos de puesta a tierra.
- Que los cuadros eléctricos permanecen con la cerradura en correcto estado.
- Que no existen partes en tensión al descubierto en los cuadros generales, en los auxiliares ni en los de las distintas máquinas.

1.6 Servicios de higiene y bienestar de los trabajadores

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en la legislación vigente en la materia.

El cálculo de la superficie de los locales destinados a los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores se ha obtenido en función del uso y del número medio de operarios que trabajarán simultáneamente, según las especificaciones del plan de ejecución de la obra.

Se llevarán las acometidas de energía eléctrica y de agua hasta los diferentes módulos provisionales de los diferentes servicios sanitarios y comunes que se vayan a instalar en esta obra, realizándose la instalación de saneamiento para evacuar las aguas procedentes de los mismos hacia la red general de alcantarillado.

Vestuarios: Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo.

La dotación mínima prevista para los vestuarios es de:

- 1 armario guardarropa o taquilla individual, dotada de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado, por cada trabajador.
- 1 silla o plaza de banco por cada trabajador.
- 1 percha por cada trabajador.

Aseos: Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente.

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 inodoro por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción.
- 1 lavabo por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra.
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 espejo de dimensiones mínimas 40x50 cm por cada 10 trabajadores o fracción.
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

Las dimensiones mínimas de la cabina para inodoro o ducha serán de 1,20x1,00 m y 2,30 m de altura. Deben preverse las correspondientes reposiciones de jabón, papel higiénico y detergentes. Las cabinas tendrán fácil acceso y estarán próximas al área de trabajo, sin

visibilidad desde el exterior, y estarán provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior y, en caso de que no puedan conectarse a la red municipal de alcantarillado, se utilizarán retretes anaeróbicos.

Comedor: La dotación mínima prevista para el comedor es de:

- 1 fregadero con servicio de agua potable por cada 25 trabajadores o fracción.
- 1 mesa con asientos por cada 10 trabajadores o fracción.
- 1 horno microondas por cada 25 trabajadores o fracción.
- 1 frigorífico por cada 25 trabajadores o fracción.

1.7 Instalación de asistencia a accidentados y primeros auxilios

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

En la obra se dispondrá un botiquín en sitio visible y accesible a los trabajadores y debidamente equipado según las disposiciones vigentes en la materia, que regulan el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo.

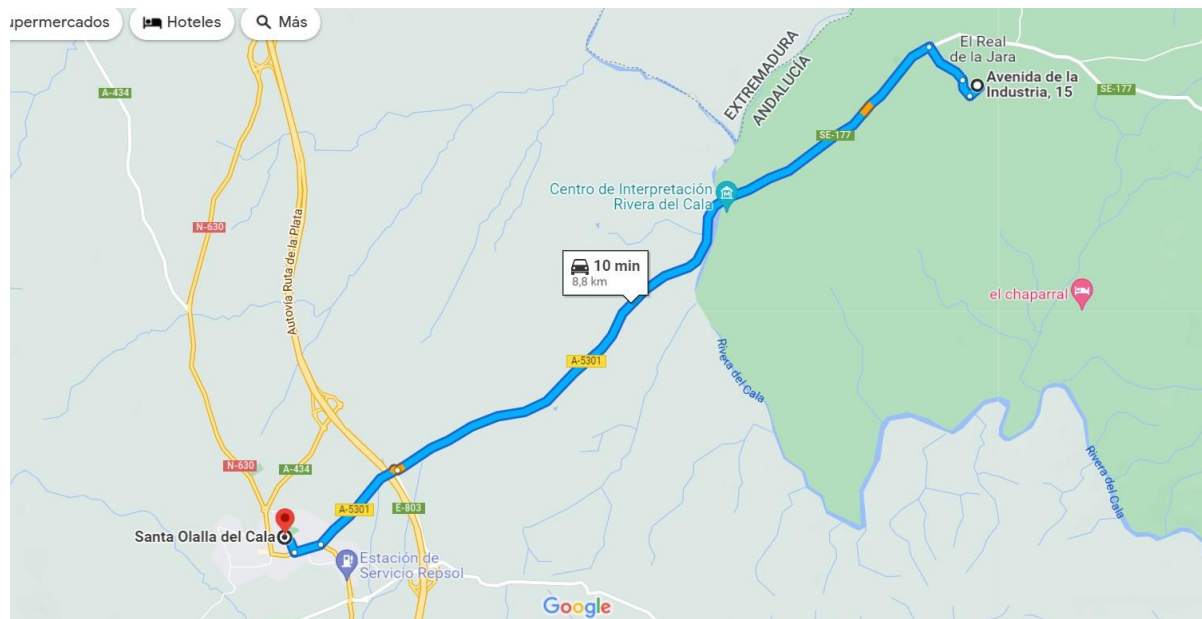
1.8 Medidas en caso de emergencia

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

Llamadas en caso de emergencia

En caso de emergencia por accidente, incendio, etc.
112
Centro de salud de Santa Olalla del Cala (Huelva) Calle Antonio Machado, 2 959 19 95 30
Tiempo estimado: 10 minutos



COMUNICACIÓN A LOS EQUIPOS DE SALVAMENTO	
Ambulancias	112
Bomberos	112
Policía nacional	112
Policía local	112
Guardia civil	112
Mutua de accidentes de trabajo	Sin especificar

1.9 Instalación contra incendios

Se establecen las medidas de actuación en caso de emergencia, riesgo grave y accidente, así como las actuaciones a adoptar en caso de incendio.

Los recorridos de evacuación estarán libres de obstáculos, de aquí la importancia que supone el orden y la limpieza en todos los tajos.

En la obra se dispondrá la adecuada señalización, con indicación expresa de la situación de extintores, recorridos de evacuación y de todas las medidas de protección contra incendios que se estimen oportunas.

Debido a que durante el proceso de construcción el riesgo de incendio proviene fundamentalmente de la falta de control sobre las fuentes de energía y los elementos fácilmente inflamables, se adoptarán las siguientes medidas de carácter preventivo:

- Se debe ejercer un control exhaustivo sobre el modo de almacenamiento de los materiales, incluyendo los de desecho, en relación a su cantidad y a las distancias respecto a otros elementos fácilmente combustibles.

- Se evitará toda instalación incorrecta, aunque sea de carácter provisional, así como el manejo inadecuado de las fuentes de energía, ya que constituyen un claro riesgo de incendio.

Los medios de extinción a utilizar en esta obra consistirán en mantas ignífugas, arena y agua, además de extintores portátiles, cuya carga y capacidad estarán en consonancia con la naturaleza del material combustible y su volumen.

Los extintores se ubicarán en las zonas de almacenamiento de materiales, junto a los cuadros eléctricos y en los lugares de trabajo donde se realicen operaciones de soldadura, oxicorte, pintura o barnizado.

Quedará totalmente prohibido, dentro del recinto de la obra, realizar hogueras, utilizar hornillos de gas y fumar, así como ejecutar cualquier trabajo de soldadura y oxicorte en los lugares donde existan materiales inflamables.

Todas estas medidas han sido concebidas con el fin de que el personal pueda extinguir el incendio en su fase inicial o pueda controlar y reducir el incendio hasta la llegada de los bomberos, que deberán ser avisados inmediatamente.

Cuadro eléctrico: Se colocará un extintor de nieve carbónica CO₂ junto a cada uno de los cuadros eléctricos que existan en la obra, incluso los de carácter provisional, en lugares fácilmente accesibles, visibles y debidamente señalizados.

Zonas de almacenamiento: Los almacenes de obra se situarán, siempre que sea posible, a una distancia mínima de 10 m de la zona de trabajo. En caso de que se utilicen varias casetas provisionales, la distancia mínima aconsejable entre ellas será también de 10 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, las casetas deberán ser no combustibles.

Los materiales que hayan de ser utilizados por oficios diferentes se almacenarán, siempre que sea posible, en recintos separados. Los materiales combustibles estarán claramente discriminados entre sí, evitándose cualquier tipo de contacto de estos materiales con equipos y canalizaciones eléctricas.

Los combustibles líquidos se almacenarán en casetas independientes y dentro de recipientes de seguridad especialmente diseñados para tal fin.

Las sustancias combustibles se conservarán en envases cerrados con la identificación de su contenido mediante etiquetas fácilmente legibles.

Los espacios cerrados destinados a almacenamiento deberán disponer de ventilación directa y constante. Para extinguir posibles incendios, se colocará un extintor adecuado al tipo de material almacenado, situado en la puerta de acceso con una señal de peligro de incendio y otra de prohibido fumar.

Casetas de obra: Se colocará en cada una de las casetas de obra, en un lugar fácilmente accesible, visible y debidamente señalado, un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 13-A.

1.10 Señalización e iluminación de seguridad

Se señalizarán e iluminarán las zonas de trabajo, tanto diurnas como nocturnas, fijando en cada momento las rutas alternativas y los desvíos que en cada caso sean pertinentes.

Esta obra deberá comprender, al menos, la siguiente señalización:




- En los cuadros eléctricos general y auxiliar de obra, se instalarán las señales de advertencia de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de incendio, como es el caso de almacenamiento de materiales combustibles o inflamables, se instalará la señal de prohibido fumar.
- En las zonas donde haya peligro de caída de altura, se utilizarán las señales de utilización obligatoria del arnés de seguridad.
- En las zonas de ubicación de los extintores, se colocarán las correspondientes señales para su fácil localización.
- Las vías de evacuación en caso de incendio estarán debidamente señalizadas mediante las correspondientes señales.
- En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la correspondiente señal para ser fácilmente localizado.

No obstante, en caso de que pudieran surgir a lo largo de su desarrollo situaciones no previstas, se utilizará la señalización adecuada a cada circunstancia con el visto bueno del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Durante la ejecución de la obra deberá utilizarse, para la delimitación de las zonas donde exista riesgo, la cinta balizadora o malla de señalización, hasta el momento en que se instale definitivamente el sistema de protección colectiva y se coloque la señal de riesgo correspondiente. Estos casos se recogen en las fichas de unidades de obra.

1.11 Relación de riesgos considerados en esta obra

Con el fin de unificar criterios y servir de ayuda en el proceso de identificación de los riesgos laborales, se aporta una relación de aquellos riesgos que pueden presentarse durante el transcurso de esta obra, con su código, icono de identificación, tipo de riesgo y una definición resumida.

Cód.	Imagen	Riesgo	Definición
01		Caída de personas a distinto nivel.	Incluye tanto las caídas desde puntos elevados, tales como edificios, árboles, máquinas o vehículos, como las caídas en excavaciones o pozos y las caídas a través de aberturas.
02		Caída de personas al mismo nivel.	Incluye caídas en lugares de paso o superficies de trabajo y caídas sobre o contra objetos.
03		Caída de objetos por desplome.	El riesgo existe por la posibilidad de desplome o derrumbamiento de: estructuras elevadas, pilas de materiales, tabiques, hundimientos de forjados por sobrecarga, hundimientos de masas de tierra, rocas en corte de taludes, zanjas, etc.

Cód.	Imagen	Riesgo	Definición
04		Caída de objetos por manipulación.	Posibilidad de caída de objetos o materiales sobre un trabajador durante la ejecución de trabajos o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos, siempre que el accidentado sea la misma persona a la cual le caiga el objeto que estaba manipulando.
05		Caída de objetos desprendidos.	Posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su situación. Ejemplos: piezas cerámicas en fachadas, tierras de excavación, aparatos suspendidos, conductos, objetos y herramientas dejados en puntos elevados, etc.
06		Pisadas sobre objetos.	Riesgo de lesiones (torceduras, esguinces, pinchazos, etc.) por pisar o tropezar con objetos abandonados o irregularidades del suelo, sin producir caída. Ejemplos: herramientas, escombros, recortes, residuos, clavos, desniveles, tubos, cables, etc.
07		Choque contra objetos inmóviles.	Considera al trabajador como parte dinámica, es decir, que interviene de forma directa y activa, golpeándose contra un objeto que no estaba en movimiento.
08		Choque contra objetos móviles.	Posibilidad de recibir un golpe por partes móviles de maquinaria fija y objetos o materiales en manipulación o transporte. Ejemplos: elementos móviles de aparatos, brazos articulados, carros deslizantes, mecanismos de pistón, grúas, transporte de materiales, etc.
09		Golpe y corte por objetos o herramientas.	Posibilidad de lesión producida por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas y útiles manuales, etc. Ejemplos: herramientas manuales, cuchillas, destornilladores, martillos, lijas, cepillos metálicos, muelos, aristas vivas, cristales, sierras, cizallas, etc.
10		Proyección de fragmentos o partículas.	Riesgo de lesiones producidas por piezas, fragmentos o pequeñas partículas. Comprende los accidentes debidos a la proyección sobre el trabajador de partículas o fragmentos procedentes de una máquina o herramienta.
11		Atrapamiento por objetos.	Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento de cualquier parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales, tales como engranajes, rodillos, correas de transmisión, mecanismos en movimiento, etc.
12		Aplastamiento por vuelco de máquinas.	Posibilidad de sufrir una lesión por aplastamiento debido al vuelco de maquinaria móvil, quedando el trabajador atrapado por ella.
13		Sobreesfuerzo.	Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas y/o fatiga física al producirse un desequilibrio entre las exigencias de la tarea y la capacidad física del individuo. Ejemplos: manejo de cargas a brazo, amasado, lijado manual, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos, etc.
14		Exposición a temperaturas ambientales extremas.	Posibilidad de daño por permanencia en ambiente con calor o frío excesivos. Ejemplos: hornos, calderas, cámaras frigoríficas, etc.
15		Contacto térmico.	Riesgo de quemaduras por contacto con superficies o productos calientes o fríos. Ejemplos: estufas, calderas, tuberías, sopletes, resistencias eléctricas, etc.
16		Contacto eléctrico.	Daños causados por descarga eléctrica al entrar en contacto con algún elemento sometido a tensión eléctrica. Ejemplos: conexiones, cables y enchufes en mal estado, soldadura eléctrica, etc.

Cód.	Imagen	Riesgo	Definición
17		Exposición a sustancias nocivas.	Posibilidad de lesiones o afecciones producidas por la inhalación, contacto o ingestión de sustancias perjudiciales para la salud. Se incluyen las asfixias y los ahogos.
18		Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	Posibilidad de lesiones producidas por contacto directo con sustancias agresivas. Ejemplos: ácidos, álcalis (sosa cáustica, cal viva, cemento, etc.).
19		Exposición a radiaciones.	Posibilidad de lesión o afección por la acción de radiaciones. Ejemplos: rayos X, rayos gamma, rayos ultravioleta en soldadura, etc.
20		Explosión.	Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o estallido de recipientes a presión. Ejemplos: gases de butano o propano, disolventes, calderas, etc.
21		Incendio.	Accidentes producidos por efectos del fuego o sus consecuencias.
22		Afección causada por seres vivos.	Riesgo de lesiones o afecciones por la acción sobre el organismo de animales, contaminantes biológicos y otros seres vivos. Ejemplos: Mordeduras de animales, picaduras de insectos, parásitos, etc.
23		Atropello con vehículos.	Posibilidad de sufrir una lesión por golpe o atropello por un vehículo (perteneciente o no a la empresa) durante la jornada laboral. Incluye los accidentes de tráfico en horas de trabajo y excluye los producidos al ir o volver del trabajo.
24		Exposición a agentes químicos.	Riesgo de lesiones o afecciones por entrada de agentes químicos en el cuerpo del trabajador a través de las vías respiratorias, por absorción cutánea, por contacto directo, por ingestión o por penetración por vía parenteral a través de heridas.
25		Exposición a agentes físicos.	Riesgo de lesiones o afecciones por la acción del ruido o del polvo.
26		Exposición a agentes biológicos.	Riesgo de lesiones o afecciones por entrada de agentes biológicos en el cuerpo del trabajador a través de las vías respiratorias, mediante la inhalación de bioaerosoles, por el contacto con la piel y las mucosas o por inoculación con material contaminado (vía parenteral).
27		Exposición a agentes psicosociales.	Incluye los riesgos provocados por la deficiente organización del trabajo, que puede provocar situaciones de estrés excesivo que afecten a la salud de los trabajadores.
28		Derivado de las exigencias del trabajo.	Incluye los riesgos derivados del estrés de carga o postural, factores ambientales, estrés mental, horas extra, turnos de trabajo, etc.
29		Personal.	Incluye los riesgos derivados del estilo de vida del trabajador y de otros factores socioestructurales (posición profesional, nivel de educación y social, etc.).
30		Deficiencia en las instalaciones de limpieza personal y de bienestar de las obras.	Incluye los riesgos derivados de la falta de limpieza en las instalaciones de obra correspondientes a vestuarios, comedores, aseos, etc.
31		Otros.	

1.11.1 Relación de riesgos evitables

A continuación, se identifican los riesgos laborales evitables, indicándose las medidas preventivas a adoptar para que sean evitados en su origen, antes del comienzo de los trabajos en la obra.

Entre los riesgos laborales evitables de carácter general destacamos los siguientes, omitiendo el prolijo listado ya que todas estas medidas están incorporadas en las fichas de maquinaria, pequeña maquinaria, herramientas manuales, equipos auxiliares, etc., que se recogen en los Anejos.

Riesgo eliminado	Medidas preventivas previstas
Los originados por el uso de máquinas sin mantenimiento preventivo.	Control de sus libros de mantenimiento.
Los originados por la utilización de máquinas carentes de protecciones en sus partes móviles.	Control del buen estado de las máquinas, apartando de la obra aquellas que presenten cualquier tipo de deficiencia.
Los originados por la utilización de máquinas carentes de protecciones contra los contactos eléctricos.	Exigencia de que todas las máquinas estén dotadas de doble aislamiento o, en su caso, de toma de tierra de las carcasas metálicas, en combinación con los interruptores diferenciales de los cuadros de suministro y con la red de toma de tierra general eléctrica.

1.11.2 Trabajos que implican riesgos especiales

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales que suelen presentarse en la demolición de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

1.12 Medidas de prevención para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19

1. Sin perjuicio del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y del resto de la normativa laboral que resulte de aplicación, el director del centro de trabajo deberá:
 - a. Adoptar medidas de ventilación, limpieza y desinfección adecuadas a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso.

- b. Poner a disposición de los trabajadores agua y jabón, o geles hidroalcohólicos o desinfectantes con actividad viricida, autorizados por las autoridades sanitarias para la limpieza de manos.
 - c. Adaptar las condiciones de trabajo, incluida la ordenación de los puestos de trabajo y la organización de los turnos, así como el uso de los lugares comunes de forma que se garantice el mantenimiento de una distancia de seguridad interpersonal mínima entre los trabajadores, de acuerdo con la regulación vigente. Cuando ello no sea posible, deberá proporcionarse a los trabajadores equipos de protección adecuados al nivel de riesgo.
 - d. Adoptar medidas para evitar la coincidencia masiva de personas, tanto trabajadores como clientes o usuarios, en los centros de trabajo durante las franjas horarias de mayor afluencia previsible.
 - e. Adoptar medidas para la reincorporación progresiva de forma presencial a los puestos de trabajo y la potenciación del uso del teletrabajo cuando por la naturaleza de la actividad laboral sea posible.
2. Las personas que presenten síntomas compatibles con COVID-19 o estén en aislamiento domiciliario debido a un diagnóstico por COVID-19 o que se encuentren en periodo de cuarentena domiciliaria por haber tenido contacto estrecho con alguna persona con COVID-19 no deberán acudir a su centro de trabajo.
 3. Si un trabajador empezara a tener síntomas compatibles con la enfermedad, se contactará de inmediato con el teléfono habilitado para ello por las autoridades sanitarias, y, en su caso, con los correspondientes servicios de prevención de riesgos laborales. De manera inmediata, el trabajador se colocará una mascarilla y será aislado del resto del personal, siguiendo las recomendaciones que se le indiquen, hasta que su situación médica sea valorada por un profesional sanitario.

1.13 Trabajos posteriores de conservación, reparación o mantenimiento.


La utilización de los medios de seguridad y salud en estos trabajos responderá a las necesidades de cada momento, surgidas como consecuencia de la ejecución de los cuidados, reparaciones o actividades de mantenimiento que durante el proceso de explotación se lleven a cabo, siguiendo las indicaciones del manual de uso y mantenimiento.

El edificio ha sido dotado de vías de acceso a las zonas de cubierta donde se puedan ubicar posibles instalaciones de captación solar, aparatos de aire acondicionado o antenas de televisión, habiéndose estudiado en todo caso su colocación, durante la obra, en lugares lo más accesibles posible.



Los trabajos posteriores que entrañan mayores riesgos son aquellos asociados a la necesidad de un proyecto específico, en el que se incluirán las correspondientes medidas de seguridad y salud a adoptar para su realización, siguiendo las disposiciones vigentes en el momento de su redacción.

A continuación, se incluye un listado donde se analizan algunos de los típicos trabajos que podrían realizarse una vez entregado el edificio. El objetivo de este listado es el de servir como guía para el futuro técnico redactor del proyecto específico, que será la persona que tenga que estudiar en cada caso las actividades a realizar y plantear las medidas preventivas a adoptar.


Trabajos: Limpieza o reparación de tuberías, arquetas o pozos de la red de saneamiento.

Cód.	Imagen	Riesgo eliminado	Medidas preventivas previstas
17		Exposición a sustancias nocivas.	Se comprobará la ausencia de gases explosivos y se dotará al personal especializado de los equipos de protección adecuados.

Trabajos: Limpieza o reparación de cerramiento de fachada, arreglo de cornisas, revestimientos o defensas exteriores, limpieza de sumideros o cornisas, sustitución de tejas y demás reparaciones en la cubierta.

Cód.	Imagen	Riesgo eliminado	Medidas preventivas previstas
01		Caída de personas a distinto nivel.	Se colocarán medios auxiliares seguros, creando plataformas de trabajo estables y con barandillas de protección.
05		Caída de objetos desprendidos.	Acotación con vallas que impidan el paso de personas a través de las zonas de peligro de caída de objetos, sobre la vía pública o patios interiores.

Trabajos: Aplicación de pinturas y barnices.

Cód.	Imagen	Riesgo eliminado	Medidas preventivas previstas
17		Exposición a sustancias nocivas.	Se realizarán con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

2. Pliego de condiciones

2.1 Pliego de cláusulas administrativas

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de la obra "Nave Industrial destinada Carpintería Metálica", situada en El Real de la Jara (Sevilla), Sevilla (Sevilla), según el proyecto redactado por . Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento.

2.1.1 Legislación vigente aplicable a esta obra

- **Ley de Prevención de Riesgos Laborales** (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 10 de noviembre de 1995).
- **Reglamento de los Servicios de Prevención** (Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 31 de enero de 1997)

- **Seguridad y Salud en los lugares de trabajo** (Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997)
- **Manipulación de cargas** (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997)
- **Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo** (Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 5 de abril de 2003)
- **Utilización de equipos de trabajo** (Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 13 de noviembre de 2004)
- Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 25 de octubre de 1997)
- **Registro de coordinadores y coordinadoras en materia de seguridad y salud, con formación preventiva especializada en las obras de construcción, de la Comunidad Autónoma de Andalucía** (Decreto 166/2005, de 12 de julio, de la Consejería de Empleo de la Junta de Andalucía. B.O.J.A.: 4 de agosto de 2005)
- **Utilización de equipos de protección individual** (Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 12 de junio de 1997)
- **Orden por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social** (Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 11 de octubre de 2007)
- **Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano** (Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 21 de febrero de 2003)
- **Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis** (Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo. B.O.E.: 18 de julio de 2003)
- **Medidas para el control y la vigilancia higiénico-sanitarias de instalaciones de riesgo en la transmisión de la legionelosis y se crea el registro oficial de establecimientos y servicios biocidas de Andalucía** (Decreto 287/2002, de 26 de noviembre, de la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía. B.O.J.A.: 7 de diciembre de 2002)
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51** (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002)
- **Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones** (Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E.: 1 de abril de 2011)
- **Orden por la que se regulan las características de reacción al fuego de los cables de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones, se modifican determinados anexos del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el**

interior de las edificaciones, aprobado por Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo y se modifica la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla dicho reglamento (Orden ECE/983/2019, de 26 de septiembre, del Ministerio de Economía y Empresa. B.O.E.: 3 de octubre de 2019)

- **Señalización de seguridad y salud en el trabajo** (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997)

2.1.2 Aplicación de la normativa: responsabilidades

En cumplimiento de la legislación en materia de prevención de riesgos laborales, las empresas intervinientes en la obra ya sean contratistas o subcontratistas, realizarán la actividad preventiva atendiendo a los siguientes criterios de carácter general.

2.1.3 Organización de la actividad preventiva de las empresas

2.1.3.1 Servicio de Prevención

Las empresas podrán tener un servicio de prevención propio, mancomunado o ajeno, que deberá estar en condiciones de proporcionar el asesoramiento y el apoyo que éstas precisen, según los riesgos que pueden presentarse durante la ejecución de las obras. Para ello se tendrá en consideración:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores en los términos previstos en la ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La formación e información a los trabajadores, para garantizar que en cada fase de la obra puedan realizar sus tareas en perfectas condiciones de salud.
- La prestación de los primeros auxilios y el cumplimiento de los planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

2.1.3.2 Delegado de Prevención

Las empresas tendrán uno o varios Delegados de Prevención, en función del número de trabajadores que posean en plantilla. Éstos serán los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

2.1.3.3 Comité de Seguridad y Salud

Si la empresa tiene más de 50 trabajadores, se constituirá un comité de seguridad y salud en los términos descritos por la ley. En caso contrario, se constituirá antes del inicio de la obra una Comisión de Seguridad formada por un representante de cada empresa subcontratista, un técnico de prevención como recurso preventivo de la empresa contratista y

el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, designado por el promotor.

2.1.3.4 Vigilancia de la salud de los trabajadores por parte de las empresas

La empresa constructora contratará los servicios de una entidad independiente, cuya misión consiste en la vigilancia de la salud de los trabajadores mediante el seguimiento y control de sus reconocimientos médicos, con el fin de garantizar que puedan realizar las tareas asignadas en perfectas condiciones de salud.

2.1.3.5 Formación de los trabajadores en materia preventiva

La empresa constructora contratará los servicios de un centro de formación o de un profesional competente para ello, que imparta y acredite la formación en materia preventiva a los trabajadores, con el objeto de garantizar que, en cada fase de la obra, todos los trabajadores tienen la formación necesaria para ejecutar sus tareas, conociendo los riesgos de las mismas, de modo que puedan colaborar de forma activa en la prevención y control de dichos riesgos.

2.1.3.6 Información a los trabajadores sobre el riesgo

Mediante la presentación al contratista de este estudio de seguridad y salud, se considera cumplida la responsabilidad del promotor, en cuanto al deber de informar adecuadamente a los trabajadores sobre los riesgos que puede entrañar la ejecución de las obras.

Es responsabilidad de las empresas intervinientes en la obra realizar la evaluación inicial de riesgos y el plan de prevención de su empresa, teniendo la obligación de informar a los trabajadores del resultado de estos.

2.1.3.7 Reuniones de coordinación de seguridad

Todas las empresas intervinientes en esta obra tienen la obligación de cooperar y coordinar su actividad preventiva. Para tal fin, se realizarán las reuniones de coordinación de seguridad que se estimen oportunas.

El empresario titular del centro de trabajo tiene la obligación de informar e instruir a los otros empresarios (subcontratistas) sobre los riesgos detectados y las medidas a adoptar.

La Empresa principal está obligada a vigilar que los contratistas y subcontratistas cumplan la normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Así mismo, los trabajadores autónomos que desarrollen actividades en esta obra tienen el deber de informarse e instruirse debidamente, y de cooperar activamente en la prevención de los riesgos laborales.

Se organizarán reuniones de coordinación, dirigidas por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, en las que se informará al contratista principal y a todos los representantes de las empresas subcontratistas, de los riesgos que pueden presentarse en cada una de las fases de ejecución según las unidades de obra proyectadas.

Los riesgos asociados a cada unidad de obra se detallan en las correspondientes fichas de los anejos a la memoria.

2.1.3.8 Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de ejecución

Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

2.1.3.9 Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá ser nombrado por el promotor en todos aquellos casos en los que interviene más de una empresa, o bien una empresa y trabajadores autónomos o varios trabajadores autónomos. Debe asumir la responsabilidad y el encargo de las tareas siguientes:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de estas.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

Se compromete, además, a cumplir su función en estrecha colaboración con los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo. Cualquier divergencia entre ellos será planteada ante el promotor.

2.1.3.10 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

Con el fin de minimizar los riesgos inherentes a todo proceso constructivo, se reseñan algunos principios generales que deben tenerse presentes durante la ejecución de esta obra:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección correcta y adecuada del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento y circulación.
- La correcta manipulación de los distintos materiales y la adecuada utilización de los medios auxiliares.

- El mantenimiento y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, así como su control previo a la puesta en servicio, con objeto de corregir los defectos que pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- El correcto almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La cooperación efectiva entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

2.1.3.11 Deberes de información del promotor, de los contratistas y de otros empresarios

En relación con las obligaciones de información de los riesgos por parte del empresario titular, antes del inicio de cada actividad el coordinador de seguridad y salud dará las oportunas instrucciones al contratista principal sobre los riesgos existentes en relación con los procedimientos de trabajo y la organización necesaria de la obra, para que su ejecución se desarrolle de acuerdo con las instrucciones contenidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

La empresa contratista principal, y todas las empresas intervinientes, contribuirán a la adecuada información del coordinador de seguridad y salud, incorporando las disposiciones técnicas por él propuestas en las opciones arquitectónicas, técnicas y/o organizativas contenidas en el proyecto de ejecución, o bien planteando medidas alternativas de una eficacia equivalente o mejorada.

2.1.3.12 Obligaciones de los contratistas y subcontratistas

Los contratistas y subcontratistas están obligados a cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud, así como la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, durante la ejecución de la obra. Además, deberán informar a los trabajadores autónomos de todas las medidas que hayan de adoptarse en relación a su seguridad y salud.

Cuando concurren varias empresas en la obra, la empresa contratista principal tiene el deber de velar por el cumplimiento de la normativa de prevención. Para ello, exigirá a las empresas subcontratistas que acrediten haber realizado la evaluación de riesgos y la planificación preventiva de las obras para las que se les ha contratado y que hayan cumplido con sus obligaciones de formar e informar a sus respectivos trabajadores de los riesgos que entrañan las tareas que desempeñan en la obra.

La empresa contratista principal comprobará que se han establecido los medios necesarios para la correcta coordinación de los trabajos cuya realización simultánea pueda agravar los riesgos.

2.1.3.13 Obligaciones de los trabajadores autónomos y de los empresarios que ejerzan personalmente una actividad profesional en la obra

Los trabajadores autónomos y los empresarios que ejerzan personalmente una actividad profesional en la obra han de utilizar equipamientos de protección individual apropiados al riesgo que se ha de prevenir y adecuados al entorno de trabajo. Así mismo, habrán de responder

a las prescripciones de seguridad y salud propias de los equipamientos de trabajo que el contratista pondrá a disposición de los trabajadores.

2.1.3.14 Responsabilidad, derechos y deberes de los trabajadores

Se reseñan las responsabilidades, los derechos y los deberes más relevantes, que afectan a los trabajadores que intervengan en la obra.

Derechos de los trabajadores en materia de seguridad y salud:

- Estar debidamente formados para manejar los equipos de trabajo, la maquinaria y las herramientas con las que realizarán los trabajos en la obra.
- Disponer de toda la información necesaria sobre los riesgos laborales relacionados con su labor, recibiendo formación periódica sobre las buenas prácticas de trabajo.
- Estar debidamente provistos de la ropa de trabajo y de los equipos de protección individual, adecuados al tipo de trabajo a realizar.
- Ser informados de forma adecuada y comprensible, pudiendo plantear propuestas alternativas en relación a la seguridad y salud, en especial sobre las previsiones del plan de seguridad y salud.
- Poder consultar y participar activamente en la prevención de los riesgos laborales de la obra.
- Poder dirigirse a la autoridad competente.
- Interrumpir el trabajo en caso de peligro serio.

Deberes y responsabilidades de los trabajadores en materia de seguridad y salud:

- Usar adecuadamente los equipos de trabajo, la maquinaria y las herramientas manuales con los que desarrollarán su actividad en obra, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles.
- Utilizar correctamente y hacer buen uso de los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- Controlar y comprobar, antes del inicio de los trabajos, que los accesos a la zona de trabajo son los adecuados, que la zona de trabajo se encuentra debidamente delimitada y señalizada, que están montadas las protecciones colectivas reglamentarias y que los equipos de trabajo a utilizar se encuentran en buenas condiciones de uso.
- Contribuir al cumplimiento de sus obligaciones establecidas por la autoridad competente, así como las del resto de trabajadores, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
- Consultar de inmediato con su superior jerárquico directo cualquier duda sobre el método de trabajo a emplear, no comenzando una tarea sin antes tener conocimiento de su correcta ejecución.
- Informar a su superior jerárquico directo de cualquier peligro o práctica insegura que se observe en la obra.
- No desactivar los dispositivos de seguridad existentes en la obra y utilizarlos de forma correcta.

- Transitar por la obra prestando la mayor atención posible, evitando discurrir junto a máquinas y vehículos o bajo cargas suspendidas.
- No fumar en el lugar de trabajo.
- Obedecer las instrucciones del empresario en lo que concierne a la seguridad y salud.
- Responsabilizarse de sus actos personales.

2.1.3.15 Normas preventivas de carácter general a adoptar por parte de los trabajadores durante la ejecución de esta obra

La formación e información de los trabajadores sobre los riesgos laborales y los métodos de trabajo seguro a utilizar durante la ejecución de la obra son fundamentales para el éxito de la prevención de los riesgos y en la reducción de los accidentes laborales que pueden ocasionarse en la obra.

El contratista principal y el resto de los empresarios subcontratistas y trabajadores autónomos, están legalmente obligados a formar al personal a su cargo en el método de trabajo seguro, con el fin de que todos los trabajadores conozcan:

- Los riesgos propios de la actividad laboral que desempeñan.
- Los procedimientos de trabajo seguro que deben aplicar.
- La utilización correcta de las protecciones colectivas y el cuidado que deben dispensarles.
- El uso correcto de los equipos de protección individual necesarios para su trabajo.

2.1.4 Normas generales

Se pretende identificar las normas preventivas más generales que han de observar los trabajadores de la obra durante su jornada de trabajo, independientemente de su oficio.

Será requisito imprescindible, antes de comenzar cualquier trabajo en la obra, que hayan sido previamente dispuestas y verificadas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de seguridad pertinentes. En tal sentido, deberán estar:

- Colocadas las protecciones colectivas necesarias y comprobadas por personal cualificado.
- Señalizadas, acotadas y delimitadas las zonas afectadas.
- Dotados los trabajadores de los equipos de protección individual necesarios y de la ropa de trabajo adecuada.
- Los tajos limpios de sustancias, de elementos punzantes, salientes, abrasivos, resbaladizos u otros que supongan cualquier riesgo para los trabajadores.
- Advertidos y debidamente formados e instruidos todos los trabajadores.
- Adoptadas todas las medidas de seguridad que sean necesarias en cada caso.

Una vez dispuestas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de prevención necesarias se comprobarán periódicamente, manteniéndose y conservando durante todo el tiempo que hayan de permanecer en obra, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Durante la ejecución de cualquier trabajo o unidad de obra, se tomarán las siguientes medidas:

- Se seguirán en todo momento las indicaciones del pliego de condiciones técnicas particulares del proyecto de ejecución y las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa, en relación al proceso de ejecución de la obra.
- Se observarán las prescripciones del presente ESS, las normas contenidas en el correspondiente plan de seguridad y salud y las órdenes e instrucciones dictadas por el responsable del seguimiento y control del mismo, que afecten a la seguridad y salud de los trabajadores.
- Habrán de ser revisadas e inspeccionadas las medidas de seguridad y salud adoptadas, según la periodicidad definida en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Una vez finalizados los trabajos de ejecución de cualquier trabajo o unidad de obra, se tomarán las siguientes medidas:

- Se dispondrán los equipos de protección colectiva y las medidas de seguridad necesarias para evitar nuevas situaciones potenciales de riesgo.
- Se trasladarán a los trabajadores las instrucciones y las advertencias que se consideren oportunas, sobre el correcto uso, conservación y mantenimiento de la parte de obra ejecutada, así como sobre las protecciones colectivas y medidas de seguridad dispuestas.
- Se retirarán del lugar o área de trabajo, los equipos, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales, los materiales sobrantes y los escombros generados.

2.1.4.1 Lugares de trabajo situados por encima o por debajo del nivel del suelo

Los lugares de trabajo de la obra bien sean móviles o fijos, situados por encima o por debajo del nivel del suelo, deberán ser sólidos y estables. Antes de su utilización se debe comprobar:

- El número de trabajadores que los van a ocupar.
- Las cargas máximas a soportar y su distribución en superficie.
- Las acciones exteriores que puedan influirles.

Con el fin de evitar cualquier desplazamiento del conjunto o parte del mismo, deberá garantizarse su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros.

Deberán disponer de un adecuado mantenimiento técnico que verifique su estabilidad y solidez, procediendo a su limpieza periódica para garantizar las condiciones de higiene requeridas para su correcto uso.

2.1.4.2 Puestos de trabajo

El empresario deberá adaptar el trabajo a las condiciones particulares del operario, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo, con vistas a atenuar el trabajo monótono y repetitivo, que puede ser una fuente de accidentes y repercutir negativamente en la salud de los trabajadores de la obra.

Todos los trabajadores que intervengan en la obra deberán tener la capacitación y cualificación adecuadas a su categoría profesional y a los trabajos o actividades que hayan de desarrollar, de modo que no se permitirá la ejecución de trabajos por operarios que no posean la preparación y formación profesional suficientes.

2.1.4.3 Zonas de riesgo especial

Las zonas de la obra que entrañen riesgos especiales, tales como almacenes de productos inflamables o centros de transformación, entre otros, deberán estar equipadas con dispositivos de seguridad que eviten que los trabajadores no autorizados puedan acceder a ellas.

Cuando los trabajadores autorizados entren en las zonas de riesgo especial, se deberán tomar las medidas de seguridad pertinentes, pudiendo acceder sólo aquellos trabajadores que hayan recibido información y formación adecuadas.

Las zonas de riesgo especial deberán estar debidamente señalizadas de modo visible e inteligible.

2.1.4.4 Zonas de tránsito, comunicación y vías de circulación

Las zonas de tránsito, comunicación y vías de circulación de la obra, incluidas escaleras y pasarelas, deberán estar diseñadas, situadas, acondicionadas y preparadas para su uso, de modo que puedan utilizarse con facilidad y con plena seguridad, conforme al uso al que se les haya destinado.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación dentro de la obra, deberán preverse unas distancias de seguridad o medios de protección adecuados para los peatones.

Aquellos lugares de la obra por los que deban circular los trabajadores y que supongan un riesgo para ellos, deberán disponer de pasarelas con un ancho mínimo de 60 cm.

Las rampas de las escaleras que comuniquen los distintos niveles deberán disponer de peldaños desde el mismo momento de su construcción.

Ninguna puerta de acceso a los puestos de trabajo o a las distintas plantas del edificio en construcción permanecerá cerrada, de modo que no pueda impedir la salida de los operarios durante el horario de trabajo.

Las vías de circulación destinadas a vehículos y máquinas deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, accesos, pasos de peatones, pasillos y escaleras.

Las zonas de tránsito y las vías de circulación deberán estar debidamente marcadas, señalizadas e iluminadas, manteniéndose siempre libres de objetos u obstáculos que impidan su correcta utilización.

Las puertas de acceso a las escaleras de la obra no se abrirán directamente sobre sus peldaños, sino sobre los descansillos o rellanos.

Todas aquellas zonas que, de manera provisional, queden sin protección, serán cerradas, condenadas y debidamente señalizadas, para evitar la presencia de trabajadores en dichas zonas.

2.1.4.5 Orden y limpieza de la obra

Las vías de circulación interna, las zonas de tránsito, los locales y lugares de trabajo, así como los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores, deberán mantenerse siempre en buen estado de salubridad, para lo cual se realizará la limpieza periódica de los mismos.

2.1.5 Agentes intervinientes en la organización de la seguridad en la obra

Es conveniente que todos los agentes intervinientes en la obra conozcan tanto sus obligaciones como las del resto de los agentes, con el objeto de que puedan ser coordinados e integrados en la consecución de un mismo fin.

2.1.5.1 Promotor de las obras

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

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo estudio de seguridad y salud, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, facilitando copias a las empresas contratistas y subcontratistas y a los trabajadores autónomos contratados directamente por el promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de seguridad y salud previamente al comienzo de las obras.

El promotor tendrá la consideración de contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma.

El promotor está obligado a abonar al contratista, previa certificación del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y en su defecto de la dirección facultativa, las unidades de obra incluidas en el ESS.

2.1.5.2 Contratista

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Recibe el encargo directamente del promotor y ejecutará las obras según el proyecto técnico.

Habrá de presentar un plan de seguridad y salud redactado en base al presente ESS y al proyecto de ejecución de obra, para su aprobación por parte del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, independientemente de que exista un contratista principal, subcontratistas o trabajadores autónomos, antes del inicio de los trabajos en esta obra.

No podrán iniciarse las obras hasta la aprobación del correspondiente plan de seguridad y salud por parte del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Éste comunicará a la dirección facultativa de la obra la existencia y contenido del plan de seguridad y salud finalmente aprobado.

Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de seguridad y salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

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

Entregará la información suficiente al coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Designará un delegado de prevención, que coordine junto con el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los medios de seguridad y salud laboral previstos en este ESS.

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales, durante la ejecución de la obra.

Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.

Atender las indicaciones y consignas del coordinador en materia de seguridad y salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

2.1.5.3 Subcontratista

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Es contratado por el contratista, estando obligado a conocer, adherirse y cumplir las directrices contenidas en el plan de seguridad y salud.

2.1.5.4 Trabajador autónomo

Es la persona física, distinta del contratista y subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Aportará su manual de prevención de riesgos a la empresa que lo contrate, pudiendo adherirse al plan de seguridad y salud del contratista o del subcontratista, o bien realizar su propio plan de seguridad y salud relativo a la parte de la obra contratada.

Cumplirá las condiciones de trabajo exigibles en la obra y las prescripciones contenidas en el plan de seguridad y salud.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

2.1.5.5 Trabajadores por cuenta ajena

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

2.1.5.6 Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

2.1.5.7 Projectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

2.1.5.8 Dirección facultativa

Se entiende como dirección facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección facultativa y del promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

2.1.5.9 Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de ejecución

Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

2.1.5.10 Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra

Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el promotor, que forma parte de la dirección facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades asociadas a las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de estas.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

2.1.6 Documentación necesaria para el control de la seguridad en la obra

2.1.6.1 Estudio de seguridad y salud

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el promotor, donde se precisan las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

2.1.6.2 Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio de seguridad y salud, cada contratista elaborará el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio de seguridad y salud, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio de seguridad y salud.

El coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio de esta.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la dirección facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la dirección facultativa.

2.1.6.3 Acta de aprobación del plan de seguridad y salud

El plan de seguridad y salud elaborado por el contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la dirección facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

2.1.6.4 Comunicación de apertura de centro de trabajo

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

Deberá exponerse en la obra en lugar visible y se mantendrá permanentemente actualizada en el caso de que se produzcan cambios no identificados inicialmente.

2.1.7 Libro de incidencias

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la dirección facultativa

de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la demolición deberá notificar al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

2.1.7.1 Libro de órdenes

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la dirección facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el contratista de la obra.

2.1.7.2 Libro de subcontratación

El contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

Al libro de subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

2.1.8 Criterios de medición, valoración, certificación y abono de las unidades de obra de seguridad y salud

2.1.8.1 Mediciones y presupuestos

Se seguirán los criterios de medición definidos para cada unidad de obra del ESS.

Los errores que pudieran encontrarse en el estado de mediciones o en el presupuesto, se aclararán y se resolverán en presencia del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes de la ejecución de la unidad de obra que contuviese dicho error.

Las unidades de obra no previstas darán lugar a la oportuna elaboración de un precio contradictorio, el cual deberá haber sido aprobado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra antes de acometer el trabajo.

2.1.8.2 Certificaciones

Las certificaciones de los trabajos de Seguridad y Salud se realizarán a través de relaciones valoradas de las unidades de obra totalmente ejecutadas, en los términos pactados en el correspondiente contrato de obra.

Salvo que se indique lo contrario en las estipulaciones del contrato de obra, el abono de las unidades de seguridad y salud se efectuará mediante certificación de las unidades ejecutadas conforme al criterio de medición en obra especificado, para cada unidad de obra, en el ESS.

Para efectuar el abono se aplicarán los importes de las unidades de obra que procedan, que deberán ser coincidentes con las del estudio de seguridad y salud. Será imprescindible la previa aceptación del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Para el abono de las unidades de obra correspondientes a la formación específica de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud, los reconocimientos médicos y el seguimiento y el control interno en obra, será requisito imprescindible la previa verificación y justificación del cumplimiento por parte del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de las previsiones establecidas que debe contener el plan de seguridad y salud. Para tal fin, será preceptivo que el promotor aporte la acreditación documental correspondiente.

2.1.8.3 Disposiciones Económicas

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el promotor y el contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas
- De los precios
- Precio básico
- Precio unitario
- Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
- Precios contradictorios
- Reclamación de aumento de precios
- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
- De la revisión de los precios contratados
- Acopio de materiales
- Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones Mutuas

- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

2.1.9 Condiciones técnicas

2.1.9.1 Maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales

Es responsabilidad del contratista asegurarse de que toda la maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales empleados en la obra, cumplan las disposiciones legales y reglamentarias vigentes sobre la materia.

- Queda prohibido el montaje parcial de cualquier maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales. Es decir, no se puede omitir ningún componente con los que se comercializan para su correcta función.
- La utilización, montaje y conservación de todos ellos se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso suministrado por el fabricante.
- Únicamente se permite en esta obra, la maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales, que tengan incorporados sus propios dispositivos de seguridad y cumplan las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia de seguridad y salud.
- El contratista adoptará las medidas necesarias para que toda la maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales que se utilicen en esta obra, sean las más apropiadas al tipo de trabajo que deba realizarse, de tal forma que quede garantizada la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido, se tendrán en cuenta los principios ergonómicos en relación al diseño del puesto de trabajo y a la posición de los trabajadores durante su uso.
- El mantenimiento de las herramientas es fundamental para conservarlas en buen estado de uso. Por ello, se realizarán inspecciones periódicas para comprobar su buen funcionamiento y su óptimo estado de limpieza, su correcto afilado y el engrase de las articulaciones.

Los requisitos para la correcta instalación, utilización y mantenimiento de la maquinaria, andamiajes, pequeña maquinaria, equipos auxiliares y herramientas manuales a utilizar en esta obra se definen en las correspondientes fichas de prevención de riesgos incluidas en los anejos.

2.2 Pliego de condiciones técnicas particulares

2.2.1 Medios de protección individual

2.2.1.1 Condiciones generales

Todos los medios de protección individual empleados en la obra, además de cumplir estrictamente con la normativa vigente en la materia, reunirán las siguientes condiciones:

- Dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.
- Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.
- El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.
- Los equipos de protección individual serán suministrados gratuitamente por el contratista y reemplazados de inmediato cuando se deterioren como consecuencia de su uso, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite. Debe quedar constancia por escrito del motivo del recambio, especificando además el nombre de la empresa y el operario que recibe el nuevo equipo de protección individual, para garantizar el correcto uso de estas protecciones.
- Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.
- Las normas de utilización de los equipos de protección individual se atenderán a las recomendaciones incluidas en los folletos explicativos de los fabricantes, que el contratista certificará haber entregado a cada uno de los trabajadores.
- Los equipos se limpiarán periódicamente y siempre que se ensucien, guardándolos en un lugar seco no expuesto a la luz solar. Cada operario es responsable del estado y buen uso de los equipos de protección individual (EPIs) que utilice.
- Los equipos de protección individual que tengan fecha de caducidad, antes de llegar ésta, se acopiarán de forma ordenada y serán revisados por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para que autorice su eliminación de la obra.

Los requisitos que deben cumplir cada uno de los equipos de protección individual (EPIs) a utilizar en la obra, se definen en las correspondientes fichas de prevención de riesgos incluidas en los anejos.

2.2.1.2 Control de entrega de los equipos

El contratista incluirá, en su plan de seguridad y salud, el modelo de parte de entrega de los equipos de protección individual a sus trabajadores, que como mínimo debe contener los siguientes datos:

- Número del parte.
- Identificación del contratista.
- Empresa afectada por el control, sea contratista, subcontratista o un trabajador autónomo.
- Nombre del trabajador que recibe los equipos de protección individual.
- Oficio que desempeña, especificando su categoría profesional.
- Listado de los equipos de protección individual que recibe el trabajador.
- Firma del trabajador que recibe el equipo de protección individual.
- Firma y sello de la empresa.

Los partes deben elaborarse al menos por duplicado, quedando el original archivado en poder del encargado de seguridad y salud, el cual entregará una copia al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

2.2.2 Medios de protección colectiva

2.2.2.1 Condiciones generales

El contratista es el responsable de que los medios de protección colectiva utilizados en la obra cumplan las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia de seguridad y salud, además de las siguientes condiciones de carácter general:

- Las protecciones colectivas previstas en este ESS y descritas en los planos protegen los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra. El plan de seguridad y salud respetará las previsiones del ESS, aunque podrá modificarlas mediante la correspondiente justificación técnica documental, debiendo ser aprobadas tales variaciones por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del plan de seguridad y salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.
- Estarán disponibles para su uso inmediato, dos días antes de la fecha prevista de su montaje en obra, acopiadas en las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación.
- Cuando se utilice madera para el montaje de las protecciones colectivas, ésta será totalmente maciza, sana y carente de imperfecciones, nudos o astillas. No se utilizará en ningún caso material de desecho.
- Queda prohibida la iniciación de un trabajo o actividad que requiera una protección colectiva hasta que ésta quede montada por completo en el ámbito del riesgo que neutraliza o elimina.
- El contratista queda obligado a incluir en su plan de ejecución de obra la fecha de montaje, mantenimiento, cambio de ubicación y retirada de cada una de las protecciones colectivas previstas en este estudio de seguridad y salud.

- Antes de la utilización de cualquier sistema de protección colectiva, se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las apropiadas al riesgo que se quiere prevenir, verificando que su instalación no representa un peligro añadido a terceros.
- Se controlará el número de usos y el tiempo de permanencia de las protecciones colectivas, con el fin de no sobrepasar su vida útil. Dejarán de utilizarse, de forma inmediata, en caso de deterioro, rotura de algún componente o cuando sufran cualquier otra incidencia que comprometa o menoscabe su eficacia. Una vez colocadas en obra, deberán ser revisadas periódicamente y siempre antes del inicio de cada jornada
- Sólo deben utilizarse los modelos de protecciones colectivas previstos expresamente para esta obra.
- Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante. Tan pronto como se produzca la necesidad de reponer o sustituir las protecciones colectivas, se paralizarán los tajos protegidos por ellas y se desmontarán de forma inmediata. Hasta que se alcance de nuevo el nivel de seguridad que se exige, estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de sistemas anticaídas sujetos a dispositivos y líneas de anclaje.
- El contratista, en virtud de la legislación vigente, está obligado al montaje, al mantenimiento en buen estado y a la retirada de la protección colectiva por sus propios medios o mediante subcontratación, quedando incluidas todas estas operaciones en el precio de la contrata.
- El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.
- En caso de que una protección colectiva falle por cualquier causa, el contratista queda obligado a conservarla en la posición de uso prevista y montada, hasta que se realice la investigación oportuna, dando debida cuenta al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Cuando el fallo se deba a un accidente, se procederá según las normas legales vigentes, avisando sin demora, inmediatamente tras ocurrir los hechos, al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

En todas las situaciones en las que se prevea que puede producirse riesgo de caída a distinto nivel, se instalarán previamente dispositivos de anclaje para el enganche de los arneses de seguridad. De forma especial, en aquellos trabajos para los que, por su corta duración, se omitan las protecciones colectivas, en los que deberá concretarse la ubicación y las características de dichos dispositivos de anclaje.

Los requisitos que deben cumplir cada uno de los equipos de protección colectiva a utilizar en esta obra se definen en las correspondientes fichas de prevención de riesgos incluidas en los anejos.

2.2.3 Mantenimiento, cambios de posición, reparación y sustitución

El contratista propondrá al coordinador en materia de seguridad y salud, dentro de su plan de seguridad y salud, un "programa de evaluación" donde figure el grado de cumplimiento de lo dispuesto en este pliego de condiciones en materia de prevención de riesgos laborales.

Este programa de evaluación contendrá, al menos, la metodología a seguir según el propio sistema de construcción del contratista, la frecuencia de las observaciones o de los controles que va a realizar, los itinerarios para las inspecciones planeadas, el personal que prevé utilizar en cada tarea y el análisis de la evolución de los controles efectuados.

2.2.4 Sistemas de control de accesos a la obra

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá tener conocimiento de la existencia de las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. Para ello, el contratista o los contratistas elaborarán una relación de:

- Las personas autorizadas a acceder a la obra.
- Las personas designadas como responsables y encargadas de controlar el acceso a la obra.
- Las instrucciones para el control de acceso, en las que se indique el horario previsto, el sistema de cierre de la obra y el mecanismo de control del acceso.

2.2.5 Instalación eléctrica provisional de obra

2.2.5.1 Condiciones generales

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la memoria y de los planos del ESS, debiendo ser realizada por una empresa autorizada.

La instalación deberá realizarse de forma que no constituya un peligro de incendio ni de explosión, y de modo que las personas queden debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Para la selección del material y de los dispositivos de prevención de las instalaciones provisionales, se deberá tomar en consideración el tipo y la potencia de la energía distribuida, las condiciones de influencia exteriores y la competencia de las personas que tengan acceso a las diversas partes de la instalación.

Las instalaciones de distribución de obra deberán ser verificadas periódicamente y mantenidas en buen estado de funcionamiento. Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán ser identificadas, verificadas y comprobadas, indicando claramente en qué condición se encuentran.

2.2.5.2 Personal instalador

El montaje de la instalación deberá ser realizado necesariamente por personal especializado. Podrá dirigirlo un instalador autorizado sin título facultativo hasta una potencia total instalada de 50 kW. A partir de esta potencia, la dirección de la instalación corresponderá a un técnico cualificado.

Una vez finalizado el montaje y antes de su puesta en servicio, el contratista deberá presentar al técnico responsable del seguimiento del plan de seguridad y salud, la certificación acreditativa del correcto montaje y funcionamiento de la instalación.

2.2.5.3 Ubicación y distribución de los cuadros eléctricos

Se colocarán en lugares sobre los que no exista riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados en niveles superiores, salvo que se utilice una protección específica que evite completamente estos riesgos. Esta protección será extensible tanto al lugar donde se ubique cada cuadro, como a la zona de acceso de las personas que deban acercarse al mismo.

Estarán dentro del recinto de la obra, separados de los lugares de paso de máquinas y vehículos. El acceso al lugar en que se ubique cada uno de los cuadros estará libre de objetos y materiales que entorpezcan el paso.

La base sobre la que pisen las personas que puedan acceder a los cuadros eléctricos, estará constituida por una tarima de material aislante, elevada del suelo como mínimo a una altura de 30 cm, para evitar los riesgos derivados de posibles encharcamientos o inundaciones.

Existirá un cuadro general del cual se tomarán, en su caso, las derivaciones para otros auxiliares, con objeto de facilitar la conexión de máquinas y equipos portátiles, evitando tendidos eléctricos excesivamente largos.

2.2.6 Otras instalaciones provisionales de obra

2.2.6.1 Instalación de agua potable y saneamiento

La acometida de agua potable a la obra se realizará por la compañía suministradora en la zona designada en los planos del ESS, siguiendo las especificaciones técnicas y requisitos establecidos por la compañía suministradora de aguas.

Se conectará la instalación de saneamiento a la red pública.

2.2.6.2 Almacenamiento y señalización de productos

Los talleres, los almacenes y cualquier otra zona, que deberá estar detallada en los planos, donde se manipulen, almacenen o acopien sustancias o productos explosivos, inflamables, nocivos, peligrosos o insalubres, estarán debidamente identificados y señalizados, según las especificaciones contenidas en la ficha técnica del material correspondiente. Dichos

productos cumplirán las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia de envasado y etiquetado.

Con carácter general, se deberá señalar:

- Los riesgos específicos de cada local, tales como peligro de incendio, de explosión, de radiación, etc.
- La ubicación de los medios de extinción de incendios.
- Las vías de evacuación y salidas.
- La prohibición de fumar en dichas zonas.
- La prohibición de utilización de teléfonos móviles, en caso necesario.

2.2.6.3 Servicios de higiene y bienestar de los trabajadores

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotadas de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

Los suelos, las paredes y los techos de estas instalaciones serán continuos, lisos e impermeables, enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con la frecuencia requerida para cada caso, mediante líquidos desinfectantes o antisépticos.

Todos los elementos de la instalación sanitaria, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas, así como los armarios y bancos, estarán siempre en buen estado de uso.

Los locales dispondrán de luz y se mantendrán en las debidas condiciones de confort y salubridad.

2.2.6.4 Asistencia a accidentados y primeros auxilios

Para la asistencia a accidentados, se dispondrá en la obra de una caseta o un local acondicionado para tal fin, que contenga los botiquines para primeros auxilios y pequeñas curas, con la dotación reglamentaria, además de la información detallada del emplazamiento de los diferentes centros médicos más cercanos donde poder trasladar a los accidentados.

El contratista debe disponer de un plan de emergencia en su empresa y tener formados a sus trabajadores para atender los primeros auxilios.

Los objetivos generales para poner en marcha un dispositivo de primeros auxilios se resumen en:

- Salvar la vida de la persona afectada.
- Poner en marcha el sistema de emergencias.

- Garantizar la aplicación de las técnicas básicas de primeros auxilios hasta la llegada de los sistemas de emergencia.
- Evitar realizar acciones que, por desconocimiento, puedan provocar al accidentado un daño mayor.

2.2.6.5 Instalación contra incendios

Para evitar posibles riesgos de incendio, queda totalmente prohibida en presencia de materiales inflamables o de gases, la realización de hogueras y operaciones de soldadura, así como la utilización de mecheros. Cuando, por cualquier circunstancia justificada, esto resulte inevitable, dichas operaciones se realizarán con extrema precaución, disponiendo siempre de un extintor adecuado al tipo de fuego previsto.

Deberán estar instalados extintores adecuados al tipo de fuego en los siguientes lugares: local de primeros auxilios, oficinas de obra, almacenes con productos inflamables, cuadro general eléctrico de obra, vestuarios y aseos, comedores, cuadros de máquinas fijos de obra, en la proximidad de cualquier zona donde se trabaje con soldadura y en almacenes de materiales y acopios con riesgo de incendio.

2.2.7 Señalización e iluminación de seguridad

2.2.7.1 Señalización de la obra: normas generales

El contratista deberá establecer un sistema de señalización de seguridad adecuado, con el fin de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre aquellos objetos y situaciones susceptibles de provocar riesgos, así como para indicar el emplazamiento de los dispositivos y equipos que se consideran importantes para la seguridad de los trabajadores.

La puesta en práctica del sistema de señalización en obra no eximirá en ningún caso al contratista de la adopción de los medios de protección indicados en el presente ESS.

Se deberá informar adecuadamente a los trabajadores, para que conozcan claramente el sistema de señalización establecido.

El sistema de señalización de la obra cumplirá las exigencias reglamentarias establecidas en la legislación vigente. No se utilizarán en la obra elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas, ni señales que no cumplan con las disposiciones vigentes en materia de señalización de los lugares de trabajo o que no sean capaces de resistir tanto las inclemencias meteorológicas como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable.

2.2.7.2 Señalización de las vías de circulación de máquinas y vehículos

Las vías de circulación en el recinto de la obra por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en materia de circulación de vehículos en carretera.

2.2.7.3 Personal auxiliar de los maquinistas para las labores de señalización

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión, se empleará a una o varias personas como señalistas, encargadas de dirigir las maniobras para evitar cualquier percance o accidente.

Los maquinistas y el personal auxiliar encargado de la señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales normalizado previamente establecido.

2.2.7.4 Iluminación de los lugares de trabajo y de tránsito

Todos los lugares de trabajo o de tránsito dispondrán, siempre que sea posible, de iluminación natural. En caso contrario, se recurrirá a la iluminación artificial o mixta, que será apropiada y suficiente para las operaciones o trabajos que se efectúen en ellos.

La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible, procurando mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de cada tarea.

Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia, así como los deslumbramientos indirectos, producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de trabajo o en sus proximidades.

En los lugares de trabajo y de tránsito con riesgo de caídas, escaleras y salidas de urgencia o de emergencia, se deberá intensificar la iluminación para evitar posibles accidentes.

Se deberá emplear iluminación artificial en aquellas zonas de trabajo que carezcan de iluminación natural o ésta sea insuficiente, o cuando se proyecten sombras que dificulten los trabajos. Para ello, se utilizarán preferentemente focos o puntos de luz portátiles provistos de protección antichoque, para que proporcionen la iluminación apropiada a la tarea a realizar.

Las intensidades mínimas de iluminación para las diferentes zonas de trabajo previstas en la obra serán:

- En patios, galerías y lugares de paso: 20 lux.
- En las zonas de carga y descarga: 50 lux.
- En almacenes, depósitos, vestuarios y aseos: 100 lux.
- En trabajos con máquinas: 200 lux.
- En las zonas de oficinas: 300 a 500 lux.

En los locales y lugares de trabajo con riesgo de incendio o explosión, la iluminación será antideflagrante.

Se dispondrá de iluminación de emergencia adecuada a las dimensiones de los locales y al número de operarios que trabajen simultáneamente, que sea capaz de mantener al menos durante una hora una intensidad de 5 lux. Su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

2.3 Materiales, productos y sustancias peligrosas

Los productos, materiales y sustancias químicas que impliquen algún riesgo para la seguridad o la salud de los trabajadores, deberán recibirse en obra debidamente envasados y etiquetados, de forma que identifiquen claramente tanto su contenido como los riesgos que conlleva su almacenamiento, manipulación o utilización.

Se proporcionará a los trabajadores la información adecuada, las instrucciones sobre su correcta utilización, las medidas preventivas adicionales a adoptar y los riesgos asociados tanto a su uso correcto, como a su manipulación o empleo inadecuados.

No se admitirán en obra envases de sustancias peligrosas que no sean originales ni aquellos que no cumplan con las disposiciones legales y reglamentarias vigentes sobre la materia. Esta consideración se hará extensiva al etiquetado de los envases.

Los envases de capacidad inferior o igual a un litro que contengan sustancias líquidas muy tóxicas o corrosivas deberán llevar una indicación de peligro fácilmente detectable.

Ergonomía. Manejo manual de cargas

Condiciones de aplicación del R.D. 487/2007 a la obra.

Exposición al ruido

Condiciones de aplicación del R.D. 286/2006 a la obra.

Condiciones técnicas de la organización e implantación

Procedimientos para el control general de vallados, accesos, circulación interior, extintores, etc.

3. Ficha de prevención de los principales riesgos

3.1 Maquinaria





Se especifica en este apartado la relación de maquinaria cuya utilización se ha previsto en esta obra, cumpliendo toda ella con las condiciones técnicas y de uso que determina la normativa vigente, indicándose en cada una de estas fichas la identificación de los riesgos laborales que su utilización puede ocasionar, especificando las medidas preventivas y las protecciones individuales a adoptar y aplicar a cada una de las máquinas, todo ello con el fin de controlar y reducir, en la medida de lo posible, dichos riesgos no evitables.



Para evitar ser reiterativos, se han agrupado aquellos aspectos que son comunes a todo tipo de maquinaria en la ficha de 'Maquinaria en general', considerando los siguientes puntos: requisitos exigibles a toda máquina a utilizar en esta obra, normas de uso y mantenimiento de carácter general, identificación de riesgos no evitables, y medidas preventivas a adoptar tendentes a controlar y reducir estos riesgos.





Aquellos otros que son comunes a todas las máquinas que necesitan un conductor para su funcionamiento, se han agrupado en la ficha de 'Maquinaria móvil con conductor', considerando los siguientes puntos: requisitos exigibles a toda máquina móvil con conductor a utilizar en esta obra, requisitos exigibles al conductor, normas de uso y mantenimiento de carácter general, identificación de riesgos no evitables, y medidas preventivas a adoptar tendentes a controlar y reducir estos riesgos.

Los trabajadores dispondrán de las instrucciones precisas sobre el uso de la maquinaria y las medidas de seguridad asociadas.




3.1.1 Maquinaria en general





MAQUINARIA EN GENERAL		
Requisitos exigibles a la máquina		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Dispondrá de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones. ■ Se asegurará el buen estado de mantenimiento de las protecciones colectivas existentes en la propia maquinaria. 		
Normas de uso de carácter general		
<ul style="list-style-type: none"> ■ El operario mantendrá en todo momento el contacto visual con las máquinas que estén en movimiento. ■ No se pondrá en marcha la máquina ni se accionarán los mandos si el operario no se encuentra en su puesto correspondiente. ■ No se utilizarán accesorios no permitidos por el fabricante. ■ Se comprobará el correcto alumbrado en trabajos nocturnos o en zonas de escasa iluminación. 		
Normas de mantenimiento de carácter general		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Los residuos generados como consecuencia de una avería se verterán en contenedores adecuados. 		
Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Choque contra objetos móviles.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se colocarán y se mantendrán en buen estado las protecciones de los elementos móviles de la maquinaria.
	Proyección de fragmentos o partículas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se verificará la ausencia de personas en el radio de acción de la máquina.
	Atrapamiento por objetos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se utilizará ropa holgada ni joyas.
	Aplastamiento por vuelco de máquinas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se sobrepasarán los límites de inclinación especificados por el fabricante.

	Contacto térmico.	<ul style="list-style-type: none"> Las operaciones de reparación se realizarán con el motor parado, evitando el contacto con las partes calientes de la máquina.
	Exposición a agentes químicos.	<ul style="list-style-type: none"> Se asegurará la correcta ventilación de las emisiones de gases de la maquinaria.


<p>au00auh020</p> <p>Canaleta para vertido del hormigón.</p>		
<p>Normas de instalación</p> <ul style="list-style-type: none"> Se colocarán cuñas en las ruedas traseras del camión para inmovilizarlo. <p>Normas de uso y mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> El trabajador no se situará en el lugar de hormigonado hasta que el camión hormigonero no esté en posición de vertido. El camión hormigonero no cambiará de posición mientras se vierte el hormigón. 		
<p>IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO</p>		
Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando sea imprescindible que el camión se acerque al borde de una zanja o de un talud durante el vertido del hormigón, se colocará un tope de seguridad.
	Atrapamiento por objetos.	<ul style="list-style-type: none"> Cualquier cambio de posición del camión hormigonero se hará con la canaleta fija. Se tendrá especial cuidado en las operaciones de despliegue de la canaleta, para evitar amputaciones durante el encaje de los módulos de prolongación de la canaleta.
	Atropello con vehículos.	<ul style="list-style-type: none"> Se verificará la ausencia de personas detrás del camión hormigonero durante las maniobras de retroceso.

3.2 Escaleras


<p>00aux010</p> <p>Escalera manual de apoyo.</p>		
<p>Condiciones técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Su utilización quedará restringida a los casos en que no sea posible utilizar una plataforma de trabajo u otro equipo de trabajo más seguro. ■ No se utilizará para salvar alturas superiores a 5 m. ■ El sistema de apoyo en el suelo será mediante zapatas antideslizantes. ■ La superficie de apoyo será plana, horizontal, resistente y antideslizante. <p>Normas de instalación</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ En ningún caso se colocarán en zonas de paso. ■ Se mantendrá una distancia libre mínima con las líneas eléctricas de 5 m. ■ Sobresaldrá 1 m del plano de apoyo. <p>Normas de uso y mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ El trabajador subirá y bajará de la escalera utilizando siempre las dos manos, de cara a la misma, y nunca con materiales o herramientas en la mano. ■ No se empalmarán escaleras o tramos de escalera para alcanzar un punto de mayor altura. ■ No se utilizará la misma escalera por más de una persona simultáneamente. ■ El trabajador no descenderá de la escalera deslizándose sobre los largueros. ■ No se utilizará como pasarela ni para transportar materiales. ■ Se comprobará con regularidad el buen estado de la escalera. 		
<p>IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO</p>		
<p>Cód.</p> 	<p>Riesgos</p> <p>Caída de personas a distinto nivel.</p>	<p>Medidas preventivas a adoptar</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ No se utilizarán en trabajos cercanos a huecos de ascensor, a ventanas o a cualquier otro hueco. ■ Se colocarán formando un ángulo de 75° con la superficie de apoyo. ■ La escalera sobresaldrá al menos 1 m del punto de apoyo superior.
	<p>Caída de personas al mismo nivel.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tanto el calzado del operario como los peldaños de la escalera permanecerán siempre limpios de grasa, barro, hormigón y obstáculos.

	Caída de objetos por manipulación.	<ul style="list-style-type: none"> El trabajador no transportará ni manipulará materiales o herramientas, cuando por su peso o dimensiones comprometan su seguridad durante el uso de la escalera.
	Caída de objetos desprendidos.	<ul style="list-style-type: none"> Se prohibirá el paso de trabajadores por debajo de las escaleras. Los materiales o las herramientas que se estén utilizando no se dejarán sobre los peldaños.
	Choque contra objetos inmóviles.	<ul style="list-style-type: none"> Se transportarán con la parte delantera hacia abajo, nunca horizontalmente.
	Sobreesfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. No se transportarán las escaleras manualmente si su peso supera los 55 kg.

3.3 Compresores portátiles

<p>mq05pdm010b</p> <p>Compresor portátil eléctrico y diésel.</p>	
<p>Normas de uso de carácter específico</p> <ul style="list-style-type: none"> Durante el desarrollo de los trabajos: <ul style="list-style-type: none"> La unión del compresor con la máquina se hará con elementos adecuados que soporten las presiones de trabajo. El compresor se colocará a una distancia considerable de la zona de trabajo para evitar que se unan los dos tipos de ruido. Al aparcar la máquina: <ul style="list-style-type: none"> El compresor se estacionará con la lanza de arrastre en posición horizontal y con cuñas en las cuatro ruedas para inmovilizarlo. No se estacionará la máquina en zonas situadas a menos de 2 m del borde de la excavación. En operaciones de transporte de la máquina: <ul style="list-style-type: none"> El peso del compresor remolcado no será excesivo para la capacidad de frenado del vehículo tractor. 	
<p>Normas de mantenimiento de carácter específico</p> <ul style="list-style-type: none"> Se asegurará la conexión y se comprobará el buen funcionamiento de la toma de tierra. 	

3.4 Plataforma elevadora

<p>mq07ple010fc</p> <p>Plataforma elevadora de tijera, motor diésel.</p>	
<p>Normas de uso de carácter específico</p>	

- Antes de iniciar los trabajos:
 - Se identificarán todas las líneas eléctricas, requiriendo la presencia de empleados de la compañía suministradora.
 - En trabajos en zonas próximas a cables eléctricos, se comprobará la tensión de estos cables para identificar la distancia mínima de seguridad.
 - Se comprobará el buen funcionamiento de los dispositivos luminosos y acústicos de limitación de carga y de inclinación máxima.
 - Se comprobará el buen funcionamiento de los mandos de parada y de bajada de emergencia de la plataforma.
 - Se verificará la existencia de un extintor en un lugar accesible cerca de la máquina.
- Durante el desarrollo de los trabajos:
 - La plataforma no se utilizará como ascensor.
 - No se trabajará cuando la velocidad del viento sea superior a 55 km/h.
 - Se colocarán los estabilizadores extendidos y apoyados en terreno firme.
 - La plataforma estará en la posición más baja posible, tanto para subir como para bajar de la máquina.
 - Después de acceder a la plataforma, se cerrará la puerta o se colocará la barra de protección.
 - Antes de invertir el sentido de marcha se comprobará que no hay zanjas ni huecos.
 - Cuando sea necesario subir o bajar bordillos, se ejecutarán rampas de poca pendiente.
 - No se trabajará en pendientes superiores al 30%.
 - En trabajos en pendiente, la máquina trabajará en el sentido de la pendiente, nunca transversalmente, y no se realizarán giros.
 - Solamente podrá trabajar en pendiente cuando disponga de estabilizadores.
 - No circulará largas distancias con la plataforma elevada.
 - No circulará con operarios en la plataforma.
 - Cuando la plataforma se esté elevando, los operarios se sujetarán a las barandillas.
 - Los operarios que estén trabajando desde la plataforma, deberán mantener el cuerpo dentro de la plataforma con los dos pies apoyados sobre la superficie.
 - No se trabajará sobre andamios, escaleras u otros elementos similares, apoyados sobre la plataforma para alcanzar un punto de mayor altura.
 - No se sobrepasará el número máximo de personas previsto por el fabricante de la máquina.
 - La carga quedará uniformemente distribuida en la plataforma.
 - Se sujetarán los materiales cargados en la plataforma cuando puedan desplazarse o superen la altura de la barandilla.
 - Los trabajadores nunca controlarán la máquina desde el suelo cuando se esté trabajando en la plataforma.
 - Nunca se sujetará la plataforma a estructuras fijas.
- Al aparcarse la máquina:
 - No se estacionará la máquina en zonas situadas a menos de 3 m del borde de la excavación.

Normas de mantenimiento de carácter específico

- Se comprobará la presión de los neumáticos.
- Se verificará la ausencia de cortes en los neumáticos.
- La plataforma y la escalera se mantendrán siempre limpias de grasa, barro, hormigón y obstáculos.

3.5 Máquinas de soldadura

mq08sol010

Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.



Normas de uso de carácter específico

- Antes de iniciar los trabajos:
 - Se verificará la existencia de un extintor en un lugar accesible cerca de la máquina.
 - Se verificará la existencia de válvulas antirretroceso.
 - El equipo se situará fuera de la zona de trabajo.
- Durante el desarrollo de los trabajos:
 - No se trabajará con viento fuerte ni con lluvia.
 - No se utilizará ropa con grasa u otras sustancias inflamables.
 - No se trabajará en lugares donde se estén realizando trabajos de desengrasado.
 - El trabajo se realizará en lugares con una buena ventilación natural.
 - Se instalará un sistema de extracción adecuado, si es necesario.
 - Las botellas de gases se alejarán de posibles contactos eléctricos y de fuentes de calor y se protegerán del sol.
 - Se trabajará con la presión correcta.
 - Se utilizará un encendedor de chispa para encender el soplete.
 - Para encender el soplete, se abrirá primero la válvula de oxígeno y después la de acetileno.
 - Para apagar el soplete, se cerrará primero la válvula de acetileno y después la de oxígeno.
 - En la manipulación de las botellas, se evitará darles golpes y cogerlas por los grifos.
 - Las botellas en servicio estarán en posición vertical en sus soportes.
 - Las botellas se transportarán en posición vertical, atadas a sus soportes.
 - No se colgará nunca el soplete de las botellas, aunque esté apagado.
 - No se consumirán totalmente las botellas, para mantener una pequeña sobrepresión en su interior.
 - Se evitará que las chispas producidas por el soplete lleguen o caigan sobre las botellas o mangueras.
 - No se mezclarán las botellas llenas con las vacías.
 - No se mezclarán botellas con gases diferentes.
 - No se abandonará la máquina mientras esté en funcionamiento.
 - Se evitará el contacto con las piezas recién cortadas.

Normas de mantenimiento de carácter específico

- Al finalizar los trabajos, se limpiará la boquilla del soplete.
- Se evitará el contacto de la manguera con productos químicos o elementos cortantes o punzantes y, si existe deterioro en la misma, se procederá a su sustitución.
- Se reparará cualquier componente del equipo que se encuentre en mal estado.
- Se comprobará con regularidad la ausencia de fugas en las mangueras.
- No se utilizará el oxígeno para limpiar piezas ni para ventilar una estancia donde se trabaje con el equipo.
- Los manorreductores de las botellas de oxígeno se mantendrán limpios de grasa u otras sustancias inflamables.
- Las botellas se almacenarán en posición vertical, en lugares cubiertos y señalizados.
- Las revisiones periódicas serán realizadas por empresas autorizadas.

mq08sol020

Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.








Normas de uso de carácter específico


- Antes de iniciar los trabajos:
 - Se verificará la existencia de un extintor en un lugar accesible cerca de la máquina.
 - Se comprobará que los mangos de los portaelectrodos son de material aislante.
 - El equipo se situará fuera de la zona de trabajo.
- Durante el desarrollo de los trabajos:
 - No se trabajará con viento fuerte ni con lluvia.
 - No se utilizará ropa con grasa u otras sustancias inflamables.
 - No se trabajará en lugares donde se estén realizando trabajos de desengrasado.
 - El trabajo se realizará en lugares con una buena ventilación natural.
 - Se instalará un sistema de extracción adecuado, si es necesario.
 - La conexión a la red eléctrica se realizará con una manguera antihumedad.
 - La tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar no será superior a 90 V en corriente alterna ni a 150 V en corriente continua.
 - No se cambiarán los electrodos sobre una superficie mojada.
 - No se enfriarán los electrodos sumergiéndolos en agua.
 - No se abandonará la máquina mientras esté en funcionamiento.

Normas de mantenimiento de carácter específico








- Se almacenará en lugares cubiertos.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se realizarán previa desconexión de la red eléctrica.
- Se comprobará con regularidad el buen estado de los cables de alimentación y de las pinzas.
- Cuando no se utilice el equipo, se desconectará de la red eléctrica.
- Las revisiones periódicas serán realizadas por empresas autorizadas.





3.6 Taladros y atornilladores

<p>op00ato010 Atornillador.</p>					
<p>Normas de uso</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Durante la realización de operaciones en las que la máquina pueda entrar en contacto con cables ocultos, se mantendrá sujeta exclusivamente por la superficie de agarre aislada. 					
<p>Cód.</p>	<p>Riesgos</p>	<p>Medidas preventivas a adoptar</p>			
	<p>Caída de objetos por manipulación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se realizarán movimientos bruscos durante su manipulación. 			
	<p>Golpe y corte por objetos o herramientas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se transportarán ni en las manos ni en los bolsillos. 			
	<p>Sobreesfuerzo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ■ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ■ Se realizarán pausas durante la actividad. 			
	<p>Exposición a sustancias nocivas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se prohibirá la preparación y el consumo de alimentos y bebidas en las áreas de trabajo donde haya exposición al polvo. 			

	<p>Exposición a agentes físicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se utilizarán elementos aislantes y amortiguadores en las máquinas. ■ No se utilizará la máquina de forma continuada por el mismo operario durante largos periodos de tiempo.
---	--------------------------------------	--




3.7 Máquinas de corte

<p>op00cor020</p> <p>Cortadora manual de metal, de disco.</p>		
<p>Normas de uso</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Se comprobará diariamente el estado de los discos, para verificar la ausencia de oxidación, grietas o dientes rotos. ■ Los discos de corte se colocarán correctamente para evitar vibraciones y movimientos no previstos. ■ Se seleccionará el disco adecuado para el material que se vaya a cortar. ■ Siempre se utilizará capucha de protección para el disco. ■ Las manos se mantendrán alejadas tanto del área de corte como del disco. 		
<p>Cód.</p>	<p>Riesgos</p>	<p>Medidas preventivas a adoptar</p>
	<p>Caída de objetos por manipulación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se realizarán movimientos bruscos durante su manipulación.
	<p>Choque contra objetos móviles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se colocarán y se mantendrán en buen estado las protecciones de los elementos móviles de la maquinaria.
	<p>Golpe y corte por objetos o herramientas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se transportarán ni en las manos ni en los bolsillos.
	<p>Proyección de fragmentos o partículas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se verificará la ausencia de personas en el radio de alcance de los fragmentos o partículas que se desprenden. ■ Se colocará el disco de corte adecuadamente en la máquina, para evitar vibraciones y movimientos no previstos que faciliten las proyecciones. ■ Se utilizará el disco de corte más adecuado para el material a cortar. ■ Se comprobará diariamente el estado del disco de corte, que deberá mantenerse en perfectas condiciones.
	<p>Sobreesfuerzo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ■ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ■ Se realizarán pausas durante la actividad.








	Contacto térmico.	<ul style="list-style-type: none"> Se evitará entrar en contacto directo con los elementos de giro de la máquina, inmediatamente después de haber terminado de trabajar con ella.
	Contacto eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> Se evitará el paso de cables por zonas de paso y zonas húmedas. Se retirarán los cables que presenten riesgo de contacto eléctrico. La máquina se desenchufará tirando de la clavija, nunca del cable.
	Exposición a sustancias nocivas.	<ul style="list-style-type: none"> Se prohibirá la preparación y el consumo de alimentos y bebidas en las áreas de trabajo donde haya exposición al polvo.
	Exposición a agentes físicos.	<ul style="list-style-type: none"> Se utilizarán elementos aislantes y amortiguadores en las máquinas. No se utilizará la máquina de forma continuada por el mismo operario durante largos periodos de tiempo.


3.8 Martillos eléctricos


<p>op00mar010</p> <p>Martillo.</p>					
<p>Normas de uso</p> <ul style="list-style-type: none"> Durante la realización de operaciones en las que la máquina pueda entrar en contacto con cables ocultos, se mantendrá sujeta exclusivamente por la superficie de agarre aislada. Se utilizará pisando sobre suelo firme y sujetando la herramienta firmemente con ambas manos. Las manos se mantendrán alejadas de las piezas giratorias. Inmediatamente después de finalizar la tarea, no se tocará ni la broca ni la pieza de trabajo. 					
Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar			
	Caída de objetos por manipulación.	<ul style="list-style-type: none"> No se realizarán movimientos bruscos durante su manipulación. 			
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> No se transportarán ni en las manos ni en los bolsillos. 			
	Proyección de fragmentos o partículas.	<ul style="list-style-type: none"> Se verificará la ausencia de personas en el radio de alcance de los fragmentos o partículas que se desprenden. 			

	Sobreesfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ■ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ■ Se realizarán pausas durante la actividad.
	Exposición a sustancias nocivas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se prohibirá la preparación y el consumo de alimentos y bebidas en las áreas de trabajo donde haya exposición al polvo.
	Exposición a agentes físicos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se utilizarán elementos aislantes y amortiguadores en las máquinas. ■ No se utilizará la máquina de forma continuada por el mismo operario durante largos periodos de tiempo.

3.9 Herramientas manuales





<p>00hma010</p> <p>Herramientas manuales de golpe: martillos, cinceles, macetas y piquetas.</p>				
<p>Normas de uso</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Los cinceles podrán ser manejados por un solo operario únicamente si son de pequeño tamaño. Los cinceles grandes serán sujetados con tenazas por un operario y golpeados por otro. ■ Los cinceles se utilizarán con un ángulo de corte de 70°. ■ Para golpear los cinceles se utilizarán martillos suficientemente pesados. ■ Los martillos, macetas y piquetas no se utilizarán como palanca. ■ El pomo del mango de martillos, macetas y piquetas no se utilizará para golpear. ■ Se utilizarán martillos con mangos de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin astillas. ■ La pieza a golpear se apoyará sobre una base sólida para evitar rebotes. ■ Los martillos se sujetarán por el extremo del mango. 				
<p>Cód.</p>	<p>Riesgos</p>	<p>Medidas preventivas a adoptar</p>		
	<p>Caída de objetos por manipulación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se realizarán movimientos bruscos durante su manipulación. 		
	<p>Golpe y corte por objetos o herramientas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se transportarán ni en las manos ni en los bolsillos. 		
	<p>Proyección de fragmentos o partículas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se verificará la ausencia de personas en el radio de alcance de los fragmentos o partículas que se desprenden. 		






	<p>Sobreesfuerzo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ■ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ■ Se realizarán pausas durante la actividad.
---	-----------------------	--

<p>00hma020</p> <p>Herramientas manuales de corte: tenazas, alicates, tijeras, cuchillos, cuchillas retráctiles, serruchos, cizallas, garlopas y llaves de grifa.</p>	
--	--


Normas de uso



- Los cuchillos se utilizarán de forma que el recorrido de corte sea en dirección contraria al cuerpo.
- No se dejarán los cuchillos ni debajo de papeles o trapos ni entre otras herramientas.
- Los cuchillos no se utilizarán como destornillador o palanca.
- Los alicates no se utilizarán para soltar o apretar tuercas o tornillos.
- No se colocarán los dedos entre los mangos de los alicates ni entre los de las tenazas.
- Ni los alicates ni las tenazas se utilizarán para golpear piezas ni objetos.
- Las tijeras no se utilizarán como punzón.
- Las tenazas no se utilizarán para cortar materiales más duros que las quijadas.
- Se engrasará periódicamente el pasador de la articulación de las tenazas.
- No se permitirá que el filo de la parte cortante de las tenazas esté mellado.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	<p>Caída de objetos por manipulación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se realizarán movimientos bruscos durante su manipulación.
	<p>Golpe y corte por objetos o herramientas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se transportarán ni en las manos ni en los bolsillos.
	<p>Proyección de fragmentos o partículas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se verificará la ausencia de personas en el radio de alcance de los fragmentos o partículas que se desprenden.
	<p>Sobreesfuerzo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ■ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ■ Se realizarán pausas durante la actividad.





00hma040						
<p>Herramientas manuales de acabado: llanas, paletas, paletines y lijadoras.</p>						
<p>Normas de uso</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ La mano que no sujeta la herramienta no se apoyará sobre la superficie de trabajo, para evitar cortes. ■ Las espuelas utilizadas para transportar las llanas, paletas y paletines no se colocarán al borde de las plataformas de trabajo ni de los andamios. 						
Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar				
	Caída de objetos por manipulación.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se realizarán movimientos bruscos durante su manipulación. 				
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se transportarán ni en las manos ni en los bolsillos. 				
	Proyección de fragmentos o partículas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se verificará la ausencia de personas en el radio de alcance de los fragmentos o partículas que se desprenden. 				
	Sobreesfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ■ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ■ Se realizarán pausas durante la actividad. 				

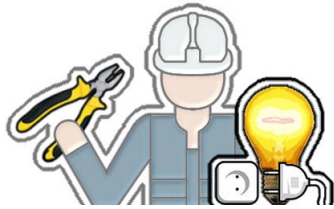



3.10 Protección de zanjas y pozos


YCA021				
Tapa de madera para protección de pozo de registro abierto.				
<p>Condiciones técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Su función será impedir la caída de personas desde altura a través del hueco horizontal. ■ Se calculará de forma que la tensión máxima de trabajo sea inferior a la tensión admisible que es capaz de soportar el material. ■ La tapa sobresaldrá al menos 15 cm en todo el perímetro de apoyo del hueco a cubrir, sin dejar ningún hueco libre. 				
<p>Normas de instalación</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Los tabloncillos de madera se colocarán uno junto a otro hasta cubrir la totalidad del hueco, reforzados en su parte inferior por tres tabloncillos clavados en sentido contrario, con rebaje en su refuerzo para alojar la tapa en el hueco de modo que quede impedido su movimiento horizontal. 				






Normas de uso y mantenimiento		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Se verificará con regularidad que la tapa sigue correctamente colocada. ■ Se comprobará el estado de la tapa y, si no se encuentra en buenas condiciones o existen huecos libres, se procederá a su reparación. 		
IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL MONTAJE, MANTENIMIENTO Y RETIRADA DE LA PROTECCIÓN		
Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas al mismo nivel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ La zona de trabajo permanecerá siempre limpia de grasa, barro, hormigón y obstáculos.
	Choque contra objetos inmóviles.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se colocarán elementos de señalización en el perímetro de estos huecos.

3.11 Riesgos y medidas por oficio

<p>Construcción.</p> <p>mo020 mo112 mo113</p>		
Identificación de las tareas a desarrollar		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Trabajos de movimiento de tierras, replanteo, nivelación de pendientes, ejecución de arquetas, pozos, drenajes, registros, acometidas, recalces, bases de pavimentación, pavimentos continuos de hormigón, preparación de superficies para revestir, enfoscados, reparaciones y obras de urbanización en el interior de la parcela. 		
IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO		
Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos por desplome.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se trabajará en el interior de una zanja si las tierras han sido almacenadas en los bordes de la misma.
	Exposición a sustancias nocivas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará el contacto de la piel con los aditivos, las resinas y los productos especiales.
	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará el contacto de la piel con el mortero. ■ Se evitará el contacto de la piel con ácidos, sosa cáustica, cal viva o cemento.

<p>Electricista.</p> <p>mo003 mo102</p>		
<p>Identificación de las tareas a desarrollar</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Trabajos relacionados con la electricidad, interviniendo en varias fases de la obra y dando asistencia técnica a otras instalaciones. 		
<p>IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO</p>		
Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas al mismo nivel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Antes de iniciar los trabajos de tendido de cables, se comprobará que en la zona de trabajo no hay materiales procedentes de la realización de las rozas.
	Choque contra objetos inmóviles.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se iluminarán adecuadamente los cuadros eléctricos de obra, las zonas de centralización de contadores y las derivaciones individuales.
	Proyección de fragmentos o partículas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se utilizarán comprobadores de tensión y detectores de cables ocultos antes de taladrar los paramentos.
	Contacto eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará el paso de cables por zonas de paso y zonas húmedas. ■ Las conexiones se realizarán mediante enchufes y clavijas normalizadas.
	Explosión.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se realizarán trabajos en tensión en atmósferas potencialmente explosivas.
	Incendio.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se comprobará la presencia de un extintor cerca de los cuadros eléctricos. ■ Se evitará la entrada de humedad en los componentes eléctricos. ■ No se utilizarán cables eléctricos en mal estado. ■ No se realizarán empalmes manuales. ■ Las conexiones se realizarán mediante enchufes y clavijas normalizadas.

<p>Estructurista.</p> <p>mo045 mo092</p>		
<p>Identificación de las tareas a desarrollar</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Trabajos de puesta en obra del hormigón, que engloban las operaciones de vertido, compactación y curado del mismo. 		

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO		
Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas al mismo nivel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El vertido del hormigón, en losas y forjados, se realizará desde plataformas de trabajo colocadas sobre la armadura.
	Caída de objetos por manipulación.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se trabajará sobre plataformas con ruedas, sin comprobar la inmovilización de las mismas.
	Proyección de fragmentos o partículas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se acercará excesivamente la cara al hormigón durante la operación de vertido. ■ El vertido del hormigón se realizará desde una altura inferior a 1,5 m.
	Exposición a sustancias nocivas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará el contacto de la piel con los aditivos, las resinas y los productos especiales.
	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará el contacto de la piel con el hormigón durante el vertido de éste.

Ferrallista.



mo043
mo090








Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos de preparación, manipulación y montaje del armado de los diferentes elementos estructurales que componen las estructuras de hormigón armado, mediante la utilización de barras corrugadas de acero.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ La armadura no se recibirá en zonas próximas al borde de los forjados.
	Caída de personas al mismo nivel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se instalarán plataformas de trabajo que permitan la circulación sobre las armaduras de losas y forjados. ■ Se recogerán los recortes de alambres y de barras de acero mediante barrido.

	Caída de objetos por desplome.	<ul style="list-style-type: none"> ■ La presentación de la ferralla de gran peso o de grandes dimensiones se realizará por, al menos, tres operarios. Dos de ellos guiarán mediante cuerdas la pieza siguiendo las instrucciones del tercero, que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado. ■ No se utilizarán los flejes de alambre de los paquetes de barras de acero como punto de izado. ■ El izado se realizará siempre con eslingas o cadenas de al menos dos ramales. ■ Antes del izado completo de la carga se tensará la eslinga y se elevará unos 10 cm para verificar su amarre y equilibrio.
	Caída de objetos por manipulación.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se recurrirá a la utilización de balancines o de eslingas con varios puntos de enganche cuando los paquetes de barras, por su longitud, no tengan rigidez suficiente.
	Pisadas sobre objetos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará caminar por los encofrados de las vigas.
	Choque contra objetos inmóviles.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se protegerán los latiguillos y las partes salientes de la estructura.
	Atrapamiento por objetos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Las barras de acero se acopiarán entre piquetas clavadas en el suelo, para evitar desplazamientos laterales. ■ Los paquetes de barras de acero se acopiarán sobre durmientes de madera. ■ Para controlar el movimiento de la ferralla suspendida se emplearán cuerdas guía. ■ La ferralla se acopiará en los lugares destinados a tal fin.

Fontanero.



mo008



Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos de montaje de los diferentes elementos que componen las instalaciones de fontanería y de saneamiento, incluyendo los aparatos sanitarios y la grifería.

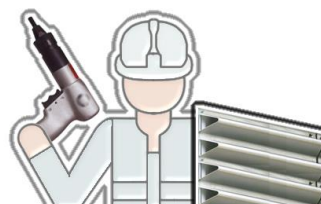
IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se caminará sobre cubiertas inclinadas en mal estado.
	Caída de personas al mismo nivel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El suelo de la zona de trabajo se mantendrá seco. ■ Los tubos y los aparatos sanitarios se acopiarán de forma ordenada y fuera de los lugares de paso.

	Caída de objetos por desplome.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se realizarán trabajos en la acometida de la instalación en el interior de una zanja sin la adecuada entibación.
	Choque contra objetos inmóviles.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se protegerán las partes salientes, cortantes o punzantes de los aparatos sanitarios.
	Choque contra objetos móviles.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Los tubos se transportarán con la parte posterior hacia abajo, nunca horizontalmente.
	Proyección de fragmentos o partículas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se instalará un sistema de aspiración de partículas en las máquinas de corte de materiales con plomo.
	Atrapamiento por objetos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se contará con la ayuda de otro operario para la instalación de los aparatos sanitarios.
	Contacto térmico.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará el contacto con tubos y piezas recién soldadas o cortadas.
	Contacto eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se utilizarán herramientas eléctricas con las manos o con los pies húmedos.
	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará el contacto de la piel con productos decapantes o que contengan sosa cáustica.
	Incendio.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se soldará en presencia de gases inflamables en lugares cerrados. ■ Los residuos combustibles se eliminarán inmediatamente.
	Exposición a agentes químicos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ En espacios cerrados con falta de ventilación natural, se instalarán sistemas de extracción tanto en las zonas de corte de materiales con plomo, para extraer el polvo, como en las zonas de trabajo en contacto con productos que contienen sustancias peligrosas, tales como disolventes, pegamentos o masillas, para extraer los vapores.
	Exposición a agentes biológicos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Los operarios se desinfectarán la piel diariamente, al concluir su jornada laboral.

Montador de cerramientos industriales.






mo051
mo098



Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos de preparación, montaje y mantenimiento de cerramientos de fachadas, de cubiertas de paneles metálicos de diferentes características y de cubiertas ligeras, utilizando técnicas de corte, remachado y soldadura.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ La utilización de plataformas elevadoras se realizará únicamente por parte de personas autorizadas y con formación específica en esta materia. ■ Durante los trabajos a gran altura, el trabajador podrá estar alojado en el interior de una cesta colgada del gancho de la grúa, siempre que hayan sido instalados previamente dispositivos de anclaje resistentes en la proximidad de los huecos exteriores, a los que el trabajador pueda anclar el arnés anticaídas. ■ En caso de ser necesario circular por la cubierta, se usarán pasarelas de circulación, para evitar pisar directamente sobre los paneles.
	Caída de objetos por desplome.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se acumulará un número elevado de piezas sobre los andamios ni sobre las plataformas de trabajo, para evitar el vuelco o la caída de piezas. ■ En la cubierta, los materiales se acopiarán sobre elementos resistentes, alejados de los bordes del forjado.
	Caída de objetos desprendidos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se trabajará cuando la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, ya que compromete la estabilidad de los materiales transportados.
	Atrapamiento por objetos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Para controlar el movimiento de los elementos suspendidos se emplearán cuerdas guía.
	Exposición a sustancias nocivas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará el contacto de la piel con las siliconas, las resinas y los productos especiales.

Montador de estructura metálica.



mo047
mo094







Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos de preparación, aplomado y montaje de perfiles, chapas, placas y otros elementos metálicos para la construcción de estructuras metálicas mediante uniones soldadas o atornilladas.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos por desplome.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se instalarán los medios de apeo y arriostamiento necesarios para asegurar la estabilidad de los elementos estructurales fijados provisionalmente.
	Choque contra objetos inmóviles.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se protegerán las partes salientes, cortantes o punzantes de los perfiles metálicos.

	Sobreesfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Para el atornillado de las piezas metálicas se utilizará atornillador eléctrico.
	Contacto térmico.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará el contacto con las piezas recién soldadas. ■ El trabajador no llevará en los bolsillos elementos inflamables, tales como cerillas o mecheros, durante los trabajos de soldadura.
	Incendio.	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se soldará en presencia de gases inflamables en lugares cerrados. ■ Los residuos combustibles se eliminarán inmediatamente.
	Exposición a agentes químicos.	<ul style="list-style-type: none"> ■ El trabajo se realizará en lugares con una buena ventilación natural.

Seguridad y Salud.




mo120



Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos de montaje y desmontaje de los sistemas de protección colectiva, de las instalaciones provisionales de higiene y bienestar, de la señalización provisional de obras y de los andamios, y formación en materia de seguridad y salud.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitarán tropiezos y enganches con las redes de seguridad durante su montaje. ■ Los escombros no se acopiarán sobre los andamios ni sobre las plataformas de trabajo.
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se evitará apilar un número excesivo de barandillas.
	Sobreesfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Los elementos que por su peso lo requieran se montarán o desmontarán con ayuda de poleas o aparatos elevadores.

4. Presupuesto del estudio de seguridad y salud

PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD					
Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	
1	Ud Tapa de madera para protección de arqueta abierta.	5,00	12,16	60,80	
2	Ud Tapa de madera para protección de pozo de registro abierto.	5,00	19,83	99,15	
3	Ud Barandilla de seguridad para protección de pozo de registro abierto, durante su construcción.	5,00	21,48	107,40	
4	m Vallado de delimitación de excavaciones de pilotes o muros pantalla.	100,00	3,16	316,00	
5	m Vallado provisional de solar con vallas trasladables.	100,00	13,23	1.323,00	
6	Ud Conjunto de equipos de protección individual.	1,00	1.030,00	1.030,00	
7	Ud Reposición de material de botiquín.	1,00	27,46	27,46	
8	Ud Botiquín de urgencia.	1,00	128,06	128,06	
9	Mes Alquiler de caseta prefabricada para aseos.	12,00	117,21	1.406,52	
10	Mes Alquiler de caseta prefabricada para comedor.	12,00	283,10	3.397,20	
11	Mes Alquiler de caseta prefabricada para vestuarios.	12,00	155,20	1.862,40	
12	m Cinta de señalización con vallas peatonales.	100,00	3,17	317,00	
13	m Malla de señalización con soportes hincados al terreno.	100,00	7,66	766,00	
14	Ud Cartel general indicativo de riesgos.	2,00	9,15	18,30	
15	Ud Señal de seguridad y salud en el trabajo, de advertencia.	2,00	5,01	10,02	
16	Ud Señal de seguridad y salud en el trabajo, de prohibición.	2,00	5,01	10,02	
17	Ud Señal de seguridad y salud en el trabajo, de obligación.	2,00	5,01	10,02	
18	Ud Señal de seguridad y salud en el trabajo, de extinción.	2,00	5,57	11,14	
19	Ud Señal de seguridad y salud en el trabajo, de evacuación, salvamento y socorro.	2,00	5,57	11,14	
20	Ud Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras.	1,00	103,00	103,00	
21	Ud Estación de higiene.	1,00	159,79	159,79	
TOTAL PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD:				11.174,42	

Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de ONCE MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

5. Planos

El plano del Estudio de Seguridad y Salud se encuentran en el anexo de planos

En El Real de la Jara, a 26 de marzo de 2022

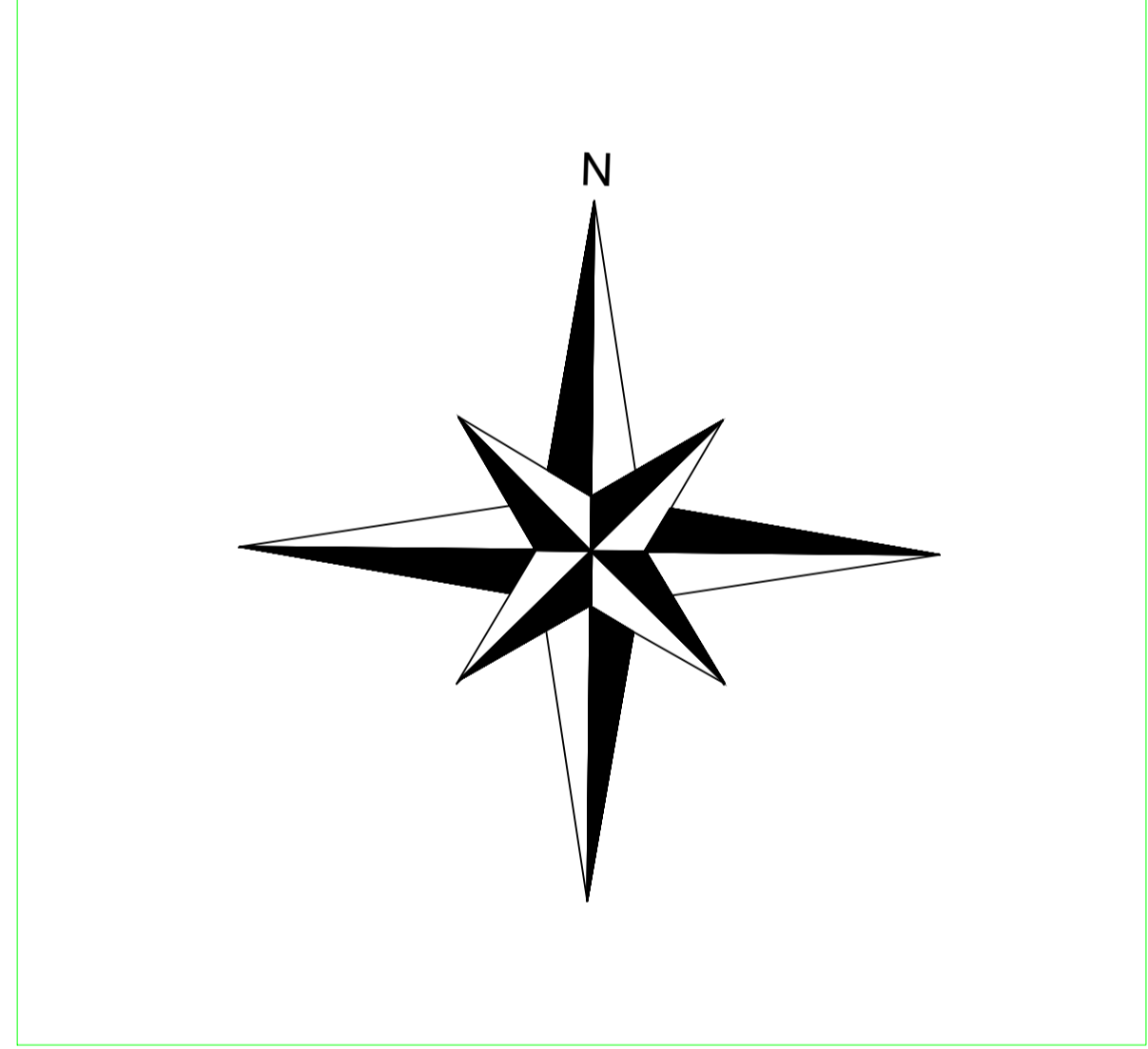
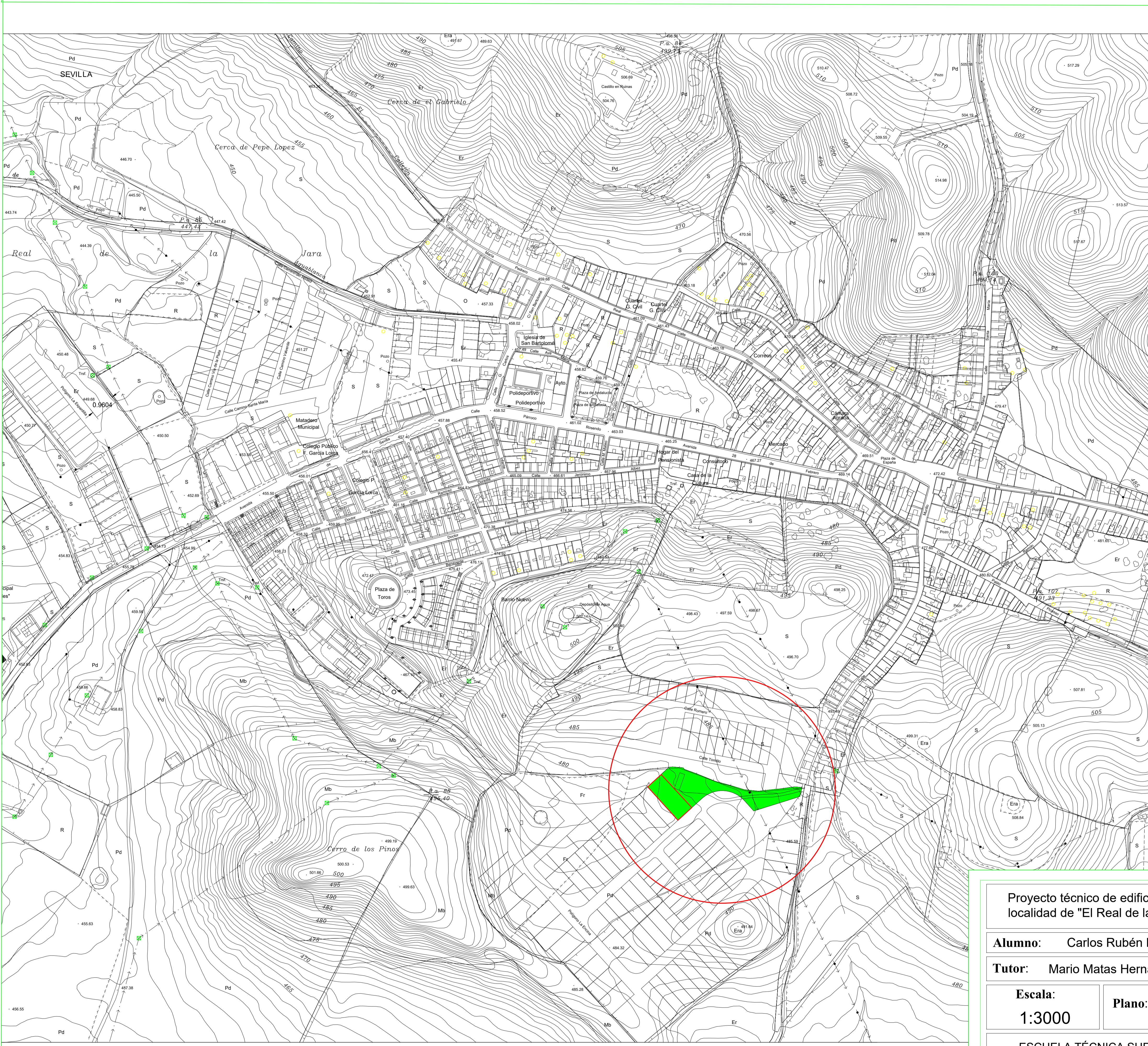


Fdo. D. Carlos Rubén Esteban Rodríguez

VI. PLANOS

ÍNDICE

1. Plano: Situación y Emplazamiento
2. Plano: Planta de nave industrial
3. Plano: Acotaciones
4. Plano: Estructura metálica 3D
5. Plano: Pórtico intermedio (tipo)
6. Plano: Pórtico hastial
7. Plano: Uniones
8. Plano: Uniones
9. Plano: Uniones
10. Plano: Cimentación
11. Plano: Cimentación (despiece de zapatas)
12. Plano: Abastecimiento de agua y ACS
13. Plano: Evacuación de aguas residuales
14. Plano: Evacuación de aguas pluviales
15. Plano: Instalación eléctrica e iluminación
16. Plano: Instalación eléctrica e iluminación
17. Plano: Esquema Unifilar de instalación eléctrica
18. Plano: Protección contra incendios
19. Plano: Estudio de Seguridad y Salud
20. Plano: Instalación fotovoltaica
21. Plano: Esquema Unifilar de instalación fotovoltaica



Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.

Nº Plano
1

Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez

Ubicación:
Avenida de la Industria

Tutor: Mario Matas Hernández

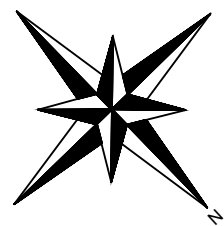
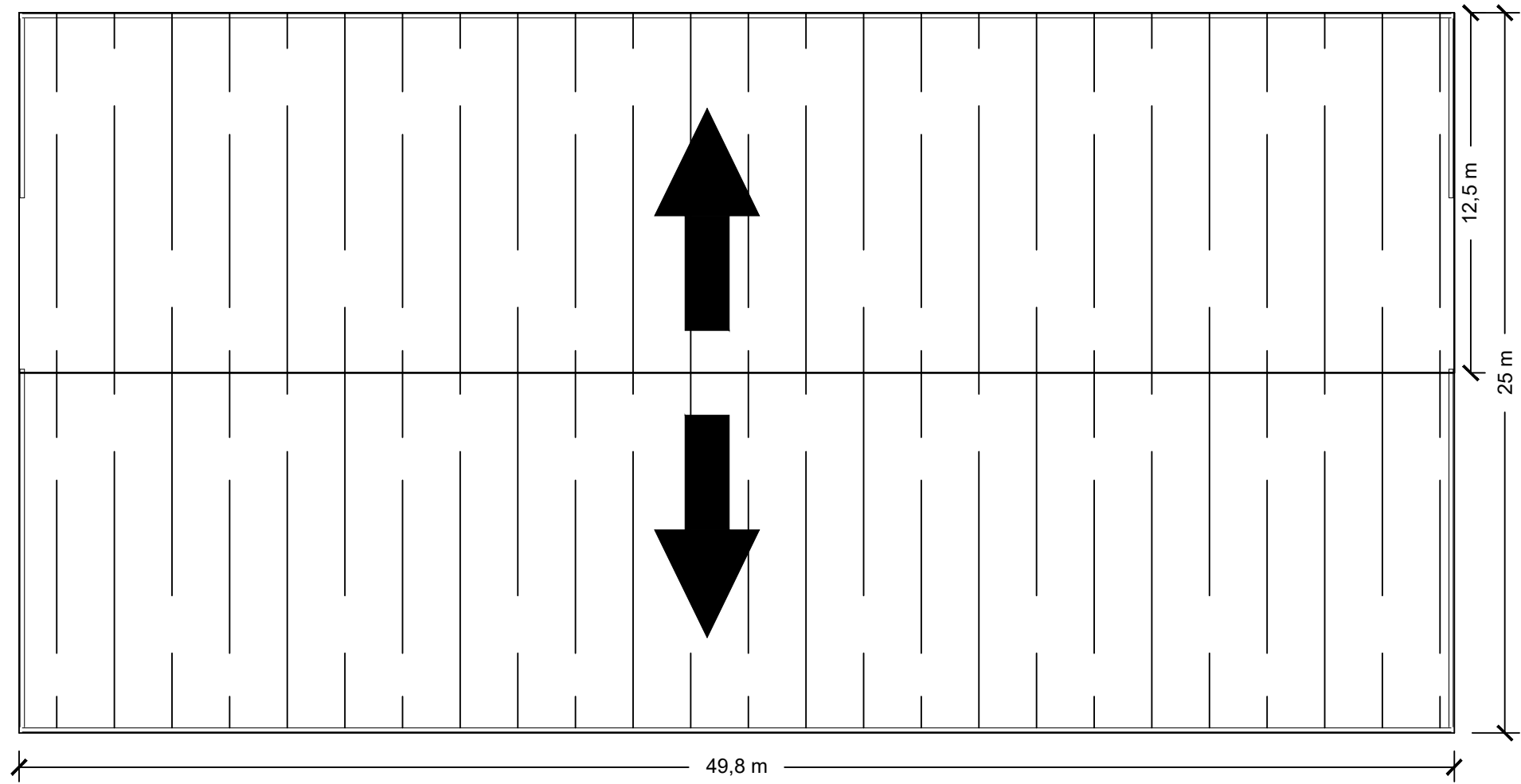
Escala:
1:3000

Plano: Situación y Emplazamiento

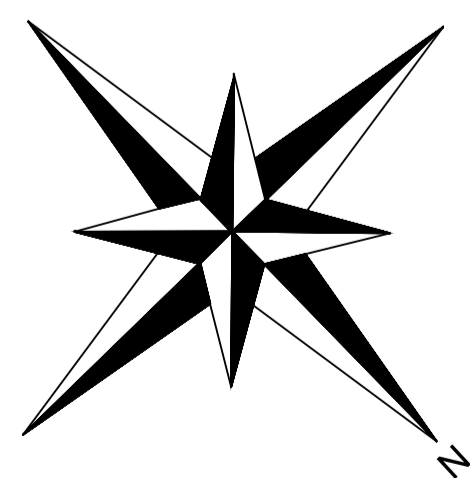
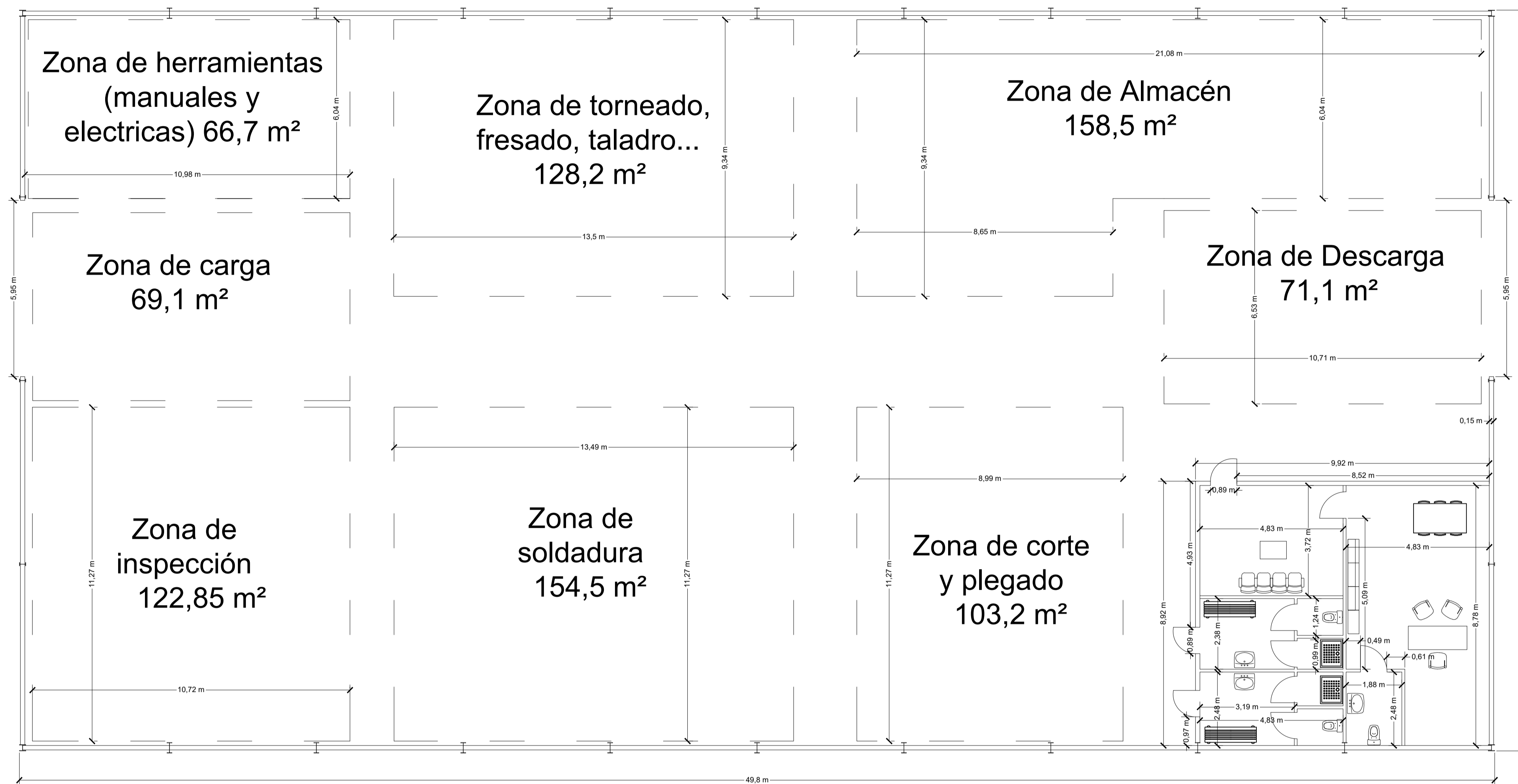
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR

Firma:

Trabajo Fin de Máster 2021/2022

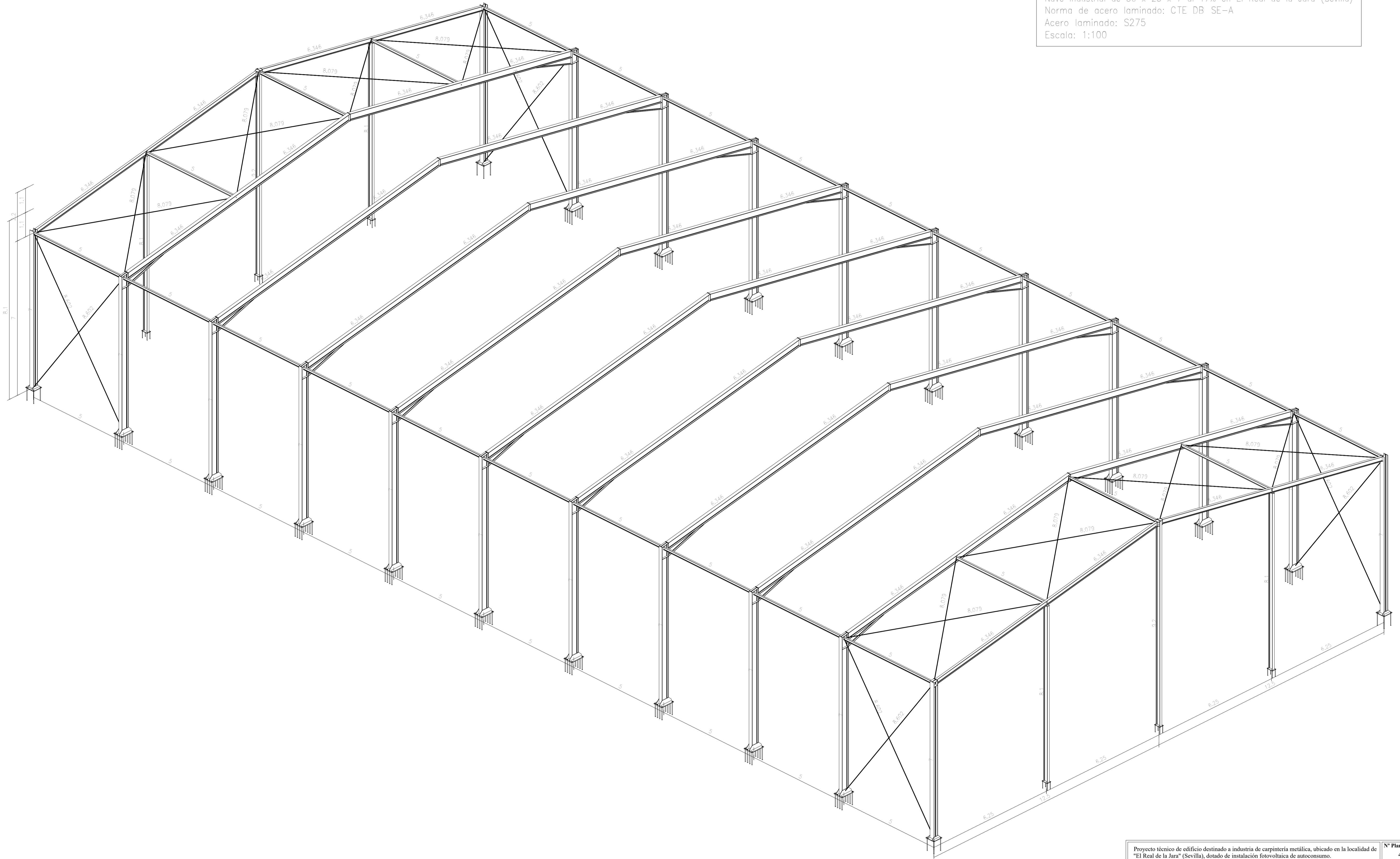


Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano
		2
Alumno:	Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación:
Tutor:	Mario Matas Hernández	Avenida de la Industria
Escala:	Plano:	
1:100	Planta de la nave industrial	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		



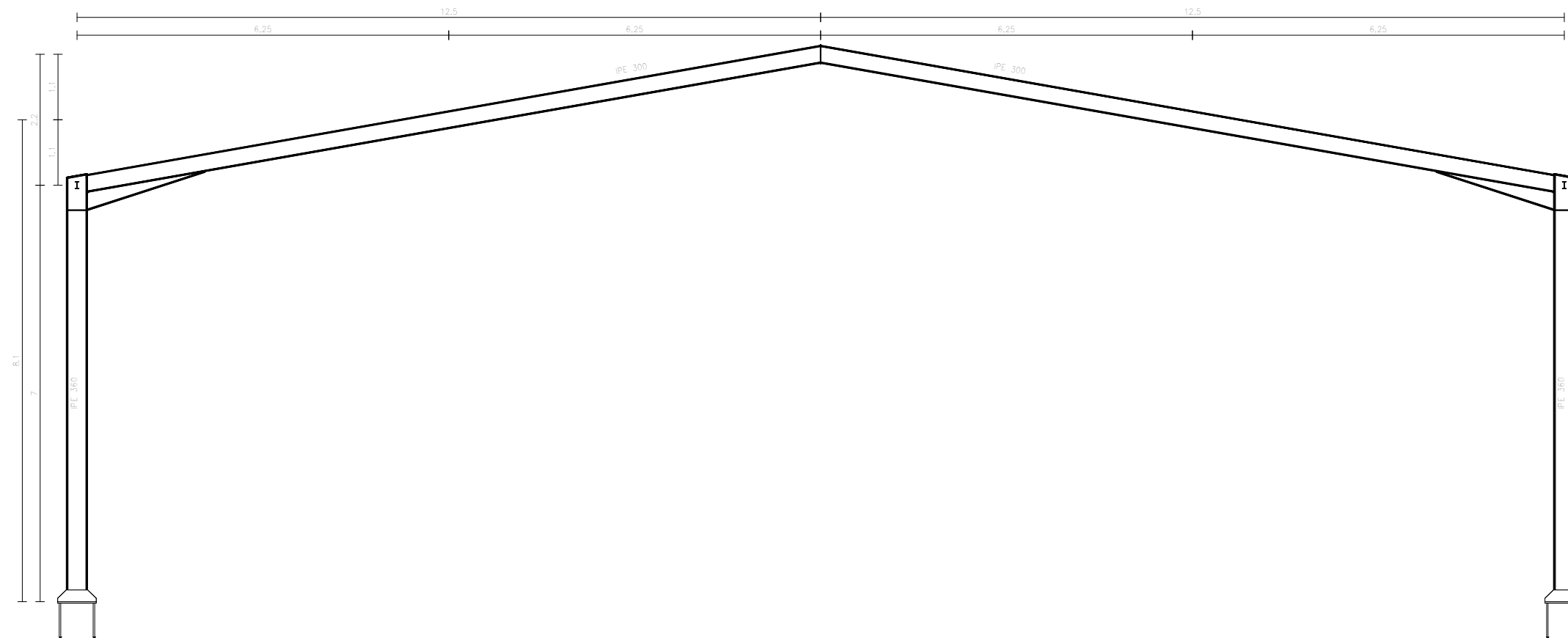
Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 3
Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria	
Tutor: Mario Matas Hernández		
Escala: 1:100	Plano: Acotaciones	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		

TFM IPE
Nave Industrial de 50 x 25 x 7 al 17% en El Real de la Jara (Sevilla)
Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275
Escala: 1:100



Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 4
Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria	
Tutor: Mario Matas Hernández		
Escala: 1:100	Plano: Estructura Metálica 3D	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		

2D: Pórtico central



Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.

Nº Plano
5

Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez

Ubicación:

Tutor: Mario Matas Hernández

Avenida de la Industria

Escala:
1:100

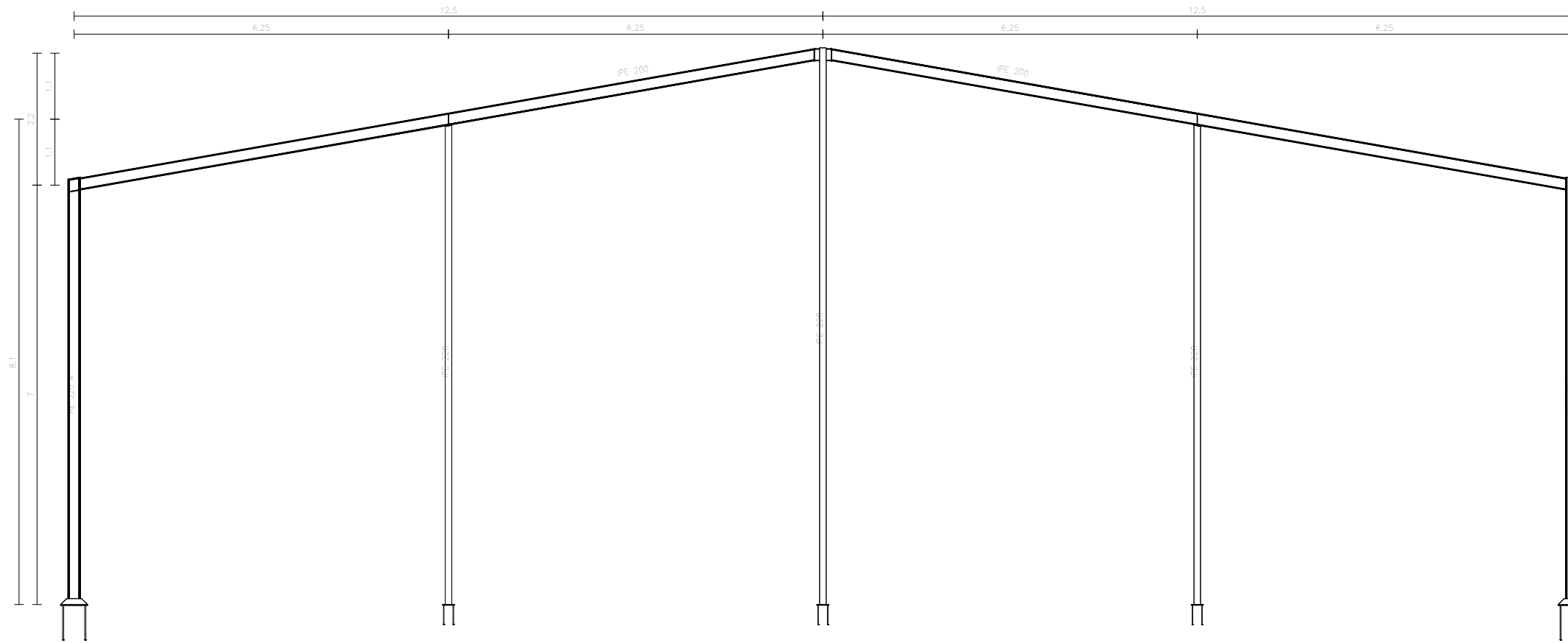
Plano: Pórtico intermedio (tipo)

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR

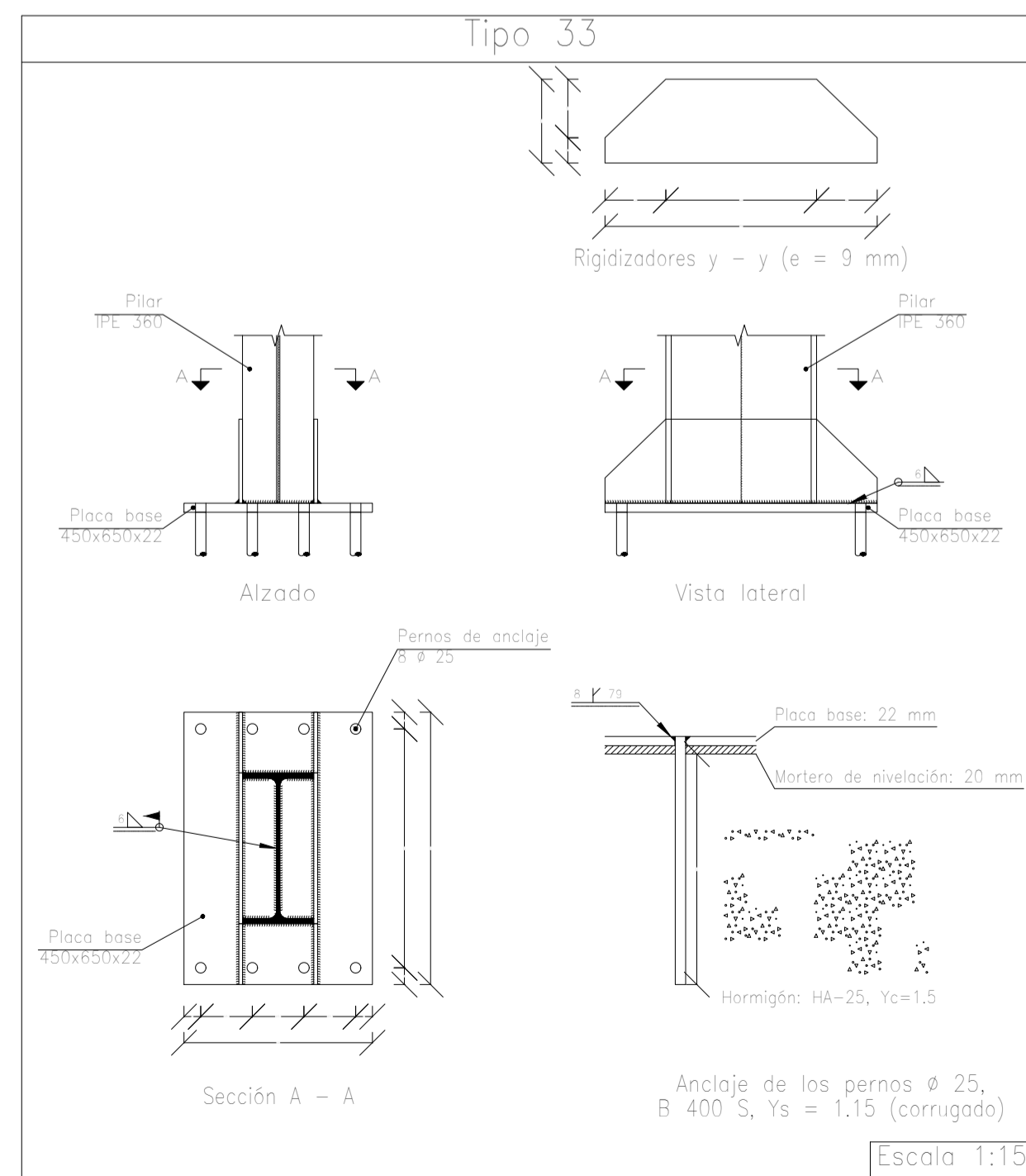
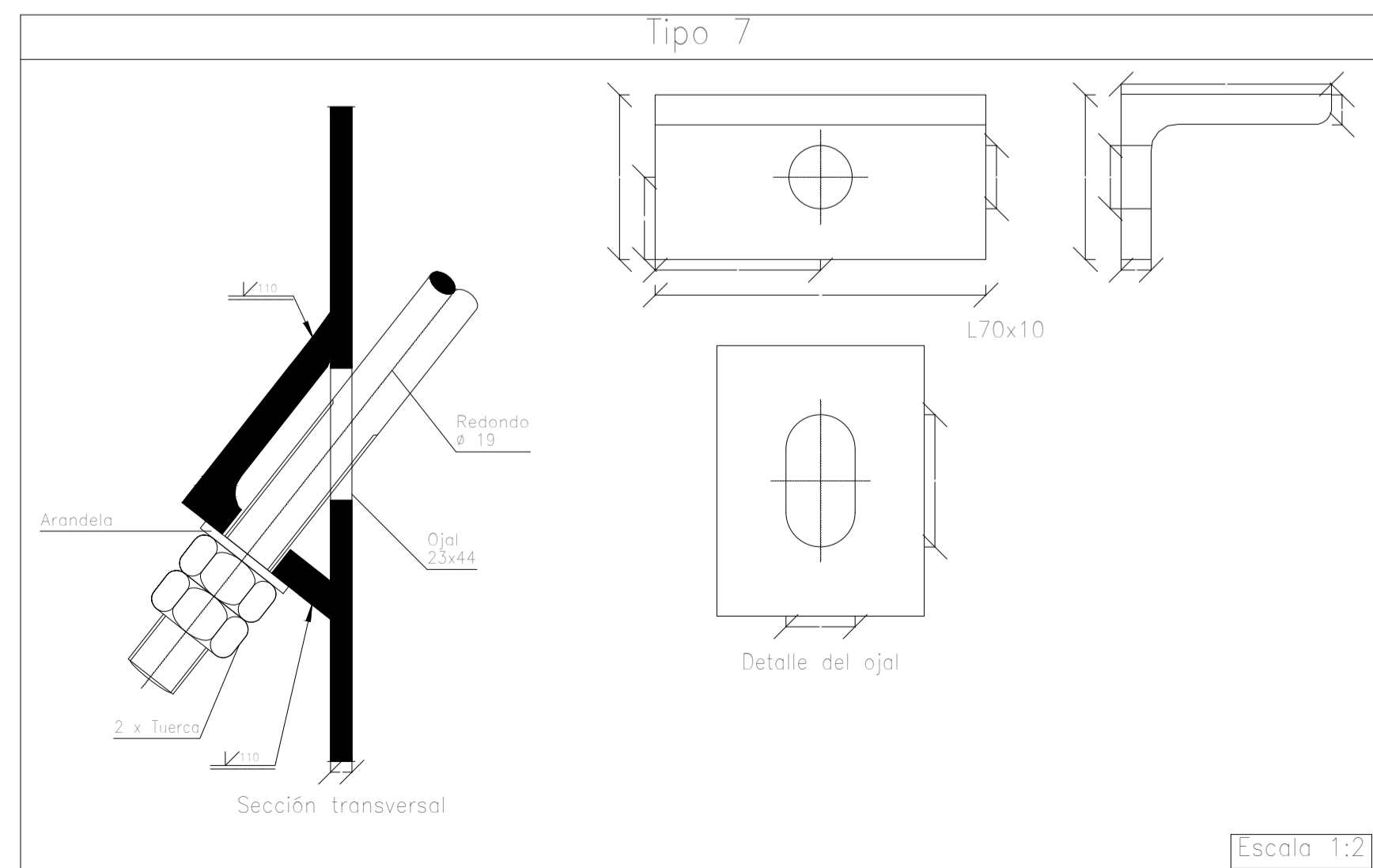
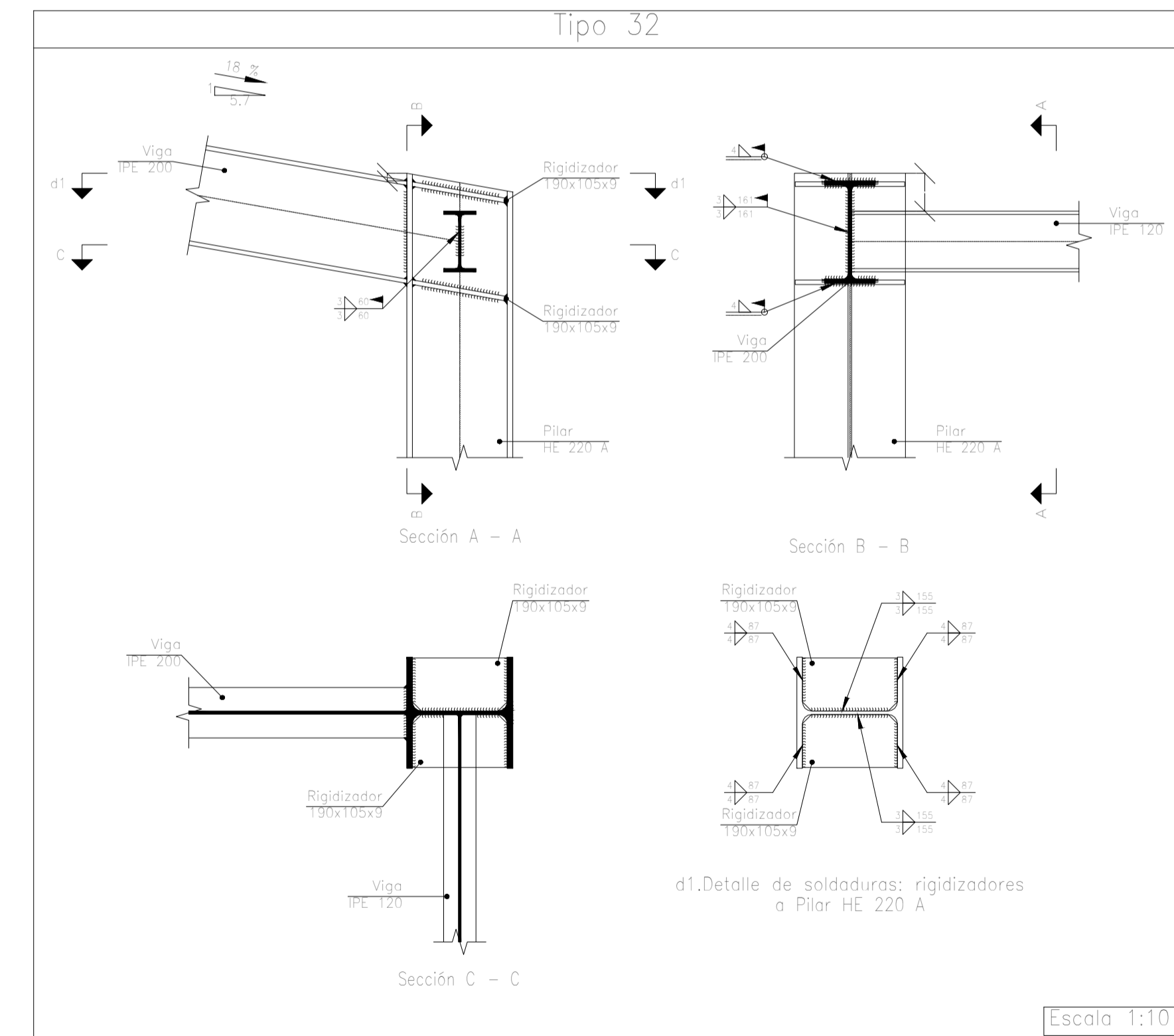
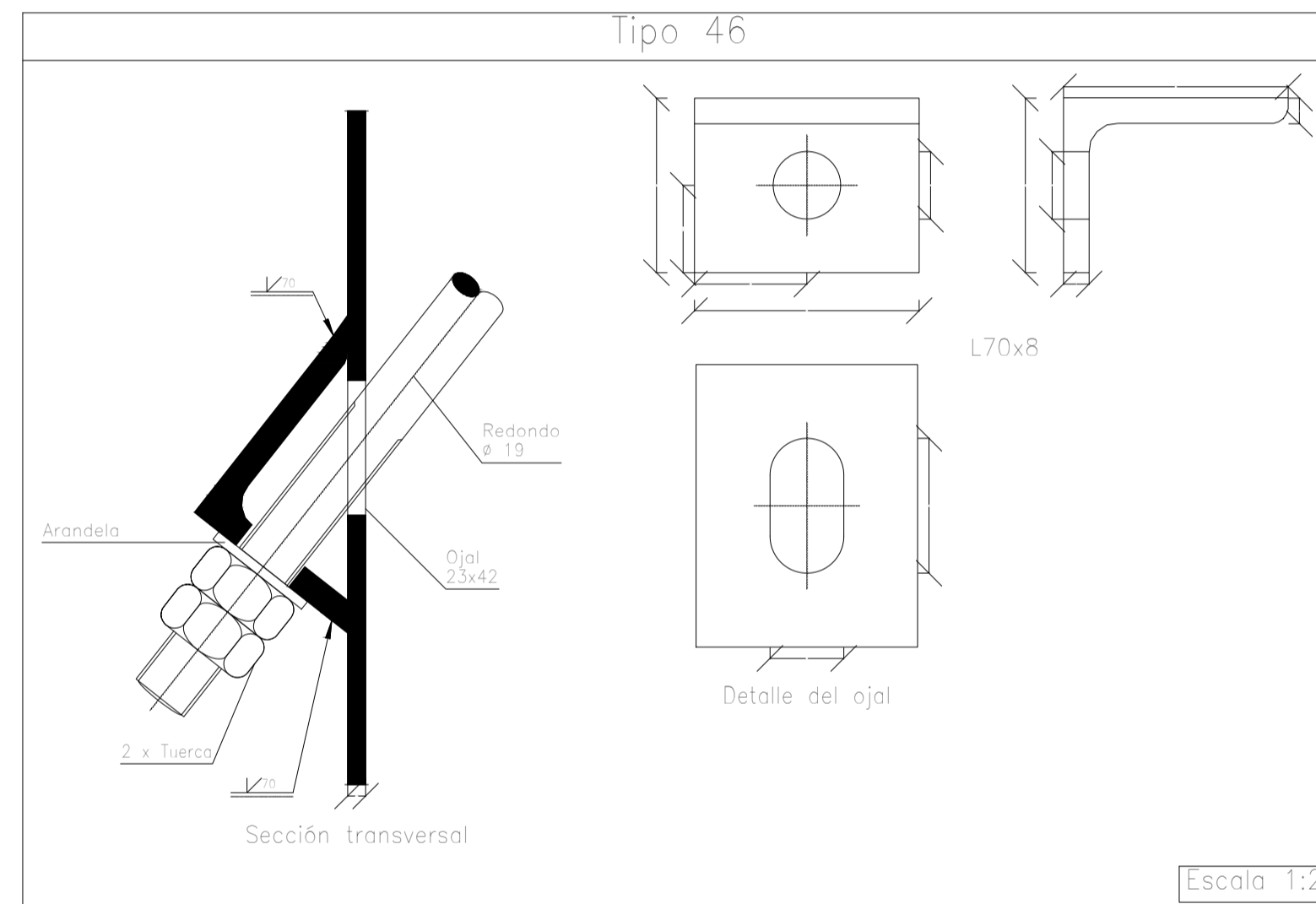
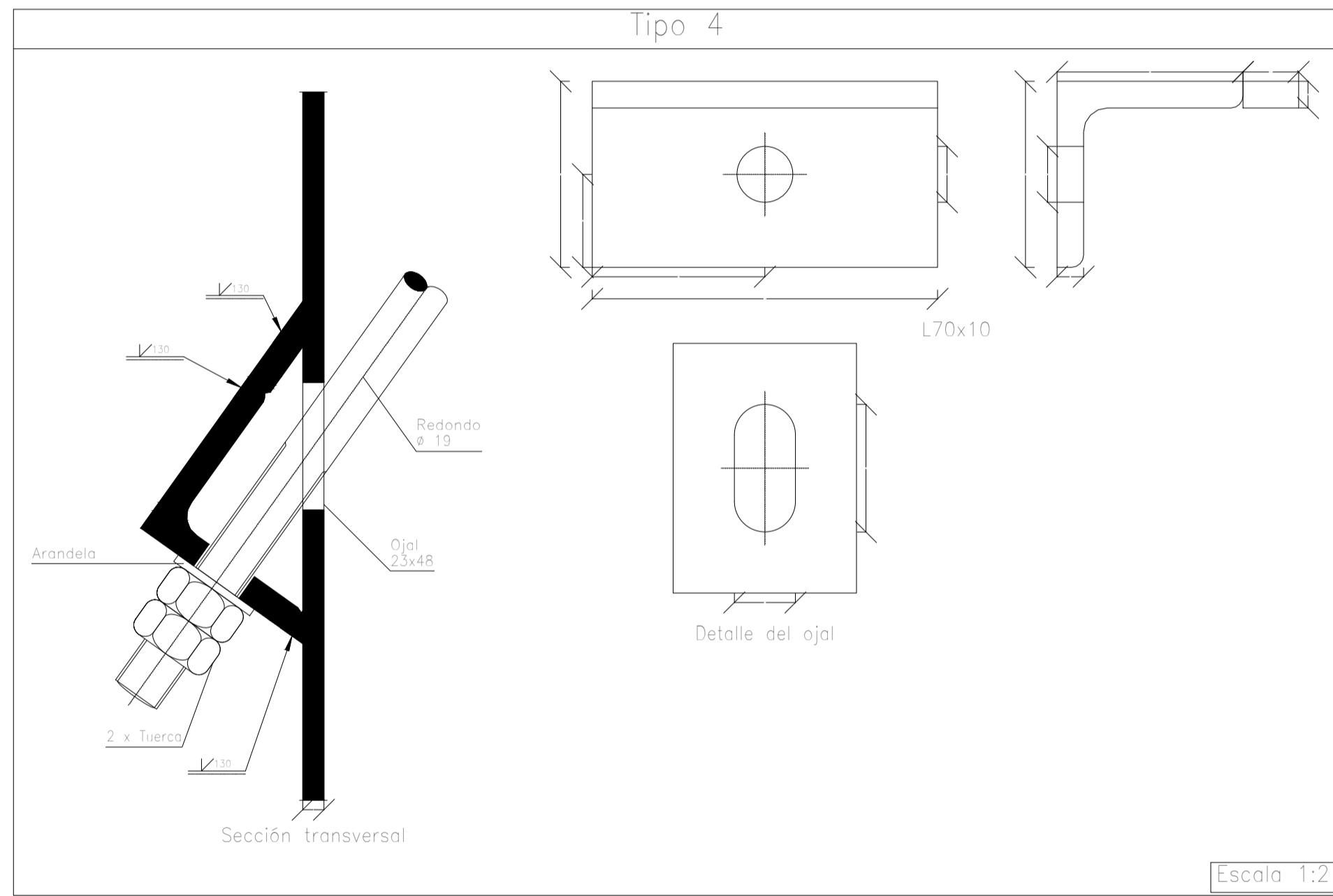
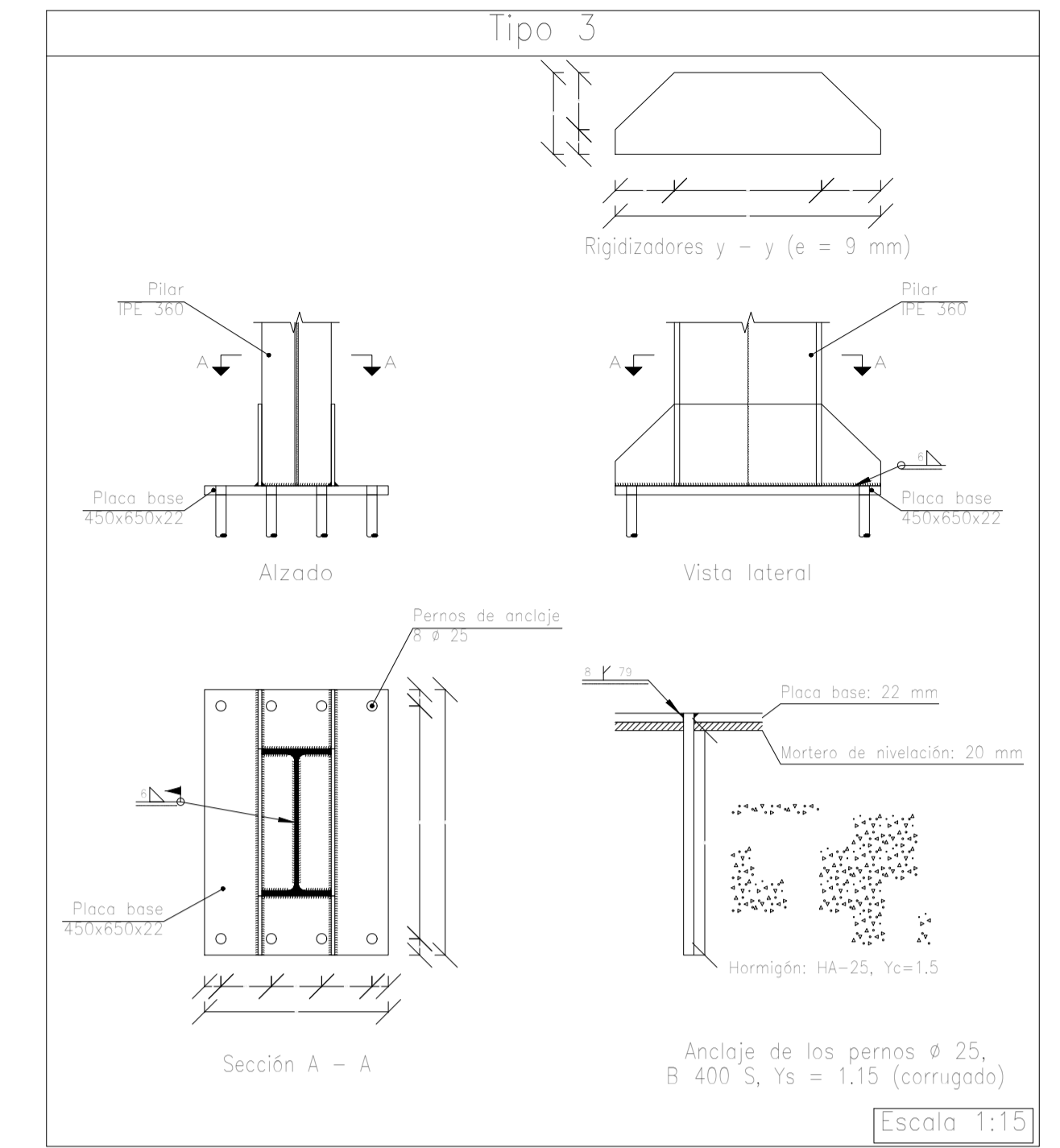
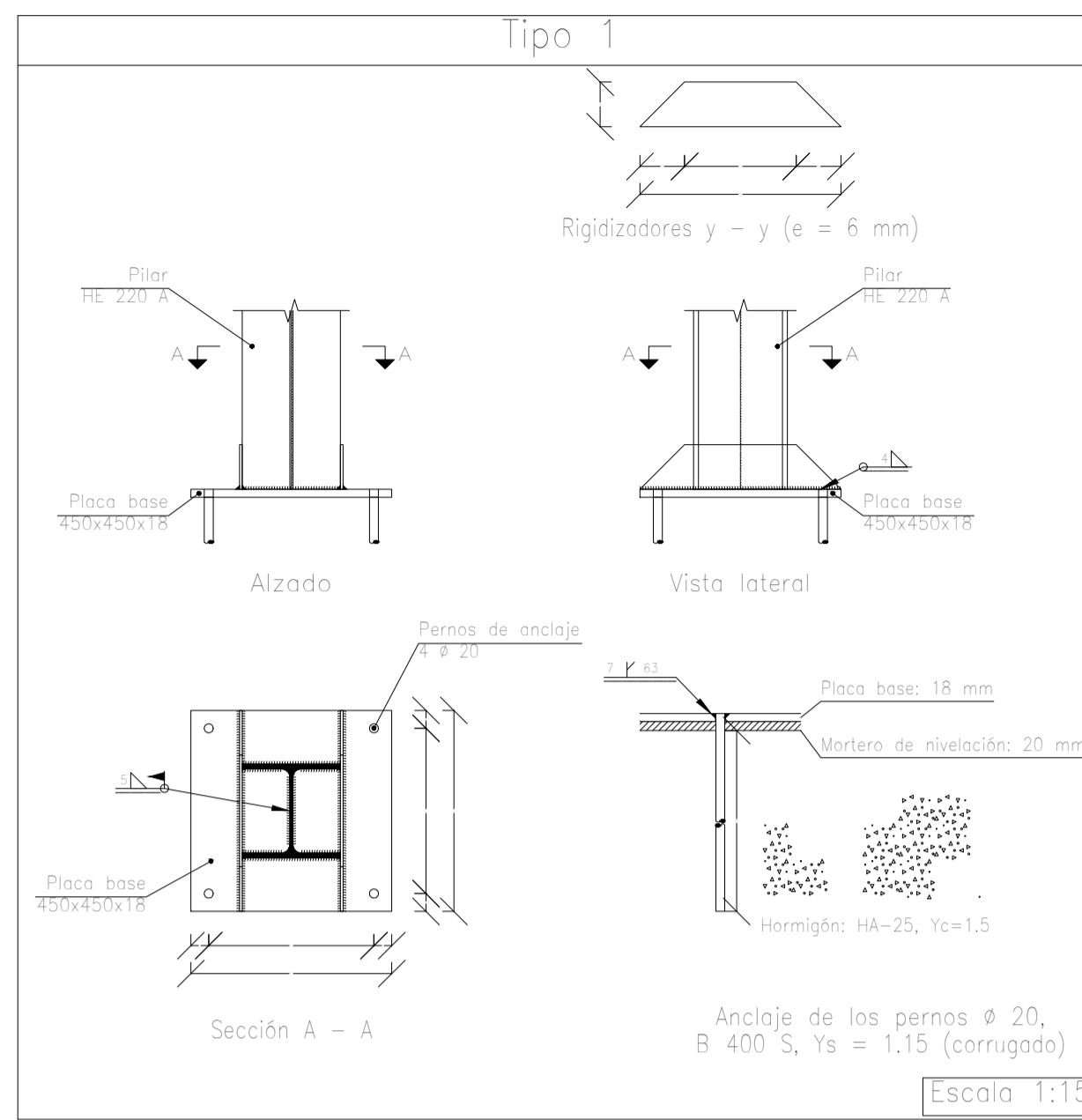
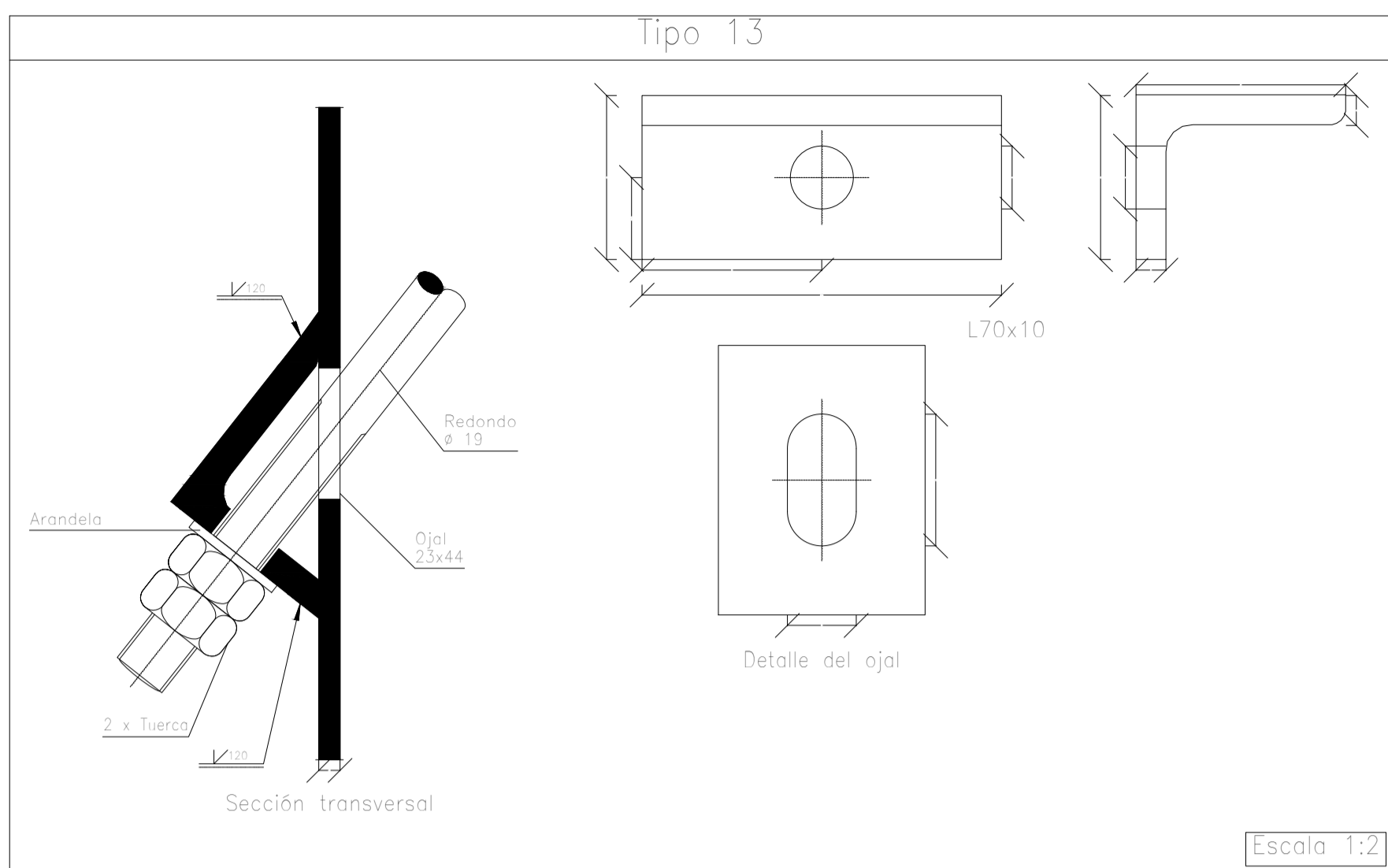
Firma:

Trabajo Fin de Máster 2021/2022

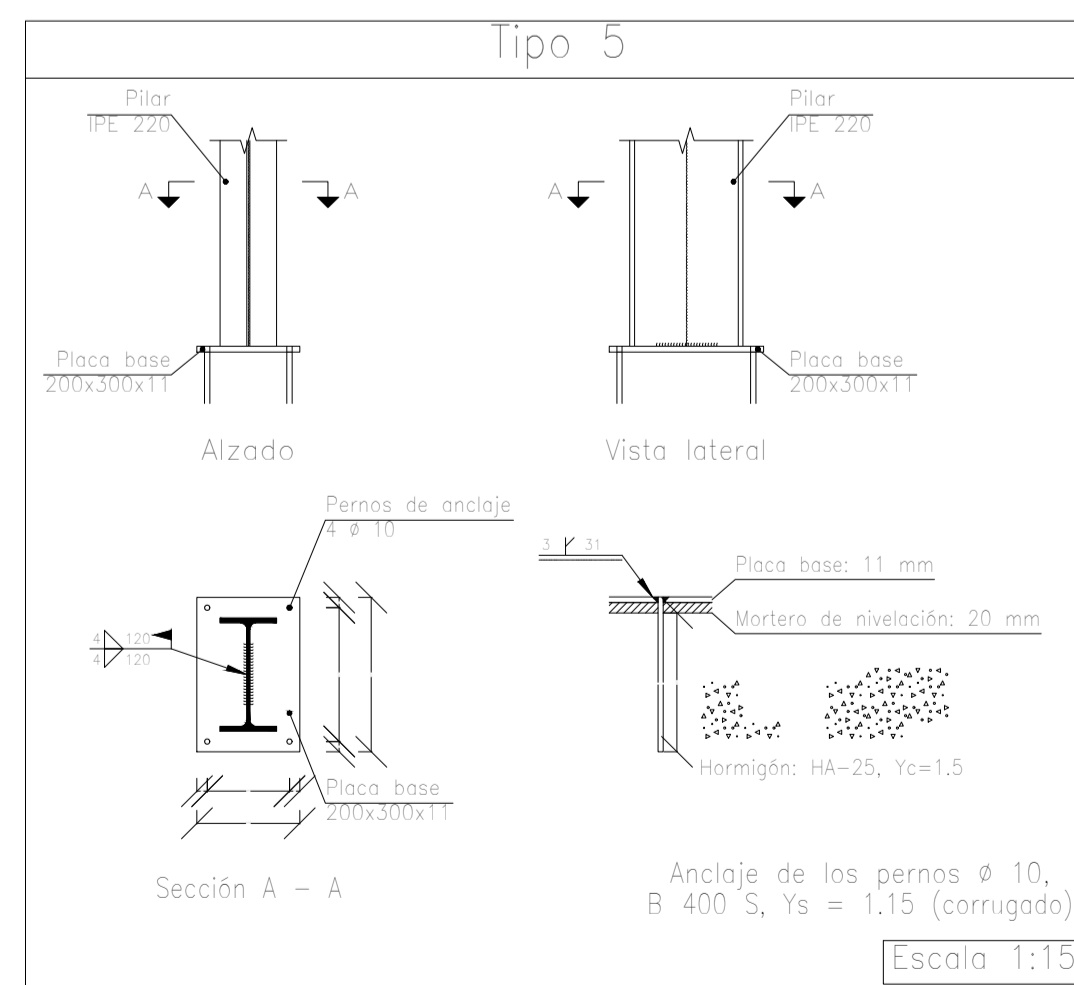
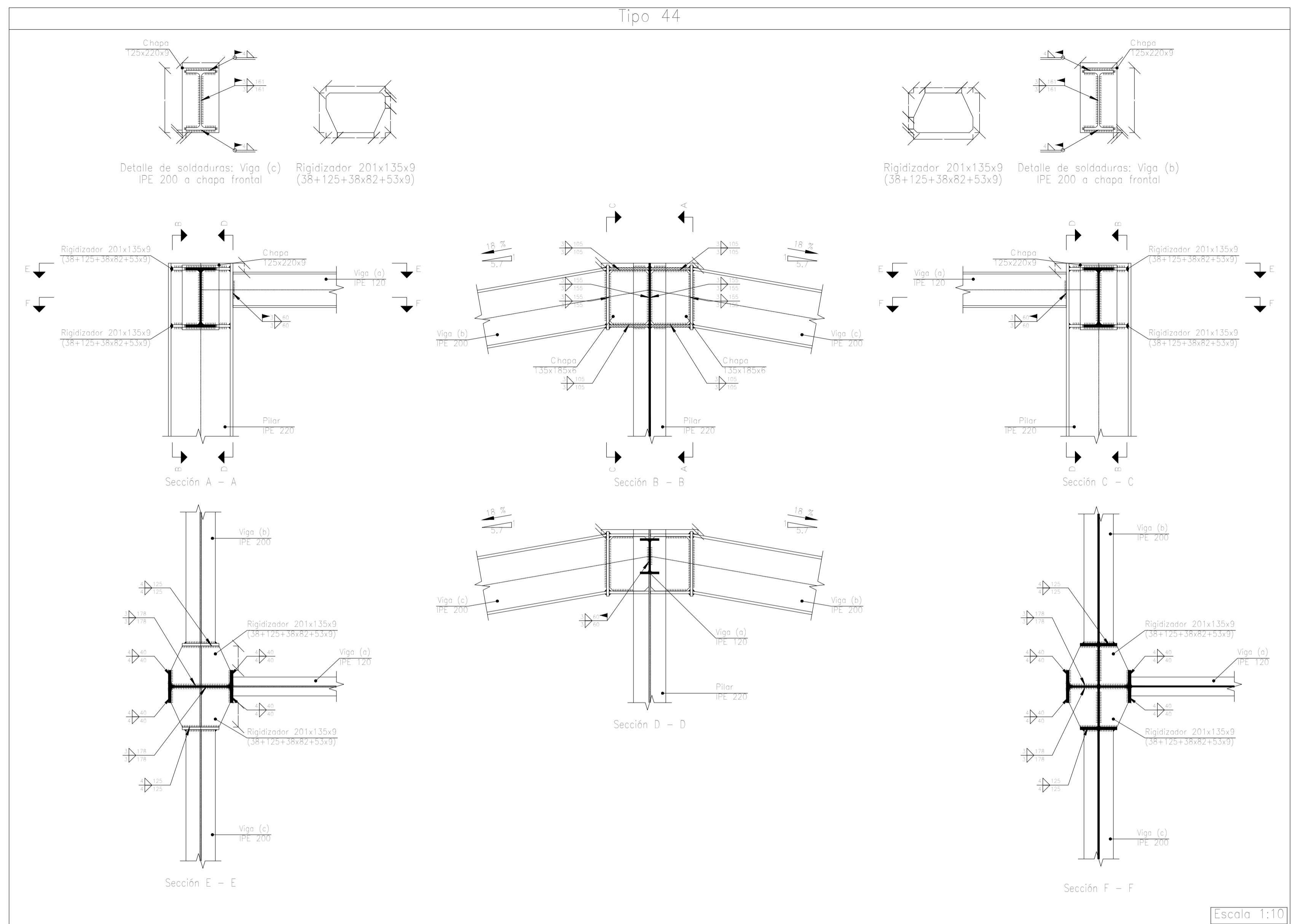
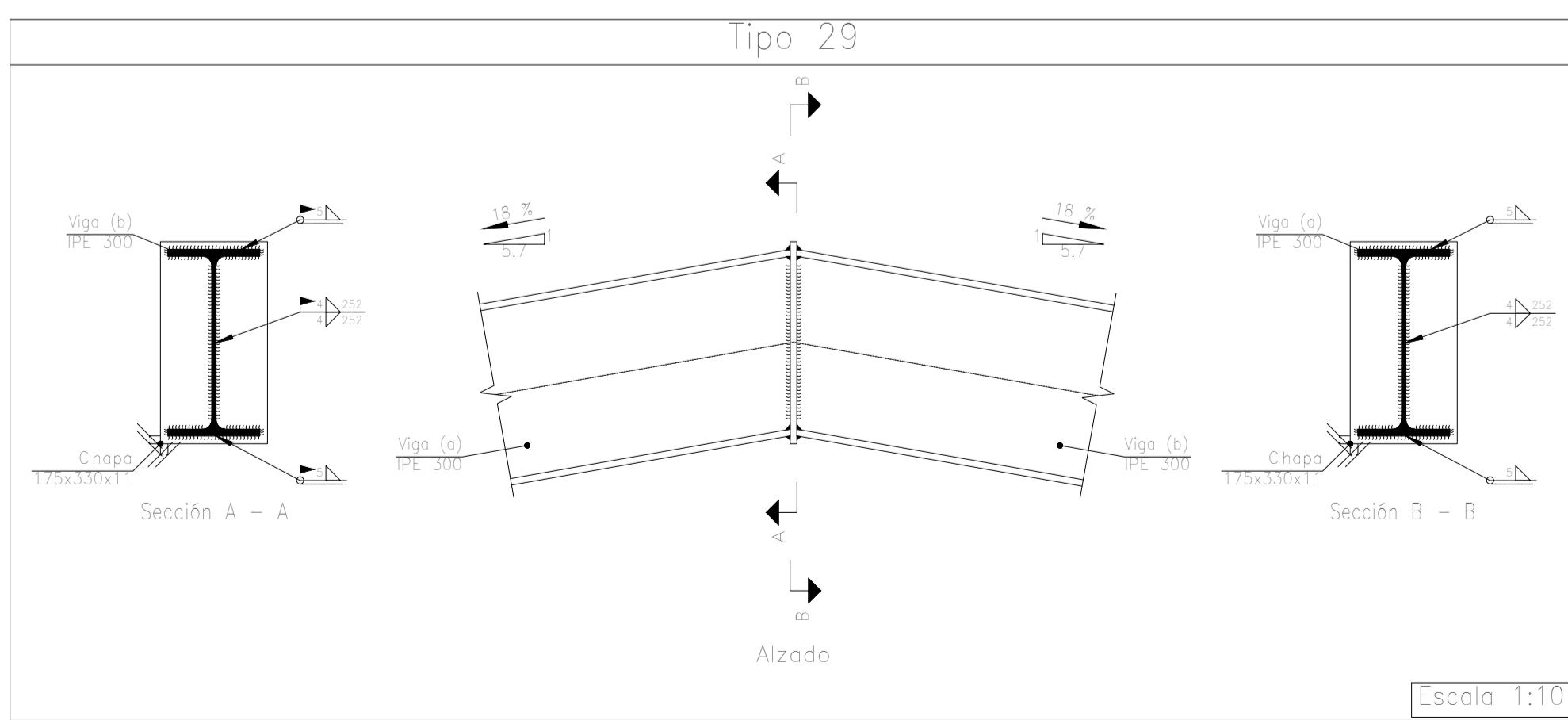
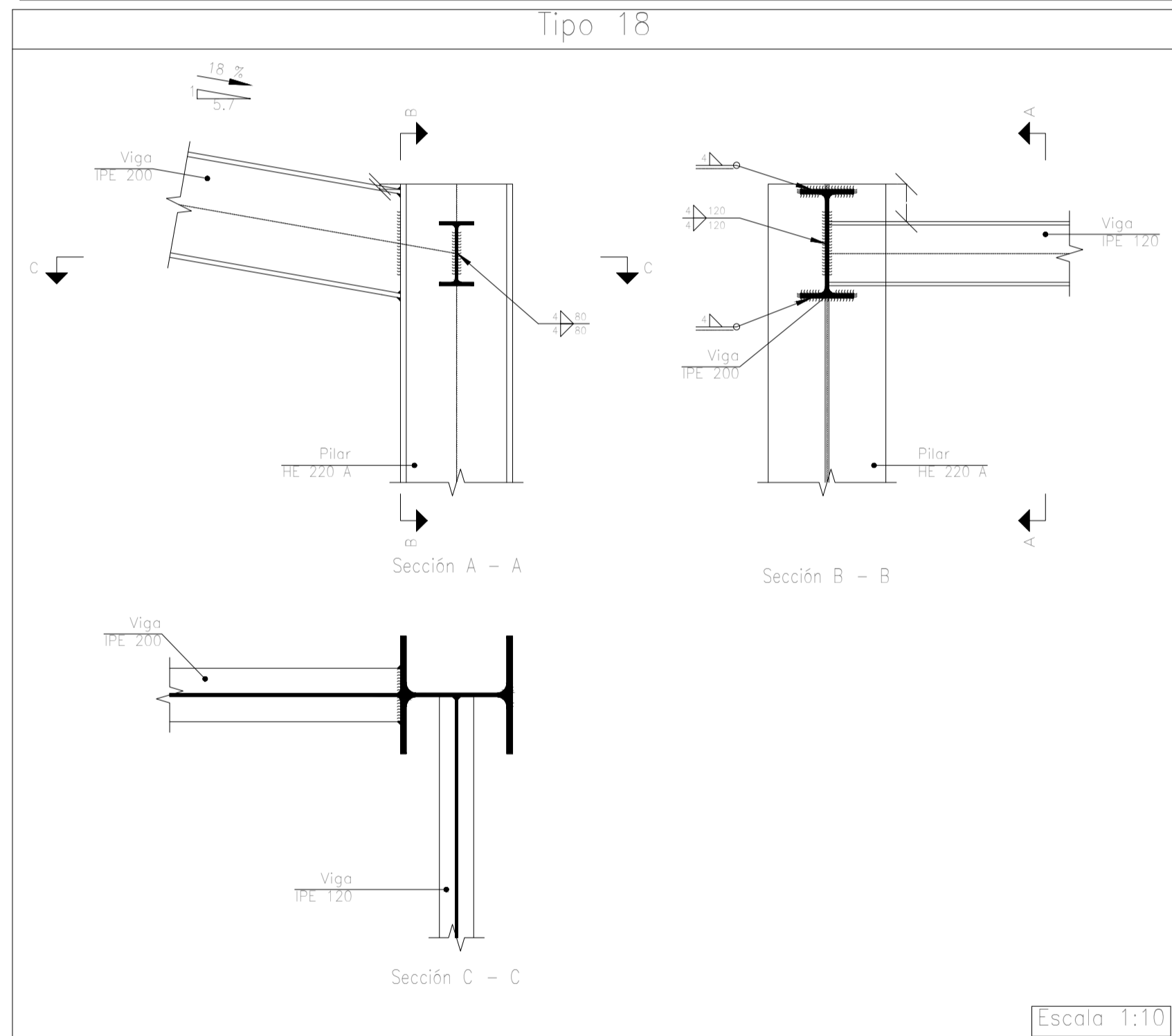
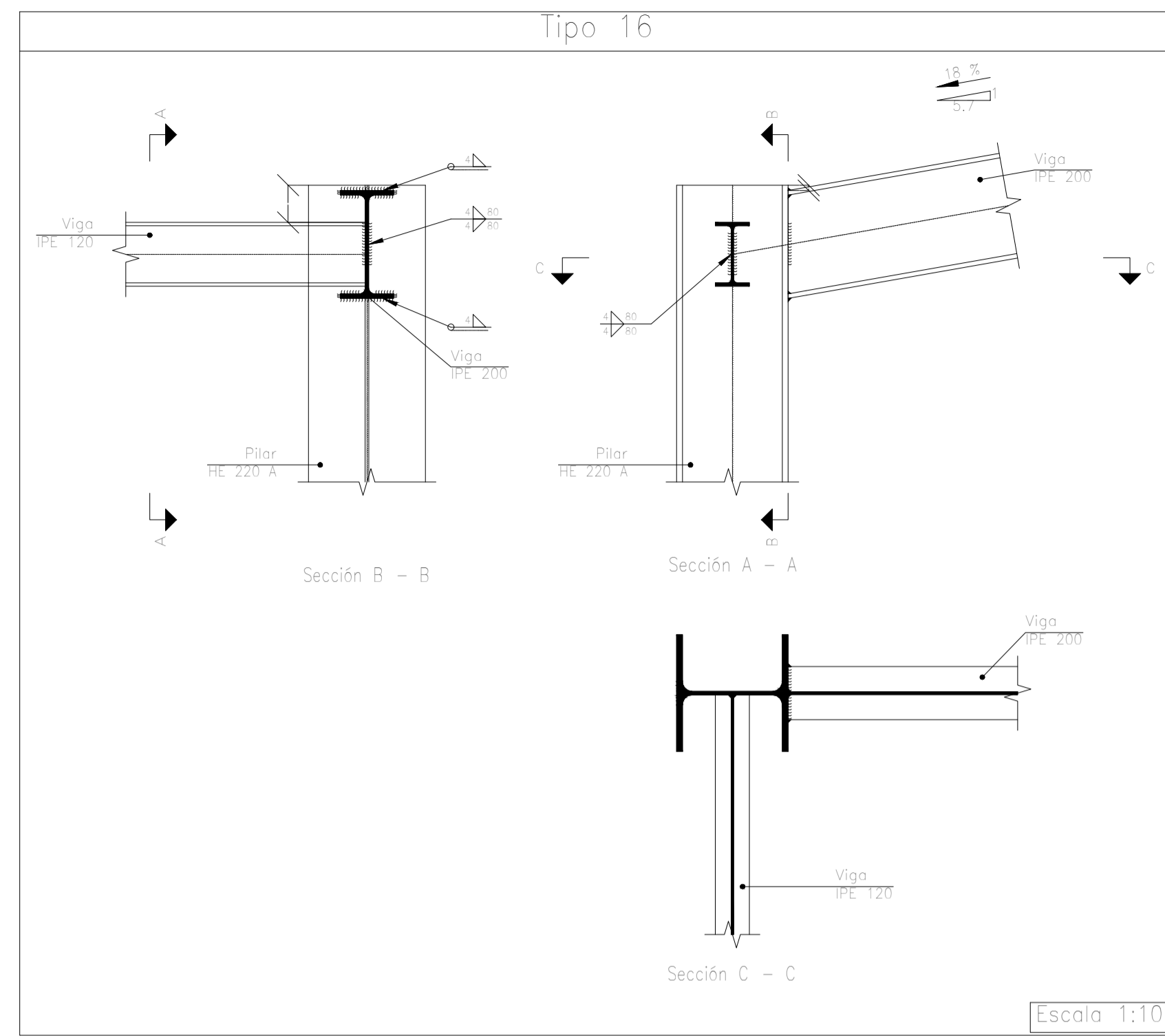
2D: Pórtico Hastial



Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 6
Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria	
Tutor: Mario Matas Hernández		
Escala: 1:100	Plano: Pórtico hastial	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		

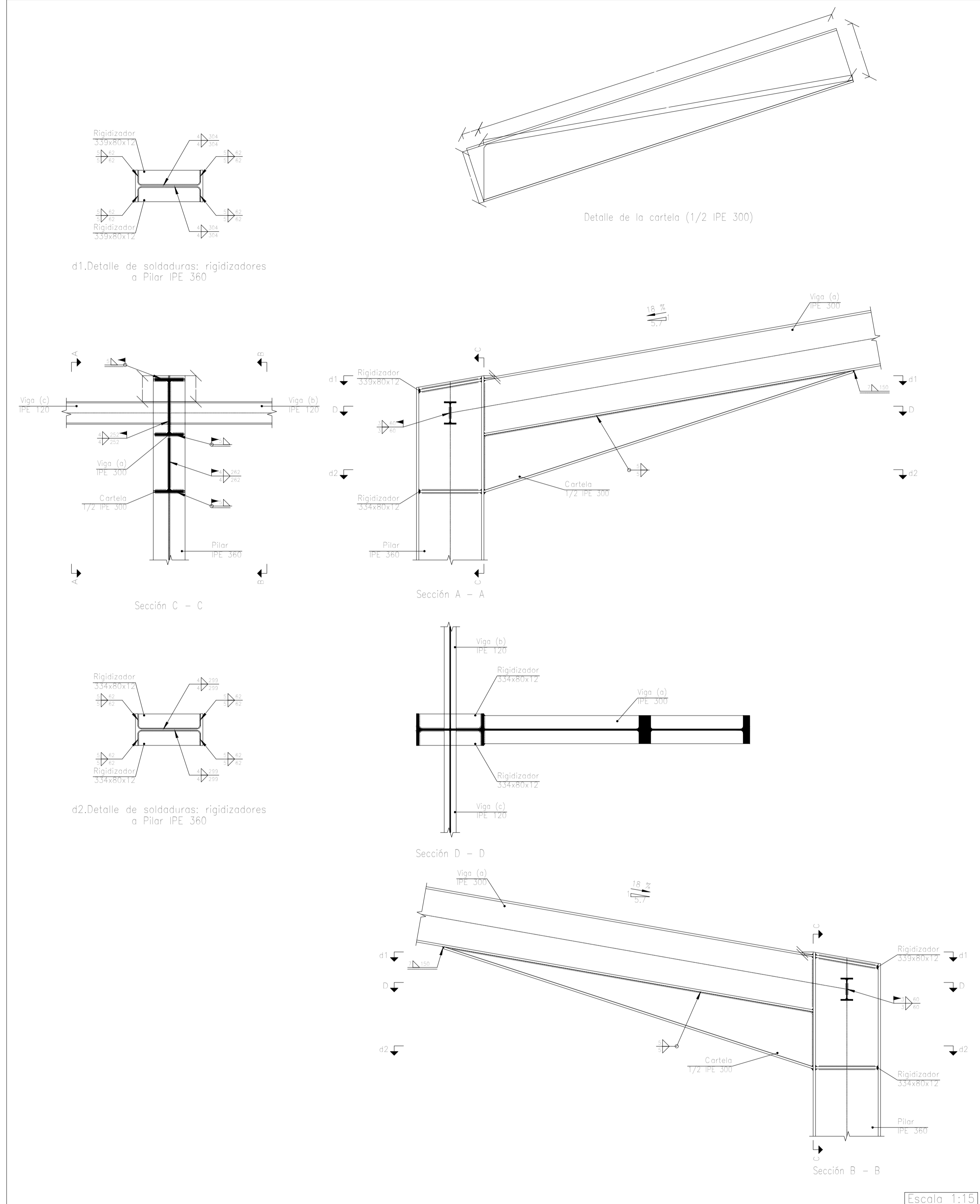


Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 7
Alumno:	Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación:
Tutor:	Mario Matas Hernández	Avenida de la Industria
Escala:	1:10 - 1:15 - 1:2	Plano:
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		



Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 8
Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria	
Tutor: Mario Matas Hernández	Plano: Uniones	
Escala: 1:10 - 1:15	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR	
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		Firma:

Tipo 23



Soldaduras				
f (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410,0	En taller	En ángulo	3	11803
			4	62726
			5	94979
			6	45886
			7	2700
			8	420
			10	11360
			3	754
			7	1005
			8	11310
En el lugar de montaje	En ángulo	4	26325	
		5	24494	
		6	21406	
		8	21406	

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	8	185x45x6	3,15
		4	190x105x9	5,66
		8	201x135x9	13,59
		36	334x80x12	90,78
		36	334x80x12	92,17
		4	133x185x8	4,72
	Chapas	4	125x220x9	7,77
		4	115x220x10	7,34
		9	175x330x11	44,88
			Total	

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	210	1,74
		L70x10	4900	50,00
			Total	51,75

Elementos de ferrallería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	88	T19
Arandelas	44	A19

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	6	200x300x11	31,09
		4	450x450x18	114,45
		18	450x650x22	909,27
	Rigidizadores pasantes	8	450/250x100/0x6	13,19
		36	650/360x200/60x9	279,01
	Total			1347,00
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugada)	Pernas de anclaje	24	ø 10 - L = 341	5,05
		16	ø 20 - L = 608	23,99
		144	ø 25 - L = 617	342,36
	Total			371,40

UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:
 CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación, Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

MATERIALES:
 - Perfiles (Material base): S275.
 - Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:
 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirlo, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo b deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $b > 120$ (grados), se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $b < 60$ (grados), se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

COMPROBACIONES:
 a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:
 En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
 b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:
 Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
 c) Cordones de soldadura en ángulo:
 Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

a) (mm): Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

l) (mm): longitud efectiva del cordón de soldadura

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS

Referencias:
 1: línea de la flecha
 2a: línea de referencia (línea continua)
 2b: línea de identificación (línea a trazos)
 3: símbolo de soldadura
 4: indicaciones complementarias
 U: Unión

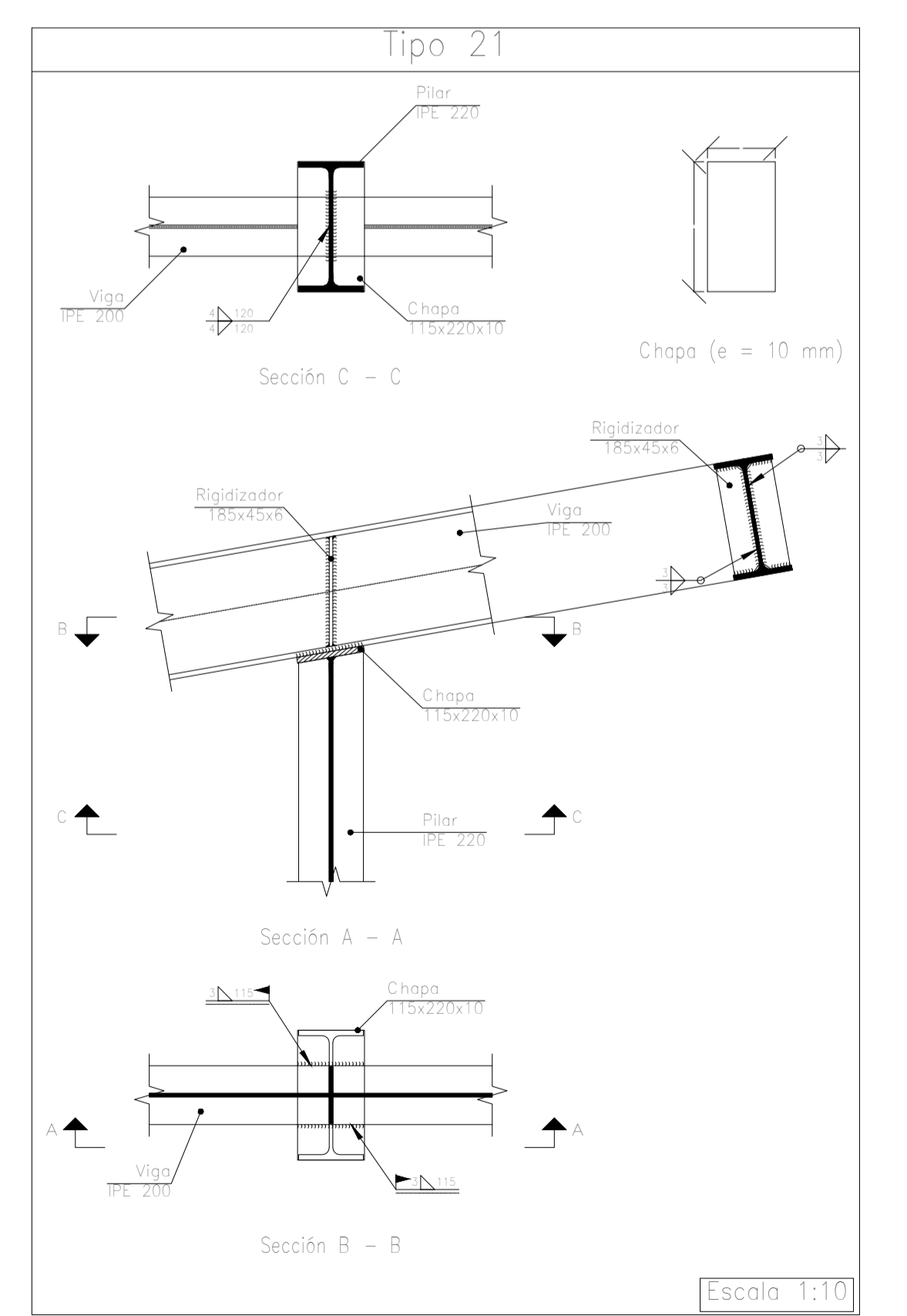
Referencias 1, 2a y 2b

Referencia 3

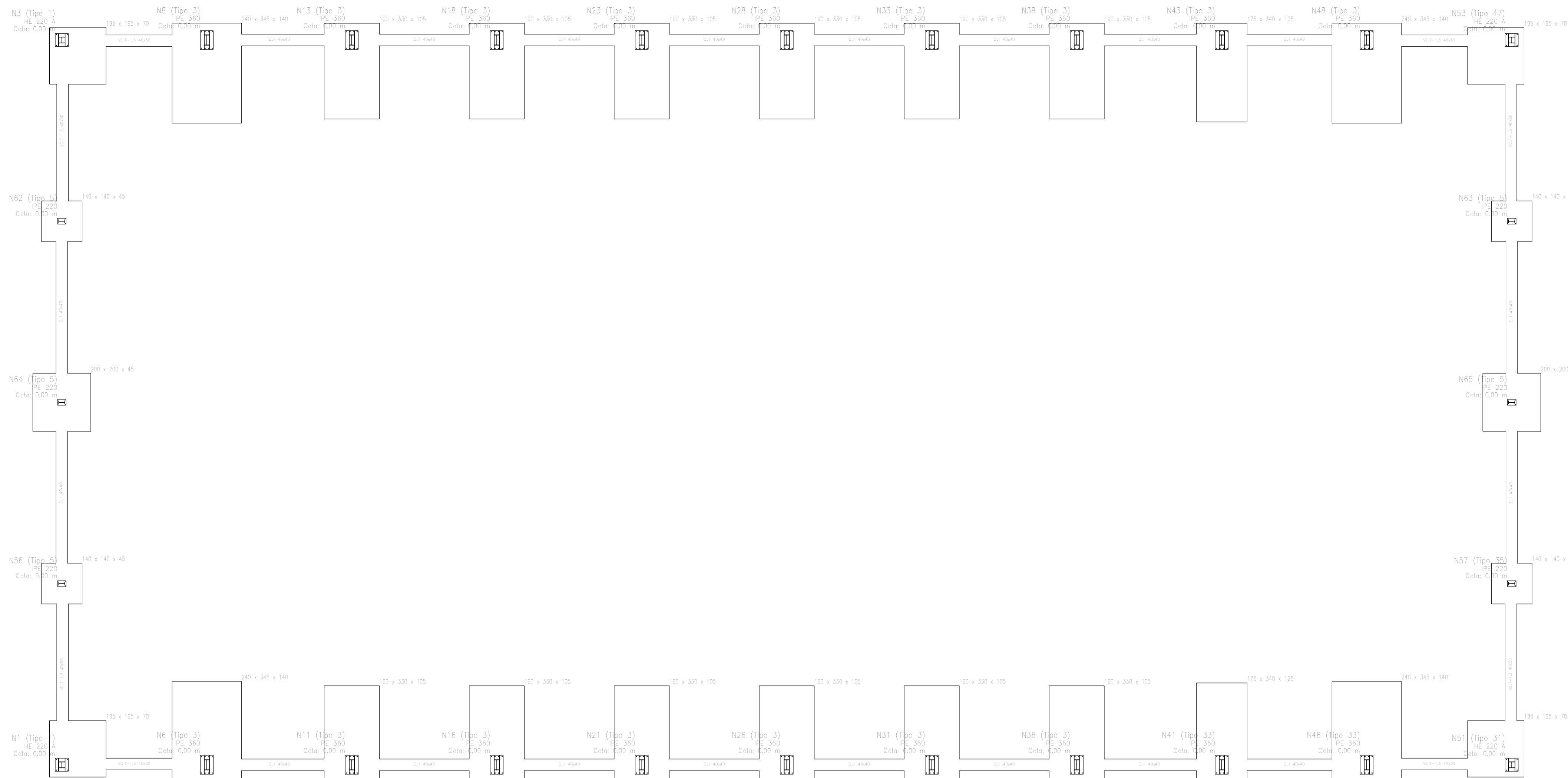
Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en V simple (con chafalón)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplia		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

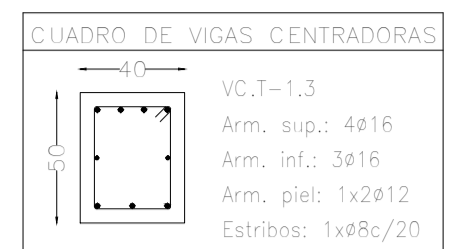
Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje



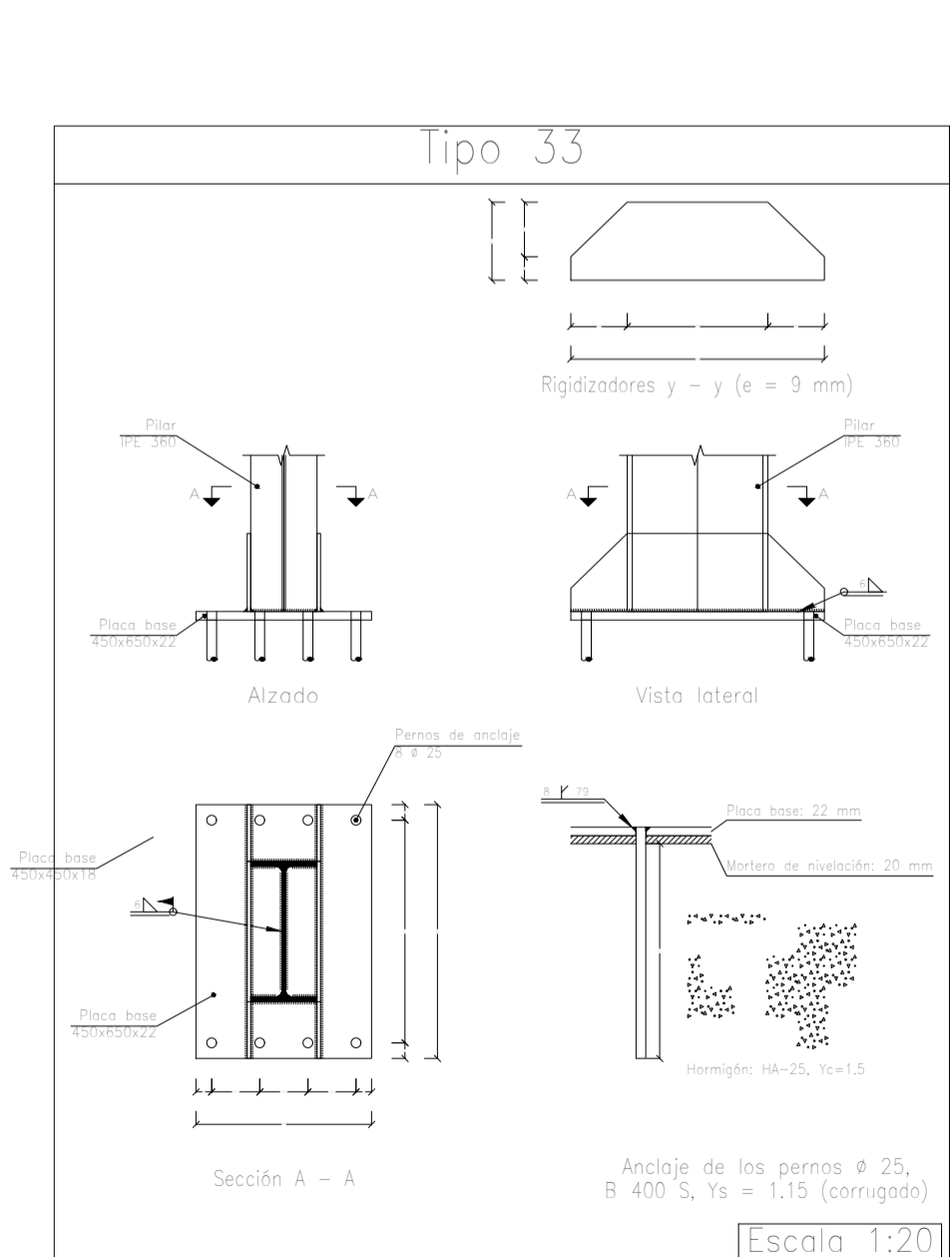
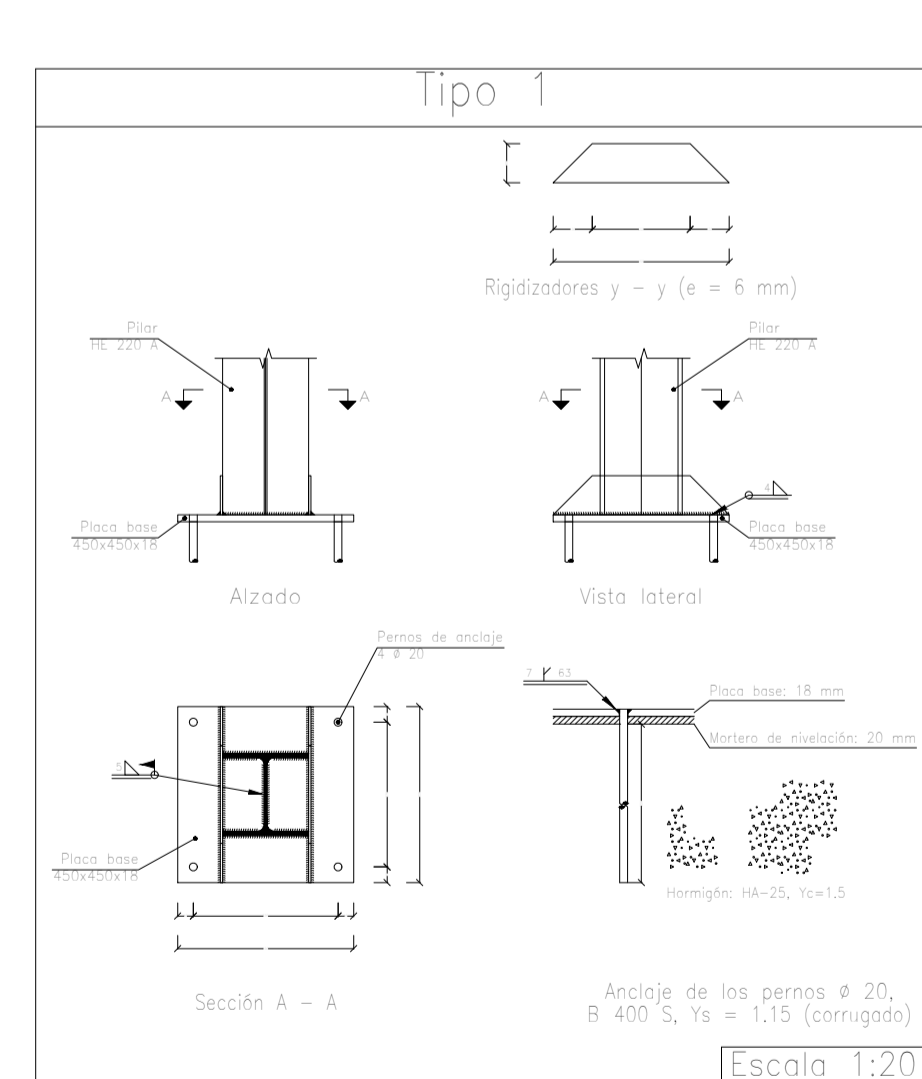
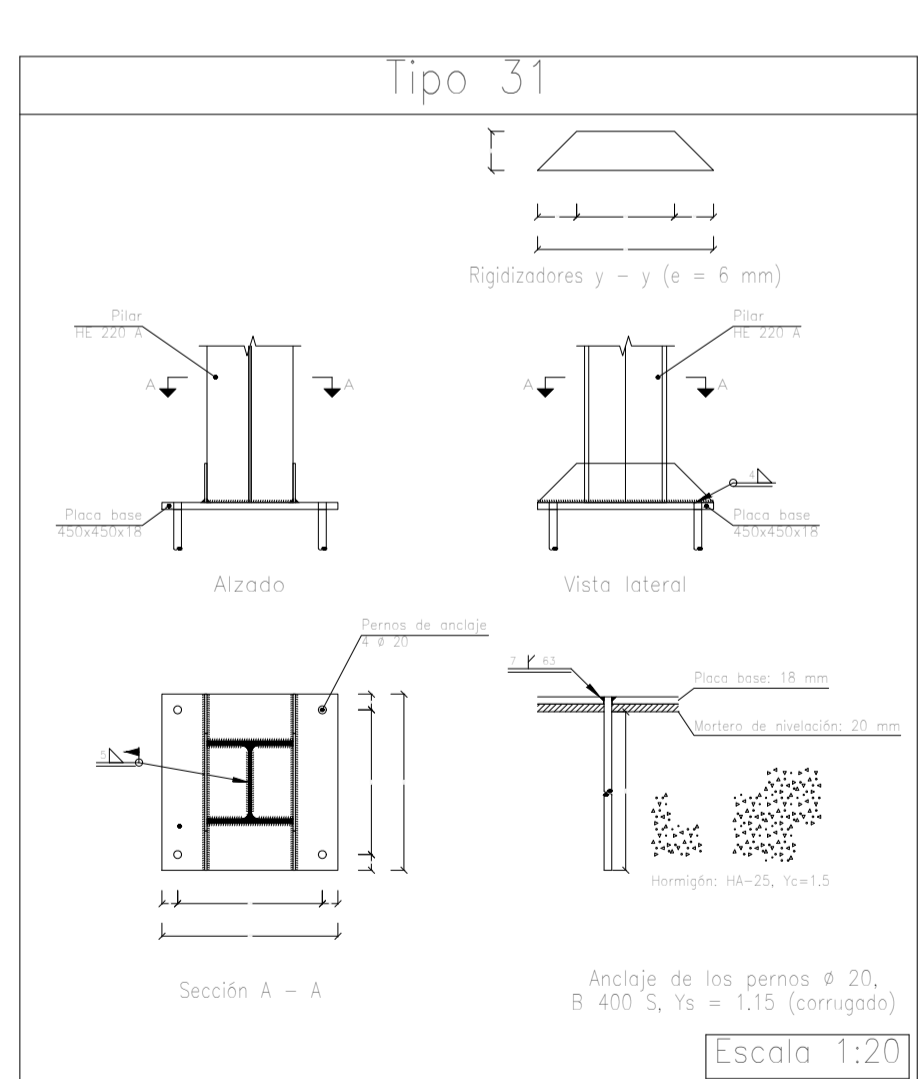
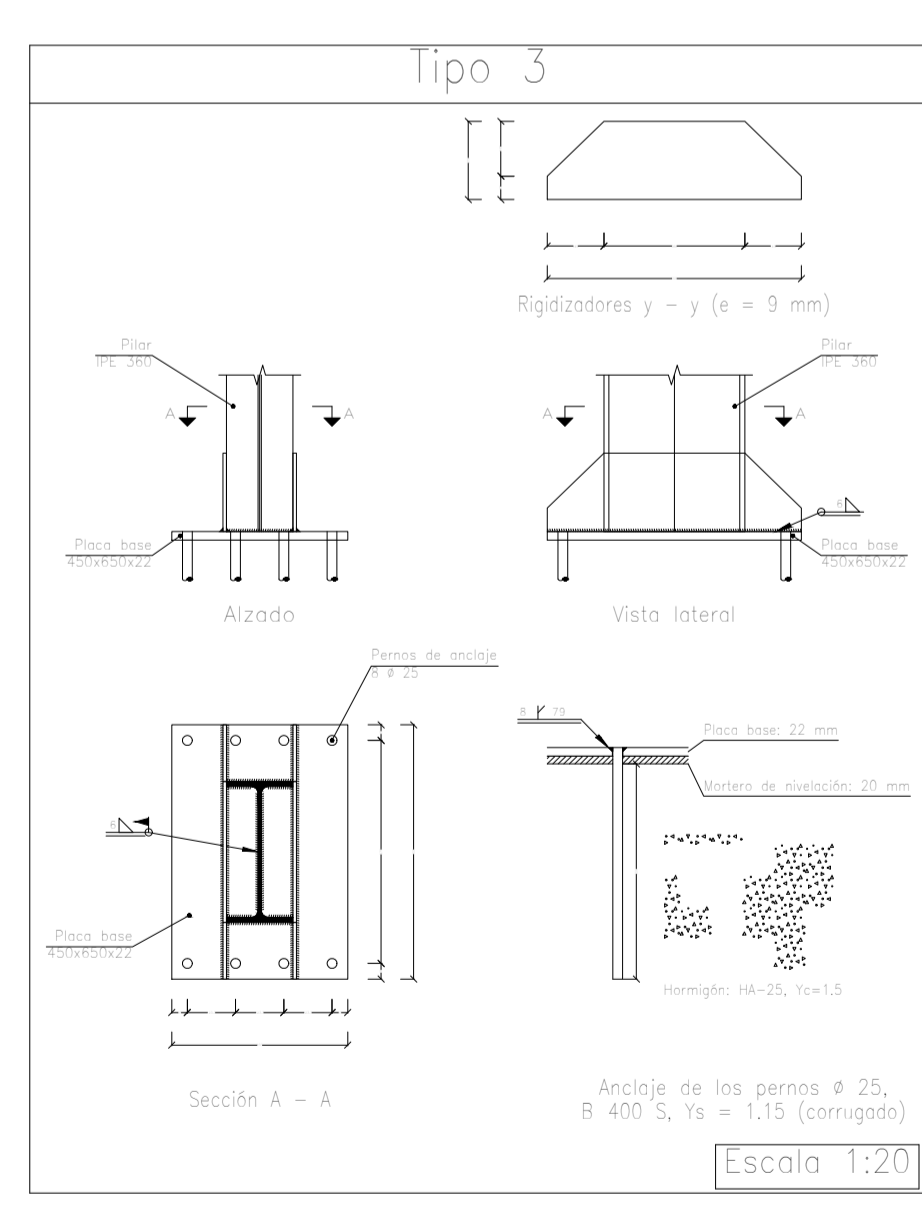
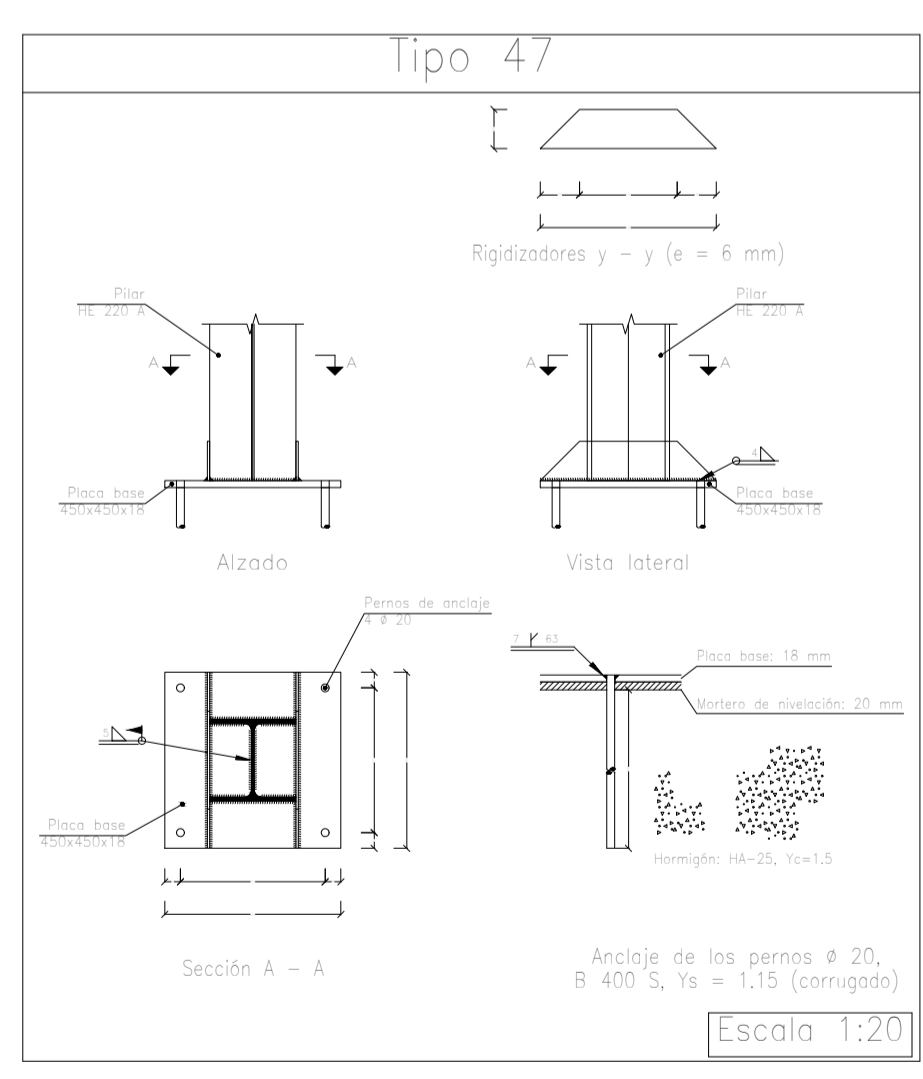
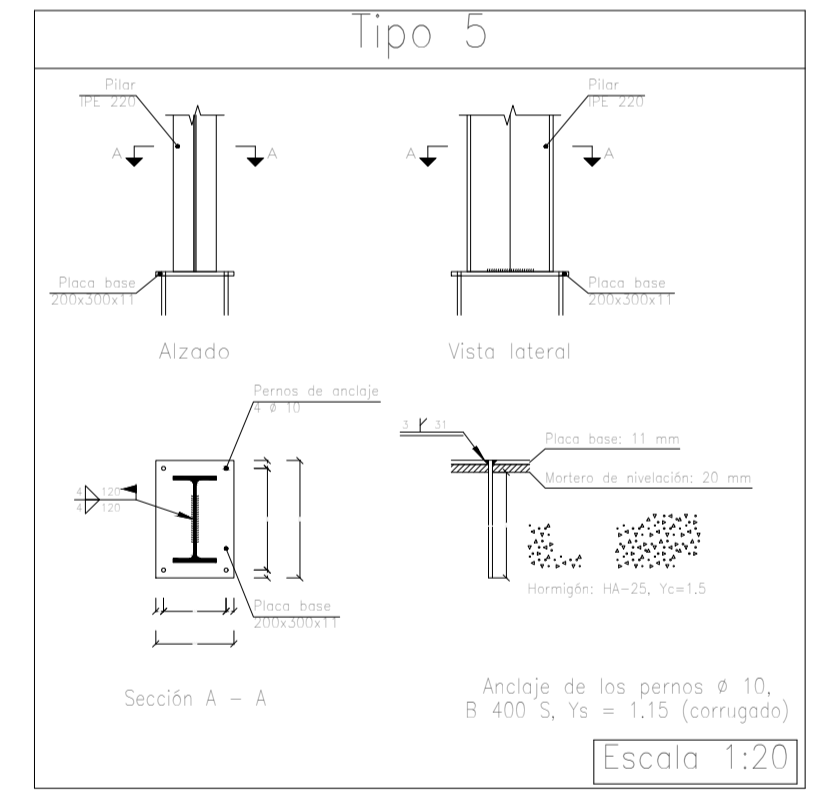
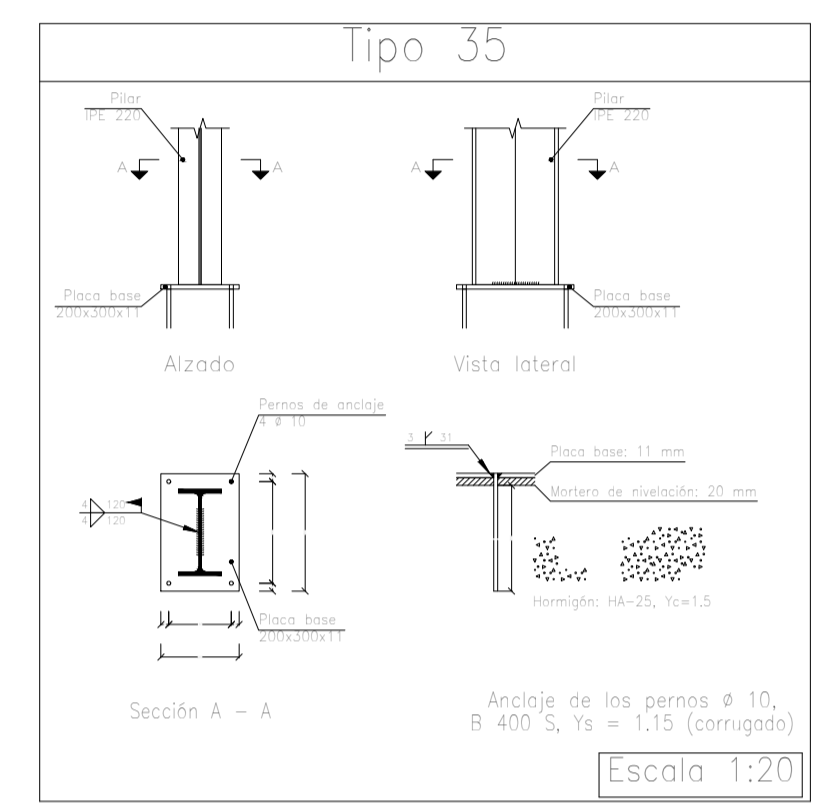
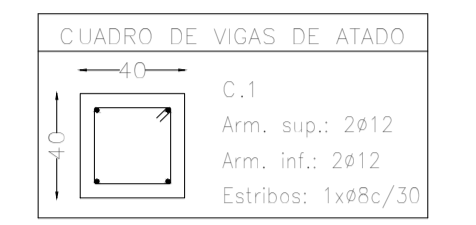
Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 9
Alumno:	Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria
Tutor:	Mario Matas Hernández	
Escala: 1:10 - 1:15	Plano: Uniones	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BEJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		



Cuadro de anclajes		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N1, N51, N53 y N3	4 Pernos \varnothing 20	Placa base (450x450x18)
N5, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N48, N43, N38, N33, N38, N23, N18, N13 y N8	8 Pernos \varnothing 25	Placa base (450x450x22)
N57, N45, N43, N42, N44 y N38	4 Pernos \varnothing 18	Placa base (200x300x11)

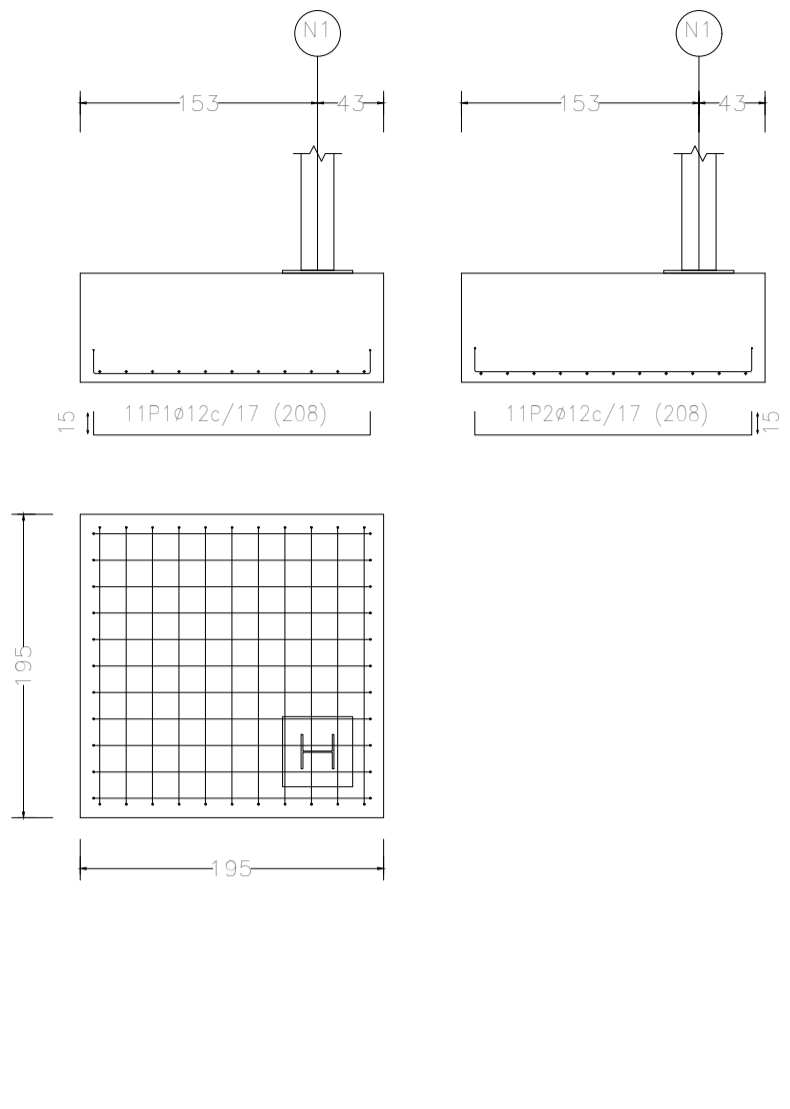


Resumen Acero			
Elemento, Viga y Placa de anclaje	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	\varnothing 8	538,7	234
	\varnothing 12	834,7	815
	\varnothing 16	345,4	600
	\varnothing 20	985,2	2673
			4322

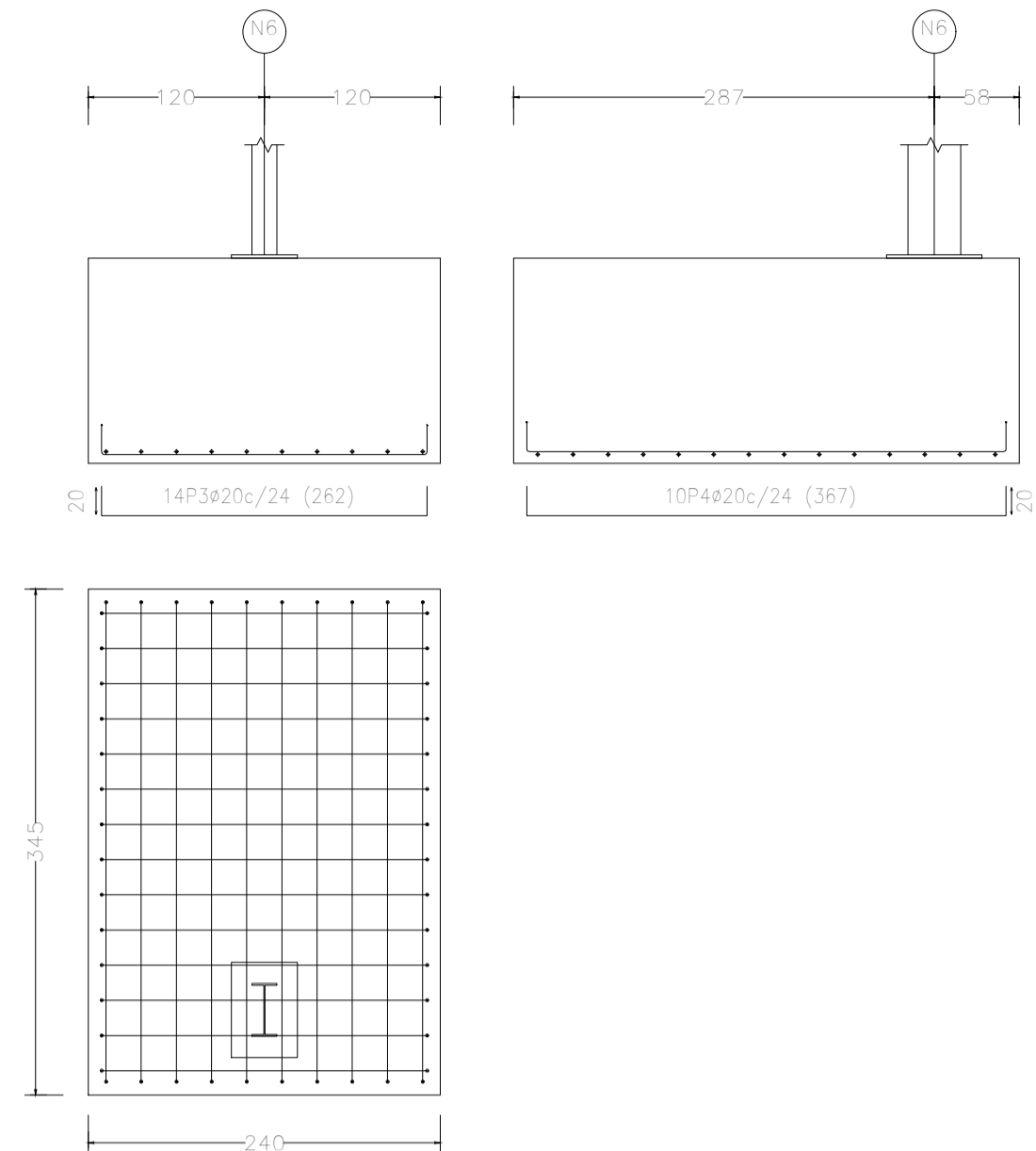


Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jana" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 10
Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria	
Tutor: Mario Matas Hernández		
Escala: 1:100	Plano: Cimentación	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		

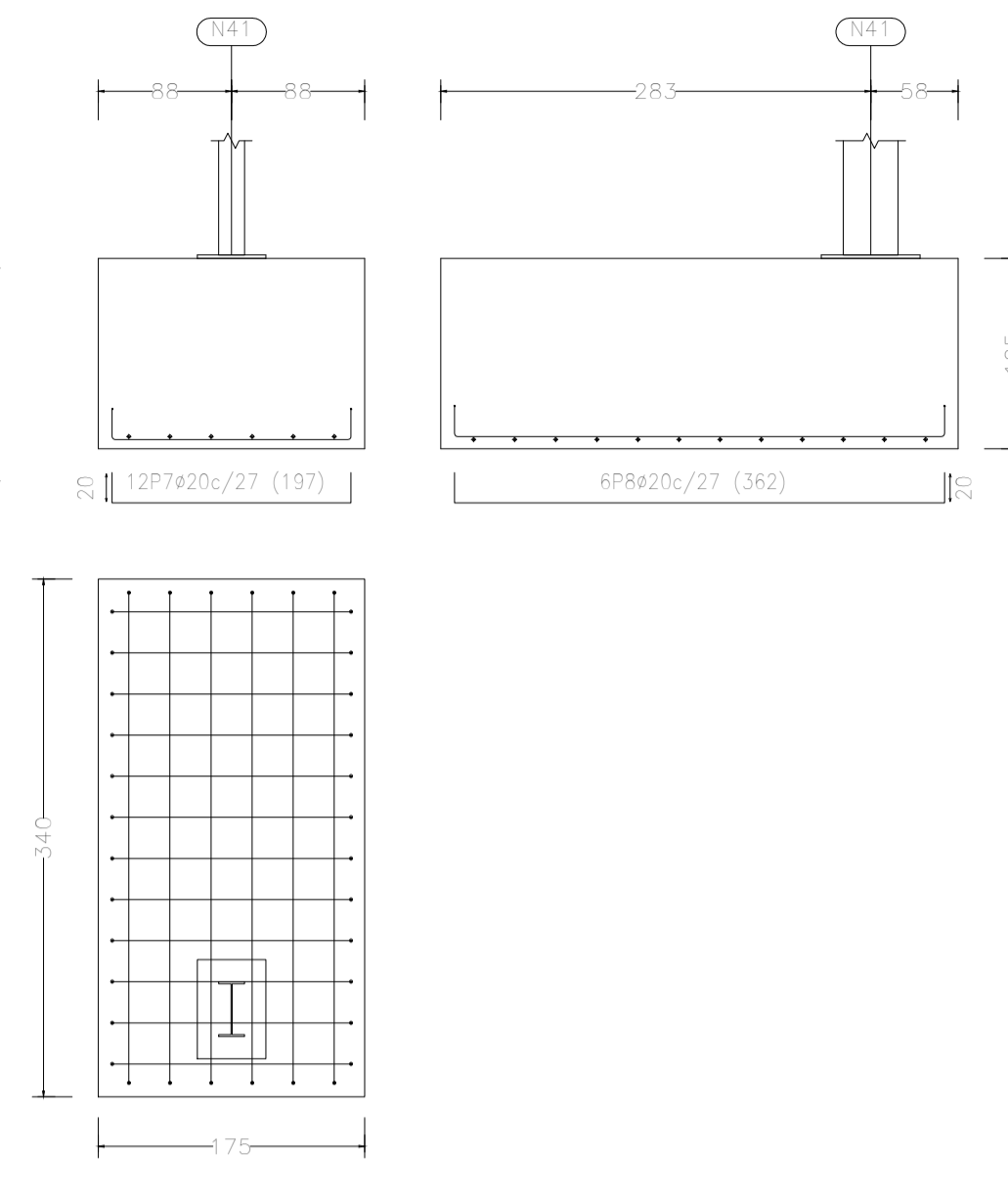
N1, N51, N53 y N3



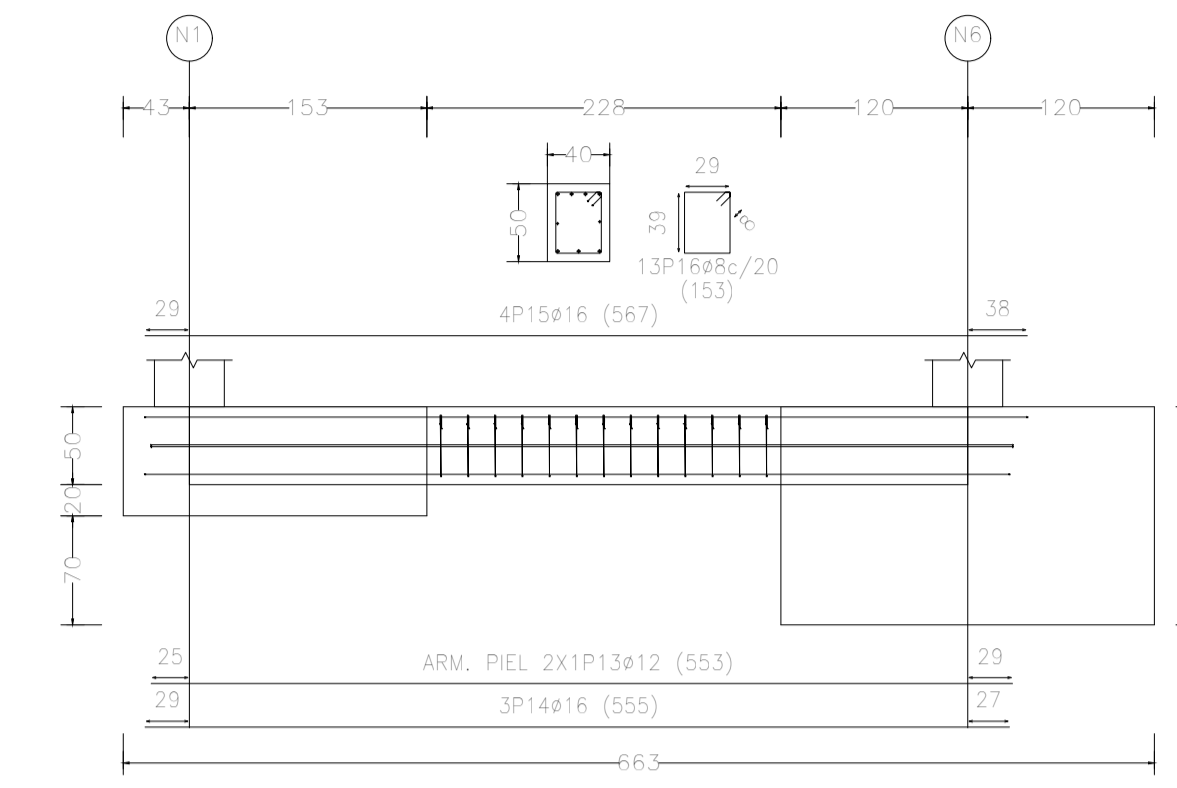
N6, N46, N48 y N8



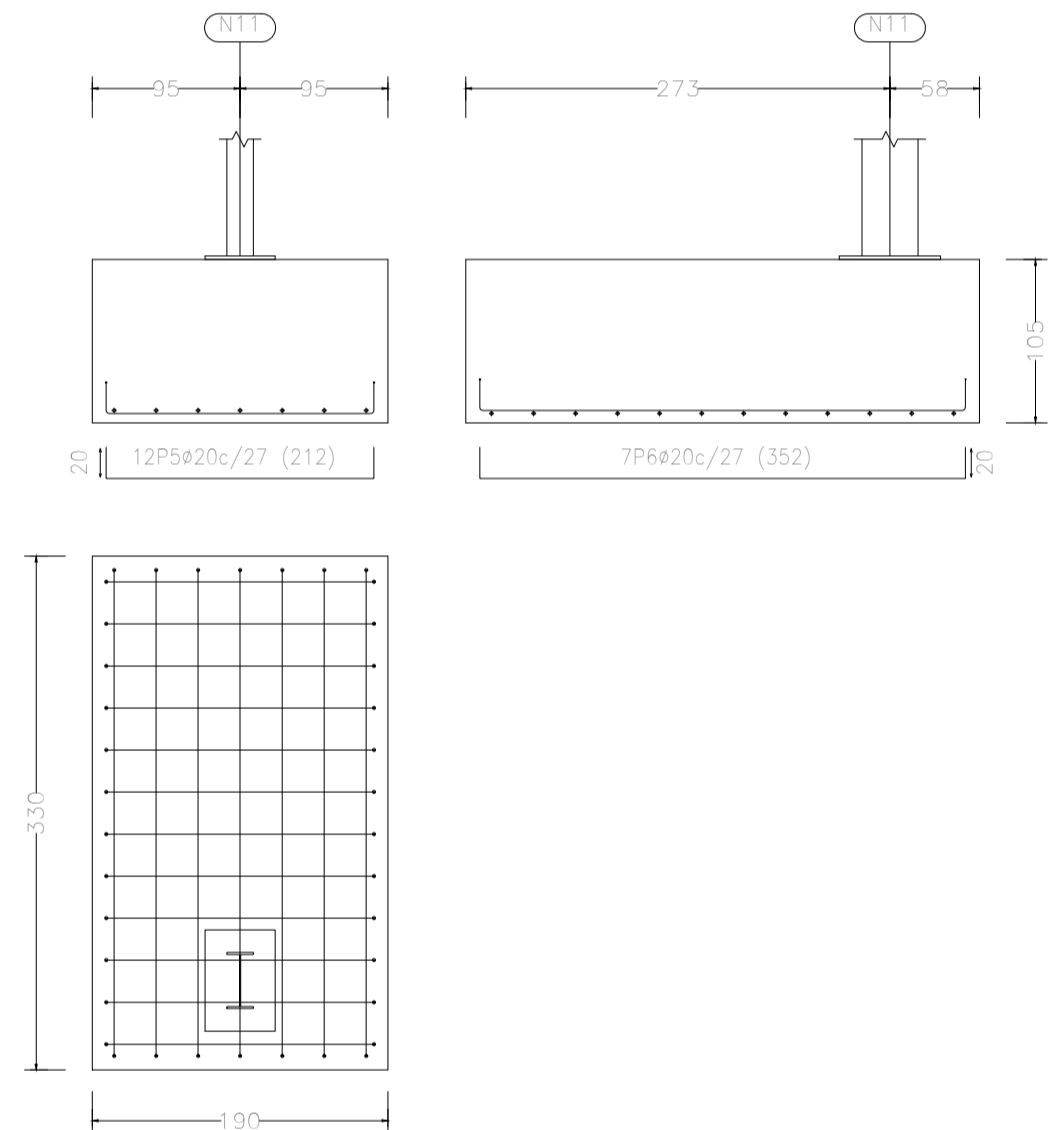
N41 y N43



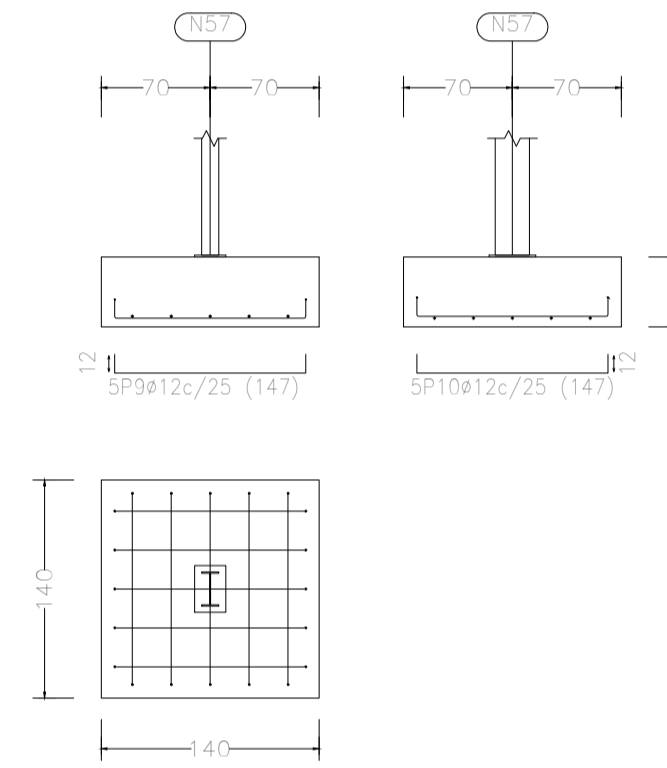
VC.T-1.3 [N1-N6] y VC.T-1.3 [N53-N48]



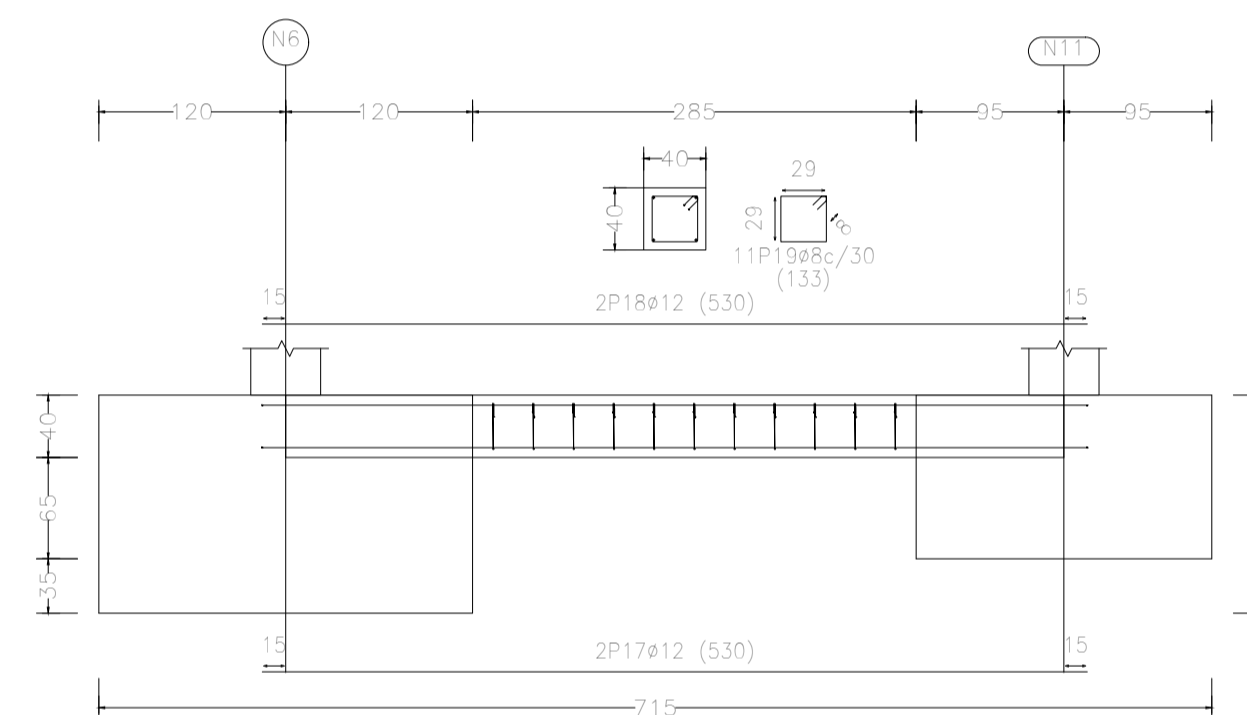
N11, N16, N21, N26, N31, N36, N38, N33, N28, N23, N18 y N13



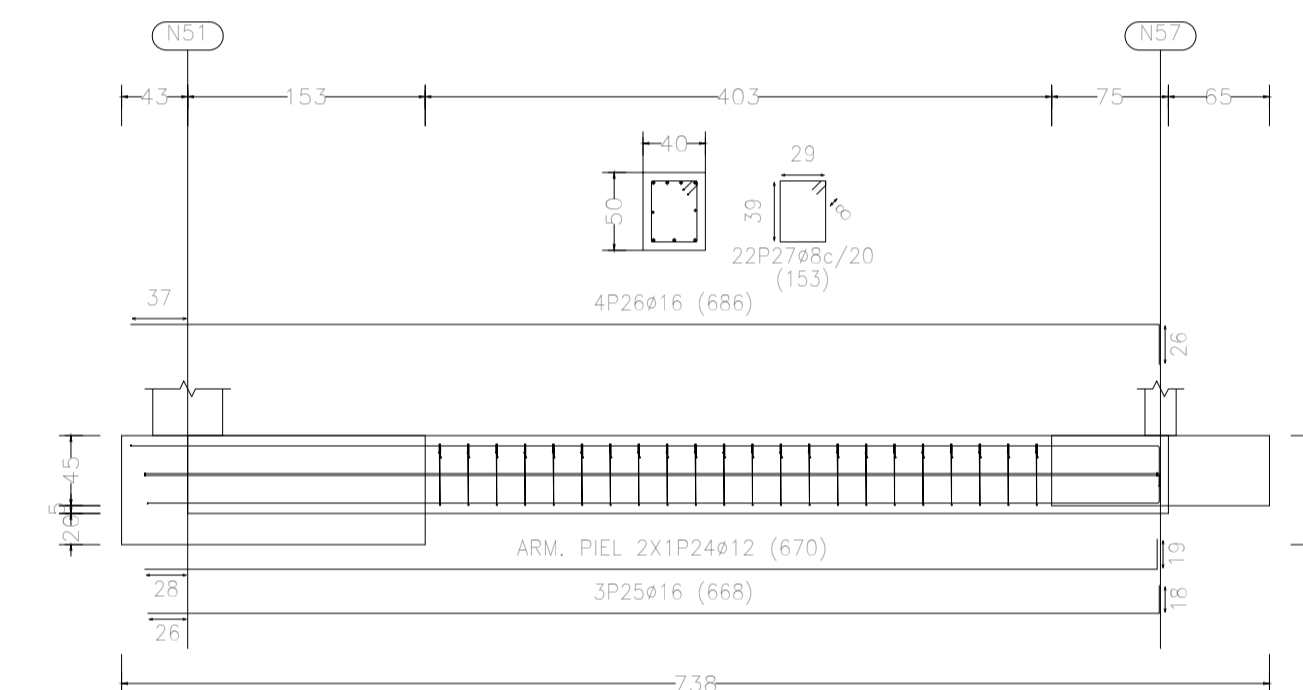
N57, N63, N62 y N56



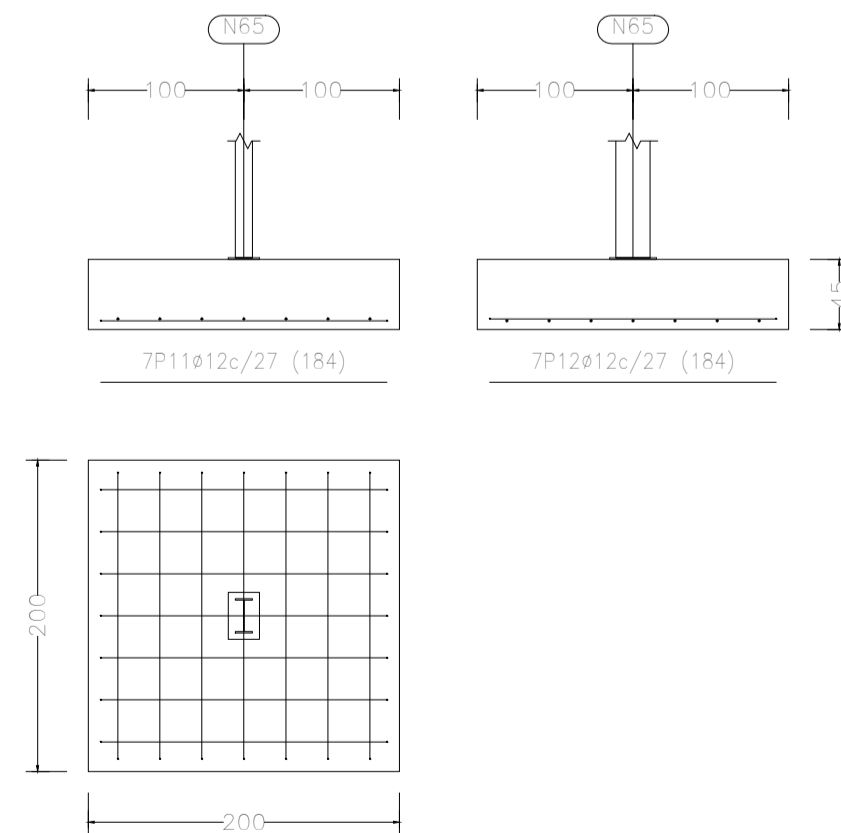
C [N6-N11], C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26], C [N26-N31], C [N31-N36], C [N36-N41], C [N41-N46], C [N48-N43], C [N43-N38], C [N38-N33], C [N33-N28], C [N28-N23], C [N23-N18], C [N18-N13] y C [N13-N8]



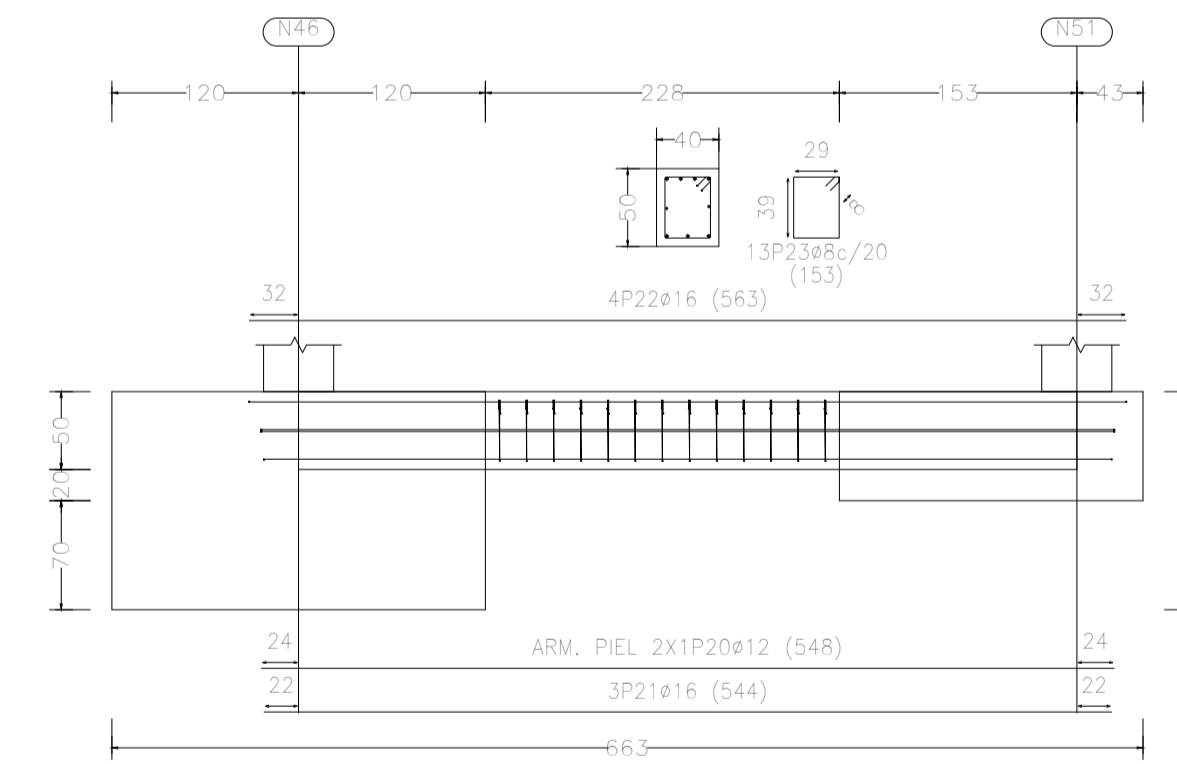
VC.T-1.3 [N51-N57]



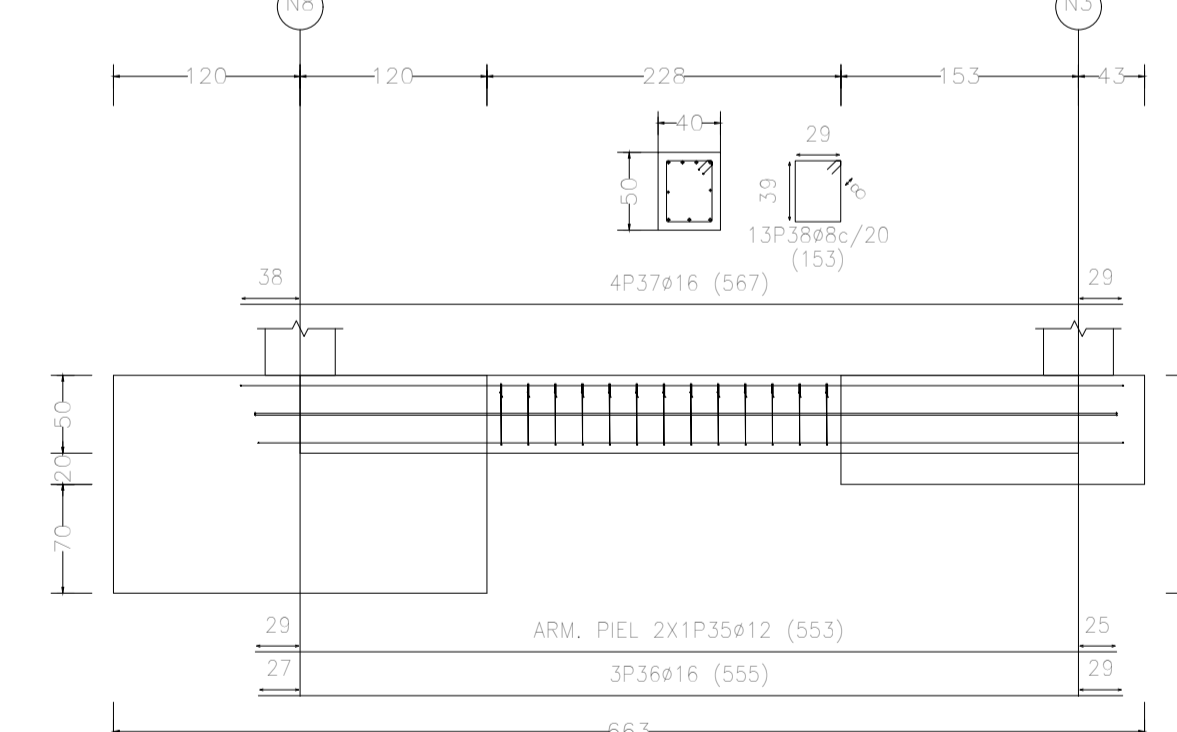
N65 y N64



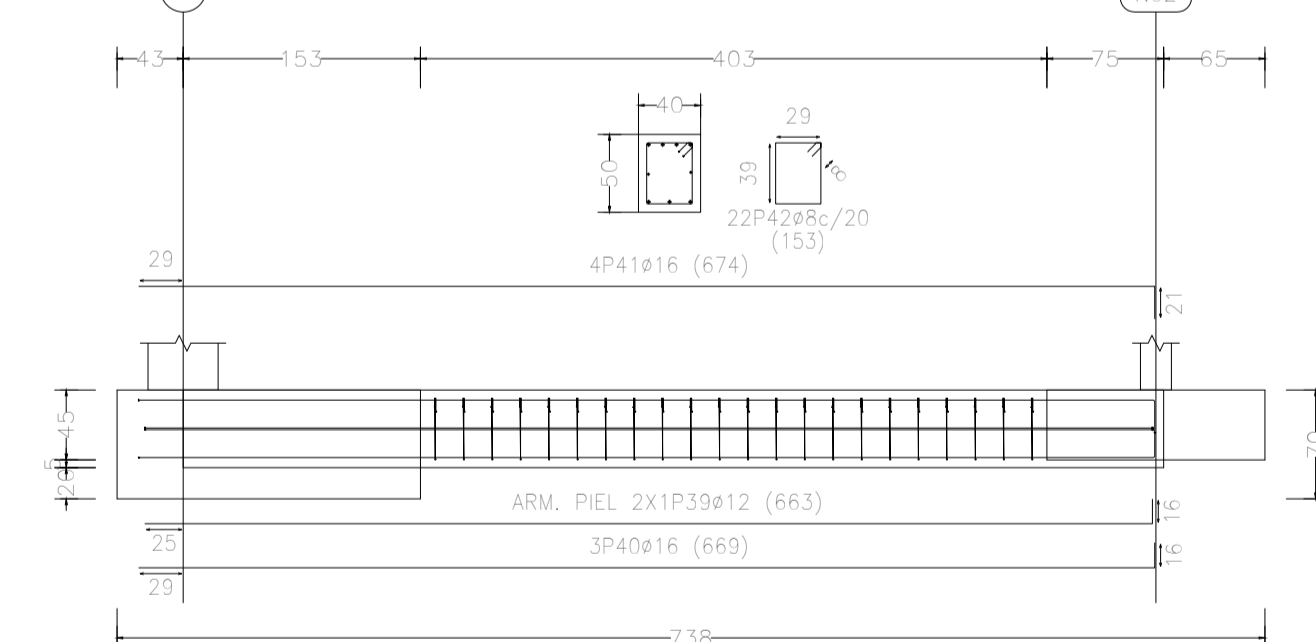
VC.T-1.3 [N46-N51]



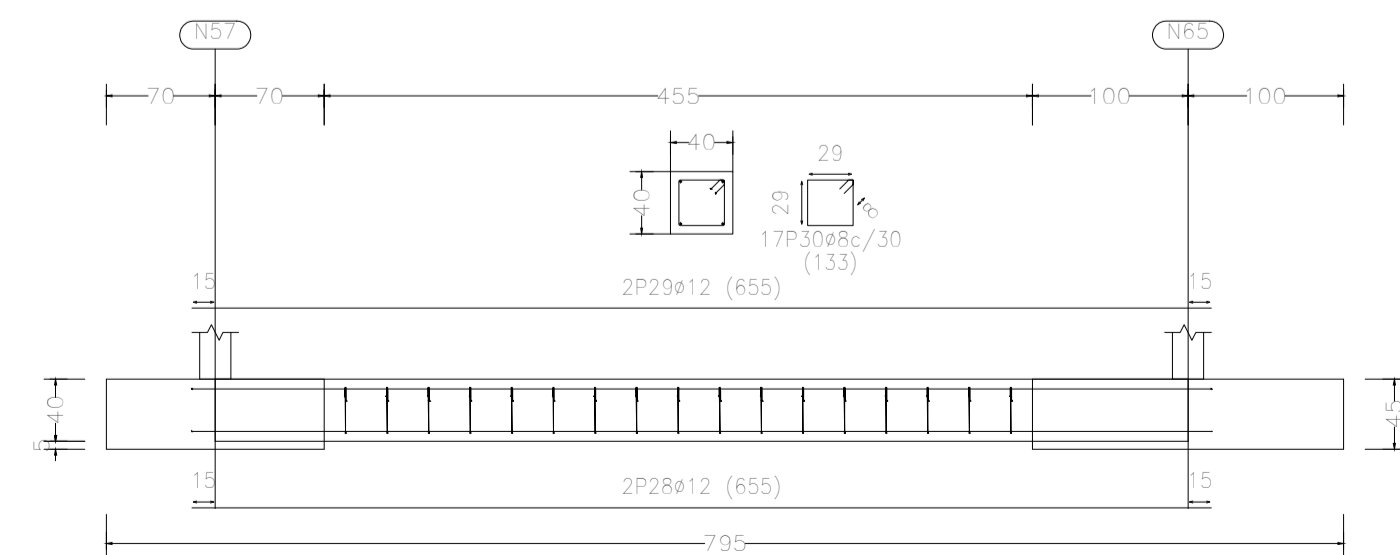
VC.T-1.3 [N8-N3]



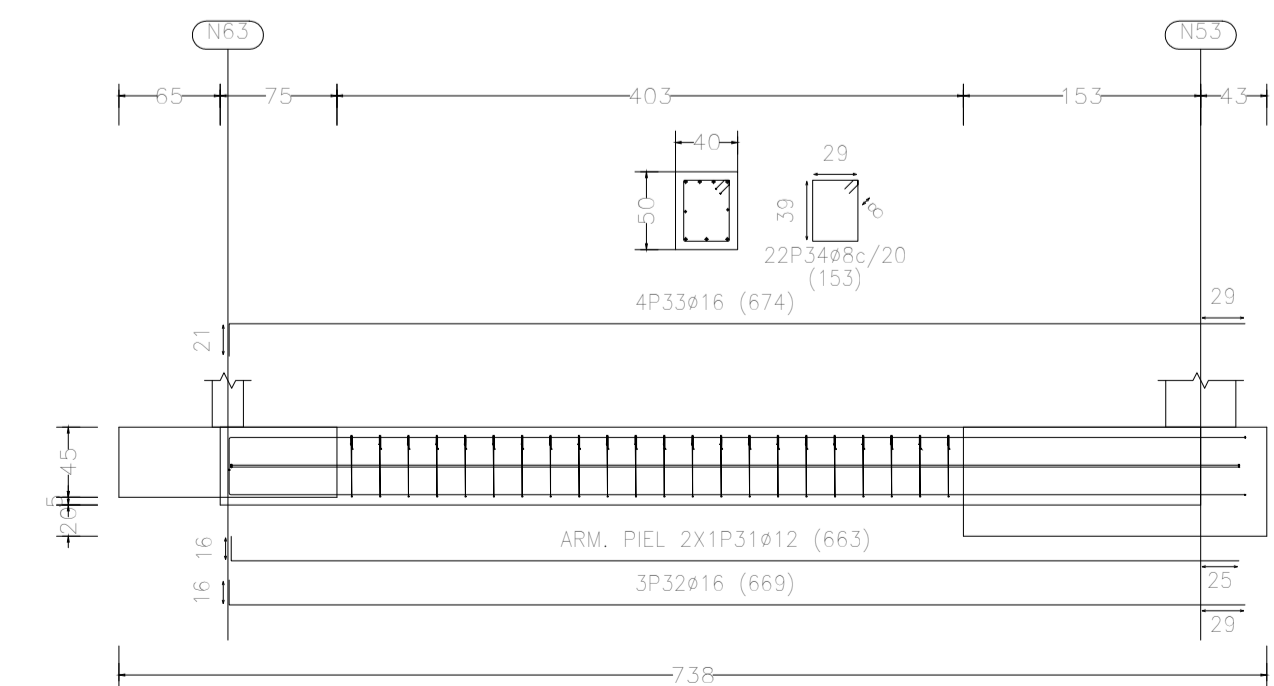
VC.T-1.3 [N3-N62]



C [N57-N65], C [N65-N63], C [N62-N64] y C [N64-N56]



VC.T-1.3 [N63-N53] y VC.T-1.3 [N56-N1]



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total B 500 S. (kg)	Total B 500 S. (kg)
N1+N51+N53+N3	1	Ø12	11	270	1275	25.5
	2	Ø12	11	270	1275	25.5
Total (kg)						51.0
N6+N46+N48+N8	3	Ø20	14	260	3640	90.9
	4	Ø20	11	360	2520	63.0
Total (kg)						153.9
N11+N16+N21+N26+N31+N36+N38+N33+N28+N23+N18+N13	5	Ø20	12	210	2520	63.0
	6	Ø20	7	350	1400	35.0
Total (kg)						98.0
N41+N43	7	Ø20	12	190	2280	57.0
	8	Ø20	18	360	2172	54.3
Total (kg)						111.3
N57+N63+N62+N56	9	Ø12	5	140	700	17.5
	10	Ø12	5	140	700	17.5
Total (kg)						35.0
N65+N64	11	Ø12	5	180	900	22.5
	12	Ø12	7	180	1260	31.5
Total (kg)						54.0
VC.T-1.3 [N1-N6]	13	Ø12	2	550	1100	27.5
VC.T-1.3 [N53-N48]	14	Ø16	3	550	1650	41.3
	15	Ø16	4	340	1360	34.0
	16	Ø8	13	153	1989	49.7
Total (kg)						151.5
2 [N6-N11] C [N11-N16]	17	Ø12	2	520	1040	26.0
C [N16-N21] C [N21-N26]	18	Ø12	2	520	1040	26.0
C [N26-N31] C [N31-N36]	19	Ø8	11	133	1064	26.6
C [N36-N41] C [N41-N46]	20	Ø8	11	133	1064	26.6
C [N48-N43] C [N43-N38]	21	Ø16	3	544	1632	40.8
C [N38-N33] C [N33-N28]	22	Ø16	4	340	1360	34.0
C [N28-N23] C [N23-N18]	23	Ø8	13	153	1064	26.6
C [N18-N13] C [N13-N8]	24	Ø12	2	520	1040	26.0
Total (kg)						271.0
VC.T-1.3 [N6-N62]	25	Ø16	3	544	1632	40.8
	26	Ø16	4	340	1360	34.0
	27	Ø8	13	153	1064	26.6
Total (kg)						101.4
VC.T-1.3 [N51-N57]	28	Ø12	2	670	1340	33.5
	29	Ø16	3	666	2004	50.1
	30	Ø8	11	133	1064	26.6
Total (kg)						110.2
C [N57-N65] C [N65-N63]	31	Ø12	2	660	1320	33.0
C [N63-N53]	32	Ø16	3	660	2004	50.1
C [N56-N1]	33	Ø16	4	670	2680	67.0
	34	Ø8	13	153	1064	26.6
Total (kg)						176.7
VC.T-1.3 [N8-N3]	35	Ø12	2	550	1100	27.5
	36	Ø16	3	550	1650	41.3
	37	Ø16	4	340	1360	34.0
	38	Ø8	13	153	1064	26.6
Total (kg)						129.4
VC.T-1.3 [N3-N62]	39	Ø12	2	660	1320	33.0
	40	Ø16	3	660	2004	50.1
	41	Ø16	4	670	2680	67.0
	42	Ø8	13	153	1064	26.6
Total (kg)						176.7
Total (kg)						254.4
Total (kg)						814.6
Total (kg)						325.9
Total (kg)						283.4
Total (kg)						432.2

Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo. **Nº Plano** 11

Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez **Ubicación:** Avenida de la Industria

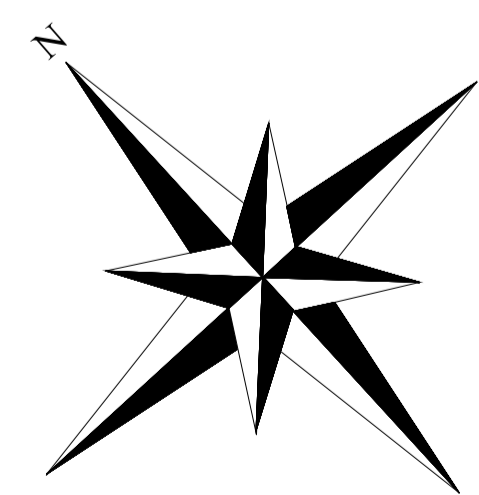
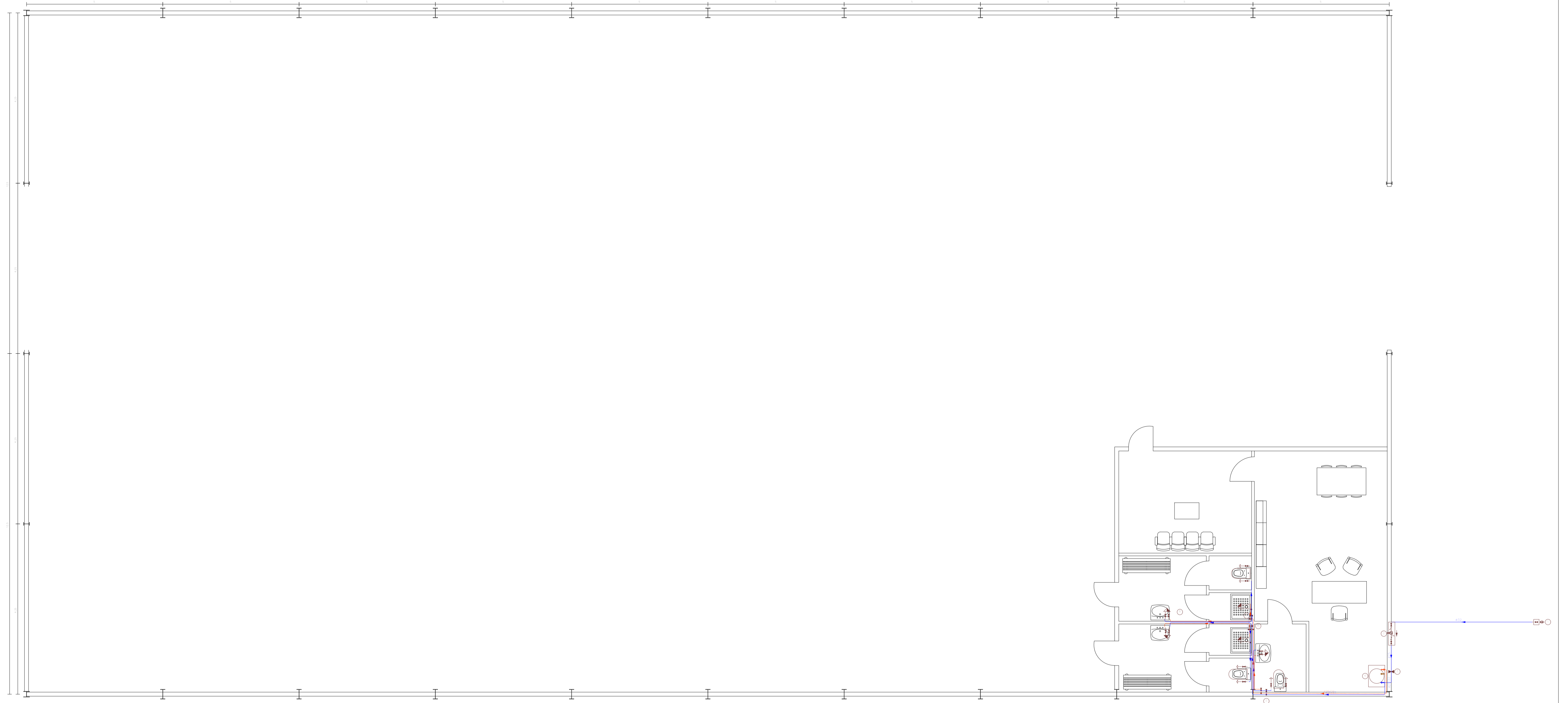
Tutor: Mario Matas Hernández

Escala: 1:100 **Plano:** Cimentación (despiece de zapatas)

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR **Firma:**

Trabajo Fin de Máster 2021/2022

Planta baja

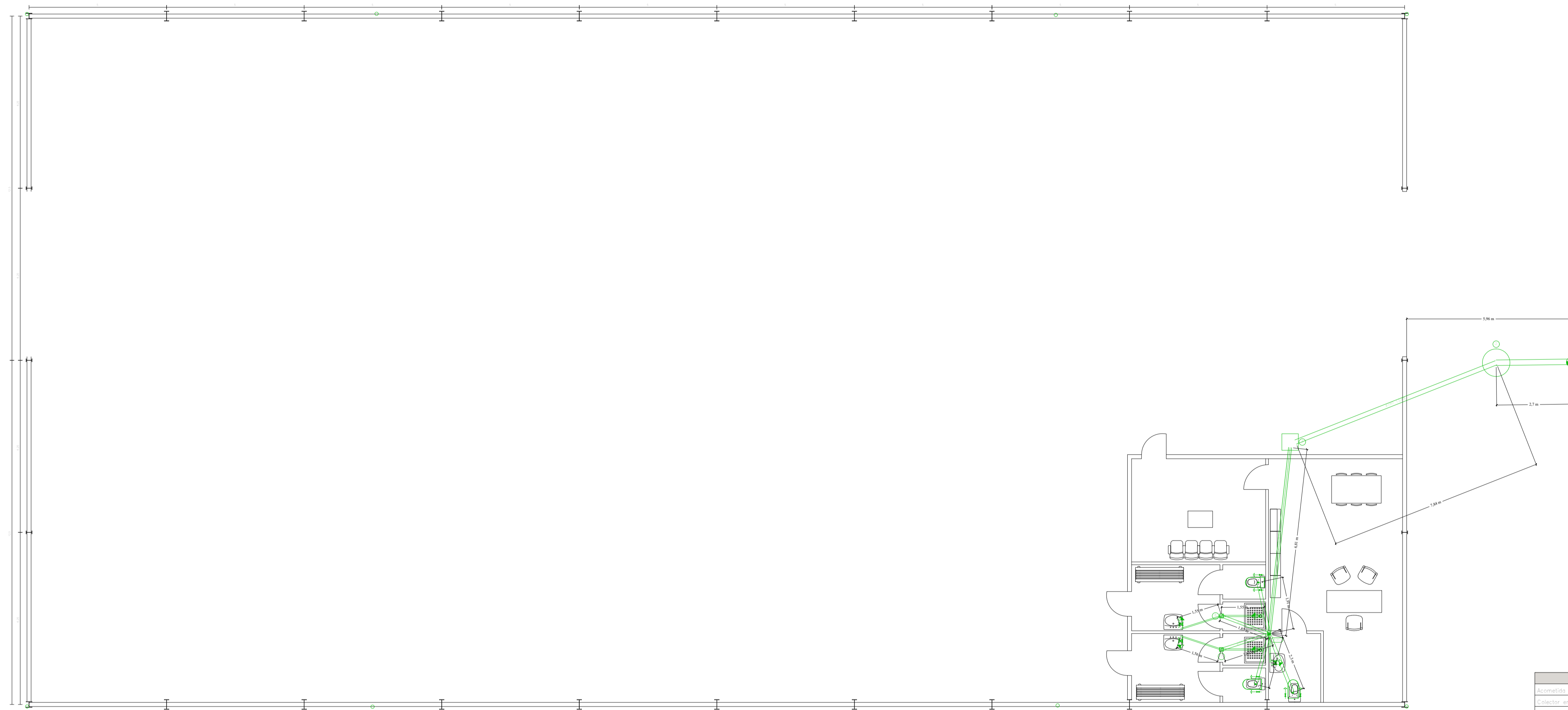


Simbología	
	Líbero de agua fría
	Líbero de agua caliente
	Líbero de agua fría con presión más desfavorable
	Toma y línea de corte de acometidas
	Instalación de contactor
	Llave de aborrido
	Caldera a gas para calefacción y ACS
	Llave de agua caliente
	Consumo con hidromezclador
	Consumo con hidromezclador (Ducha, Bañera)
	Consumo de agua fría
	Punto de consumo con mayor costo de gestión

Diámetros utilizados en la instalación interior	
Líbero (Lx)	15/12 mm
Indicador con sistema (Sx)	15/12 mm
Ducha (Dx)	15/12 mm

Materiales utilizados para las tuberías	
Acometida general (L)	Tubo de polietileno PE 100, Pínd 10 mm, según UNE-EN 12201-2
Alimentación	Tubo de polipropileno isotérmico coextruido (PP-R), serie S, según UNE-EN ISO 15874-1
Instalación interior	Tubo de cobre rígido, según UNE-EN 10281
Aislamiento térmico (A.T.S.)	Coque de espuma estirostérica

Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 12
Alumno:	Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación:
Tutor:	Mario Matas Hernández	Avenida de la Industria
Escala:	1:100	Plano:
Abastecimiento de agua y ACS		Firma:
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		

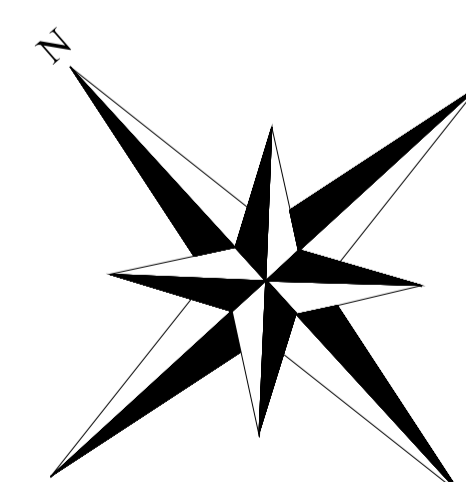


Dimensiones utilizadas en la red de evacuación	
Diámetro (D _{ext})	40 mm
Diámetro (D _{int})	50 mm
Indicador con sistema (S _{ext})	110 mm

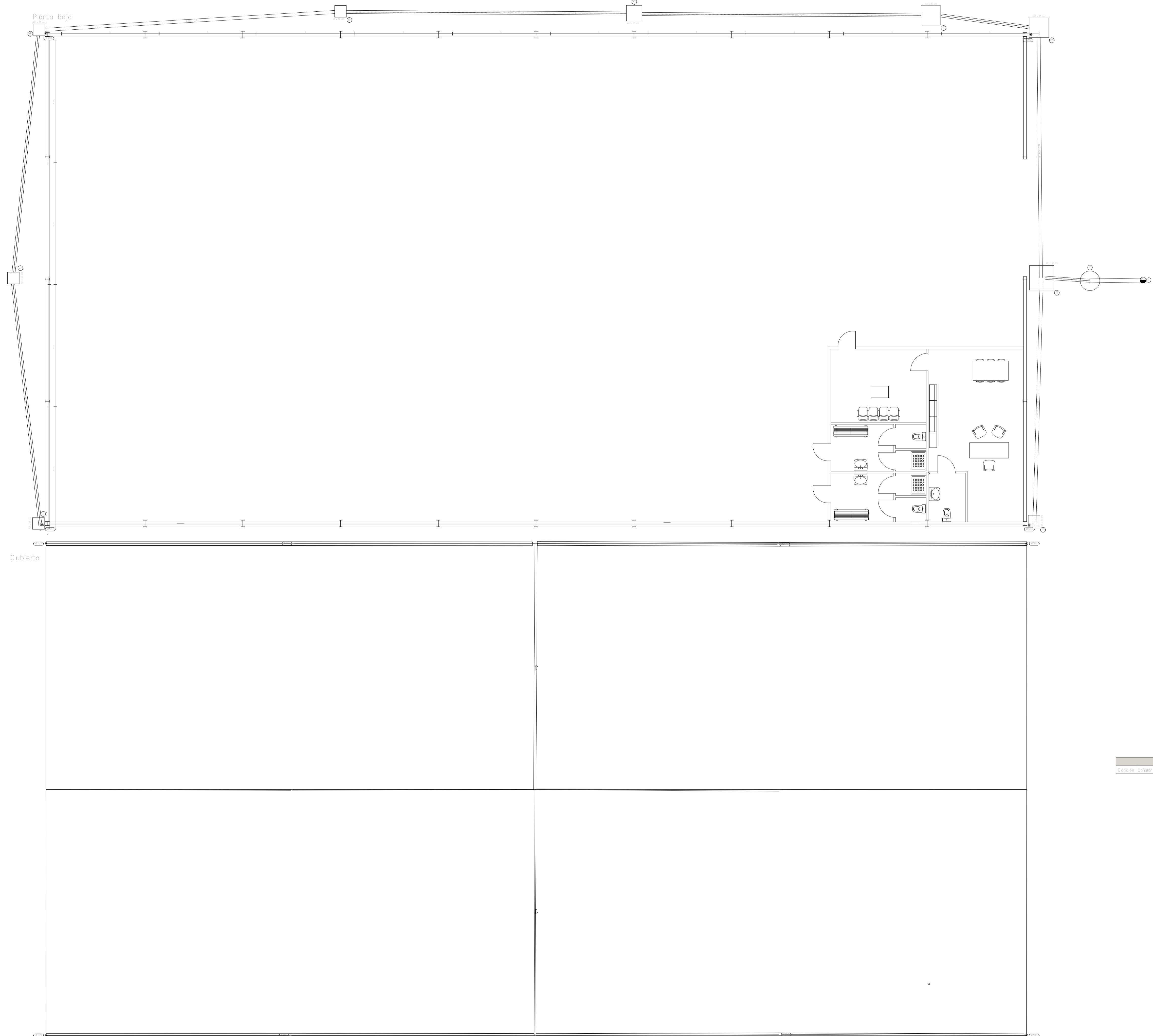
Materiales utilizados para las tuberías	
Acemilado general	Tubo de PVC liso, serie S _{ext} -4, rigidez superior mínima 4 kN/m ² , según UNE-EN 1401-1
Colector anterior	Tubo de PVC liso, serie S _{ext} -2, rigidez superior mínima 2 kN/m ² , según UNE-EN 1401-1
Tuberías de ventilación primaria	Tubo multicapa de PVC, según UNE-EN 1451-1, resistente al fuego según UNE-EN 13501-1
Red de paquete evacuación	Tubo de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1

Simbología	
	Conexión con la red general de saneamiento
	Punto de registro
	Colector maestro de aguas residuales
	Arqueta
	W.C. sifónico
	Consumo con sifonizador
	Bañera / Ducha
	Indicador con sistema

Referencias y dimensiones de arquetas	
1	40x60x50 cm



Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 13
Alumno:	Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria
Tutor:	Mario Matas Hernández	
Escala: 1:100	Plano: Evacuación de aguas residuales	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		



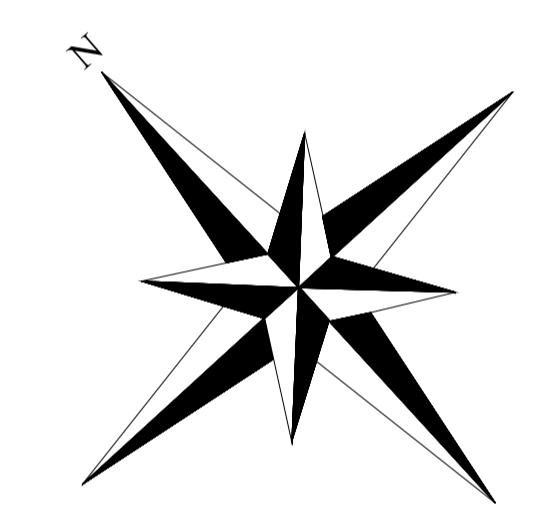
Materiales utilizados para las tuberías	
Acumulador general	Tubo de PVC tipo serie 50-4, según norma nominal 4 1/2"/40, según UNE-DN 1431-1
Colector exterior	Tubo de PVC tipo serie 50-2, tubo anillo nominal 2 1/2"/63, según UNE-DN 1431-1
Empena aislada al exterior	Empena circular de PVC con Anillo de fibro, según UNE-DN 12200-1

Simbología	
	Conexión con la red general de saneamiento
	Piso de registro
	Colector maestro de aguas pluviales
	Arquetas

Dimensiones comerciales de arquetas	
1-2-10	50 x 50 x 50 cm
3-4-5-6-7-8-9	60 x 60 x 50 cm

Materiales utilizados para las tuberías	
Colector	Colector circular de PVC con Anillo de fibro, según UNE-DN 1431-1

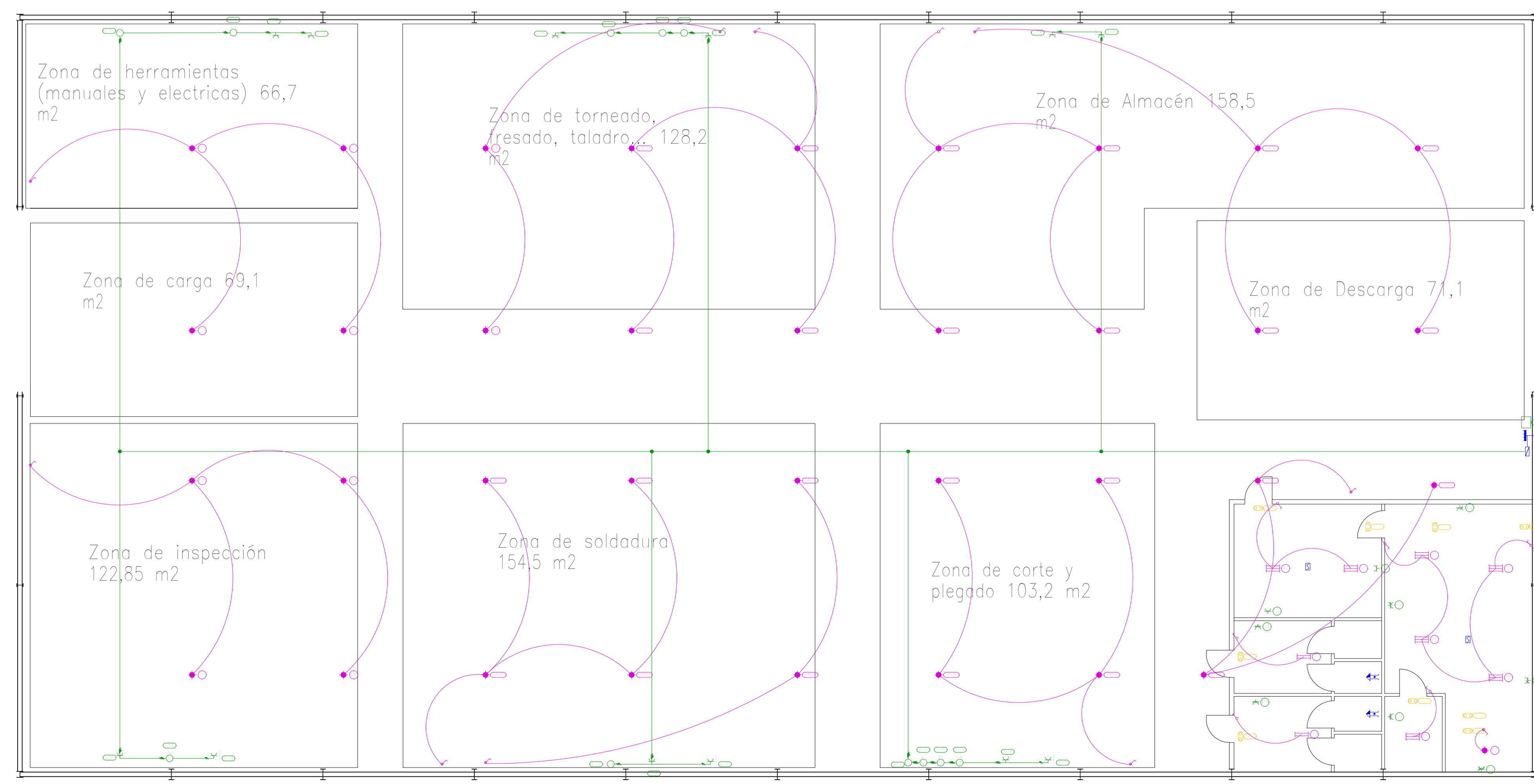
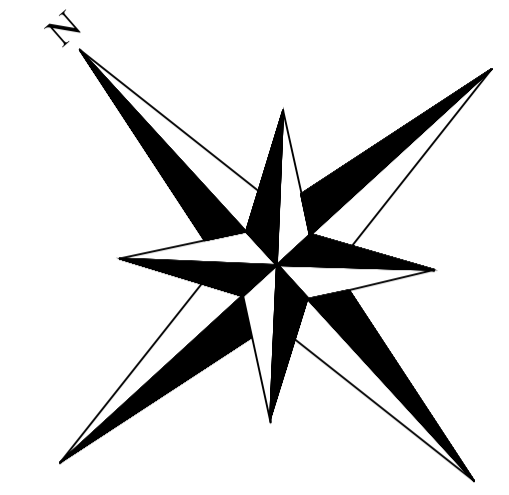
Simbología	
	Colector



Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 14
Alumno:	Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria
Tutor:	Mario Matas Hernández	
Escala: 1:100	Plano:	Evacuación de aguas pluviales
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		

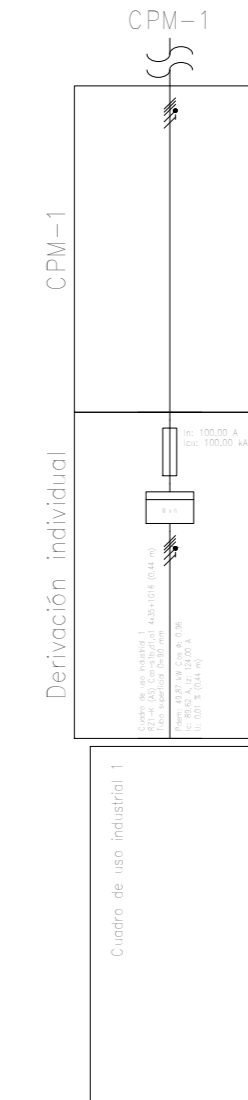
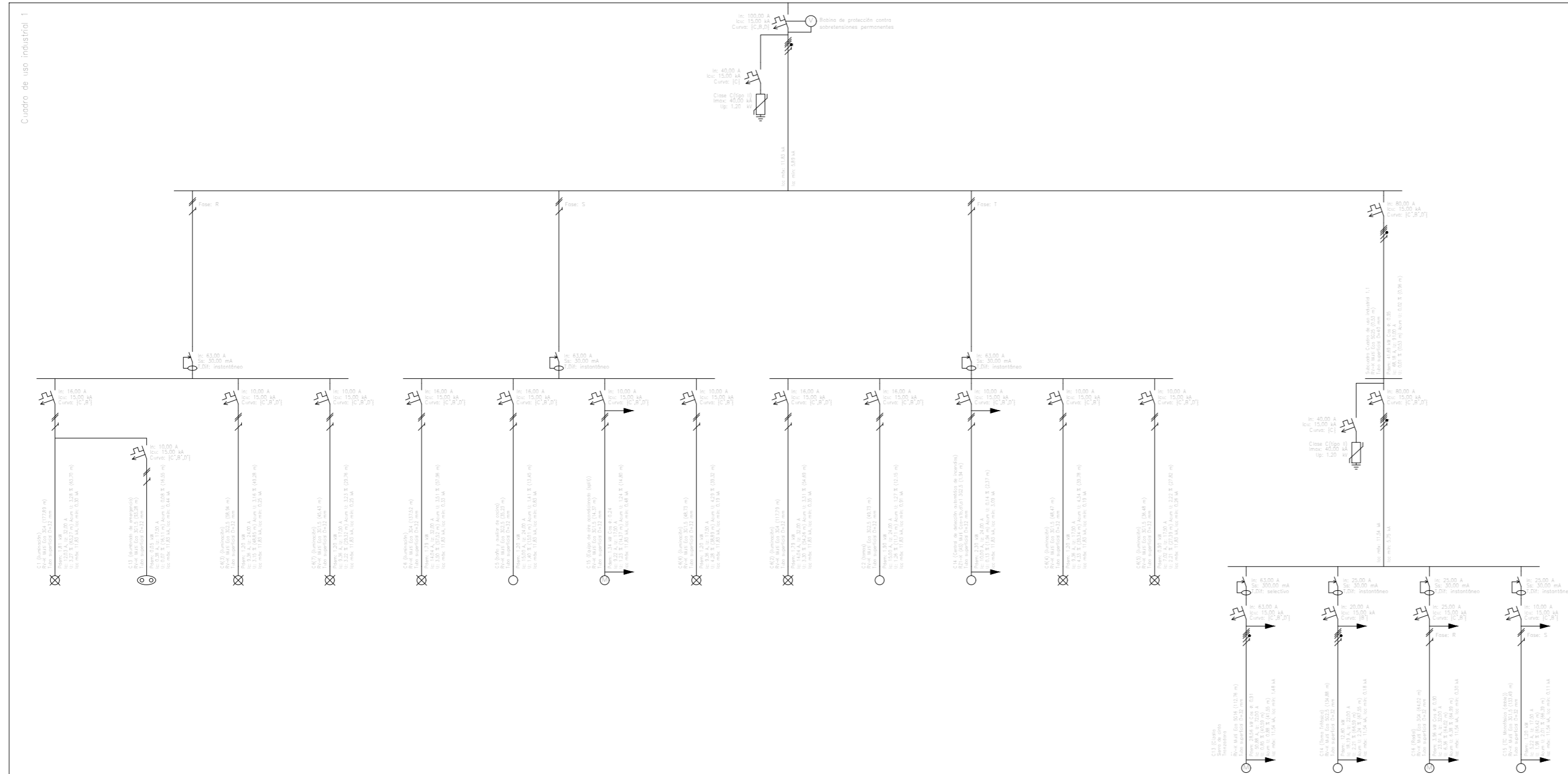


A	Luminaria cuadrada de techo Downlight, de 232x232x115 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5-T8 de 42 W (x 2)
B	Panel de 250 mm de altura y 70 mm de profundidad, con lámpara LED no refrigerable de 12 W, temperatura de color 3000 K, flujo luminoso 1200 lúmenes (x 1)
C	Luminaria cuadrada modular, de 596x596x67 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 18 W (x 6)
D	Luminaria cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 82% (x 1)
E	Luminaria industrial suspendida tipo Downlight, de 400 mm de diámetro y 400 mm de altura, para lámpara de vapor de mercurio tipo HME de 250 W (x 35)
E-1	Luminaria de emergencia, con lámpara fluorescente, 8 W - 25, tipo instalado 107 lúmenes (x 2)
E-2	Punto de comprobación de iluminación horizontal mínima (5 lux) para el alumbrado de emergencia: equipos de seguridad, instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y cuadros de distribución de alumbrado (Art. 2.3.10.4)
EF	Iluminación horizontal por alumbrado normal (116,42 lux)
UGR	Índice de deslumbramiento utilizado por alumbrado normal (25,0)
EEC	Iluminación horizontal por alumbrado de emergencia en el eje central de las vías de evacuación (1,79 lux)
EER	Iluminación horizontal por alumbrado de emergencia en la banda central de las vías de evacuación (1,77 lux)

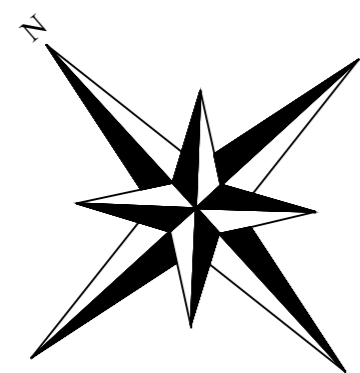
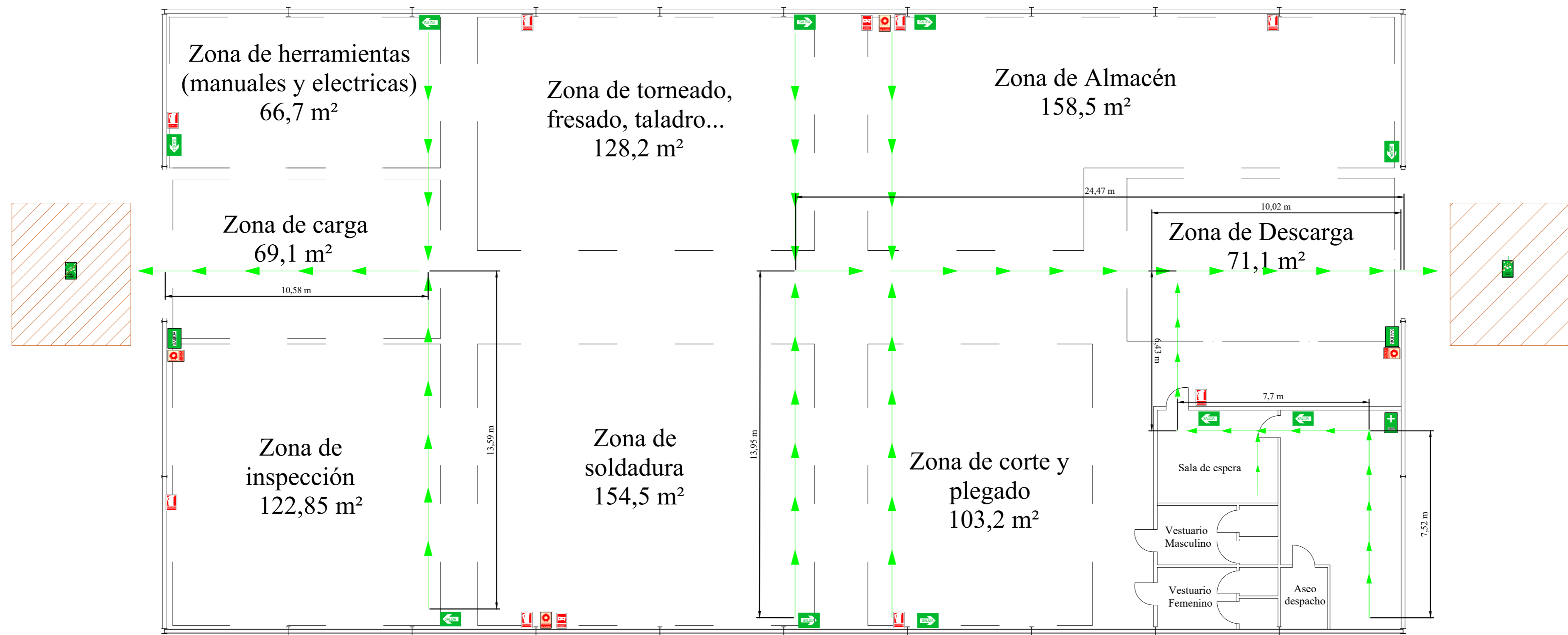


	Sanitarios: sanitarios
	Sanitario: trinchera
	Ducha
	Lámpara fluorescente con dos tubos
	Lámpara fluorescente con tres tubos
	Lámpara fluorescente con dos tubos
	Lámpara fluorescente con tres tubos
	Interruptor
	Comutador
	Interruptor estanco
	Caja de protección y medida (CPM)
	Cuadro individual
	Subcuadro
	Luminaria de emergencia
	Cisterna
	Máquina de soldar
	Esmaltador
	Taladro de columna
	Sierra de cinta
	Compresor
	Tronzadora
	Cuchadora
	Fresadora Vertical
	Torno
	Torno de baño / cuillar de cocina
	Torno de uso general doble
	Torno de uso general
	Torno de uso general doble, estanco
	Torno Trifásico
	Radiador
	TC Monofásica (cable)
	Central de detección automática de incendios
	Detector Aplica de humos

Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 15-16
Alumno:	Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria
Tutor:	Mario Matas Hernández	
Escala: 1:100	Plano: Instalación Eléctrica e Iluminación	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		



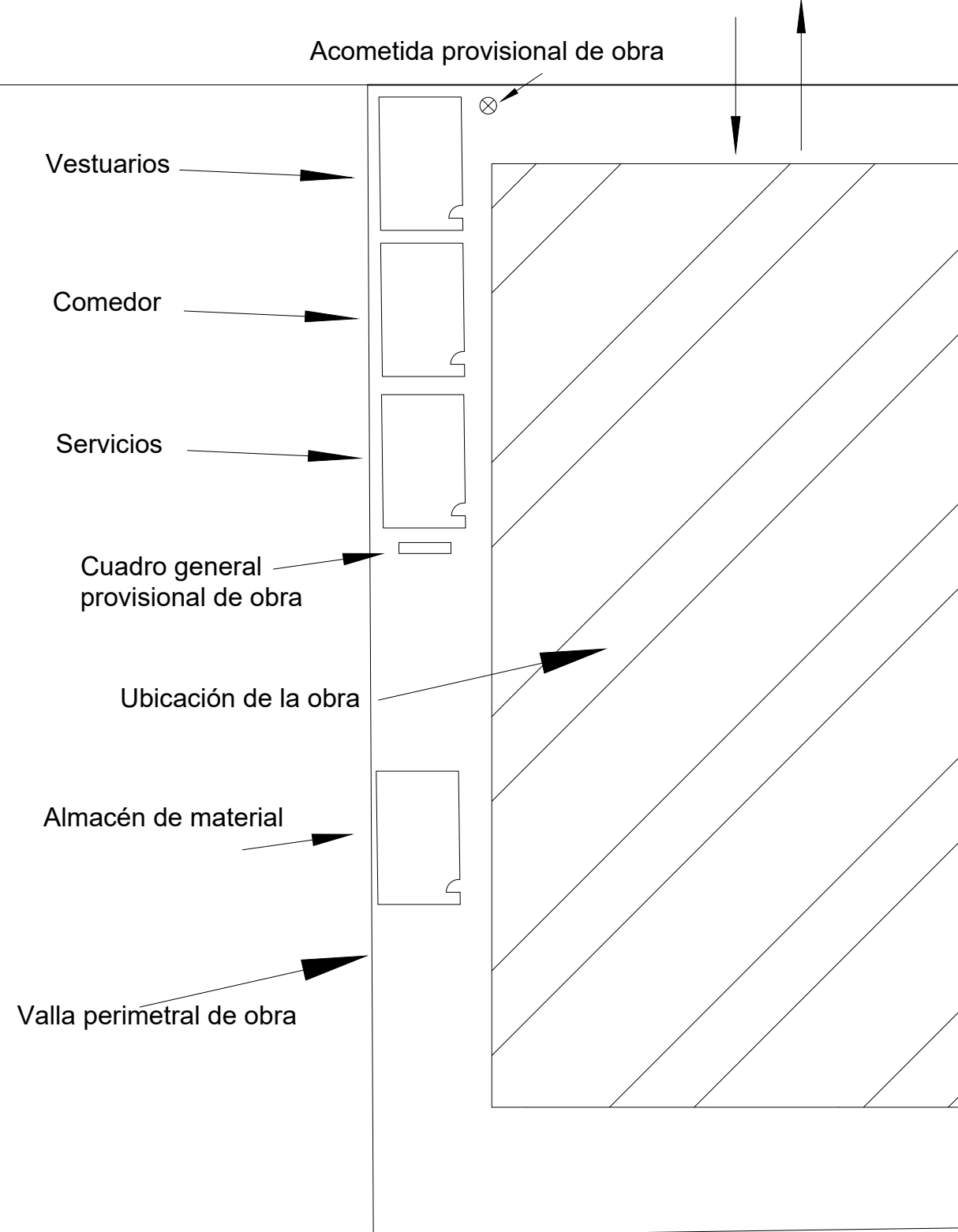
Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 17
Alumno:	Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria
Tutor:	Mario Matas Hernández	
Escala: 1:20	Plano: Esquema Unifilar	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		



LEYENDA		
SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURA m
	SALIDA DE PEATONES A LA IZQUIERDA	2.20
	SALIDA DE PEATONES A LA DERECHA	2.20
	SALIDA	2.20
	PRIMEROS AUXILIOS	2.20
	EXTINTOR	1.20
	ZONA DE REUNION	1.20
	AVISADOR SONORO	2.20
	PUNTO DE REUNIÓN EN CASO DE EMERGENCIA	SUELO

Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 18
Alumno:	Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria SN
Tutor:	Mario Matas Hernández	
Escala:	1:100	Plano: Protección contra incendios
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		

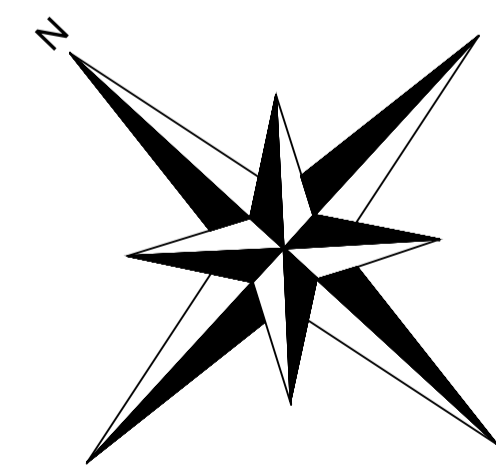
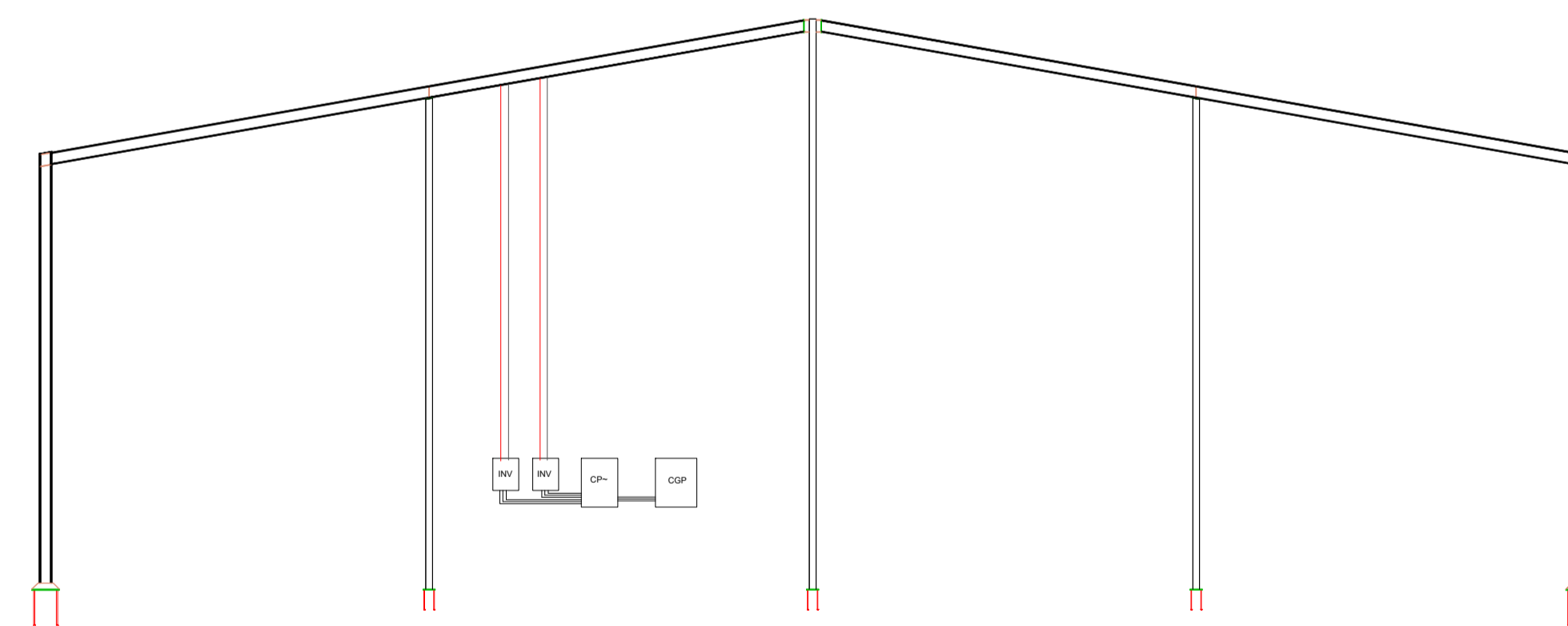
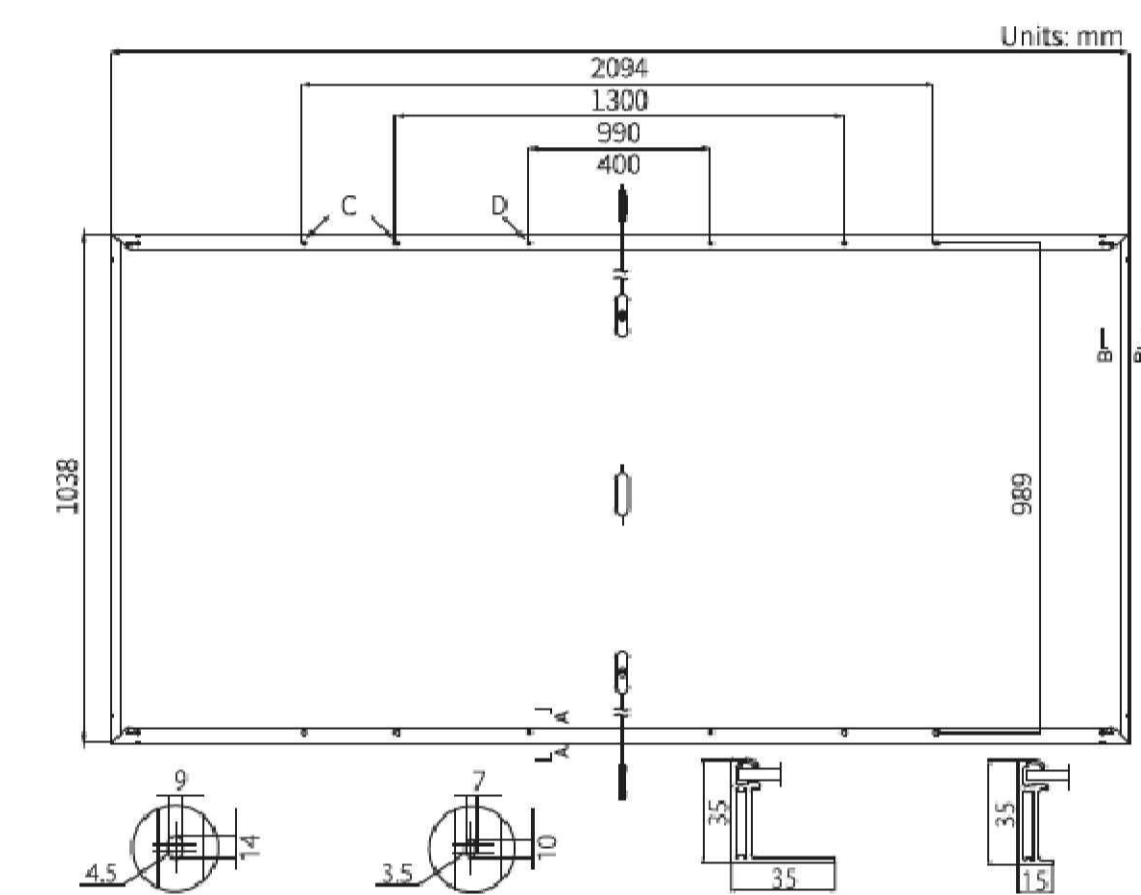
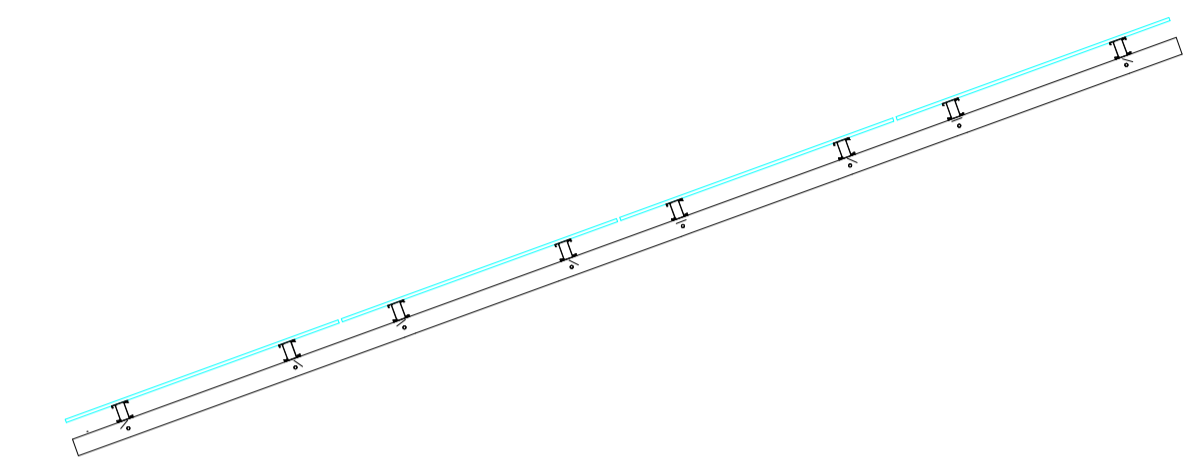
Avenida de la Industria



Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 19
Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria SN	
Tutor: Mario Matas Hernández		
Escala: 1:100	Plano: Estudio de Seguridad y Salud	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		

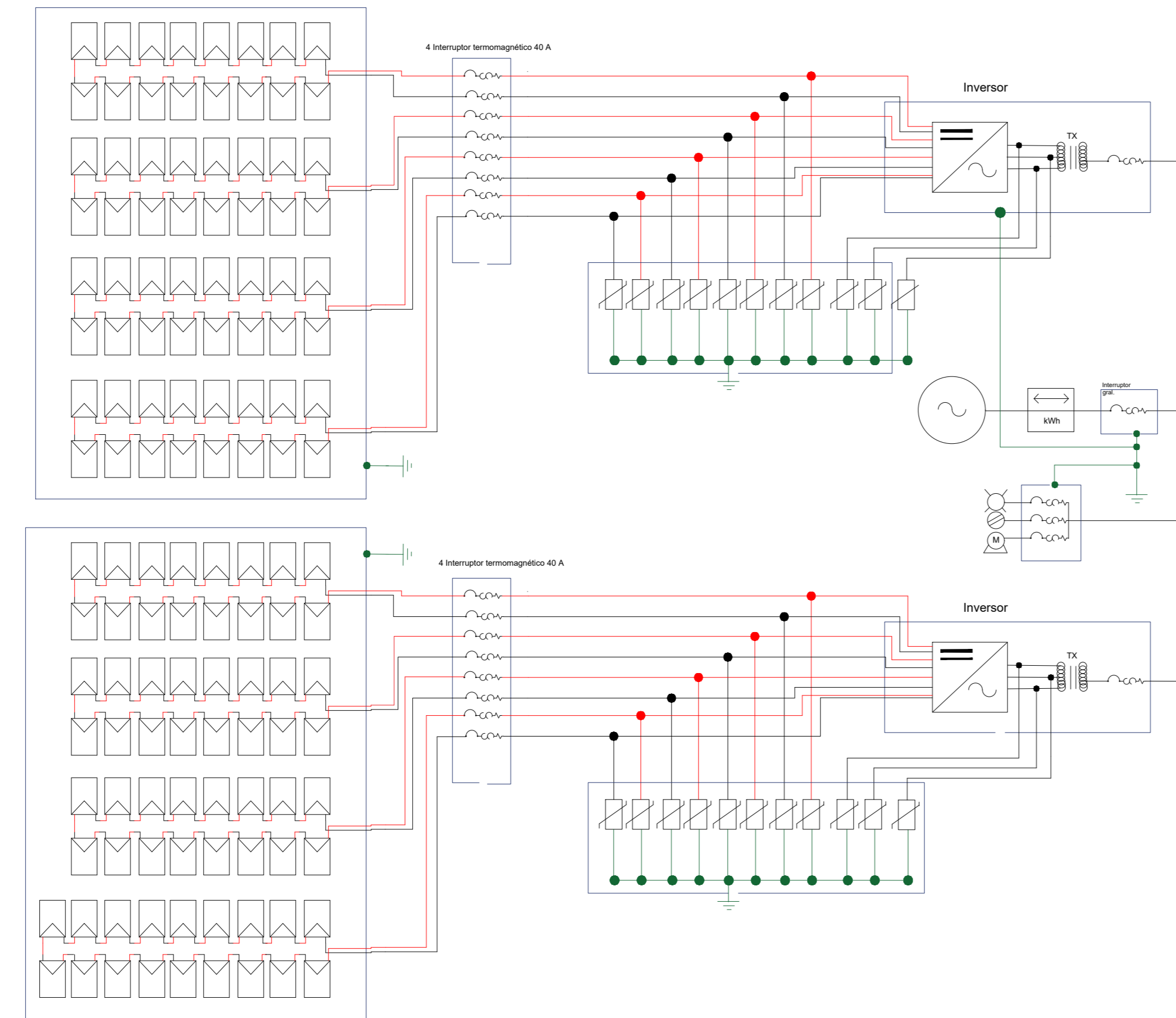


Vista lateral 4 módulos



Elementos de la Instalación	
CP =	Cuadro de protección de CC
CP~	Cuadro de protección de CA
INV	Inversores
CGP	Cuadro General de Protección

Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 20
Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria	
Tutor: Mario Matas Hernández		
Escala: 1:100	Plano: Instalación Fotovoltaica	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		



SIMBOLOGÍA	
	GABINETE METALICO
	TIERRA FÍSICA
	MODULO FV
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
	VARISTOR
	WATTMETRO
	INVERSOR
	RED ELÉCTRICA
	LÁMPARAS
	CONTACTOS
	MOTORES

Proyecto técnico de edificio destinado a industria de carpintería metálica, ubicado en la localidad de "El Real de la Jara" (Sevilla), dotado de instalación fotovoltaica de autoconsumo.		Nº Plano 21
Alumno: Carlos Rubén Esteban Rodríguez	Ubicación: Avenida de la Industria	
Tutor: Mario Matas Hernández		
Escala: 1:20	Plano: Esquema de instalacion fotovoltaica	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR		Firma:
Trabajo Fin de Máster 2021/2022		