

**COWORKING FACTORY**  
PFC Taller 2 - 2014

**Maria José Gaspar Clemente**  
Tutor: Alberto García Burgos

*“ Es inútil decidir si ha de clasificarse a Zenobia entre las ciudades felices o entre las infelices. No tiene sentido dividir las ciudades en estas dos opciones, sino en otras dos: las que a través de los años y las mutaciones siguen dando su forma a los deseos y aquellas en las que los deseos o bien logran borrar la ciudad o son borrados por ella.”*

Italo Calvino. *Le città invisibili*, 1972

COWORKING FACTORY

MEMORIA DESCRIPTIVA.....	4
MEMORIA GRÁFICA.....	40
MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	69
MEMORIA ESTRUCTURAL.....	108
MEMORIA DE INSTALACIONES.....	143
MEMORIA NORMATIVA.....	189

# MEMORIA DESCRIPTIVA

COWORKING FACTORY  
PFC Taller 2 - 2014

Maria José Gaspar Clemente  
Tutor: Alberto García Burgos



## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. EL LUGAR

- 1.1. Situación
- 1.2. Historia
- 1.3. Emplazamiento
- 1.4. Análisis y propuestas urbanísticas
- 1.5. Las preexistencias

### 2. EL PROGRAMA

- 2.1. ¿Qué es un coworking?
- 2.2. Beneficios del coworking
- 2.3. ¿Qué necesita un coworking?

### 3. INTERVENCIÓN

- 3.1. Idea del proyecto: el concepto matrioska
- 3.2. Extensión del concepto
- 3.3. Programa de usos
- 3.4. El espacio urbano

### 4. LA EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

- 4.1. Proceso de ideación
- 4.2. Referencias





## 1. EL LUGAR





### 1.1. SITUACIÓN

El Cabanyal es un barrio de la ciudad de Valencia, situado al este de la ciudad, que, junto con el Grau, vertebraba la conexión de la ciudad con el mar Mediterráneo.



## 1.2. HISTORIA

El primer núcleo de población que surgió en la zona fue una pequeña agrupación de chozas y barracas a los lados de la acequia de los Ángeles, que había tomado su nombre de la pequeña ermita de Nuestra Señora de los Ángeles, situada donde se levanta actualmente la iglesia del mismo nombre.

La agrupación de viviendas situadas al norte de la acequia tomó el nombre de Cap de França, mientras que la situada al sur, más populosa, tomó el nombre de Cabanyal. Ya a finales del siglo XVII El Cabanyal se convirtió en un sitio popular para los valencianos que deseaban vivir entre la playa y la huerta, por lo que comenzaron a construir alquerías cerca de las cabañas. Un par de incendios arrasaron casi totalmente la población a finales del siglo XVIII, por lo que se decretó que en adelante las casas se construyesen como las de la huerta, formando calles anchas y alineadas.

El Canyameler surgió aproximadamente por aquellas fechas, y parece que tomó su nombre del cultivo de la caña de azúcar (en valenciano canyamel), que se cultivó allí hasta mediados del siglo XVIII.

Desde entonces el crecimiento ha sido continuo y simultáneo en los tres núcleos, que acabaron convirtiéndose en uno sólo a mediados del siglo XIX, conocido como Poble Nou de la Mar.

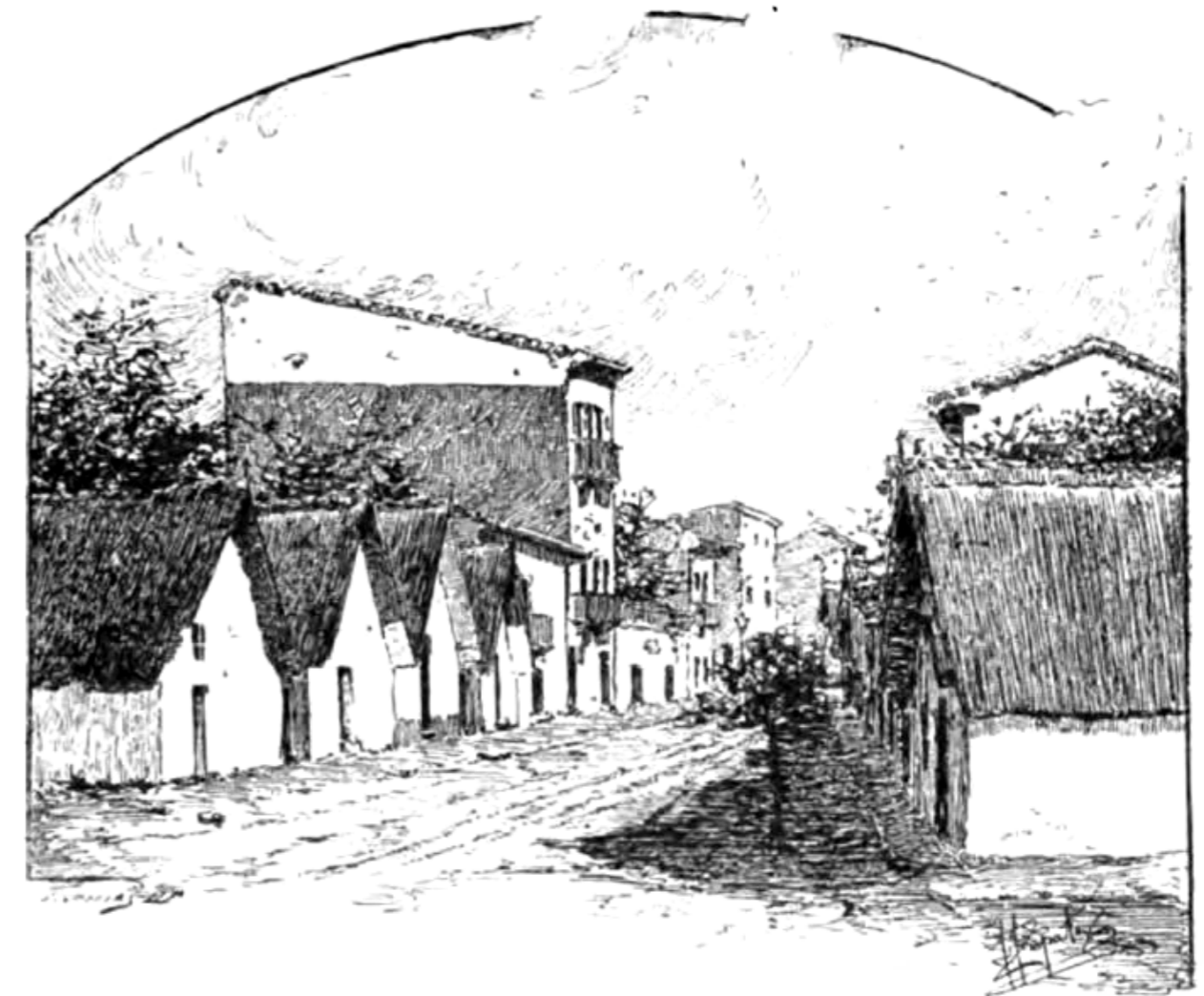
La entrada en el siglo XX traería muchas novedades para el Poble Nou de la Mar; la principal, la pérdida en 1897 de su independencia y la incorporación de su Ayuntamiento, a todos los efectos, al municipio de Valencia.

El desarrollo del barrio ha estado siempre vinculado a los designios del contiguo puerto. En origen fue un poblado marítimo de pescadores, construido a la medida de sus habitantes; pero con el paso de los años y los cambios socio-económicos, el barrio constituyó un destino recreacional tradicional para los valencianos.

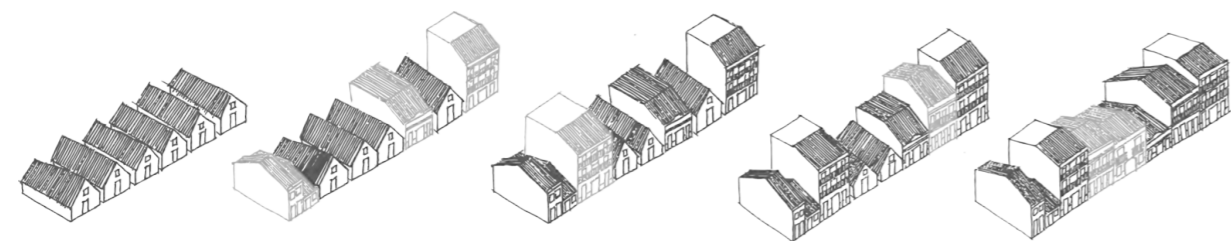
La morfología del El Cabanyal no es más que la obediencia a las leyes del territorio y la supervivencia. La estructura urbana que plantea es la de calles paralelas y perpendiculares a la línea de costa, y manzanas alargadas con parcelas de orientación enfrentada.

La edificación existente en el barrio ha sufrido diversas transformaciones a lo largo de su historia: de la barraca a la casa. La secuencia de llenos del uso dominante residencial pasó del perfil típico de una agrupación de barracas a un nuevo perfil de fachadas de obra sólida. Las casas, respetando la parcelación heredada, fueron adaptando su altura a la evolución de las ordenanzas y las necesidades de sus propietarios. Sus fachadas reflejan las modas del momento de su construcción, interpretadas según el gusto popular de sus propietarios. El resultado se asemeja a un palimpsesto en el que cada estrato temporal mantiene cierta presencia, reconocible al recorrer las calles y las travesías del barrio en su discurrir hasta la playa.

La historia del barrio, su formación y su configuración actual, se traducen en una riqueza patrimonial incuestionable. Son reseñables los valores urbanísticos, artísticos y etnográficos que confluyen en ese espacio urbano, que dieron lugar a su reconocimiento como Bien de Interés Cultural.



VALENCIA. — CALLE DEL CABAÑAL.



Evolución de la edificación en las calles del Cabanyal



Casco antiguo s.XVIII



Ensanche s. XIX



Arrabales s. XX



Extensión ensanche s. XX

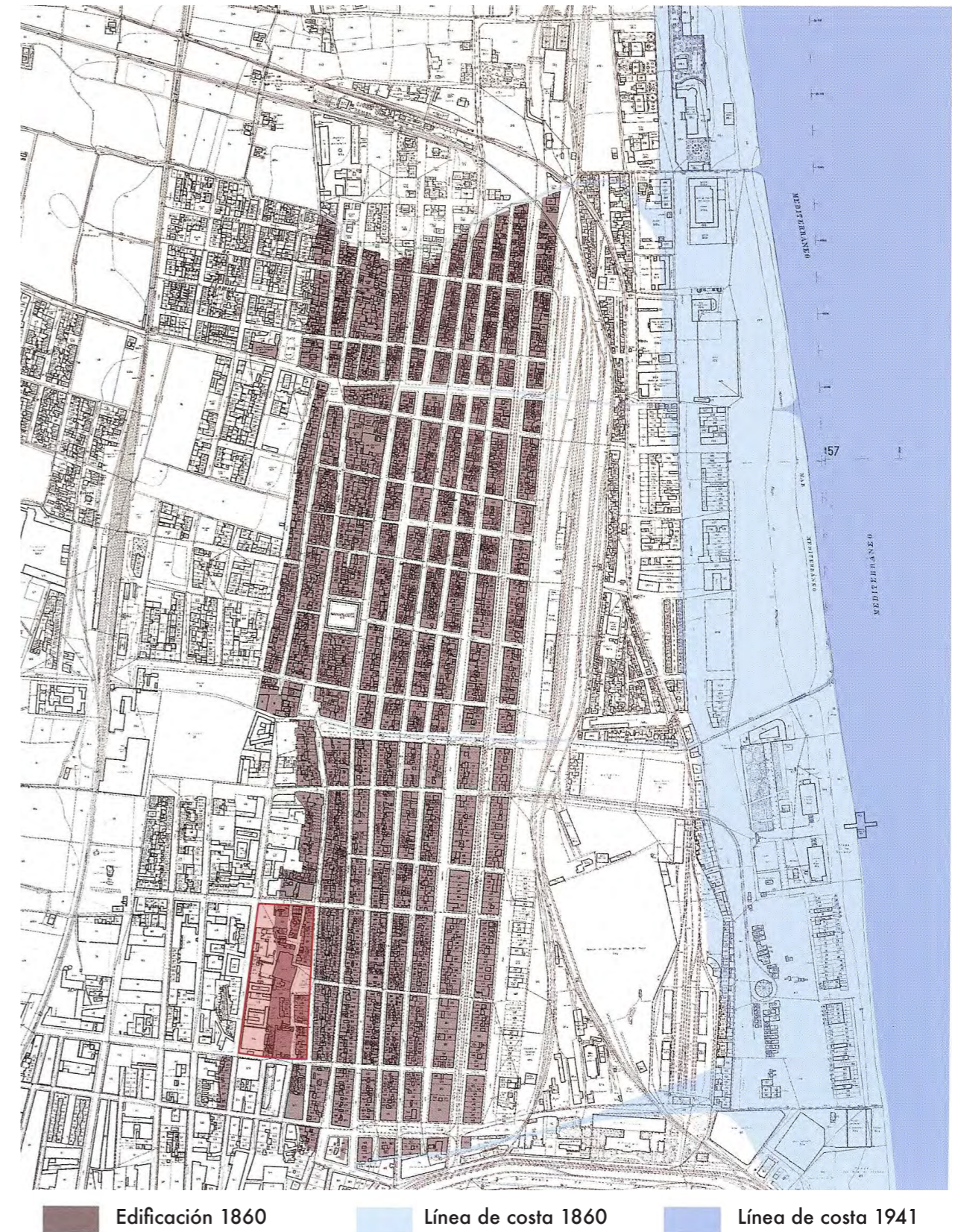




### 1.3. EMPLAZAMIENTO

El proyecto se desarrolla dentro de una de las primeras manzanas consolidadas en El Cabanyal, concretamente en la plaza de Calabuig, junto a la iglesia y a la plaza del Rosario.

Nos encontramos dentro de un emplazamiento que urbanísticamente, poco tiene que ver con las alineaciones típicas en El Cabanyal, pues nos encontramos en lo que puede ser considerado el casco antiguo del barrio. Las calles paralelas al mar no siguen una directriz recta y ensartan un sistema de plazas, la del Rosario relacionada con la Iglesia del mismo nombre, y la de Calabuig con el ensanchamiento de la vía previamente existente. Calles y plazas configuran la secuencia de vacíos del espacio público, y junto con las travessías que hay entre ellas, afianzan la regla de crecimiento establecida en el Plan Topográfico de 1796.



Poble Nou de la Mar en 1860 sobre el Plano del Término Municipal de Valencia en 1941.



#### 1.4. ANÁLISIS Y PROPUESTAS URBANÍSTICAS

Actualmente El Cabanyal tiene en torno a los 21.000 habitantes, pero es notable su regresión demográfica, debido principalmente al envejecimiento de la población y a la degradación del paisaje del barrio.

Un paseo por las calles del Cabanyal-Canyamelar permite apreciar al viandante la singularidad de un paisaje urbano característico de principios del siglo XX. El barrio se caracteriza por acoger viviendas más pequeñas, más baratas y más deshabitadas, que la media de la capital, panorama que es debido tanto a su pasado histórico como al ambiente que hoy le caracteriza y condiciona: un gran número de viviendas vacías, solares abandonados, inmigración ilegal, deterioro del paisaje urbano, falta de limpieza, etc. se han ido convirtiendo en realidades cada vez más extendidas en él.

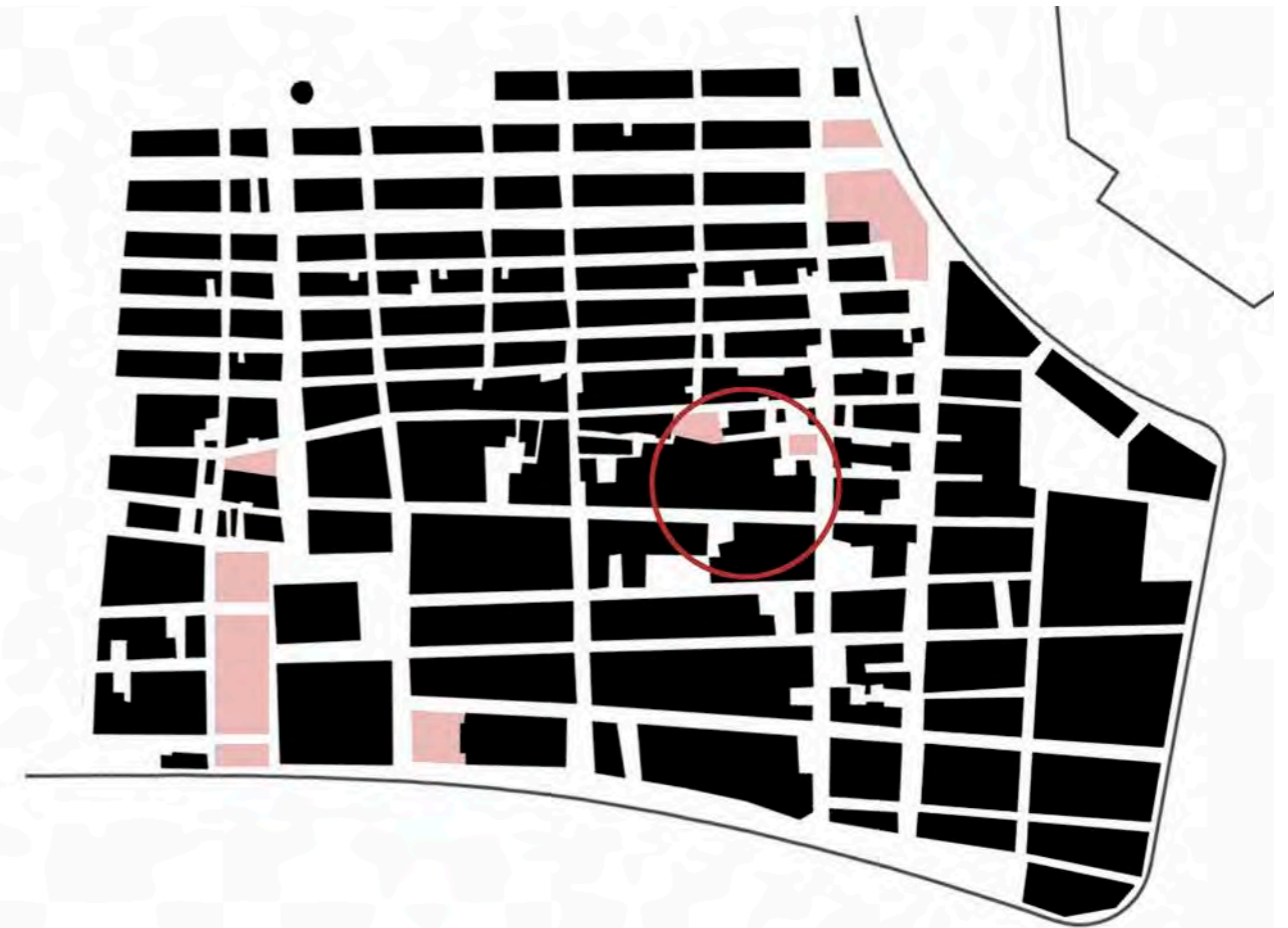
Se trata, además, de un barrio con unas dotaciones inferiores a las de otros barrios de la ciudad: es notable la carencia de espacios verdes y espacios deportivos, y es necesario contar con la participación de dinamizadores culturales y de participación social.





Sistema viario

- Viario principal
- ..... Viario secundario
- - - - Viario peatonal



Espacios libres





Estado previo

- Viario rodado
- Área de intervención
- Parcelas vacías
- Volúmenes eliminados

El área de intervención supone un punto urbanísticamente conflictivo en la actualidad, debido principalmente a tres factores:

- La penetración de una vía rodada, pero prácticamente nada transitada excepto para el estacionamiento de vehículos, en la manzana, genera el aislamiento de los espacios entre sí.
- La precariedad de algunas edificaciones y la existencia de parcelas vacías requieren un tratamiento adecuado.
- La existencia de unas naves industriales abandonadas de principios del siglo XX hacen muy atractiva la intervención en este lugar.



Propuesta del proyecto

- Viario rodado
- Viario peatonal
- Espacios libres
- Volúmenes construidos

Con la propuesta se pretende dar respuesta a la problemática urbana existente, y, a su vez, crear una nueva actividad en el barrio que contribuya a su revitalización, recuperando un espacio que hoy se encuentra abandonado y en desuso. Propuestas:

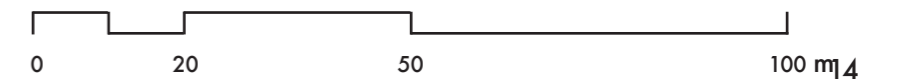
- Peatonalización de toda el área del proyecto.
- Eliminación de edificaciones en estado decadente y conservación de aquellas que se encuentren en buenas condiciones.
- Generación de un espacio público de calidad vinculando las plazas Calabuig y del Rosario.





Emplazamiento de la propuesta

Escala 1 :1000





## 1.5. LAS PREEXISTENCIAS

La existencia de las naves abandonadas en el área de proyecto es fundamental para el entendimiento de éste. Las naves no cuentan con ningún tipo de protección a nivel histórico o arquitectónico, y sin embargo, es interesante su conservación, pues son un documento que constata un momento histórico determinado al representar la tipología característica de las construcciones industriales de finales del siglo XIX y principios del XX.

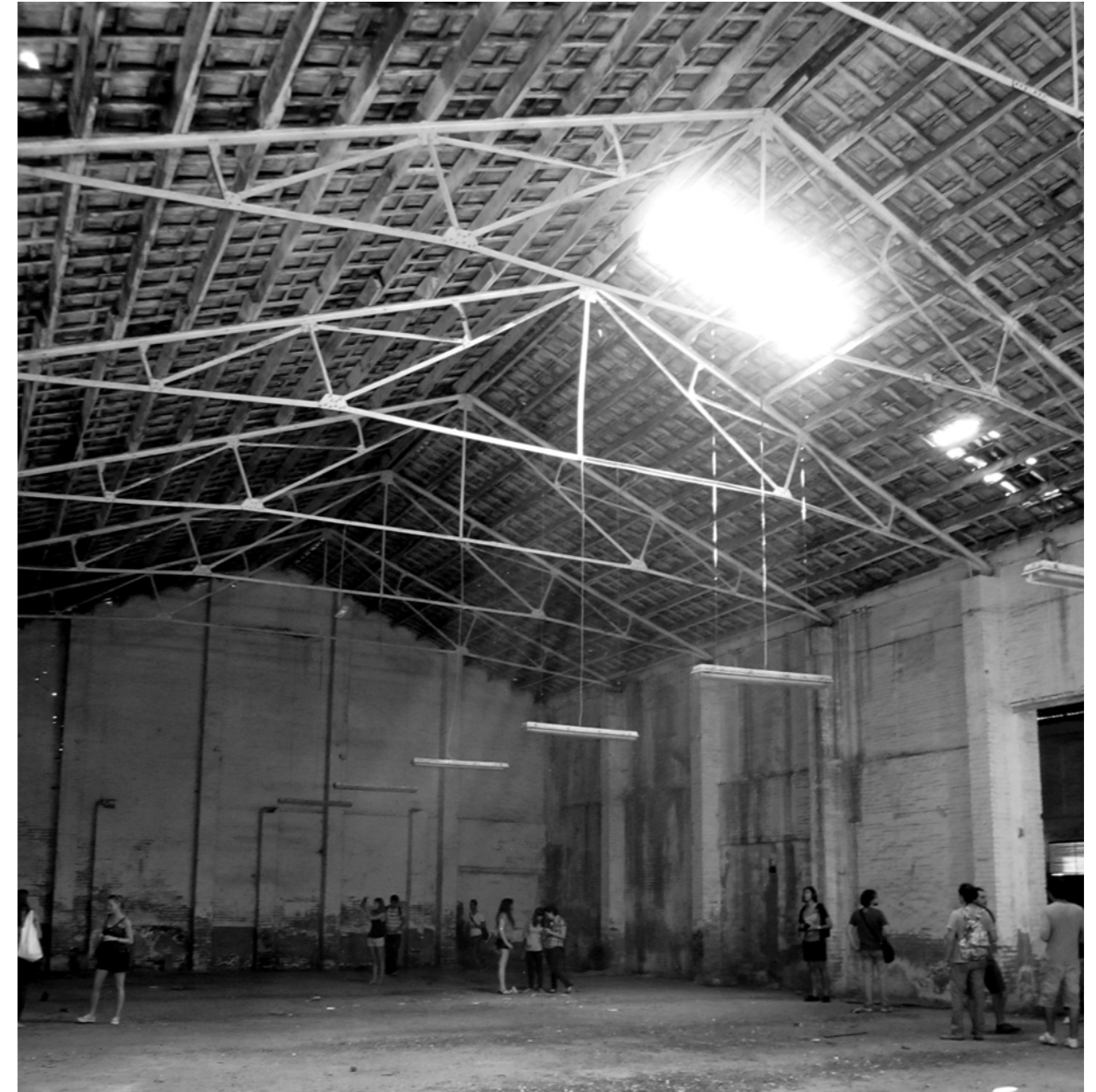
Las naves aparecen por primera vez graficadas en un plano histórico de la ciudad que data del año 1925.

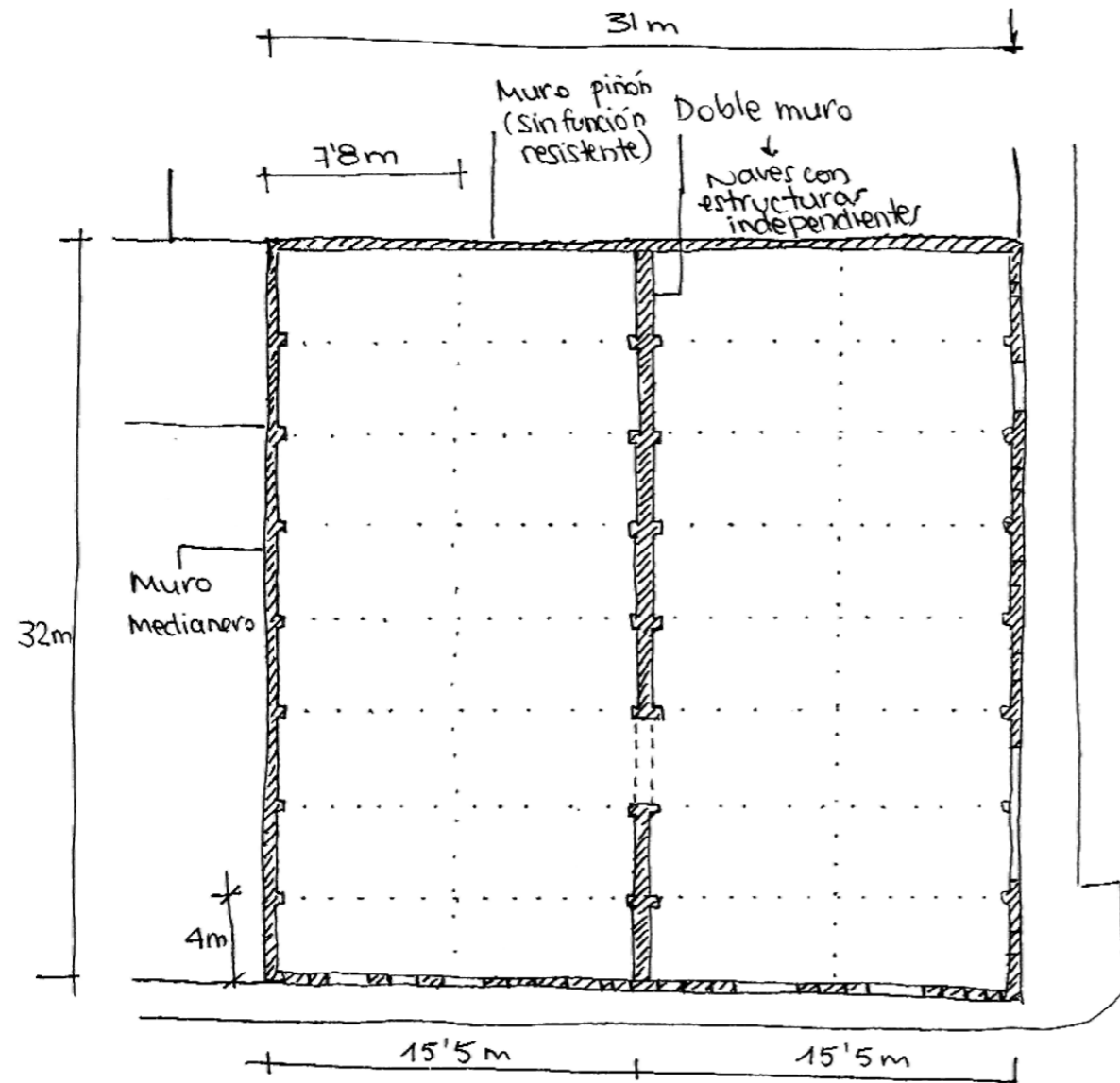




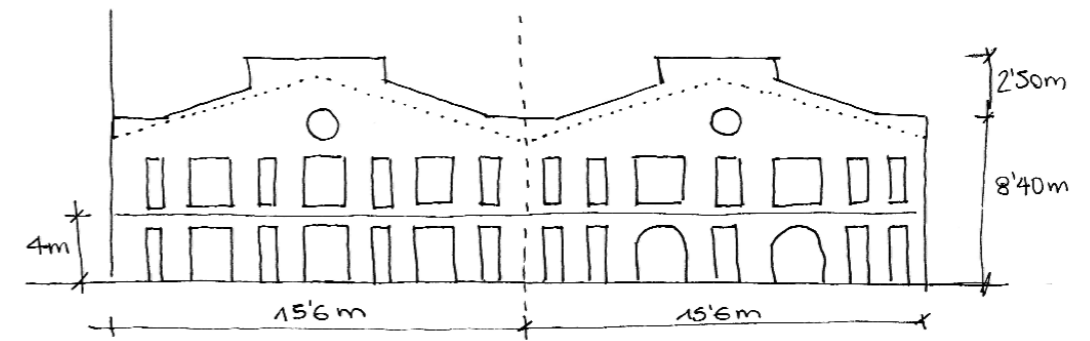




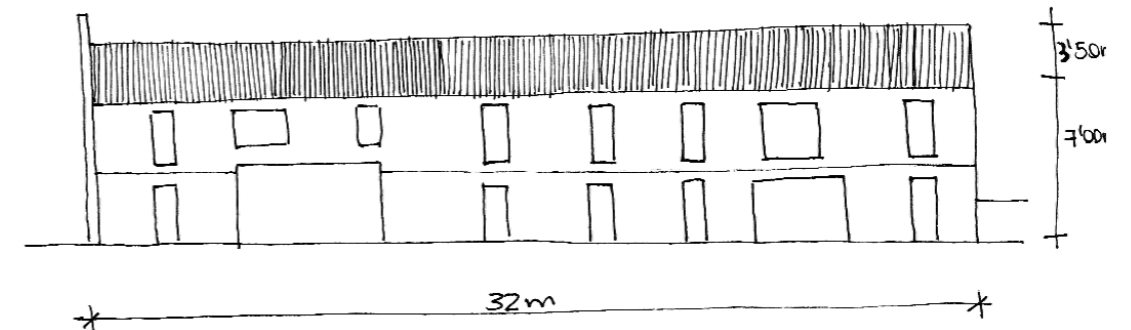




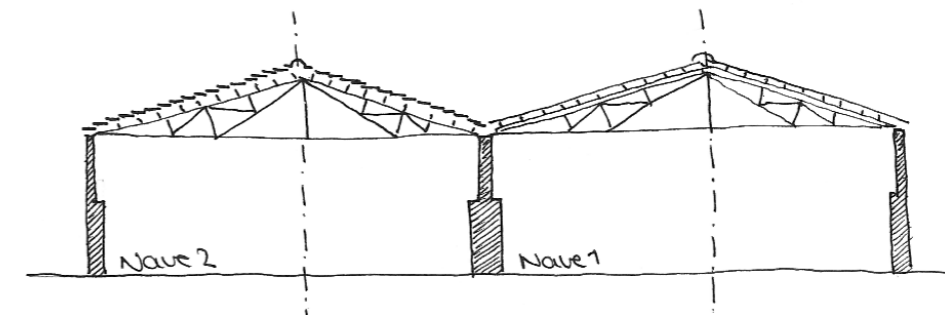
ALZADO NOR-OESTE - CALLE VICENTE BRULL



ALZADO SUR-OESTE - CALLE MARIANO CUBER



SECCIÓN TRANSVERSAL



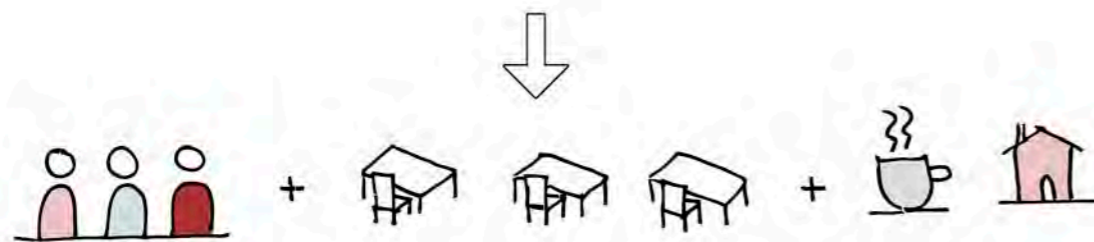




## 2. EL PROGRAMA

2.1. ¿QUÉ ES UN COWORKING?

COWORKING



Varias personas compartiendo un lugar de trabajo que tienen lo mejor de una cafetería y de una oficina en casa

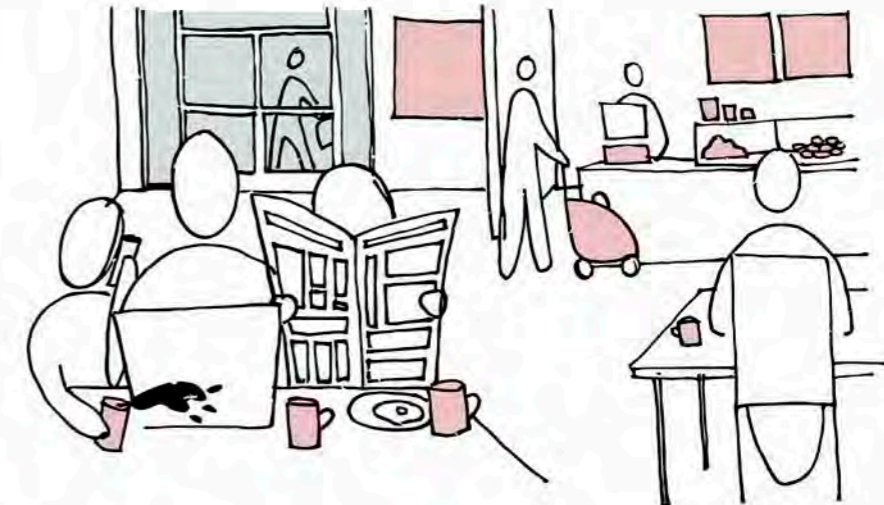
El Coworking es una forma de compartir espacios de trabajo entre profesionales de diferentes sectores. Está pensado como alternativa para los freelancers y emprendedores, ofreciendo las ventajas de trabajar en una oficina, en una cafetería y en casa.

Es un espacio de trabajo compartido, un lugar para trabajar en comunidad, una forma de trabajo que permite a profesionales, emprendedores y pymes de diferentes sectores, compartir un mismo espacio de trabajo para desarrollar sus proyectos tanto individualmente como en conjunto.

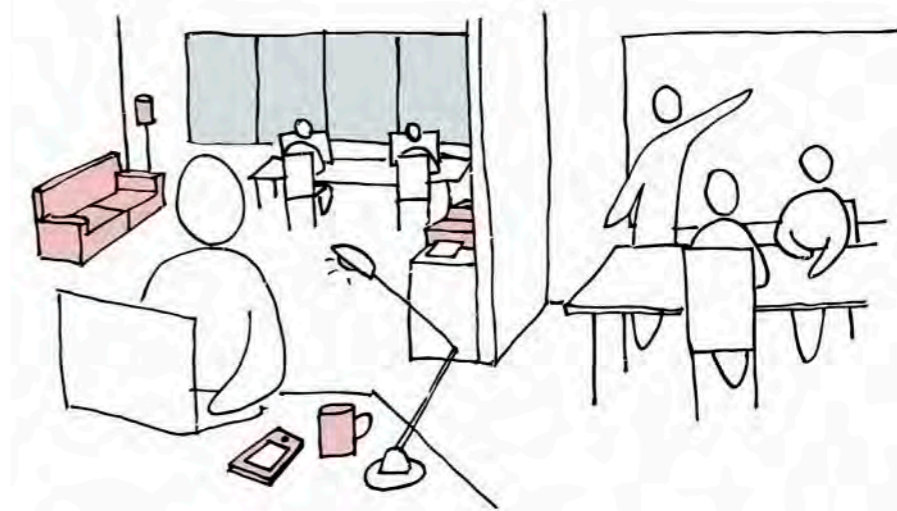
Trabajar en casa



Trabajar en una cafetería



Trabajar en un coworking





## 2.2. BENEFICIOS DEL COWORKING



ESPACIO A BAJO COSTE



CONTACTOS PROFESIONALES



FLEXIBILIDAD



CREATIVIDAD



INTERCAMBIO DE IDEAS



TU PROPIO HORARIO



EVENTOS



RELACIONES SOCIALES

## 2.3. ¿QUÉ NECESITA UN COWORKING?



MEETING POINT



ESPACIOS PARA DESCANSAR



ESPACIOS PARA COMER ACOMPAÑADO



ESPACIOS DE TRABAJO INDIVIDUAL




CAFETERÍA



ESPACIOS DE TRABAJO EN GRUPO




ESPACIOS PARA COMPARTIR OPINIONES - SINERGIAS



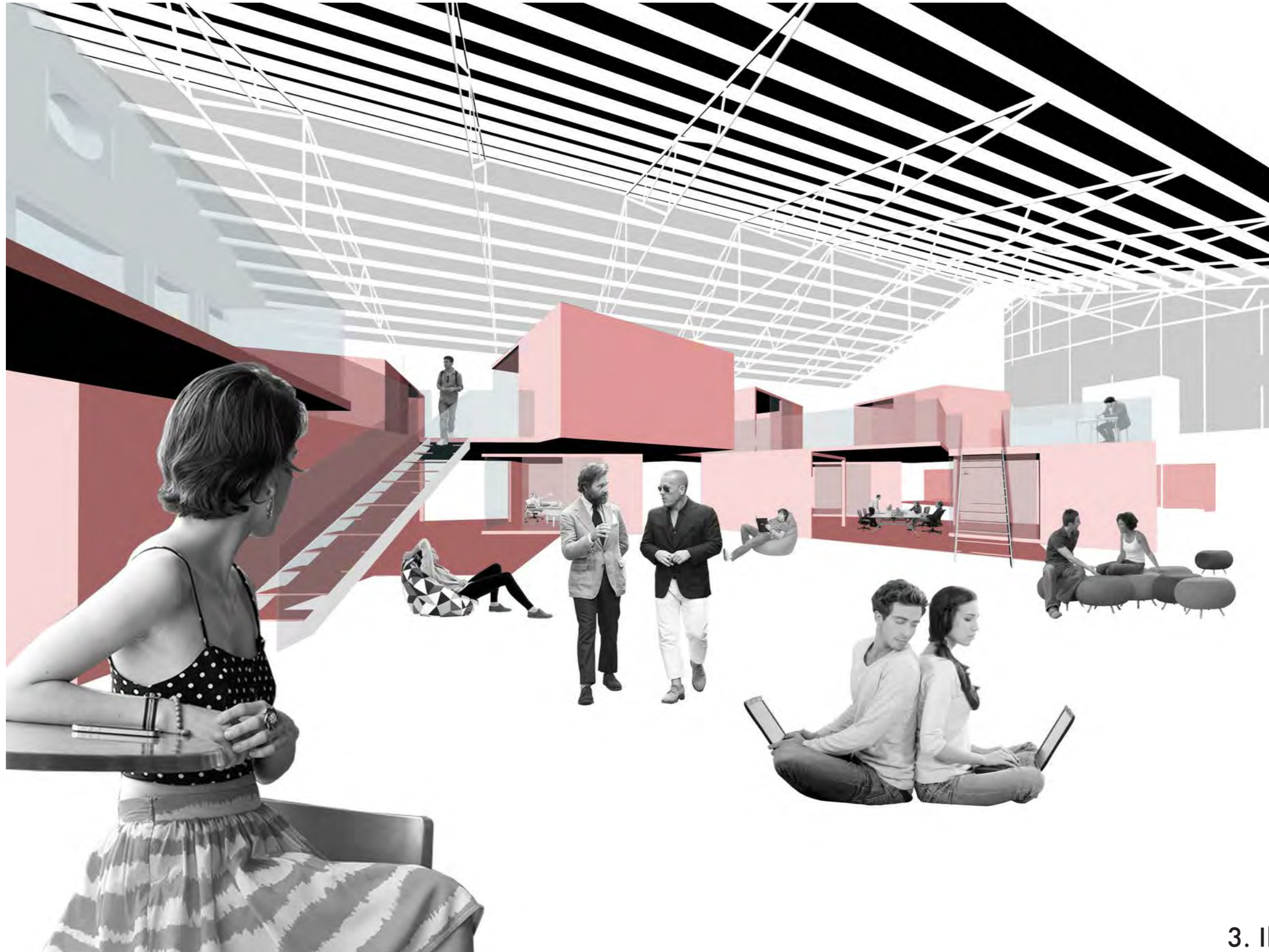
ESPACIOS PARA MANTENER LA FORMA FÍSICA



ESPACIOS PARA ADMINISTRAR



ESPACIOS PARA CONTAR CON LOS NIÑOS



### 3. INTERVENCIÓN



## 3.1. LA IDEA DEL PROYECTO: EL CONCEPTO MATRIOSKA



Una matryoska es un objeto en sí mismo; un objeto que alberga en su interior otros objetos similares al primero en forma, pero no en tamaño. La matryoska se entiende desde dentro hacia fuera, y también desde fuera hacia dentro, pero precisa de todos sus niveles para su comprensión; necesita un orden de escala para tener un sentido unitario: la heterogeneidad dentro de la unidad.

Es de este sistema del cual surge la idea del proyecto: el concepto de los espacios dentro de espacios, o cajas dentro de cajas; el cual genera a su vez, un segundo sistema entre los diferentes espacios, y es la relación de unos con otros.

De esta manera, las cajas más pequeñas responden a un sistema caótico de posición dentro de la ortogonalidad de la caja grande, que son las naves. La disposición de los espacios responde a lo que podría denominarse "sistema suelto": un diagrama sencillo de cajas apiladas y giradas entre sí que generan tres grados de privacidad:

- Un primer grado más privado, delimitado por el volumen de cada box.
- Un segundo grado semi-privado, generado en el espacio resultante de la agrupación de tres boxes.
- Un tercer grado semi-público, en el espacio intersticial entre las agrupaciones de boxes, donde el uso será libre y variable según las necesidades de los usuarios del coworking.



1



2

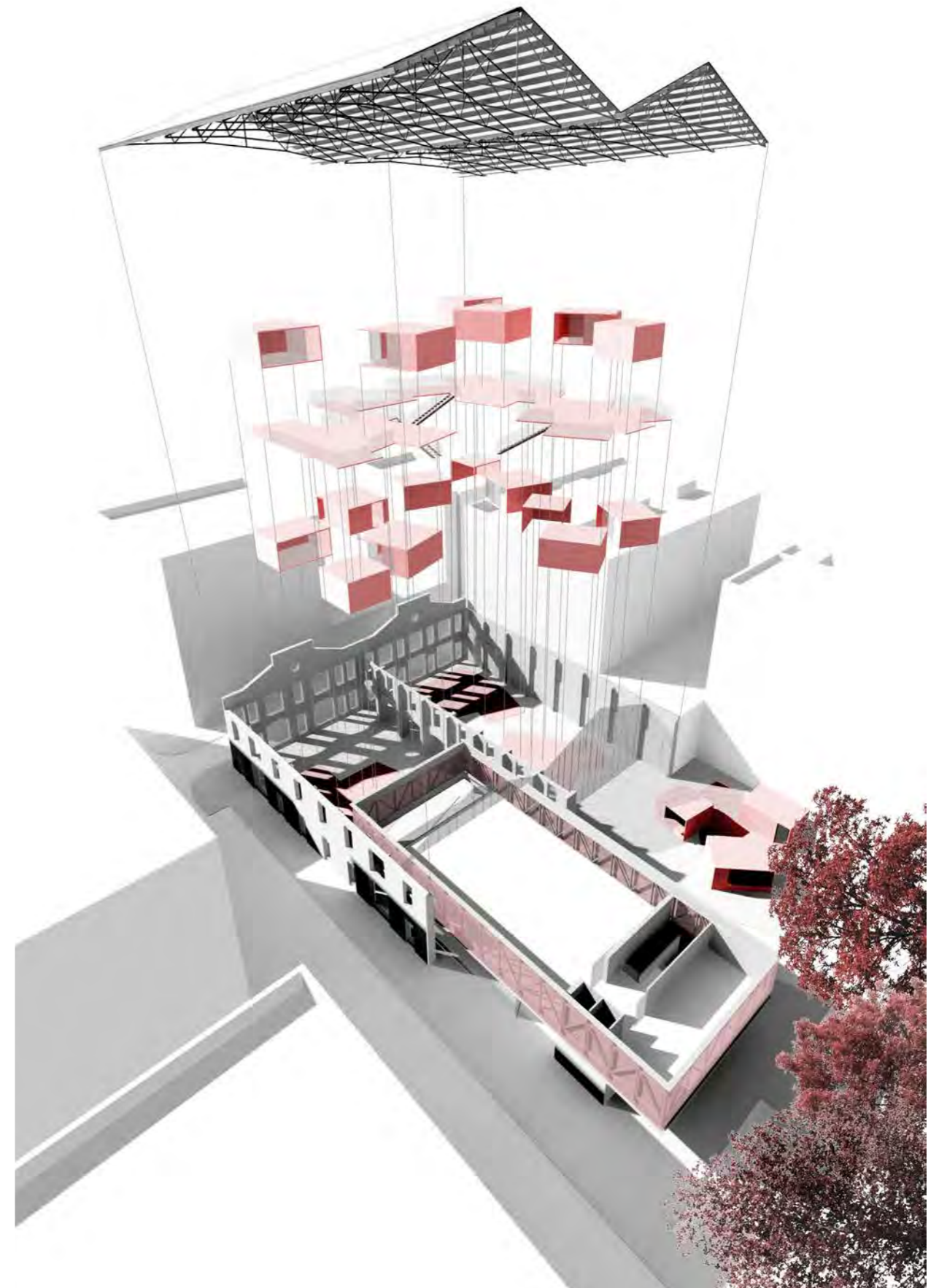
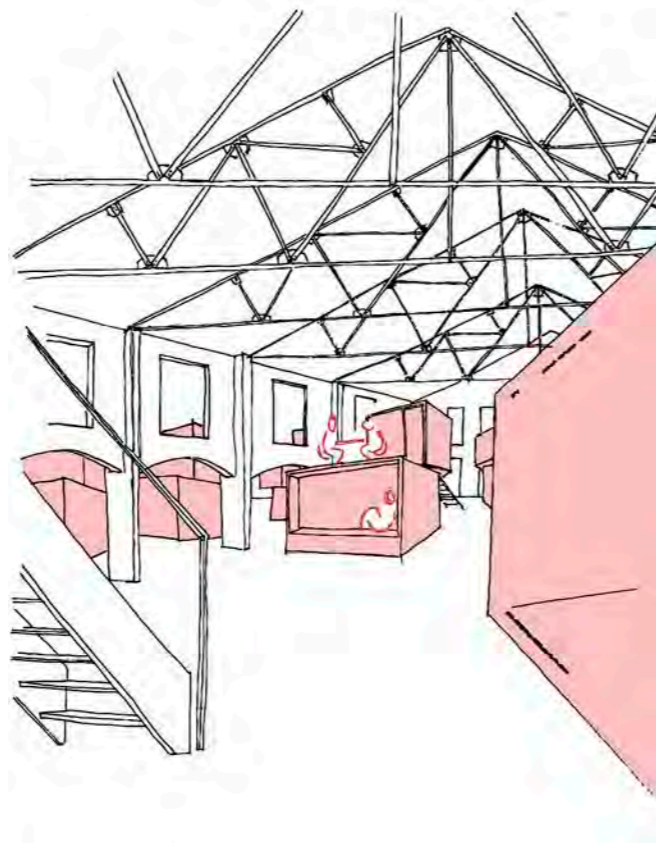


3

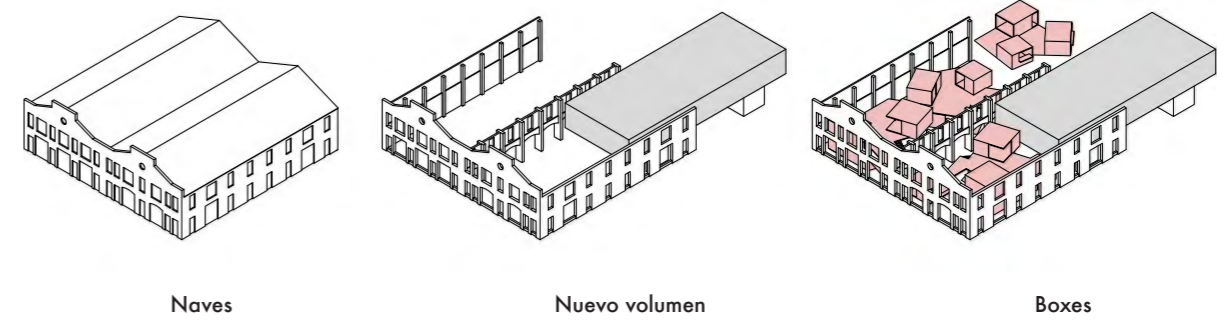


4

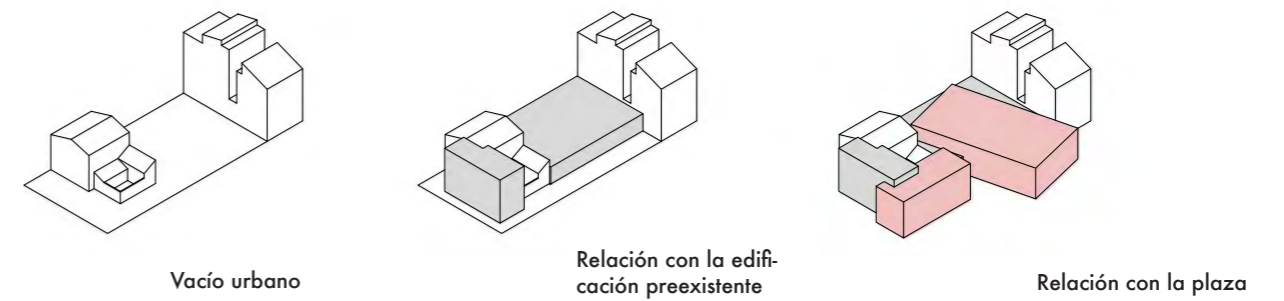




1 - Las naves



2 - La manzana frente a las naves

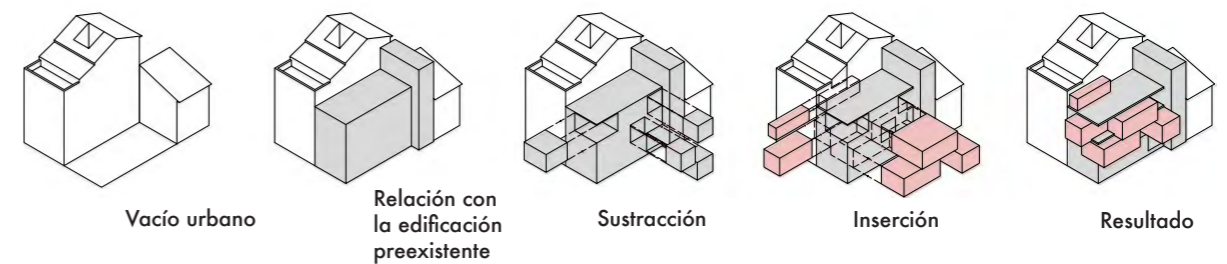


3.2. LA EXTENSIÓN DEL CONCEPTO

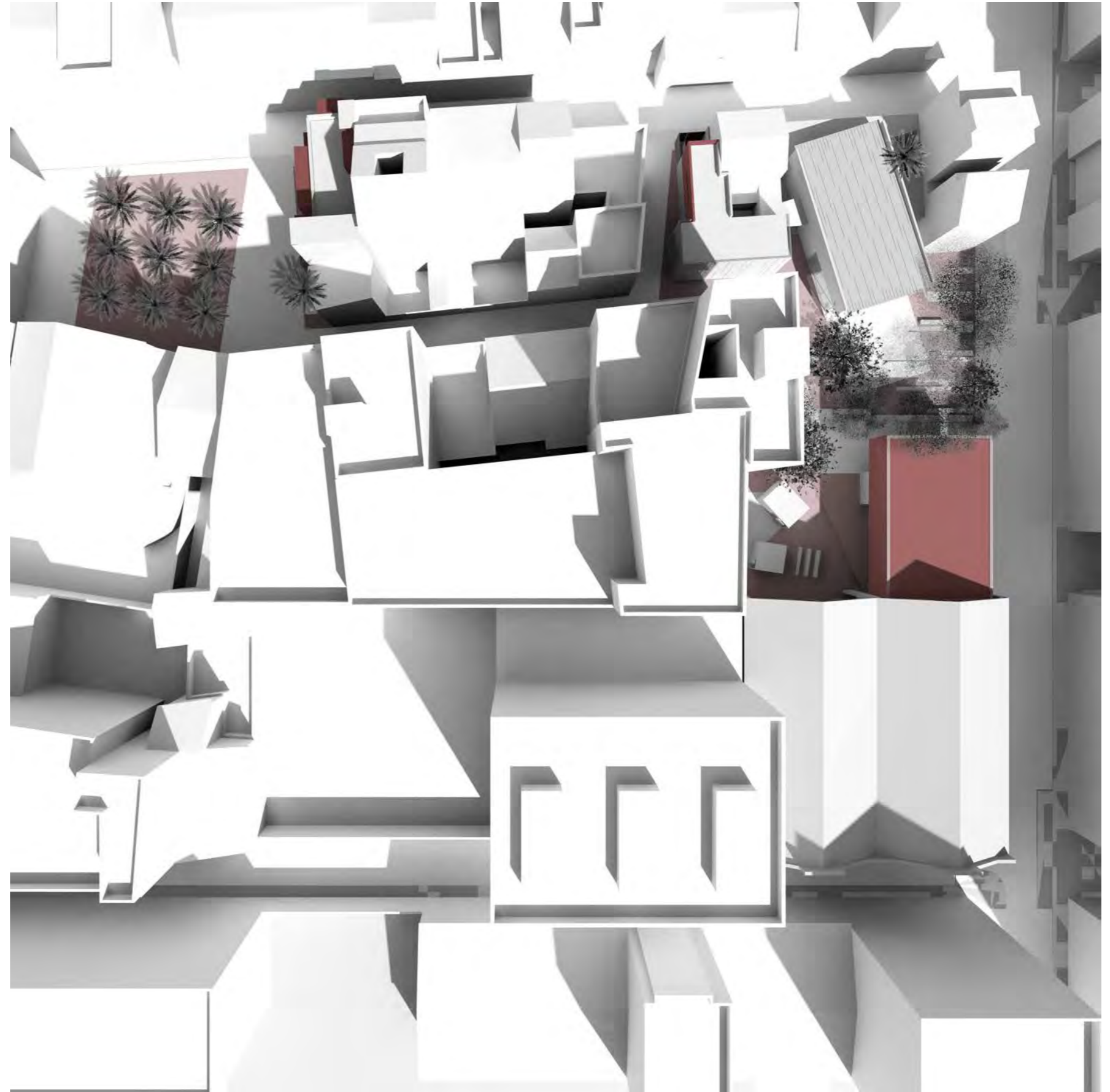
Más allá de los límites de las naves, el sistema se extiende a los vacíos urbanos que encontramos en la zona de actuación. Se identifica, en estos casos, a la agrupación de volúmenes en manzanas como orden mayor, y a cada volumen implantado en ellas como orden intermedio. El orden menor se produce mediante cajas de menores dimensiones que albergan usos específicos de cada edificio. Es importante tener en cuenta, no sólo la aplicación del concepto del proyecto a la hora de generar los volúmenes, sino también, las condiciones urbanísticas de cada vacío urbano y la relación de los volúmenes con el entorno.

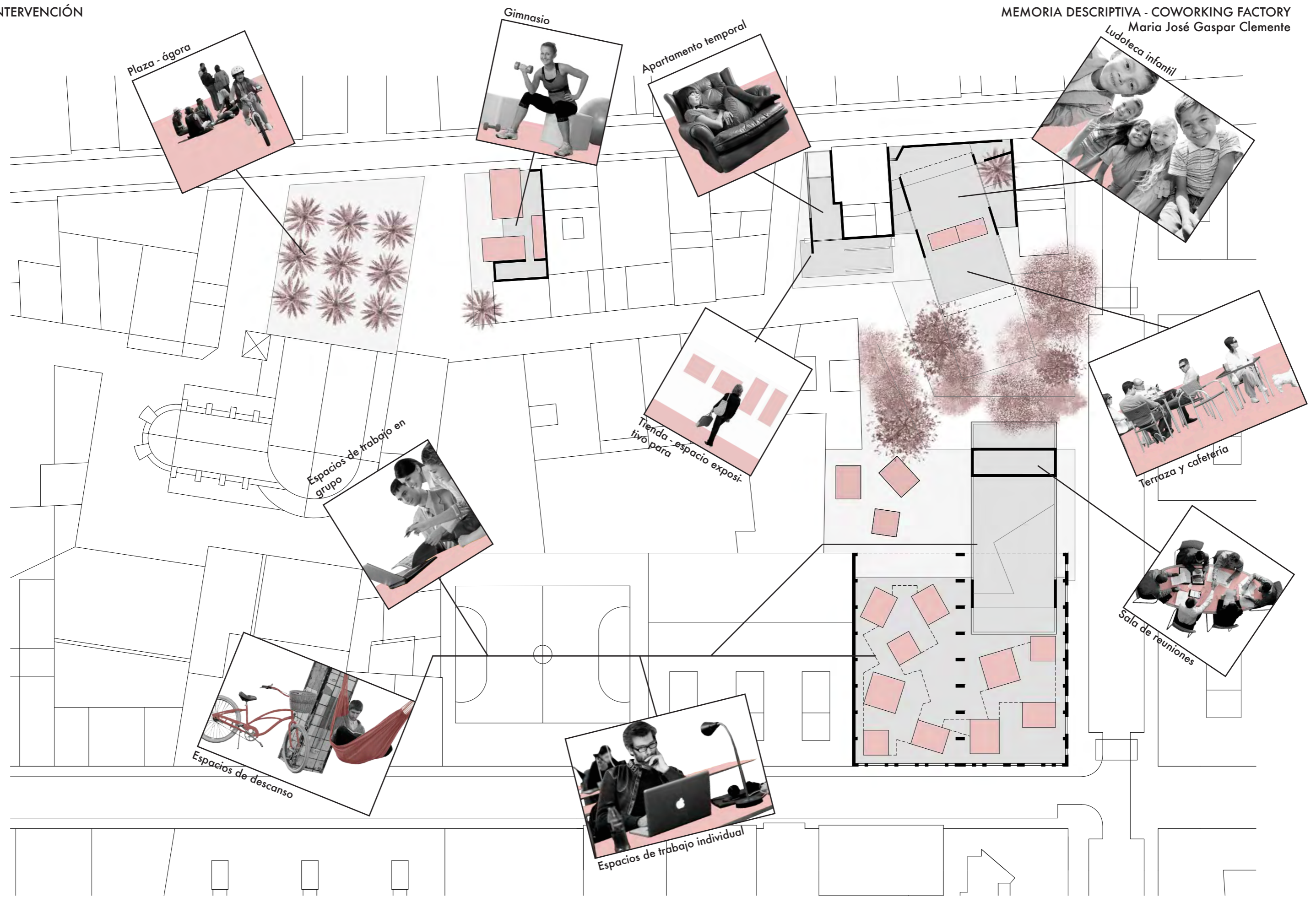
Tanto en el caso de la manzana frente a las naves, como en la actuación de la plaza del Rosario, se pretende fragmentar la unidad parcelaria para percibir con claridad el juego volumétrico de las piezas, poniéndolas en relación con la actuación en el interior de las naves.

3 - La parcela de la plaza del Rosario









3.3. PROGRAMA DE USOS



### 3.4. EL ESPACIO PÚBLICO

La conexión de la plaza del Rosario y la plaza Calabuig es fundamental para la comprensión del proyecto a escala urbana. Se propone, pues, la intervención en ambos lugares, con vistas a mejorar la calidad del espacio público del barrio.

La presencia de vegetación es protagonista en ambas plazas, ya que es notable la carencia de zonas verdes en el barrio.

En el caso de la plaza del Rosario, se propone generar un atrio de acceso a la iglesia, formado por un bosque de columnas de troncos de palmera. Éstas están plantadas formando una retícula de 3x3 que surge de los ejes compositivos de la iglesia. Esta disposición sigue el esquema de un patio de los naranjos, un sistema tradicional de composición de atrios de acceso a edificios religiosos.

En cuanto a la plaza de Calabuig, la vegetación se dispone en unas bandas ritmadas de forma irregular que enfatizan la permeabilidad de paso.

La conexión entre las dos plazas se realiza mediante el recorrido peatonal que surge de la eliminación de las vías rodadas preexistentes. Además, se enfatiza el quiebro de este recorrido en la plaza de Calabuig con el objetivo de que el peatón penetre en la plaza y dirija su atención hacia las naves y el espacio ajardinado.







VEGETACIÓN

*Jacaranda mimosifolia*

Altura: 15 - 20 m  
 Diámetro: 4 - 6 m  
 Follaje: Caducifolio tardío, densidad ligera  
 Floración: Primavera. Color azul liáceo.

*Prunus cerasifera*

Altura: 8 - 10 m  
 Diámetro: 4 m  
 Follaje: Caduco, color rojizo, densidad media.  
 Floración: Finales del invierno. Color púrpura oscuro.

*Tipuana tipu*

Altura: 10 - 18 m  
 Diámetro: 4 - 6 m  
 Follaje: Caducifolio tardío, densidad ligera.  
 Floración: Verano. Color amarillo - anaranjado.

⊙ Escala 1 :500







Plaza de Calabuig - Naves coworking





Plaza de Calabuig - Manzana este

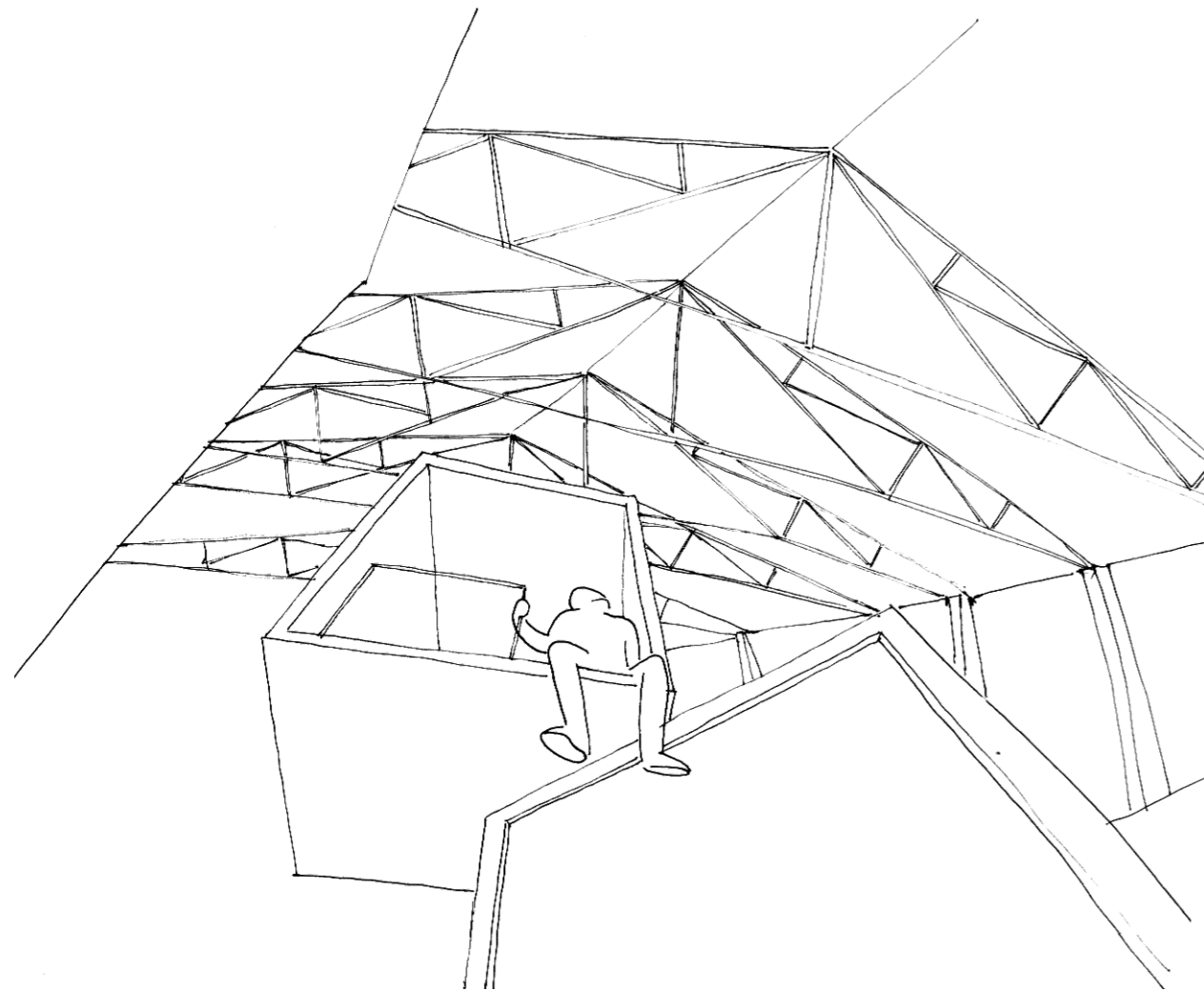




Plaza de la Catedral de Almería  
Alberto Campo Baeza 2000

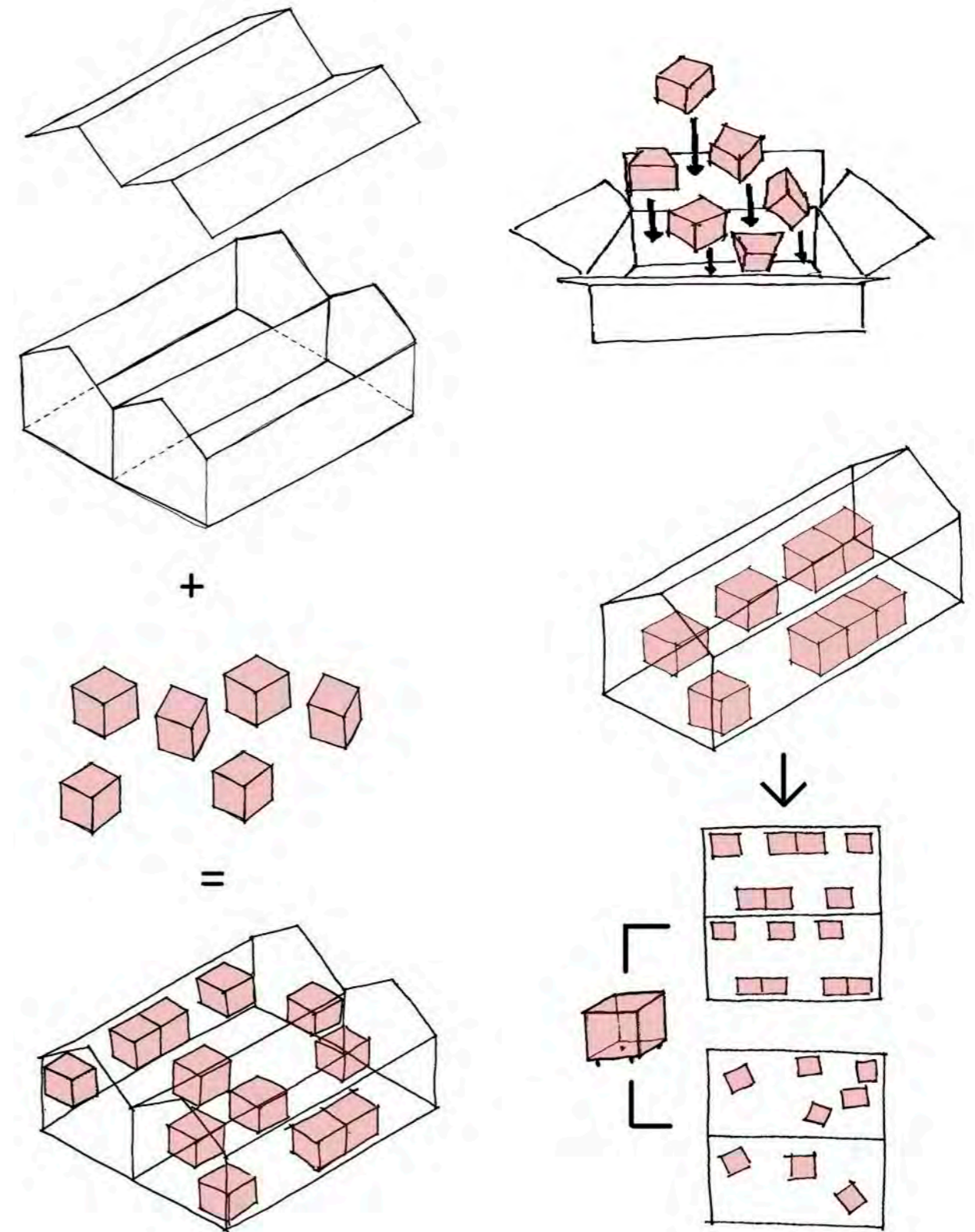


Plaza del Rosario

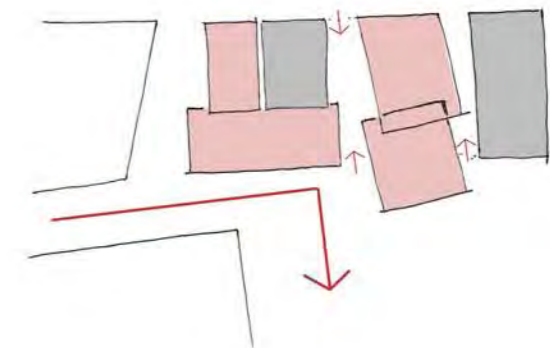
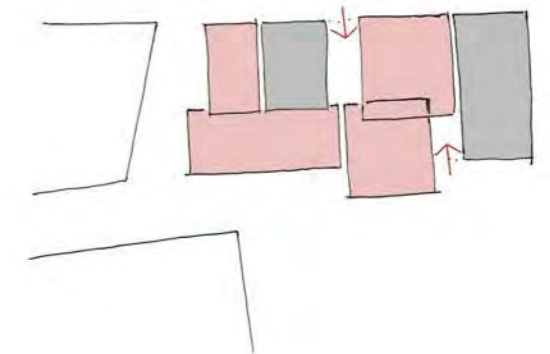
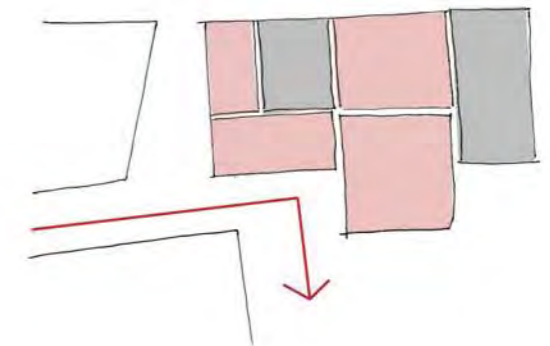
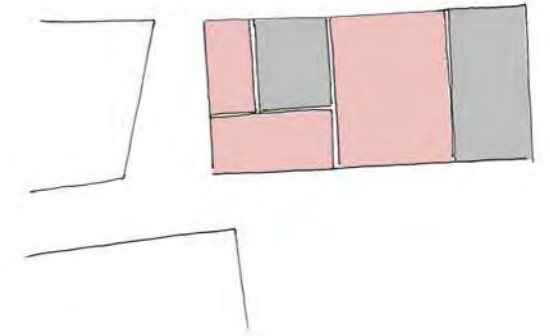
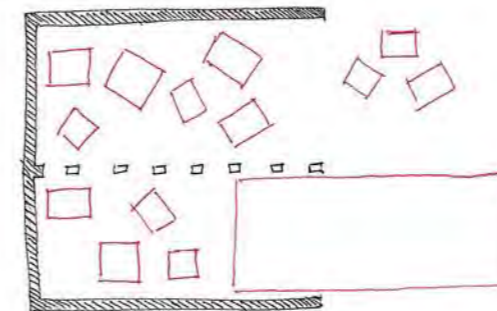
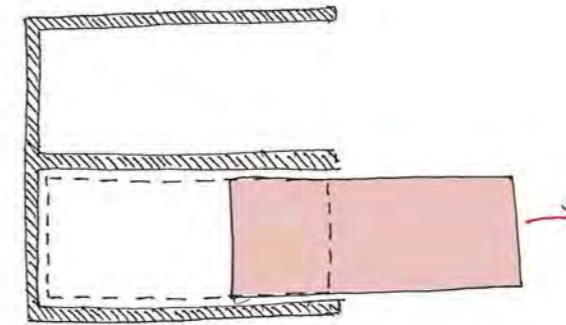
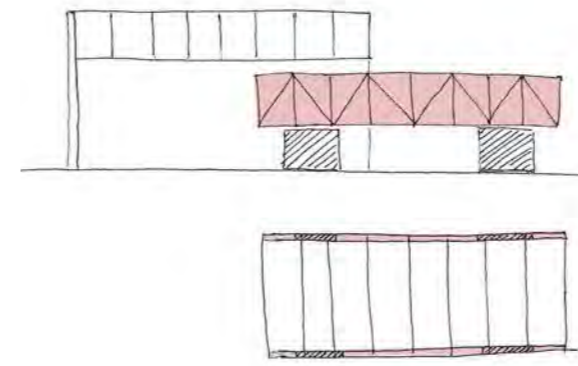
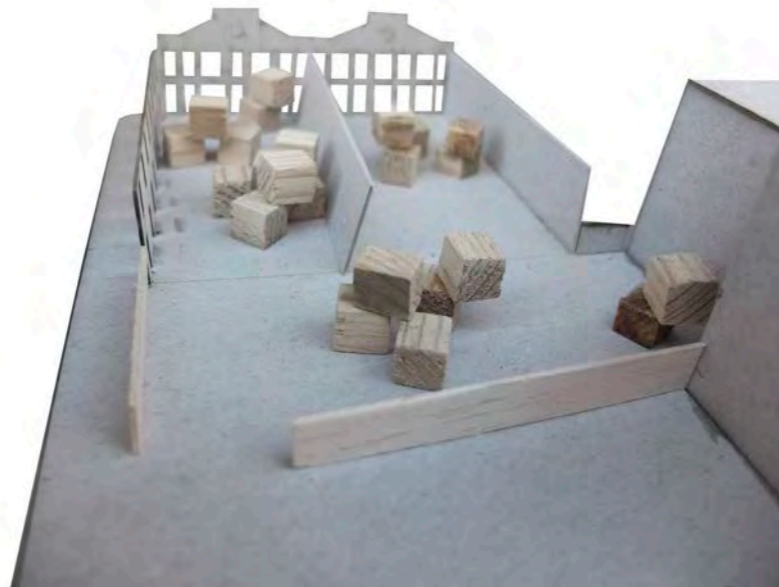
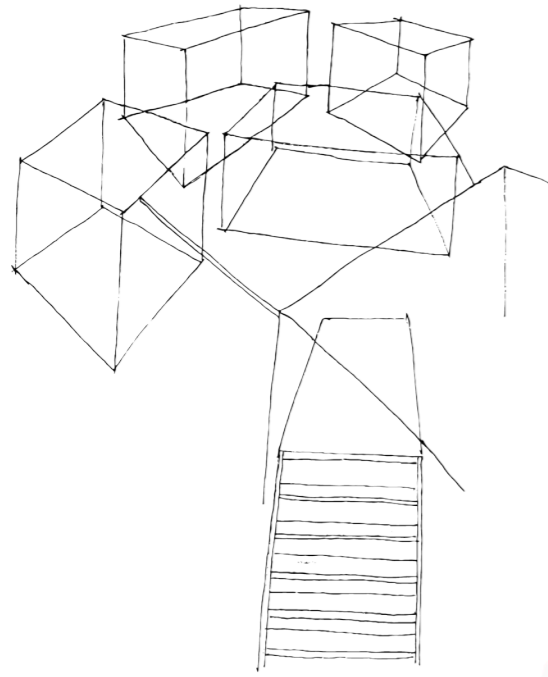


#### 4. LA EVOLUCIÓN DEL PROYECTO





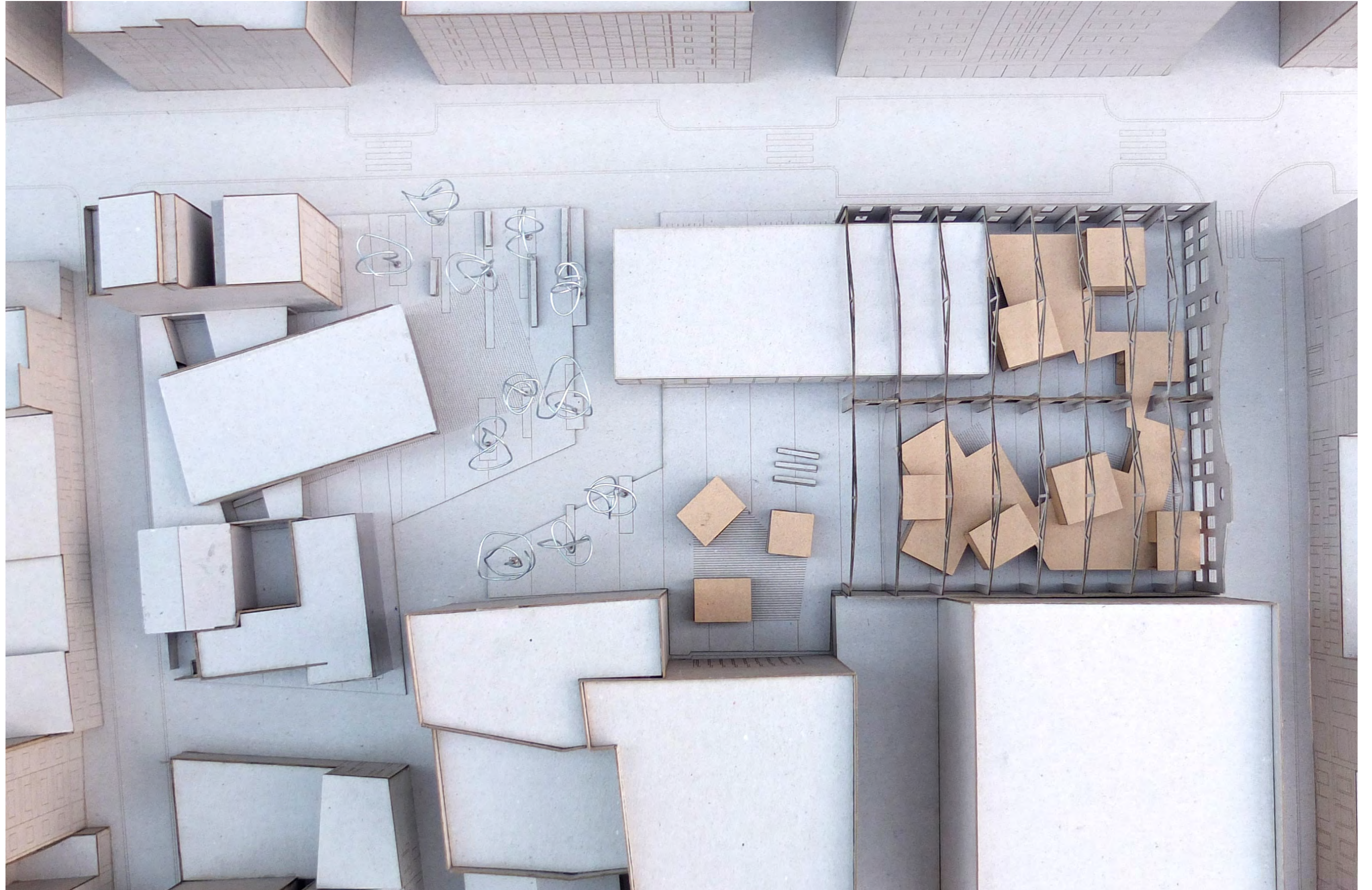
4.1. EL PROCESO DE IDEACIÓN



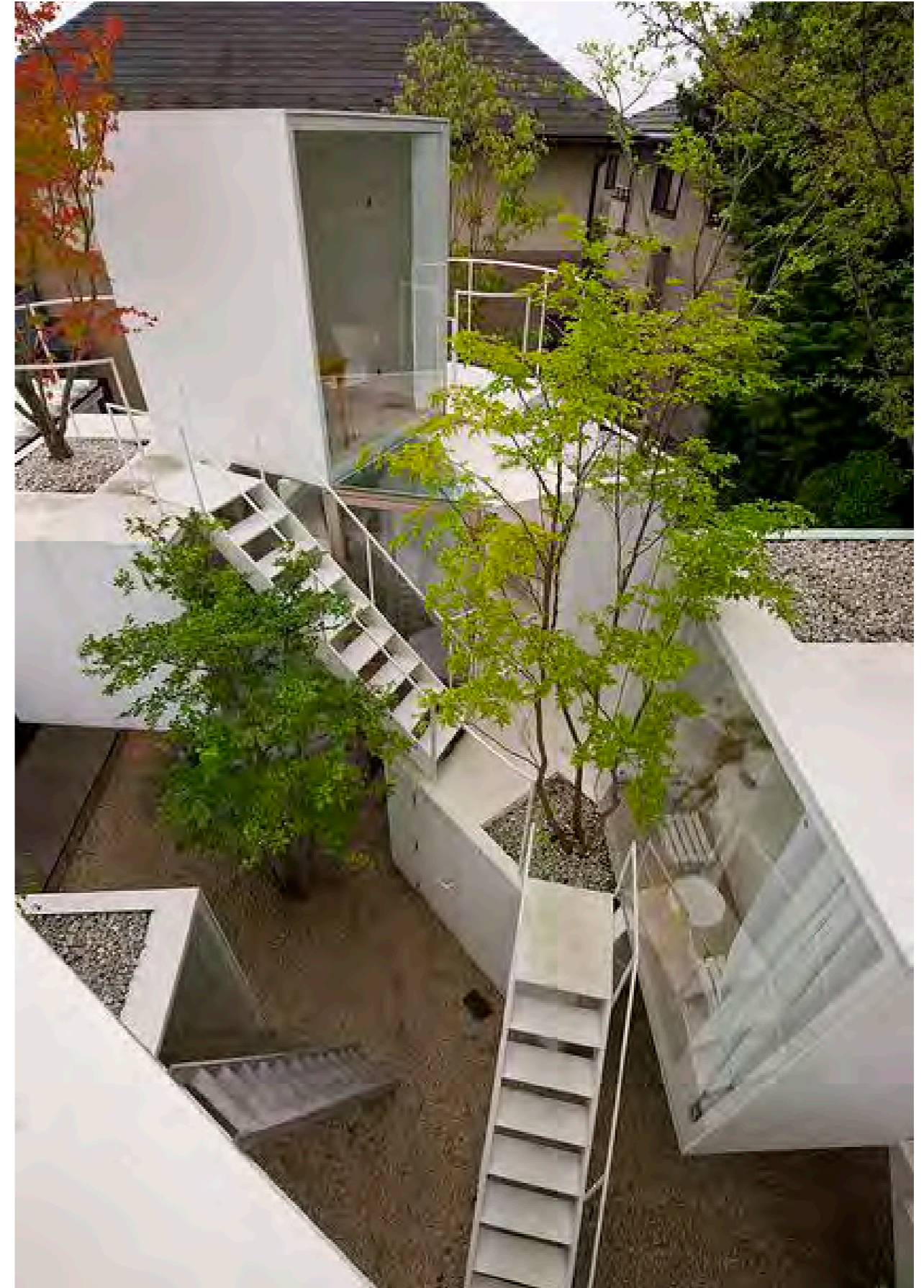












4.2. REFERENCIAS

House before house. Utsunomiya, Japón - Sou Fujimoto 2008



Red Bull Music Academy . Matadero Madrid - María Langarita y Víctor Navarro 2011



Sliding House. Suffol, UK - dRMM 2009



**MEMORIA GRÁFICA**  
COWORKING FACTORY  
PFC Taller 2 - 2014

Maria José Gaspar Clemente  
Tutor: Alberto García Burgos



## MEMORIA GRÁFICA

### 1. PLANTAS GENERALES

- 1.1. Emplazamiento
- 1.2. Planta baja
- 1.3. Planta primera
- 1.4. Planta de cubiertas

### 2. ALZADOS URBANOS

- 2.1. Calle de Mariano Cuber
- 2.2. Calle de Vicente Brull
- 2.3. Plaza de Calabuig este
- 2.4. Plaza de Calabuig oeste 1
- 2.5. Plaza de Calabuig oeste 2
- 2.6. Calle del Rosario
- 2.7. Calle de Calabuig
- 2.8. Plaza del Rosario

### 3. LAS NAVES

- 3.1. Planta baja
- 3.2. Planta primera
- 3.4. Secciones longitudinales
- 3.5. Secciones transversales

### 4. LA MANZANA ESTE

- 4.1. Planta baja
- 4.2. Planta primera
- 4.3. Secciones cafetería - ludoteca
- 4.4. Secciones tienda - apartamento

### 5. EL GIMNASIO

- 5.1. Plantas
- 5.2. Secciones

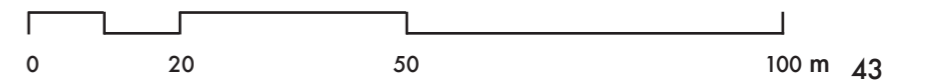
## 1. PLANTAS GENERALES





1.1. EMPLAZAMIENTO

Escala 1 : 1000





1.2. PLANTA BAJA 1:300 (A2)





1.4. PLANTA DE CUBIERTAS 1:300 (A2)



## 2. ALZADOS URBANOS



2.1. CALLE DE MARIANO CUBER

Escala 1 :300







2.2. CALLE DE VICENTE BRULL



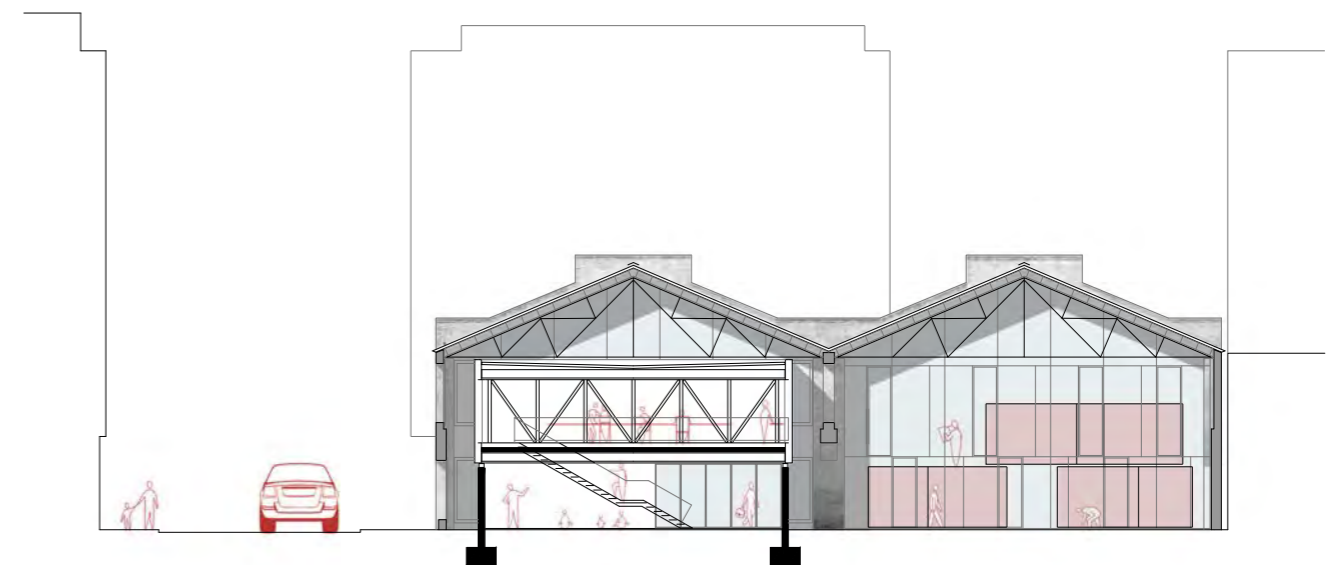
2.3. PLAZA DE CALABUIG ESTE

Escala 1 :300





2.4. PLAZA DE CALABUIG OESTE 1



2.5. PLAZA DE CALABUIG OESTE 2

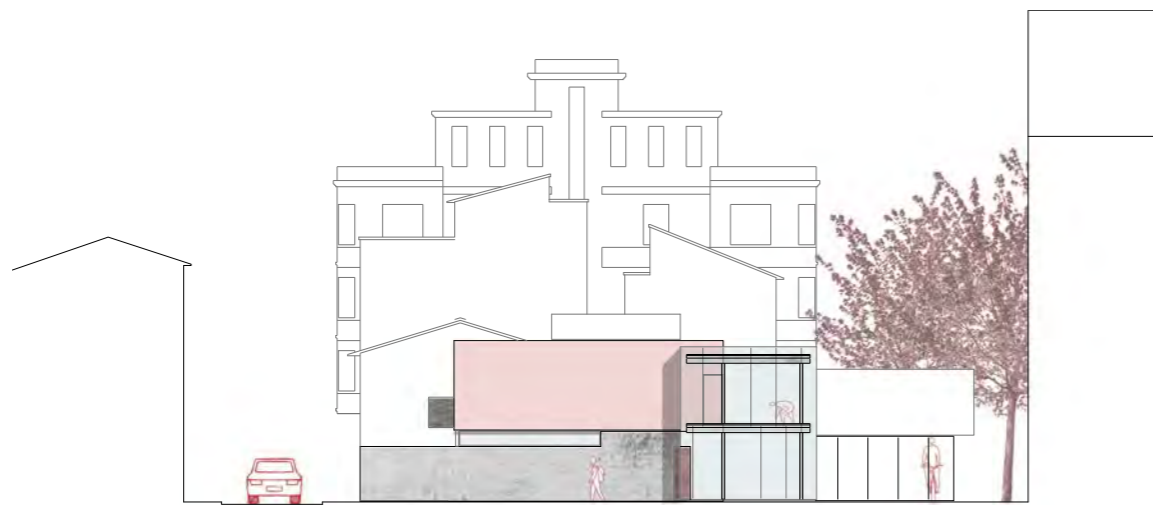
Escala 1 :300







2.6. CALLE DEL ROSARIO (A1 CORTADO)



2.7. CALLE DE CALABUIG



2.8. PLAZA DEL ROSARIO

Escala 1 :300

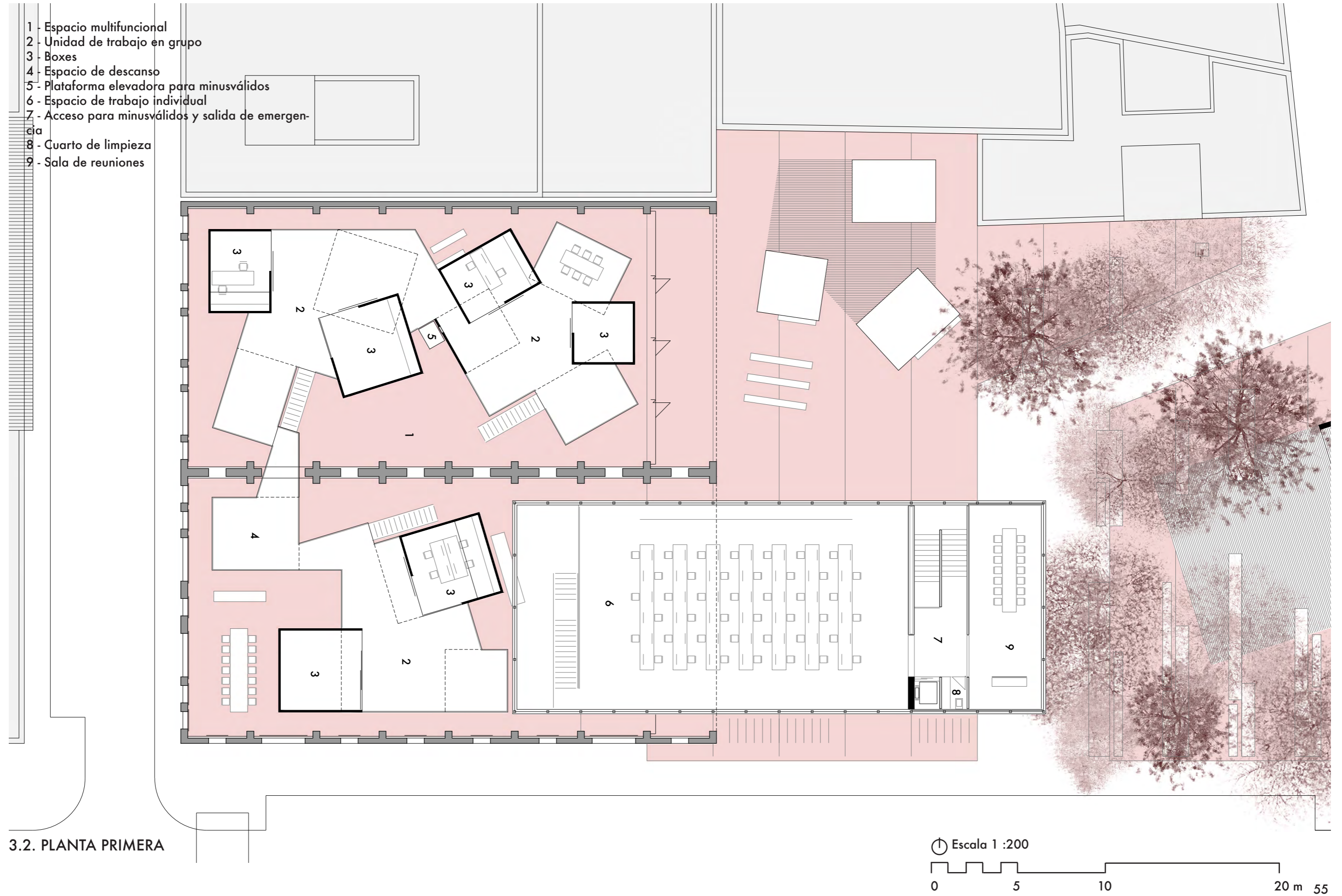




### 3. LAS NAVES



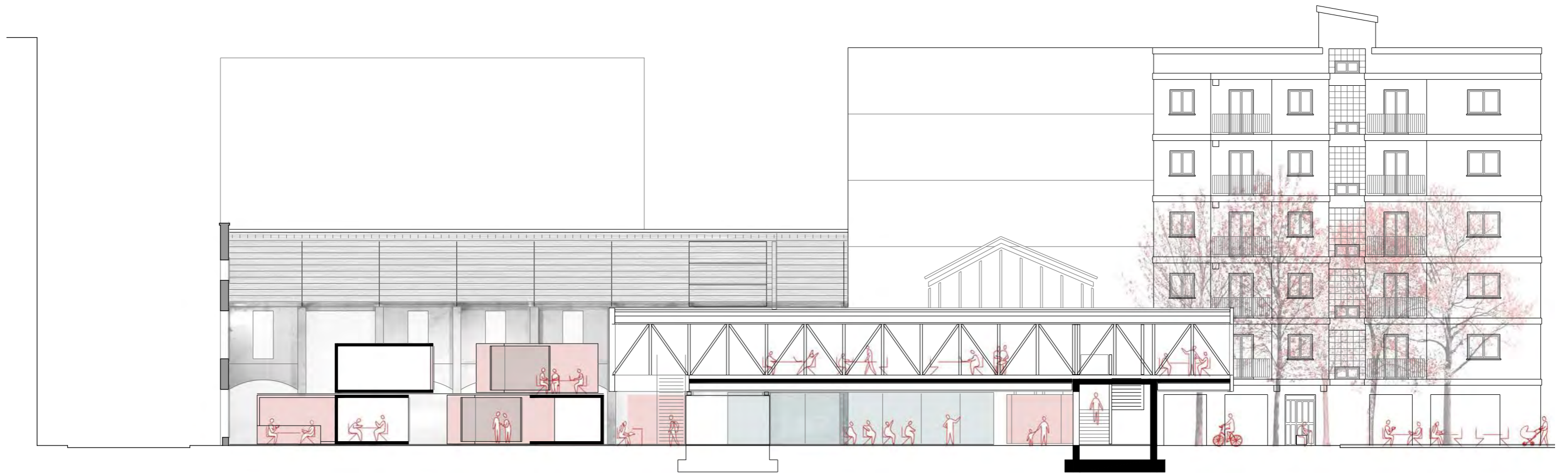
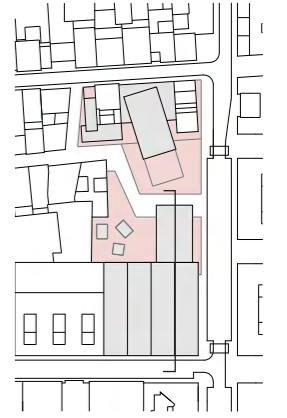




3.2. PLANTA PRIMERA

Escala 1 :200



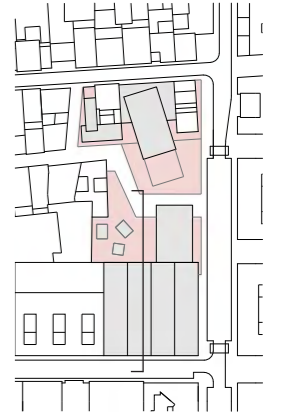


3.3. SECCIONES LONGITUDINALES

Escala 1 :200

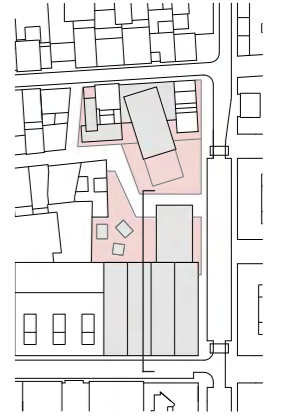






Escala 1 :200

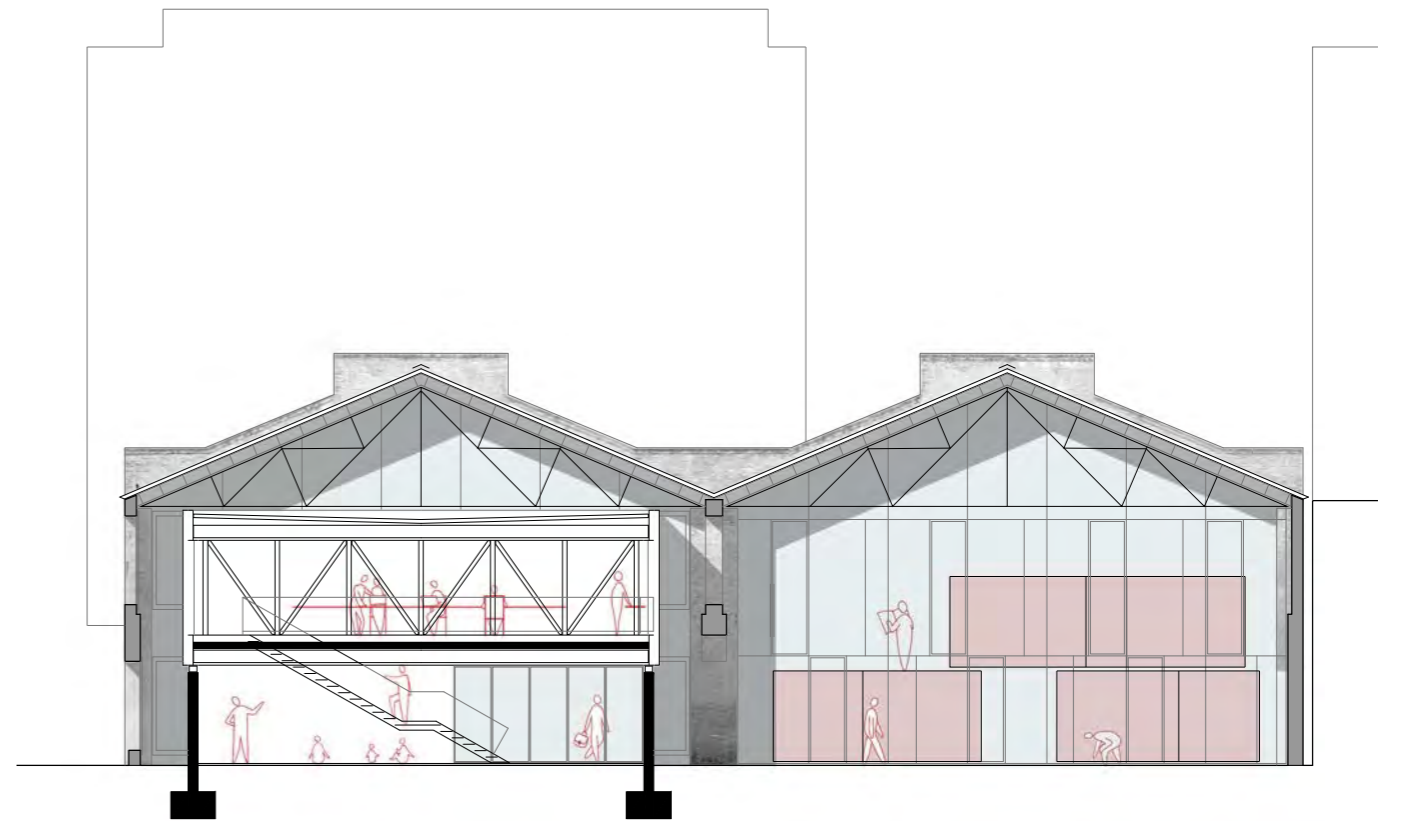
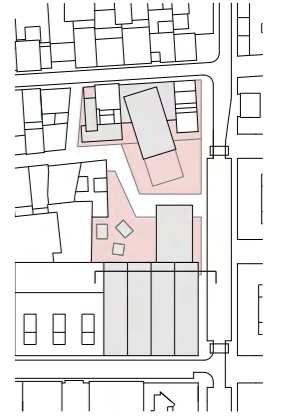
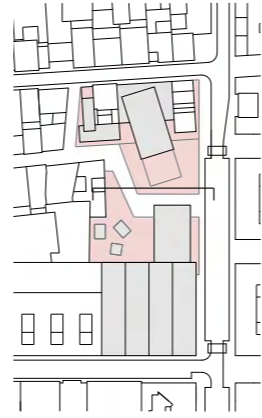




Escala 1 :200



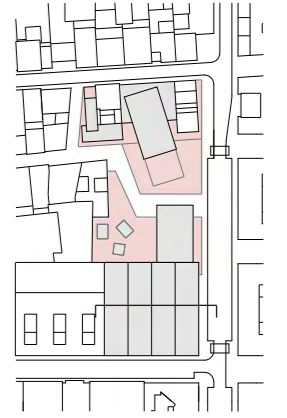
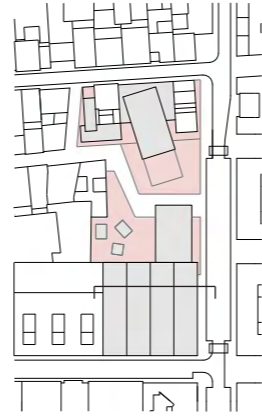




3.4. SECCIONES TRANSVERSALES

Escala 1 :200





Escala 1 :200





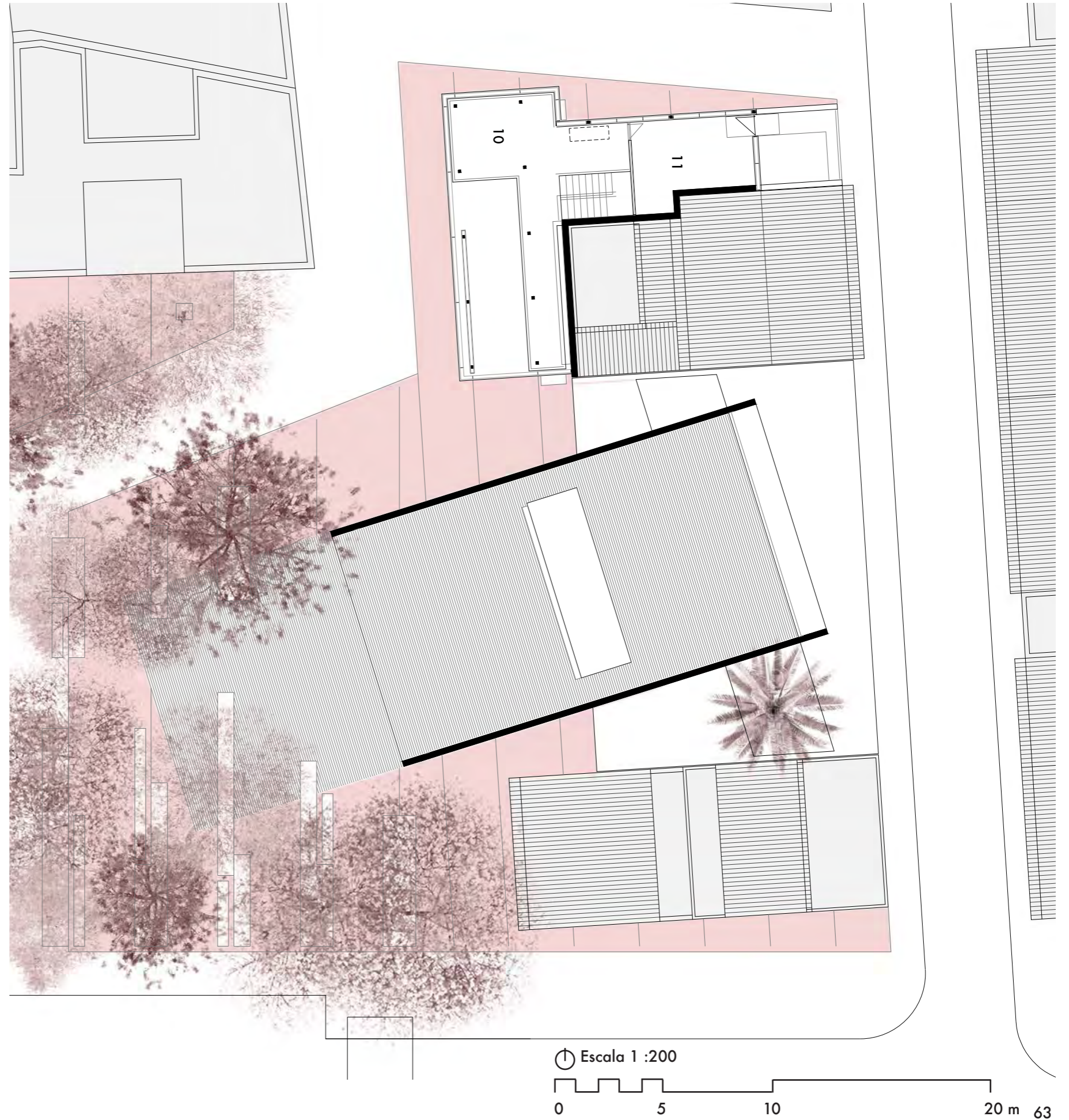
## 4. LA MANZANA ESTE

- 9 - Cocina
- 8 - Aseos
- 18 - Cafetería
- 19 - Terraza
- 20 - Ludoteca - espacio para contar con los niños
- 21 - Patio de la ludoteca
- 22 - Espacio de exposición y tienda
- 23 - Apartamento temporal

4.1. PLANTA BAJA





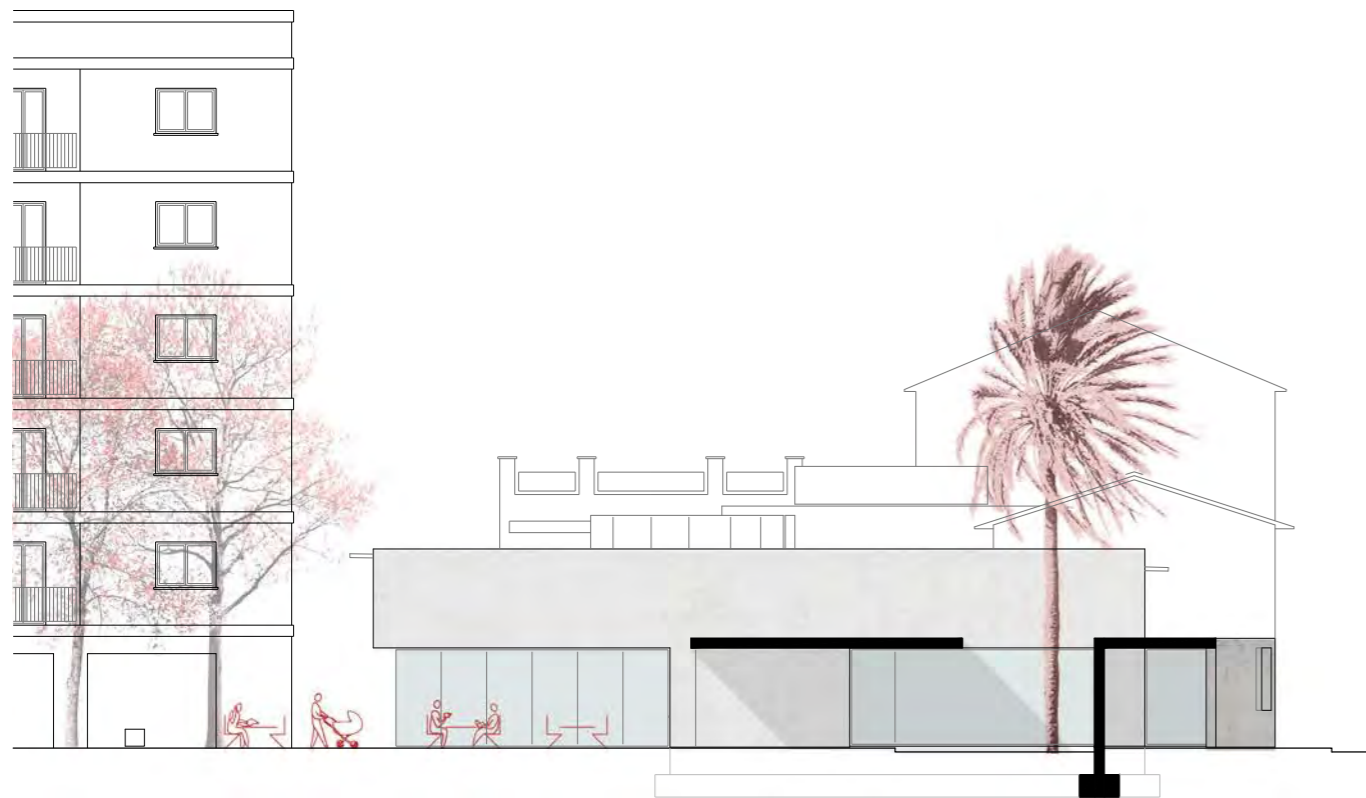
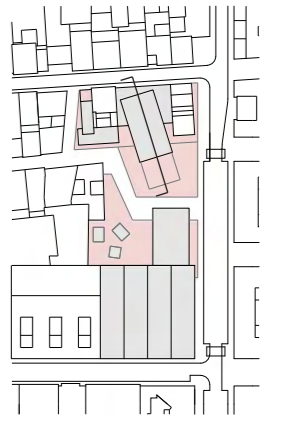


10 - Espacio de exposición y tienda  
11 - Almacén

4.2. PLANTA PRIMERA

Escala 1 :200

0 5 10 20 m 63

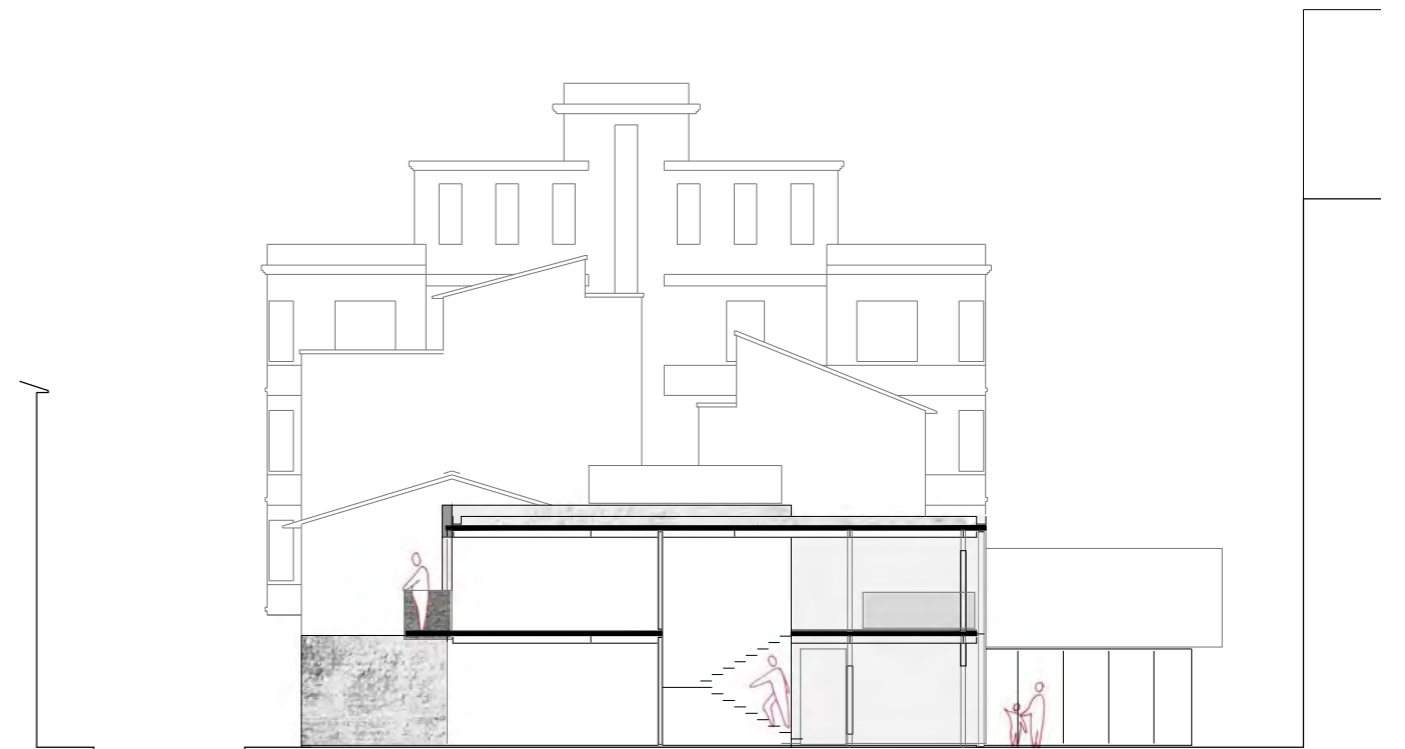
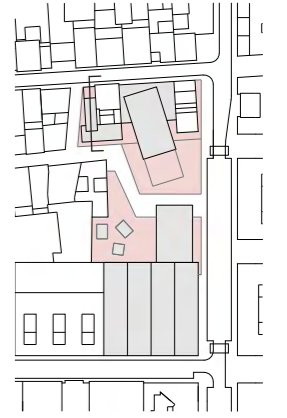


4.3. SECCIONES CAFETERÍA - LUDOTECA

Escala 1 :200







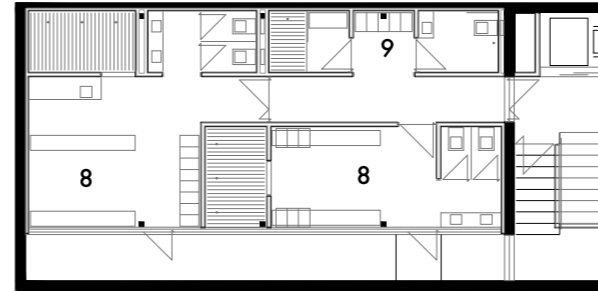
4.4. SECCIONES TIENDA - APARTAMENTO

Escala 1 :200

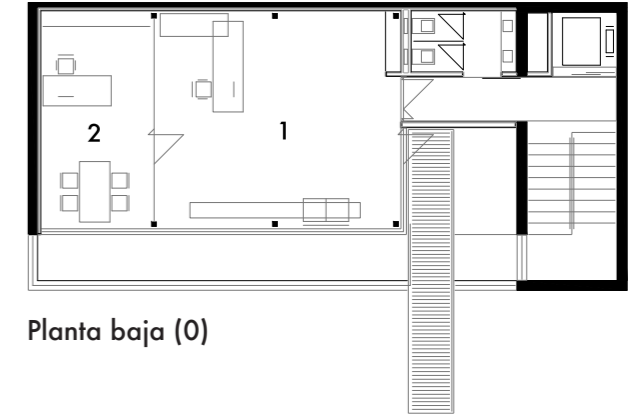


## 5. EL GIMNASIO

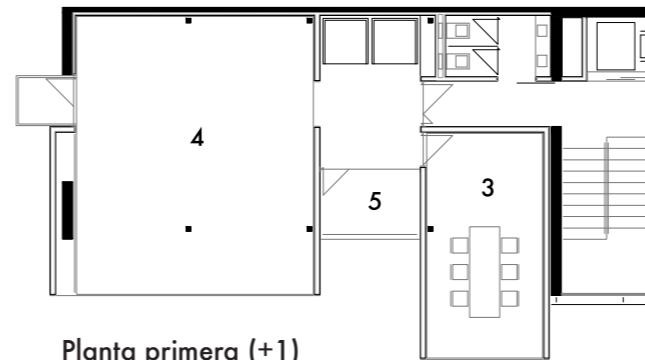




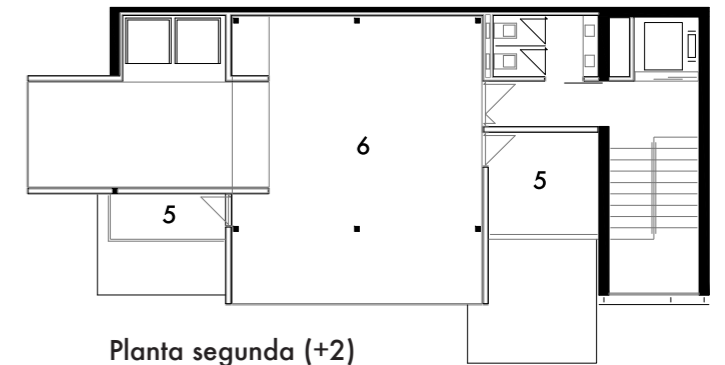
Planta sótano (-1)



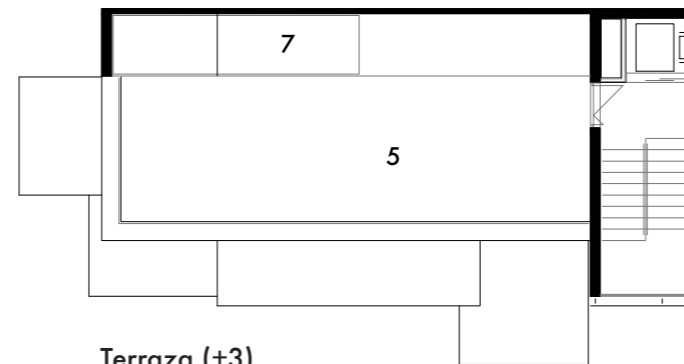
Planta baja (0)



Planta primera (+1)



Planta segunda (+2)



Terraza (+3)



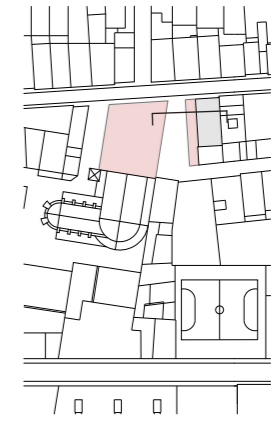
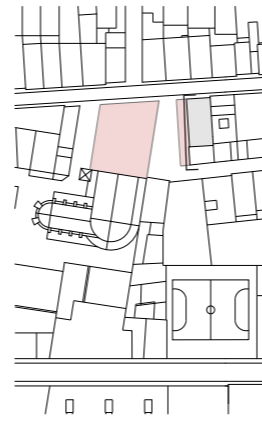
Planta de cubiertas

- 1. Vestíbulo y recepción
- 2. Administración
- 3. Sala de monitores
- 4. Sala de actividades
- 5. Terraza
- 6. Sala de musculación
- 7. Cuarto de instalaciones
- 8. Vestuarios y aseos
- 9. Vestuario y aseo de minusválidos

5.1. PLANTAS

Escala 1 :200





5.2. SECCIONES

Escala 1 :200





**MEMORIA CONSTRUCTIVA**  
COWORKING FACTORY  
PFC Taller 2 - 2014

Maria José Gaspar Clemente  
Tutor: Alberto García Burgos

# MEMORIA CONSTRUCTIVA

## 1. INTRODUCCIÓN

## 2. ACTUACIONES PREVIAS

- 2.1. Introducción
- 2.2. Estudio geotécnico
- 2.3. Despeje, desbroce y organización de la obra
- 2.4. Alineaciones, rasantes y replanteo

## 3. ESTADO PREVIO DE LAS NAVES

- 3.1. Introducción
- 3.2. Muros
- 3.3. Cubiertas
- 3.4. Cimentación
- 3.5. Solera

## 4. ACTUACIONES EN LAS NAVES

- 4.1. Introducción
- 4.2. Desmontaje de la cubierta
- 4.3. Muros
- 4.4. Cimentación del nuevo volumen y solera
- 4.5. Nuevo volumen
- 4.6. Estructura de la cubierta
- 4.7. Cubierta
- 4.8. Cerramientos verticales
- 4.9. Detalles constructivos

## 5. EL NUEVO VOLUMEN

- 5.1. Introducción
- 5.2. Cimentación y estructura de hormigón
- 5.3. Estructura metálica
- 5.4. Forjado
- 5.5. Cubierta
- 5.6. Cerramientos verticales, pavimentos y falsos techos
- 5.8. Detalles constructivos

## 6. LOS BOXES

- 6.1. Introducción
- 6.2. Estructura
- 6.3. Panelados y carpinterías
- 6.4. Escaleras

## 7. LA CAFETERÍA - LUDOTECA

- 7.1. Introducción
- 7.2. Cimentación y muros
- 7.3. Solera
- 7.4. Forjado
- 7.5. Cubierta
- 7.6. Cerramientos verticales y pavimento

## 8. EL ESPACIO URBANO



## 1. INTRODUCCIÓN

El área de intervención se caracteriza por la heterogeneidad de los elementos en los que se va a intervenir. Podemos encontrar, por una parte, la preexistencia de las naves, la cual se va a conservar y a rehabilitar; por otra parte, los vacíos urbanos, en los cuales se edificarán nuevos volúmenes en relación a los ya existentes; y por último, el espacio público, que será modificado de acuerdo al proyecto.

En este apartado de la memoria se analizarán constructivamente las intervenciones en las naves, en el espacio público de la plaza de Calabuig, y en uno de los volúmenes construidos en la manzana este de la zona del proyecto.

SECCIÓN CONSTRUCTIVA CONJUNTA TRANSVERSAL (1/2 A1)



SECCIÓN CONSTRUCTIVA NAVES (1/2 A1)

SECCIÓN CONSTRUCTIVA VOLUMEN (1/2 A1)



SECCIÓN CONSTRUCTIVA LUDOTECA Y ESPACIO PÚBLICO (1/2 A1)

## 2. ACTUACIONES PREVIAS



## 2.1. INTRODUCCIÓN

Previo al inicio de las obras es necesaria toda una serie de operaciones con objeto de confirmar la información disponible durante la fase de proyecto. También será necesario obtener información relativa al terreno donde se va a edificar así como preparar y limpiar tanto la zona de excavación como el entorno de la obra.

Las actuaciones previas al inicio de la obra son las siguientes:

1. Estudio geotécnico
2. Despeje, desbroce y organización de la obra
3. Alineaciones, rasantes y replanteo
4. Excavación y movimiento de tierras

## 2.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Puesto que no se tiene ningún estudio realizado a cerca del terreno donde se sitúa el proyecto se realizarán las prospecciones, toma de muestras y ensayos pertinentes para la confección del estudio geotécnico.

Este documento es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de edificio previsto y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos de éste. Aporta información indispensable sobre la composición del suelo, localización del estrato resistente y del nivel freático, datos que son indispensables para poder situar y diseñar la cimentación adecuada, su profundidad, etc.

### Descripción geológica del subsuelo:

El terreno sobre el que se asienta el barrio de El Cabanyal, "se ubica dentro del sistema Cuaternario que forma la amplia llanura donde se asientan las tierras de labor holocenas de poco espesor de la Huerta de Valencia y las arenas silíceas costeras. Esta formación se corresponde con los depósitos de aluviones del delta originado por las grandes crecidas de carácter estacional y torrencial del río Turia y sus afluentes.

En la zona más superficial del terreno predominan los materiales finos, por lo que el subsuelo directamente afectado por la cimentación está compuesto por arenas finas amarillas, limos arenosos pardos y grises, y limos de inundación, con cantos sueltos poco significativos.

Bajo una capa muy superficial de rellenos antrópicos varios, se sitúa el nivel de arena graduada con limo, de compacidad media y color gris oscuro, con presencia de conchas. Por debajo de este nivel se sitúan los fangos (turberas, marismas y materia orgánica) compuestos por limos arenosos de menor plasticidad. A medida que aumenta la profundidad aparecen niveles de arcillas ocre-amarillentas, de plasticidad media, entre arenas y algunas gravas, y finalmente capas de gravas heterométricas redondeadas y arena limosa marrón-ocre de mayor compacidad.

El nivel freático es muy superficial y algo fluctuante en profundidad, con posible influencia de las sales de agua marina y, en menor grado, de los flujos hídricos continentales."

(Fuente: Aranda Navarro, Fernando; en su texto "Resistencia construida" para el libro "El Cabanyal, patrimonio en riesgo" 2012 Editorial UPV)

## 2.3. DESPEJE, DESBROCE Y ORGANIZACIÓN DE LA OBRA

Antes de comenzar cualquier operación debe procederse a la limpieza superficial de la parcela, escombros, elementos de mobiliario que puedan dificultar la obra, vegetación, etc.

Posteriormente podrá acondicionarse para el replanteo y prever el espacio necesario para los elementos siguientes: vallado, grúa, contenedores, acopio de materiales, aseos, casetas de obra, etc.

En este caso no tenemos problema de espacio para el almacenaje ya que se dispone del espacio interior de las naves y del espacio público de la plaza de Calabuig, que quedará adecuadamente vallado en el momento de realización de las obras.

## 2.4. ALINEACIONES, RASANTES Y REPLANTEO

Debe de replantearse para trasladar las medidas del plano al terreno en tamaño real, según las indicaciones de los planos, marcando los puntos fundamentales que definen la ubicación en planta y los niveles necesarios para la ejecución de la obra; así como confirmarse la posición de los nuevos elementos dentro de la parcela y respecto de los elementos que aparecen en ella, dado que se mantiene la construcción antigua.

Se procederá a marcar las zonas en las que se precisará de nueva cimentación, y por otro lado, las zonas en las que se excavará para garantizar un correcto acondicionamiento de los interiores en las preexistencias. Ante todo hay que señalar con la mayor exactitud posible las esquinas o vértices más importantes con estacas, las líneas de los muros con cordeles atirantados y, mediante la plomada referirlos al terreno o, después, al cimiento. Es muy recomendable tomar medidas de comprobación.

El proceso de replanteo finaliza con el levantamiento del Acta de Replanteo y de un plano de obra con cotas y rasantes definitivas, con referencia al estado actual del solar.

### 3. ESTADO PREVIO DE LAS NAVES





### 3.1. INTRODUCCIÓN

El edificio de las naves, no cuenta con ningún tipo de protección histórica o arquitectónica que limite la actuación en él. Sin embargo, parece interesante conservarlo y respetar su carácter original porque representa la tipología industrial de finales del siglo XIX y principios del XX en la zona, así como por ser testigo de la historia del barrio durante el pasado siglo. Además, su elevada potencialidad para albergar nuevos usos resulta determinante para la toma de esta decisión.

Las naves fueron construidas en el año 1924, según la Dirección General del Catastro del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Se encuentran en la esquina que forman las calles Vicente Brull y Mariano Cuber (C/ Vicente Brull, 32). Ocupan una parcela de 30,8 x 31,15 m, distribuyéndose en ésta las dos naves, cada una de 30,8 x 15,57 m.

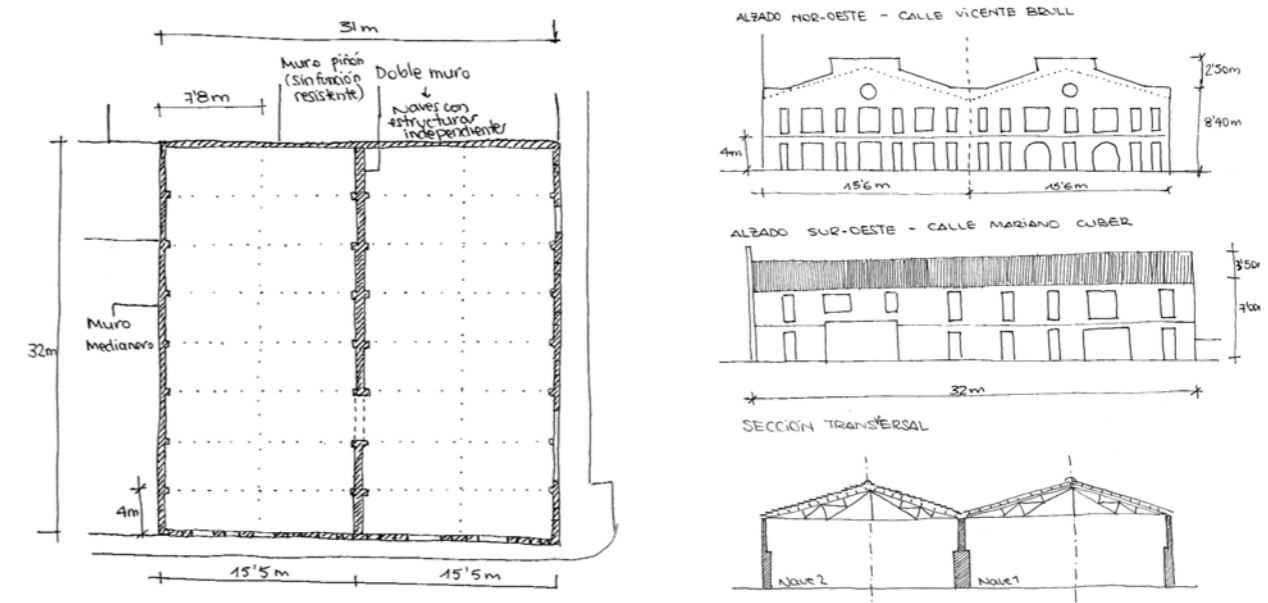
Cabe pensar que, originalmente, los accesos al edificio se realizaban por la calle de Vicente Brull, pues es en esta fachada donde los huecos son más nobles. Sin embargo, actualmente hay una puerta de dimensiones considerables abierta en la fachada de Mariano Cuber, mientras que las de Vicente Brull se encuentran cerradas o tapiadas.

En la parte posterior del edificio, el muro piñón constituye actualmente una medianera más, sin ningún tipo de apertura, lindando con algunas construcciones en estado decadente. Por su parte, lindando con la medianera norte, encontramos un edificio de viviendas.

### 3.2. MUROS

Las naves se encuentran una junto a la otra, pero cada una tiene su estructura independiente, pues el muro que se encuentra entre ambas es doble.

Los soportes se encuentran embebidos en los muros, a modo de pilastras, y tanto éstas como los muros son de ladrillo macizo. Podemos observar que la función resistente la absorben las pilastras, mientras que tanto las fachadas como las medianeras no intervienen en la transmisión de cargas verticales, aunque sí aportan resistencia a las horizontales.



El espesor de los muros es variable en altura. Podemos observar en la zona inferior, hasta una altura de 4 m, que los muros tienen un pie y medio, mientras que en la parte superior cuentan con un pie de ladrillo macizo, hasta alcanzar los 7 m. En el muro medianera norte, podemos observar además, que en la parte inferior existe una zona compuesta con mampostería, posiblemente debido al refuerzo de una medianera preexistente en el momento de construcción de las naves.

Las fábricas se encuentran en buen estado para soportar las cargas actuales. El aparejo es de tipo flamenco, alternando en cada hilada las sogas con los tizones. La regularidad del aparejo se reduce para resolver la formación de pilastras, recercados, remates y cornisas. El tamaño medio del ladrillo es de 15x12x5 cm, con juntas de llagas y tendeles enrasadas de 1 cm.

En cuanto a los huecos, es obvio por la observación de las fachadas, que éstos han sido modificados a lo largo de los años. Actualmente la mayoría están tapiados, y nuevos huecos se han realizado en la fachada de la calle de Mariano Cuber por mera cuestión funcional, sin haber tenido en cuenta la composición del alzado ni del edificio en sí.

Los huecos superiores están adintelados con elementos rectos de madera, y los inferiores con dinteles de ladrillo a soga, sin variación en el aparejo de fachada, con excepción de los huecos en arco de medio punto en la fachada de Vicente Brull. Los tímpanos de las portadas de ambas naves en la calle de Vicente Brull se aligeran con sendos óculos circulares de ladrillo aparejado a sogas.



## 3.3. CUBIERTAS

Las cubiertas de las naves y su estructura, son la esencia de la tipología constructiva industrial de principios del siglo XX. Éstas denotan el carácter constructivo de oficio que tuvo el edificio.

Cada nave tiene una cubierta a dos aguas, soportada por una estructura metálica formada por siete cerchas principales en cada nave. Las cerchas son diferentes en cada una de las naves:

- Las cerchas de la nave sur, están formadas por pares de madera y el resto de la cercha es de perfiles metálicos. Los elementos comprimidos son perfiles en L de 80 mm, mientras que el resto de barras son pletinas de 60 mm.

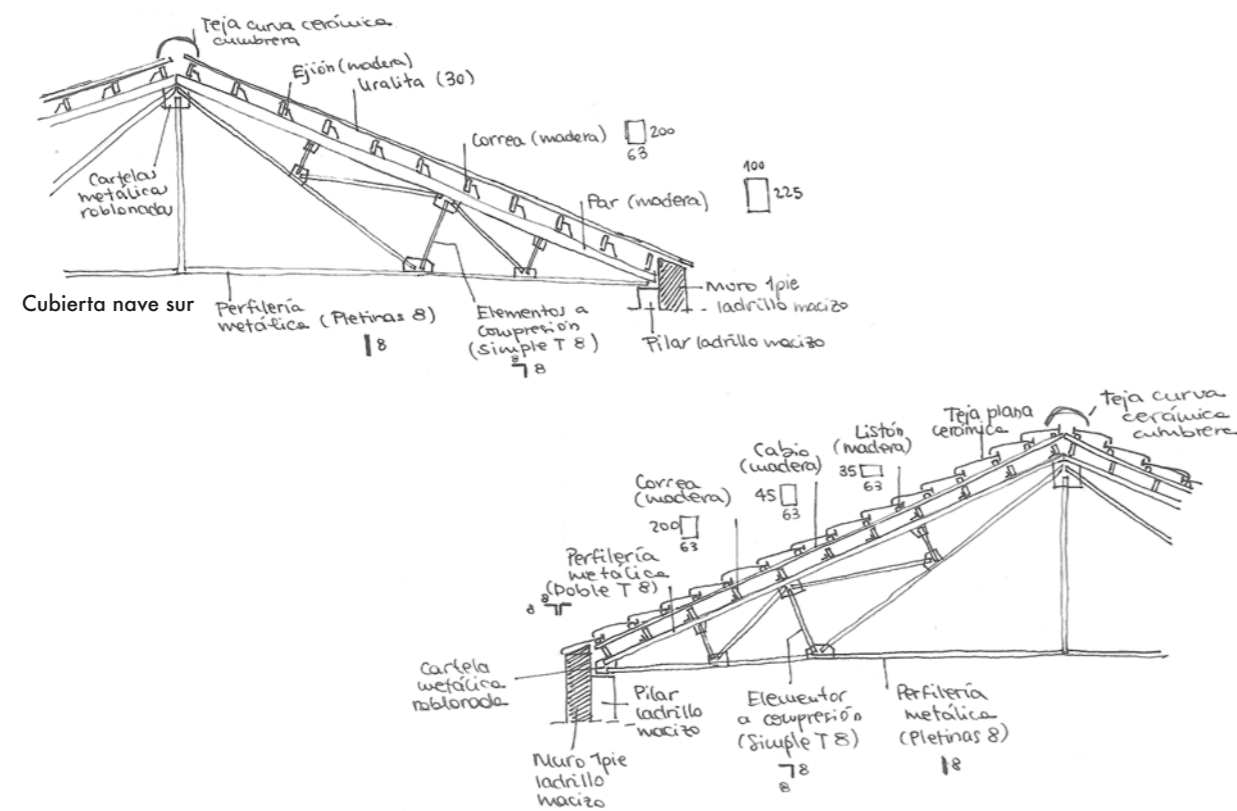
- Las cerchas de la nave norte son completamente metálicas. Sus pares están compuestos por 2L de 80 mm, y las demás barras son iguales que en la nave sur: L80 para los elementos comprimidos y pletinas de 60 mm para el resto.

Las cubiertas también tienen diferencias de una nave a otra:

- En la nave sur, la cubierta es de uralita, y se sujeta a la estructura mediante correas de madera.

- En la nave norte, la cubierta es más compleja. Sobre las correas de madera dispuestas sobre las cerchas, se disponen los cabios, también de madera, en la dirección de máxima pendiente. Sobre éstos, y en dirección perpendicular, se colocan listones de madera cada 38 cm para sujetar las tejas que conforman la cobertura. Se trata de teja plana alicantina, y en la cumbre se utiliza una teja curva.

Cabe pensar que, en origen, el edificio tenía una cobertura unitaria de teja plana alicantina, respondiendo al sistema de la nave norte. Probablemente su deterioro y estado de conservación hicieron necesaria su reparación, pero por motivos económicos ésta fue sustituida por la cobertura de uralita.



Cubierta nave norte



Cubierta nave sur



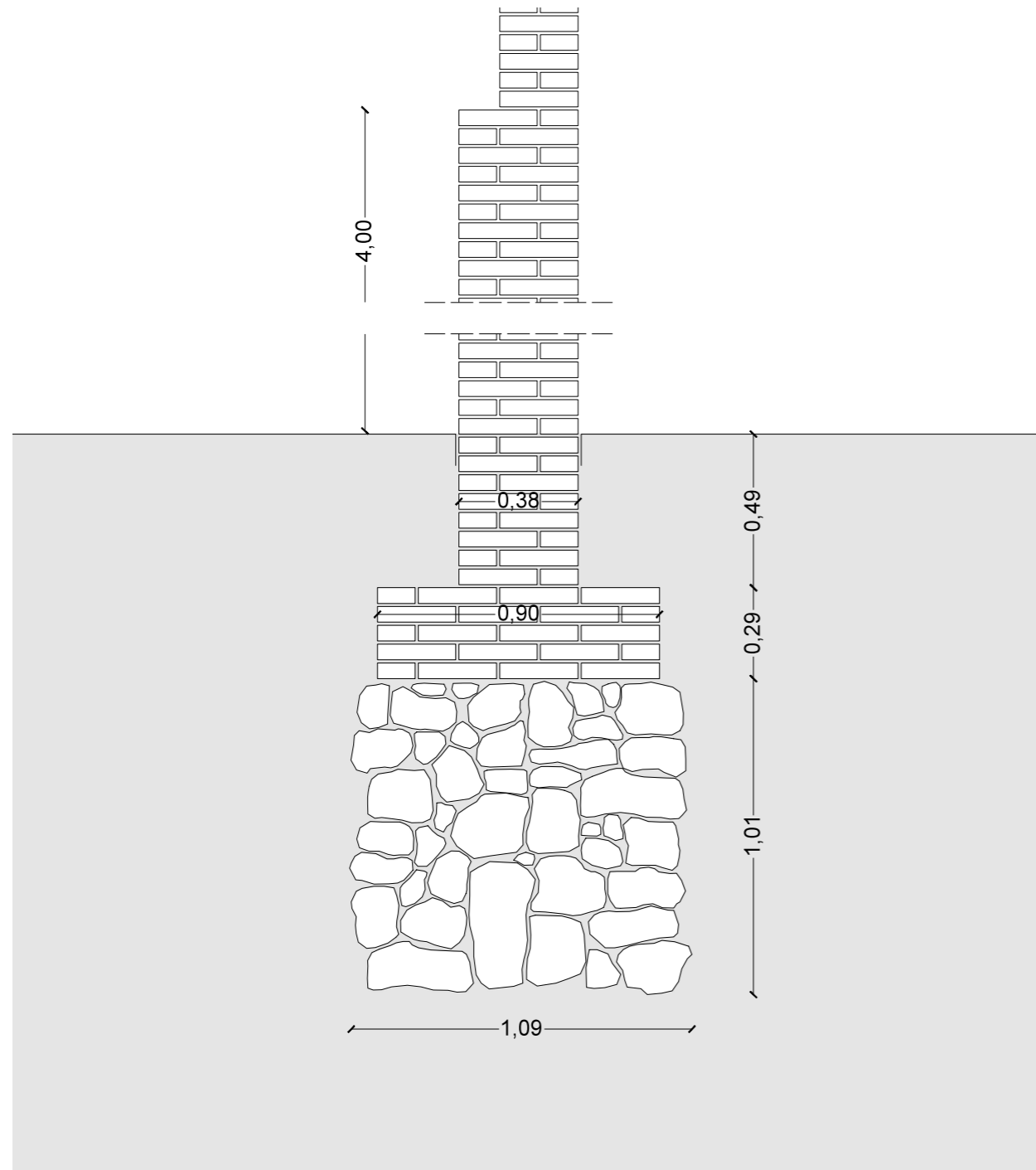
Cubierta nave norte



### 3.4. CIMENTACIÓN

En cuanto a la cimentación, aunque no tenemos datos exactos sobre la ella, por la época en la que fue construido el edificio, y por la zona en la que se encuentra, podemos deducir que debía ser una cimentación de zapata corrida bajo los muros, conformada por un enchachado de piedras y mortero, para proteger al muro de fábrica de ladrillo de estar en contacto directo con el terreno.

Este enchachado debía tener aproximadamente un metro de altura, y el muro debía prologarse lo suficiente para que el enano pudiese alcanzar el terreno resistente. Además, el muro se ensancha considerablemente en su parte inferior para un mejor asentamiento sobre la cimentación.



Detalle 01

### 3.5. SOLERA

El suelo de las naves es una solera directa sobre el terreno. Sobre ésta se dispondrá el sistema de climatización mediante suelo radiante/refrigerante, que posteriormente se cubrirá con una capa de mortero fratasado, que servirá como pavimento en el espacio interno de las naves.

## 4. ACTUACIONES EN LAS NAVES



### 4.1. INTRODUCCIÓN

La primera voluntad del proyecto es reutilizar y conservar las naves preexistentes, partiendo del entendimiento de éstas como un contenedor en el cual se interviene lo mínimamente posible para garantizar el confort en su interior. Con ello se pretende mantener la visión tanto exterior como interior de las naves, y conservar la esencia de la preexistencia.

La arquitectura realizada en el interior de las naves siempre se entiende como una arquitectura independiente que nunca está en contacto directo con las preexistencias:

- Las naves son una envolvente, una piel que encierra los usos del coworking. Hablando según los términos de la idea del proyecto, las naves serían “la muñeca grande” dentro del sistema de una matryoska.
- Las naves entran en relación con un nuevo volumen que emerge de ellas, pero que en ningún momento se tocan físicamente o estructuralmente.
- El sistema de boxes, que supone las “particiones” dentro del espacio interno de las naves, también se encuentran aisladas dentro de la envolvente.

Se pretende así, mantener el espacio interior completo, sin fragmentarlo y entendiéndolo como un espacio unitario dentro de las naves, de la misma manera que se entiende actualmente.

Es necesario pues, establecer el estado de conservación de los diferentes elementos constructivos que componen el edificio, y los criterios a seguir para obtener un espacio confortable en su interior.

#### 4.1.1. LOS MUROS

Las fábricas se encuentran en perfecto estado para la sustentación de su peso propio y de la cubierta.

Las intervenciones en ellos serán las siguientes:

- Apertura de los huecos originales en las fachadas para garantizar el confort lumínico.
- Eliminación del muro piñón para conseguir la interacción de las naves con el espacio público de la plaza de Calabuig.
- Perforación del muro intermedio entre las dos naves para relacionar el espacio interior de las dos naves.

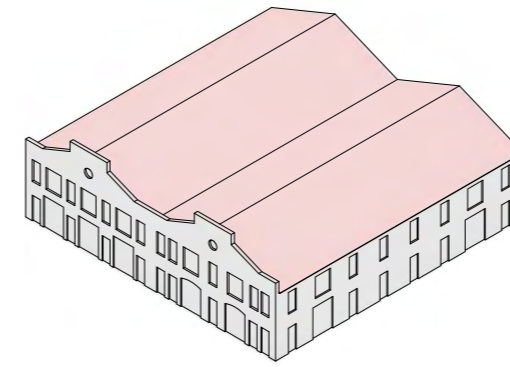
#### 4.1.2. LA CUBIERTA

Se propone unificar todo el sistema de cubiertas para obtener una imagen de conjunto tanto en el exterior como en el interior. Se recurre, pues, al sistema originario de la cubierta de teja plana alicantina como solución para la cobertura de ambas naves.

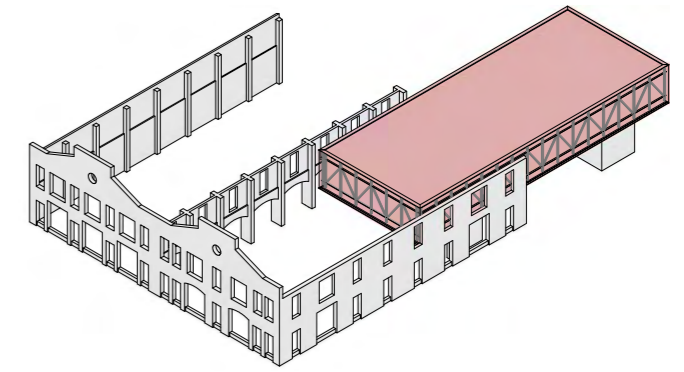
Además, también se unificará el sistema estructural de las cerchas, sustituyendo los pares de madera de las cerchas en la nave sur, por 2L 80, siguiendo el esquema de la nave norte.

El confort climático en la cubierta se garantizará mediante la colocación de un panel sandwich ligero bajo las tejas, que realice la función de aislamiento térmico.

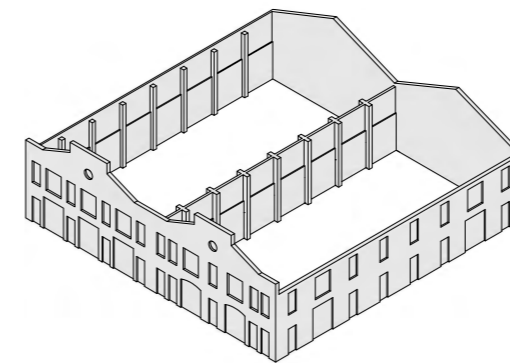
A continuación se describe el proceso constructivo llevado a cabo en la rehabilitación de las naves.



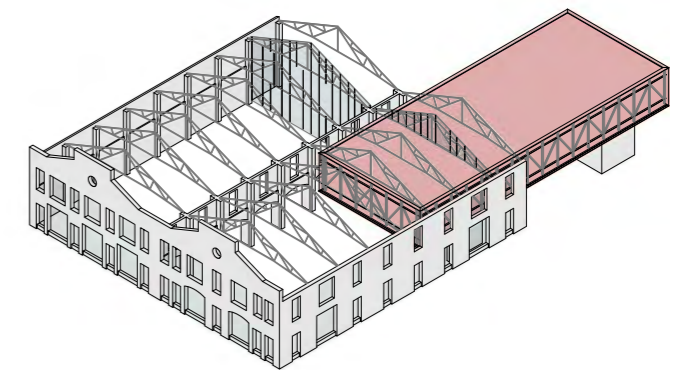
1. Estado previo



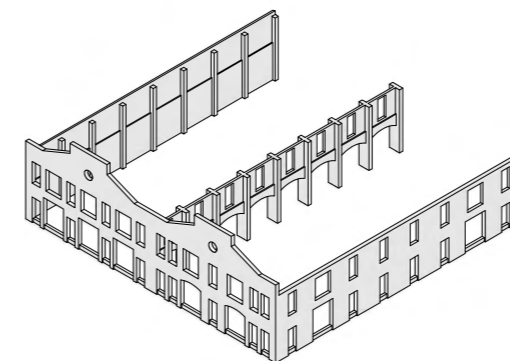
4. Construcción del nuevo volumen



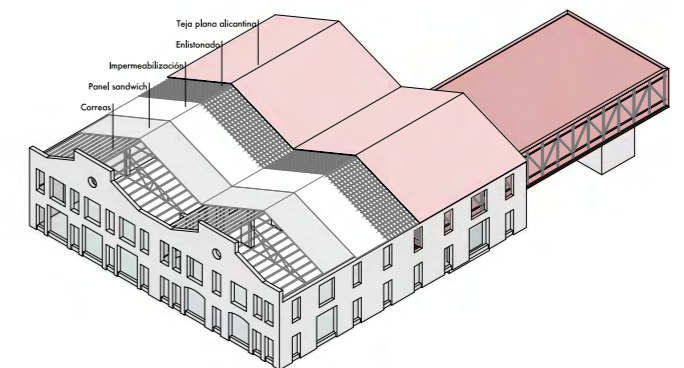
2. Desmontaje de la cubierta



5. Montaje de la estructura de la cubierta



3. Derribo del muro piñón y apertura de huecos



6. Reconstrucción de la cubierta

## 4.2. DESMONTAJE DE LA CUBIERTA

En primer lugar se procederá al desmontaje de las cubiertas de las naves.

Las tejas y las correas de madera se seleccionarán y se conservarán aquellas que se encuentren en buen estado para su reutilización en la reconstrucción de la cubierta.

Las cerchas se desmontarán, se limpiarán y sanearán, y se volverán a montar, para posteriormente ser colocadas en su lugar de origen.

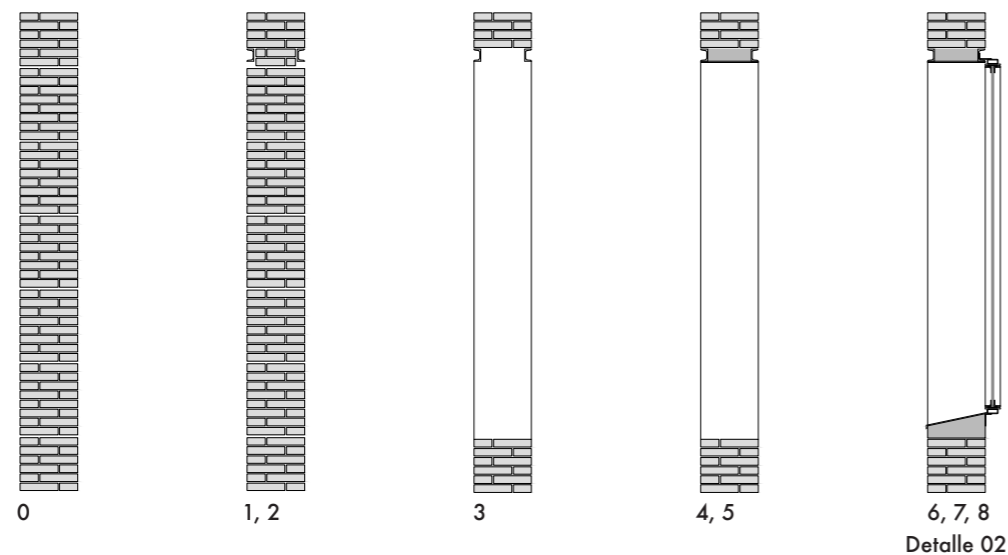
## 4.3. MUROS

A continuación se realizarán las perforaciones en los muros.

- Se abrirán los huecos originales en las fachadas.
- Se derribará el muro piñón.
- Se perforará el muro intermedio entre las dos naves.

Para realizar las perforaciones en las fachadas y en la zona superior del muro intermedio, donde los huecos son rectangulares, el proceso constructivo será el siguiente:

1. Extracción de parte de la fábrica del dintel, por su cara exterior y colocación de un perfil UPN 80 por la cara exterior del dintel.
2. Extracción de parte de la fábrica del dintel, por su cara interior y colocación de un perfil UPN 80 por la cara interior del dintel.
3. Extracción del resto de la fábrica del hueco.
4. Cercado del dintel por su cara inferior con una pletina de 8 mm de espesor perforada para posterior inyección de hormigón.
5. Inyección de hormigón.
6. Construcción del vierteaguas de hormigón en la parte inferior del hueco.
7. Recercado del hueco con una chapa de acero galvanizado.
8. Colocación de la carpintería.

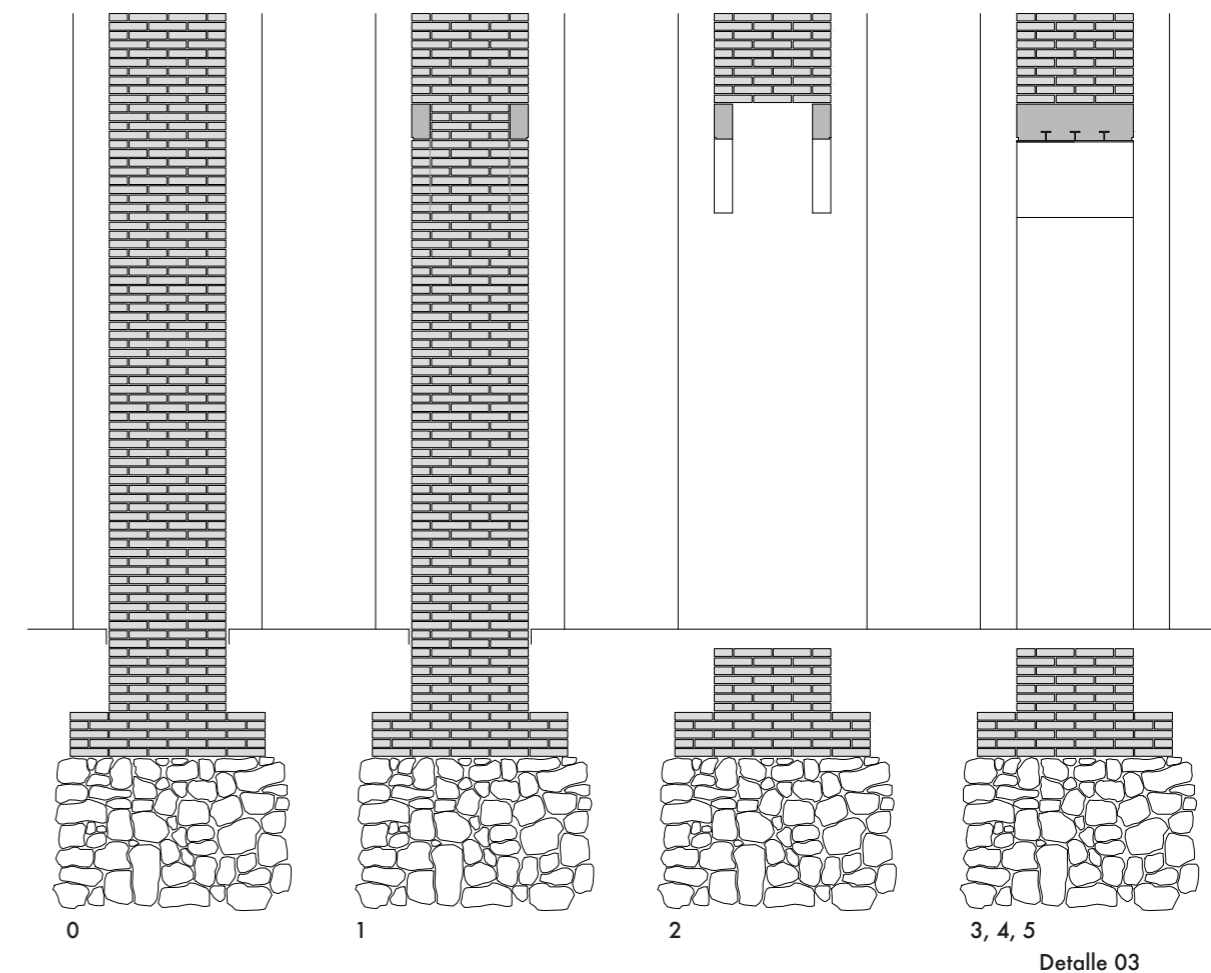


En la zona inferior del muro intermedio, las perforaciones se realizan en forma de arco. Esto es así para permitir una mejor distribución de las cargas, y para tener la posibilidad de eliminar el muro de pilastra a pilastra en la parte inferior, logrando un espacio unitario en planta baja, que únicamente se verá interrumpido por los pilares, ahora exentos, cada 3,80 m.

El proceso constructivo es similar al anterior, pero para mejorar la adherencia con el hormigón y el mejor reparto de las cargas, la pletina inferior del dintel estará reforzada con tres perfiles en T dispuestos longitudinalmente.

Además, en lugar de utilizarse perfiles UPN para el conformado del dintel, éste se dejará de hormigón visto. El proceso constructivo será el siguiente:

1. Extracción de parte de la fábrica del dintel en arco, por ambas caras, y hormigonado de los huecos resultantes.
2. Una vez fraguado y endurecido el hormigón, extracción del resto de la fábrica del hueco.
3. Cercado del arco por su cara inferior con una pletina de 10 mm de espesor reforzada con 3T 60mm y perforada para posterior inyección de hormigón
4. Inyección de hormigón
5. Recercado del hueco con una chapa de acero galvanizado.





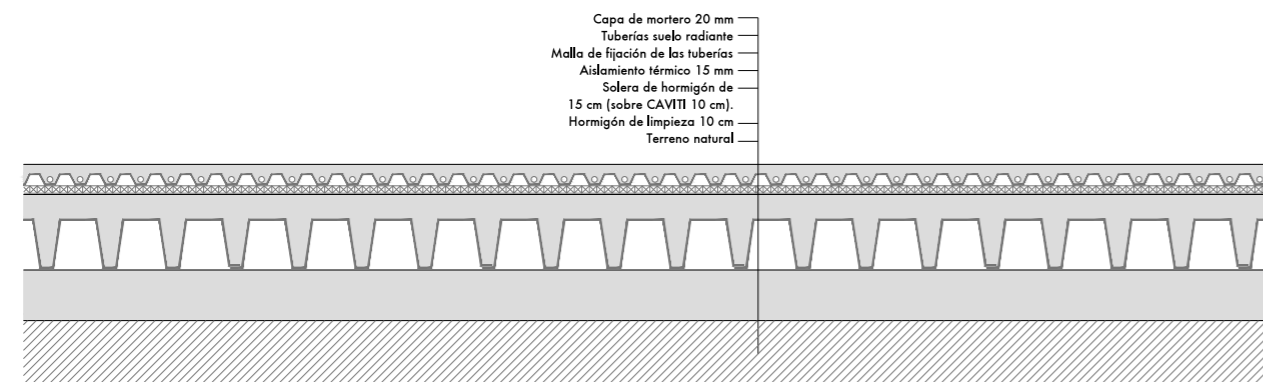
#### 4.4. CIMENTACIÓN DEL NUEVO VOLUMEN Y SOLERA

A continuación se realizará la solera en el espacio interno de las naves, y la cimentación del nuevo volumen que emerge de ellas.

Tras realizar el replanteo se excavará el espacio donde se ubicará la nueva cimentación, y se preparará la solera preexistente para que ésta actúe como hormigón de limpieza de la nueva, una vez acondicionada para ello, siendo necesaria su limpieza y eliminación de cualquier agente corrosivo que pudiese haber sobre ella. En caso de determinarse que la solera existente no pudiera realizar estas funciones, se excavará y se retirará, colocando un hormigón de limpieza de 10cm sobre el terreno natural. En cualquier caso, esta excavación no será de más de 40 cm. Sobre la nueva solera se dispondrá el sistema de suelo radiante/refrigerante para la climatización del espacio de las naves.

Puesto que no se tiene referencia de ningún tipo de estudio ya existente tales como catas, por las características constructivas del edificio y los datos consultados de edificaciones similares se puede determinar lo siguiente:

El nivel freático está a una profundidad baja, entre 1 y 2 m de profundidad, por lo que habrá que tomar las medidas pertinentes de compactación. Existen edificaciones colindantes pero no será de transcendencia a la hora de la construcción de la cimentación del nuevo volumen en las naves, ya que ésta no entra dentro de las zonas críticas de los edificios contiguos.



#### 4.5. NUEVO VOLUMEN

Tras haber realizado la cimentación, se procederá a construir en nuevo volumen que emerge de las naves.

Este proceso se explica detalladamente en el capítulo 5 de este apartado de la memoria.

#### 4.6. ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA

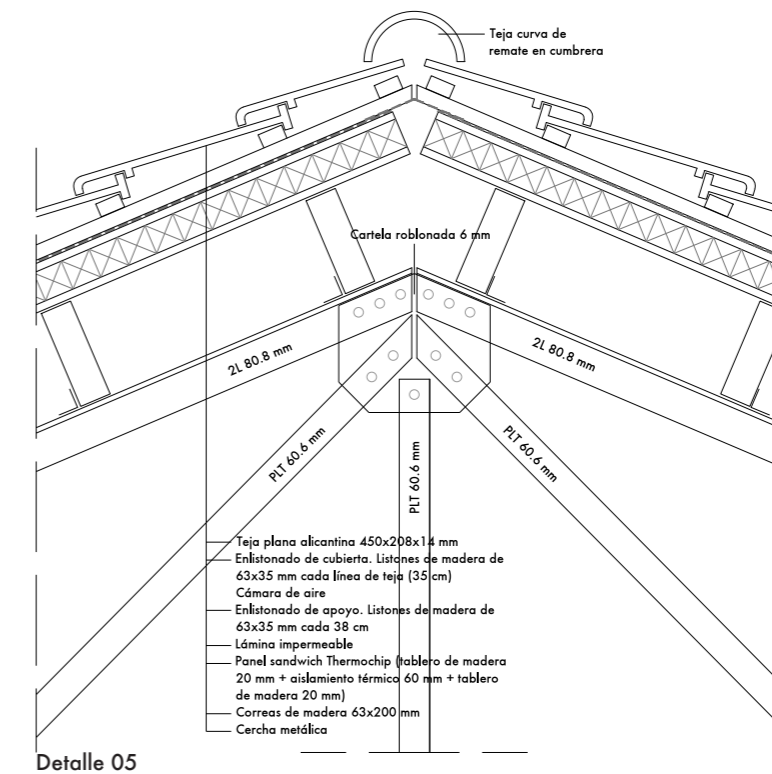
Una vez construido el nuevo volumen, se iniciará el montaje de la cubierta de las naves, que había sido desmontada previamente.

En primer lugar se volverán a colocar las cerchas en su lugar de origen, una vez limpias y adecuadamente ensambladas.

#### 4.7. CUBIERTA

La cubierta se dispondrá sobre las cerchas de igual forma en que se encontraba éste en la nave norte, pero incorporando esta vez el panel sandwich ligero que tendrá la función de aislar térmicamente la cubierta.

1. En primer lugar se dispondrán las correas, consistentes en unos listones de madera de 200x63 mm, separados entre sí una distancia de 67 cm, y apoyados directamente sobre las cerchas y sobre casquetes angulares, a modo de ejiones, dispuestos para ello.
2. A continuación se dispondrá el panel sandwich, clavado sobre las correas.
3. Sobre éste se extenderá una lámina impermeabilizante.
4. Después se construirá un entramado reticular de listones de 63x35 mm. Los listones en la dirección a la línea de máxima pendiente se clavarán al panel sandwich, mientras que los perpendiculares a ésta irán dispuestos encima de éstos, y a ellos se sujetarán las tejas.
5. Por último se colocarán las tejas, solapándose entre sí en las dos direcciones.



#### 4.8. CERRAMIENTOS VERTICALES

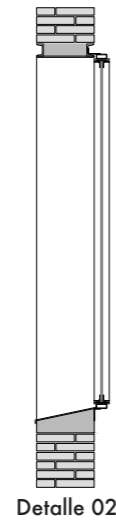
Los cerramientos verticales en el edificio de las naves, además de los muros preexistentes del propio edificio, son de dos tipos:

- Los que cubren los huecos de las fachadas.
- Un nuevo muro de vidrio que se instala en lugar del antiguo muro piñón.

##### 4.8.1. CERRAMIENTO EN LOS HUECOS DE LAS FACHADAS

Con el objetivo de minimizar al máximo el contacto de la intervención con el contenedor de las naves, la carpintería de los huecos de las fachadas se dispondrá en la cara interna de los muros, de forma que desde el exterior se aprecie lo menos posible su presencia.

El cerramiento se adosa al hueco, y en la parte interior puede verse cómo éste sobresale de su perímetro, para no ser percibido desde el exterior.



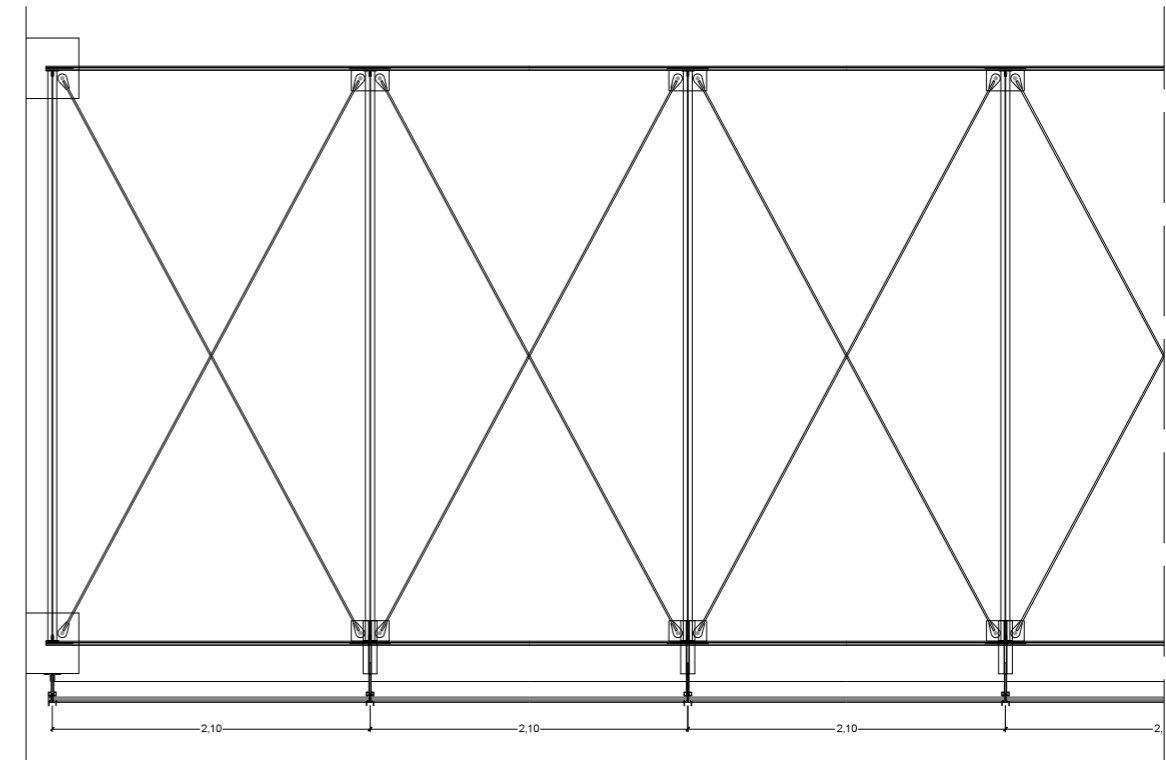
##### 4.8.2. MURO DE VIDRIO

Con la eliminación del muro piñón y la instalación de un nuevo muro de vidrio en su lugar, se busca la conexión total del espacio interior con el exterior.

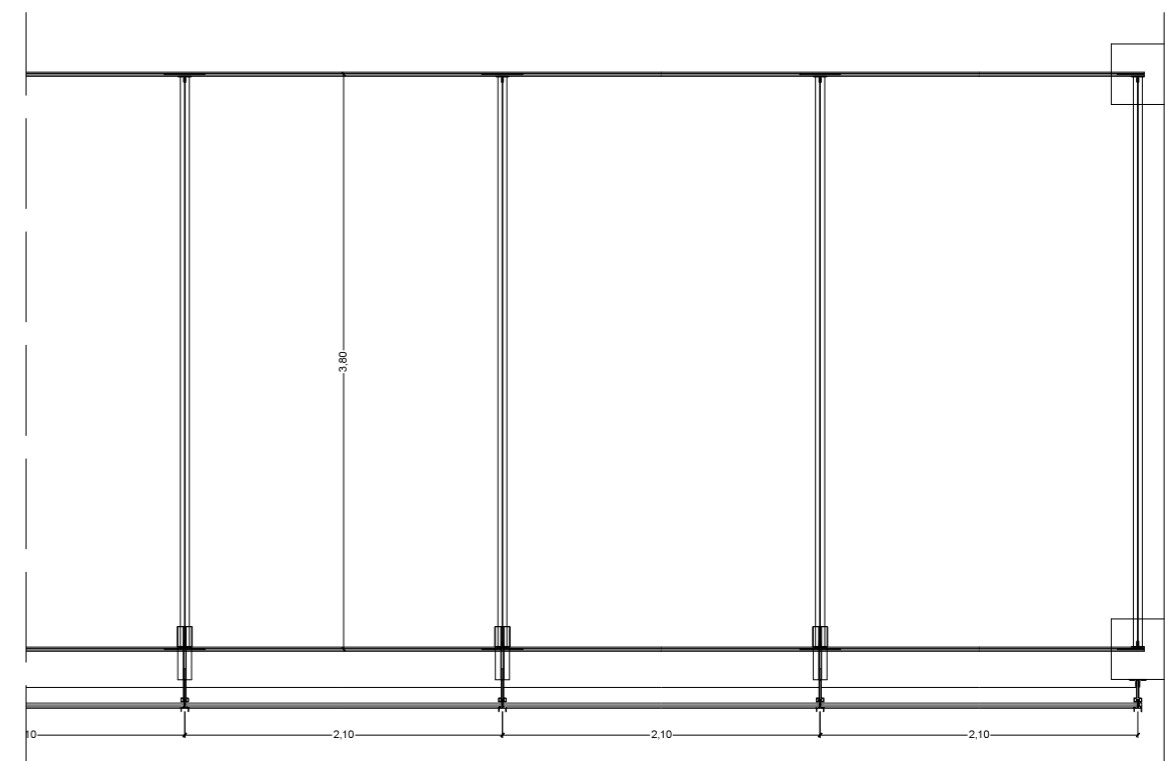
El muro de vidrio constituirá la que ahora es la fachada de acceso a las naves, y sus aperturas generarán una ventilación cruzada que permitirá la correcta climatización del espacio interior, así como el aporte lumínico necesario durante las horas de sol.

El mayor problema que plantea esta solución es de carácter estructural, pues el muro alcanza una altura máxima de 10 m en la zona central de la nave norte. Ello se soluciona mediante la incorporación, a la cercha inmediata al muro, de una estructura auxiliar que permita la transmisión de empujes horizontales generados por el viento. Las cargas verticales son absorbidas directamente por la vela del muro cortina hasta su cimentación propia (veáanse los detalles a continuación).

El despiece de la carpintería del muro de vidrio sigue un ritmo irregular, que genera vibraciones en la fachada, y que se utilizará también en los nuevos volúmenes de la manzana este.

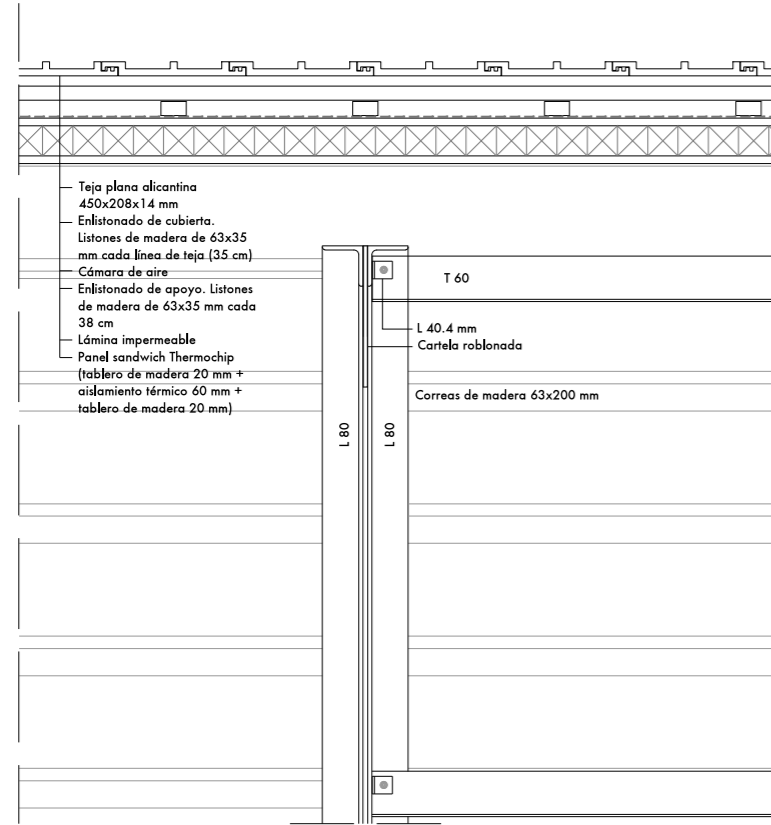


Estructura auxiliar entre las cerchas (planta cordón inferior)

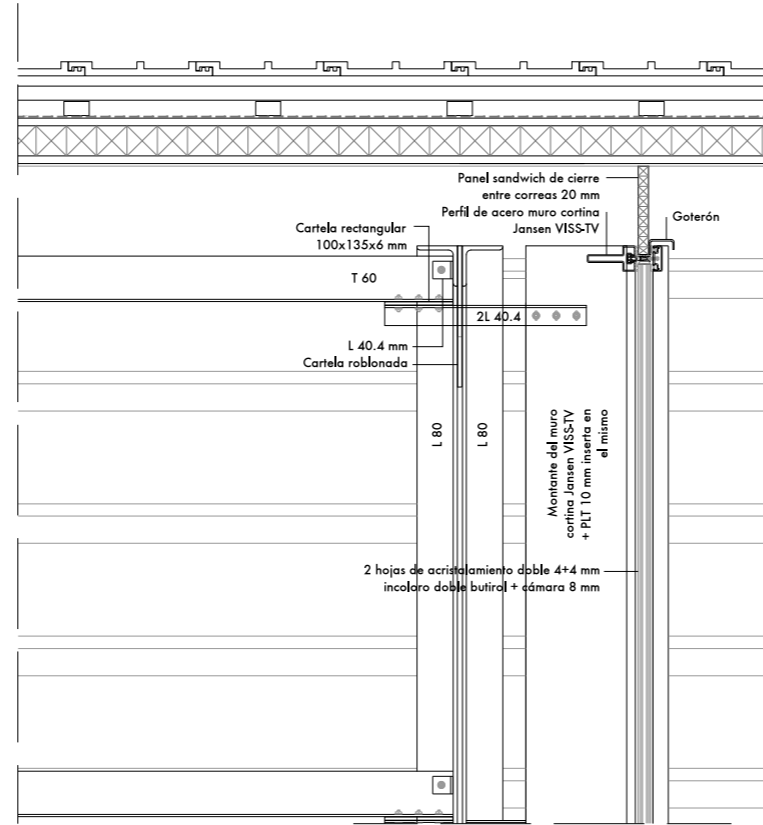


Estructura auxiliar entre las cerchas (planta cordón superior)

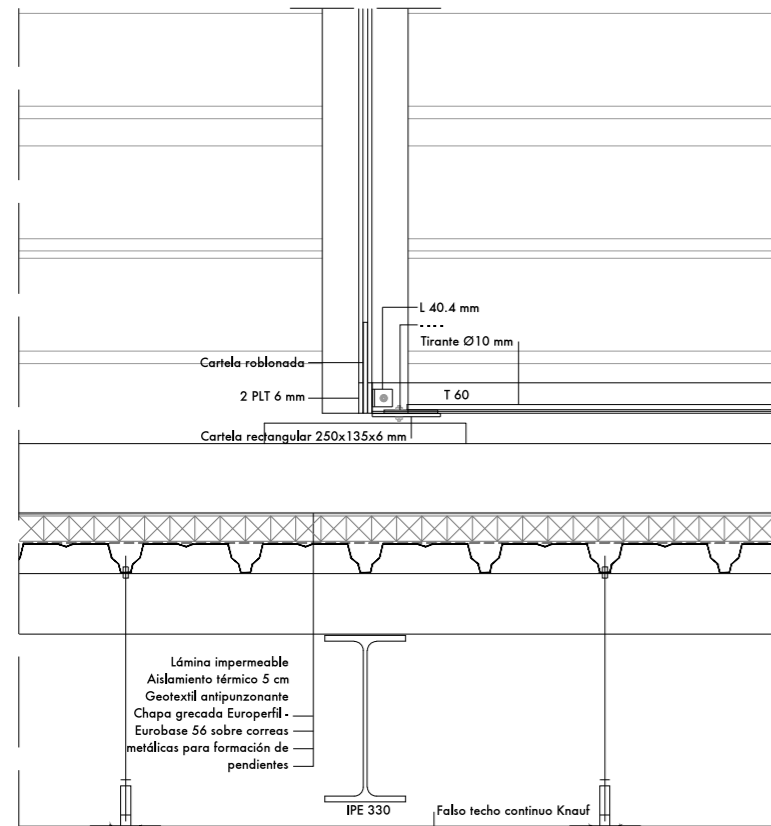




Detalle 06

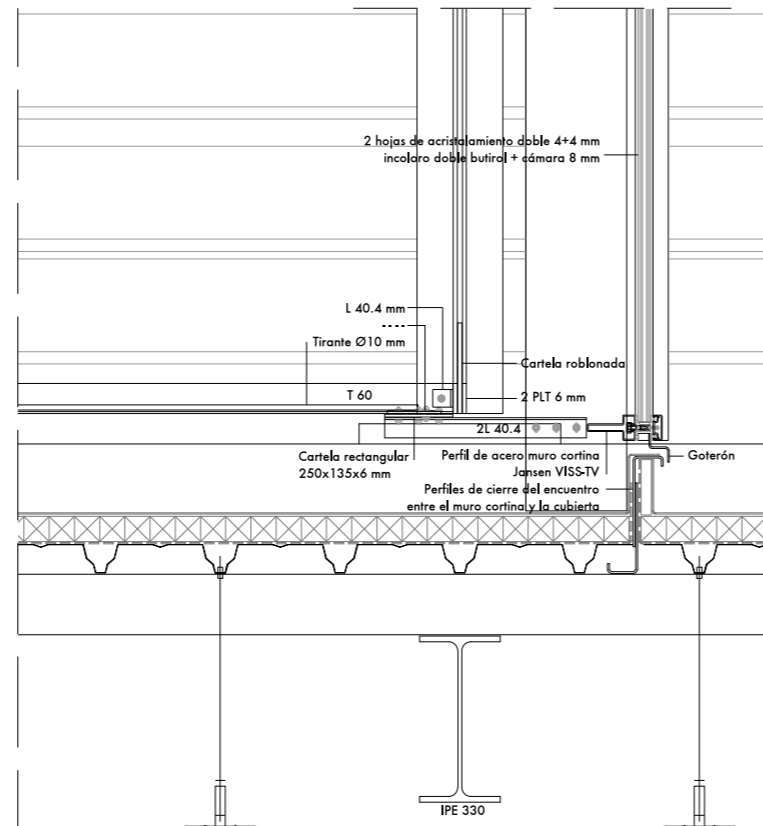


Detalle 08

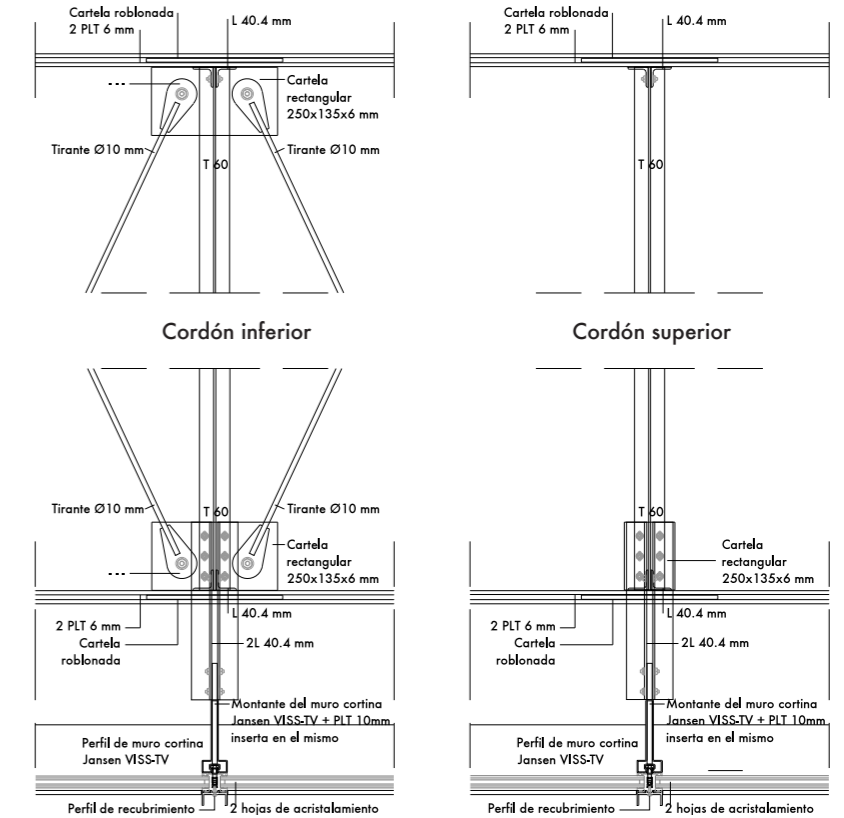


Detalle 07

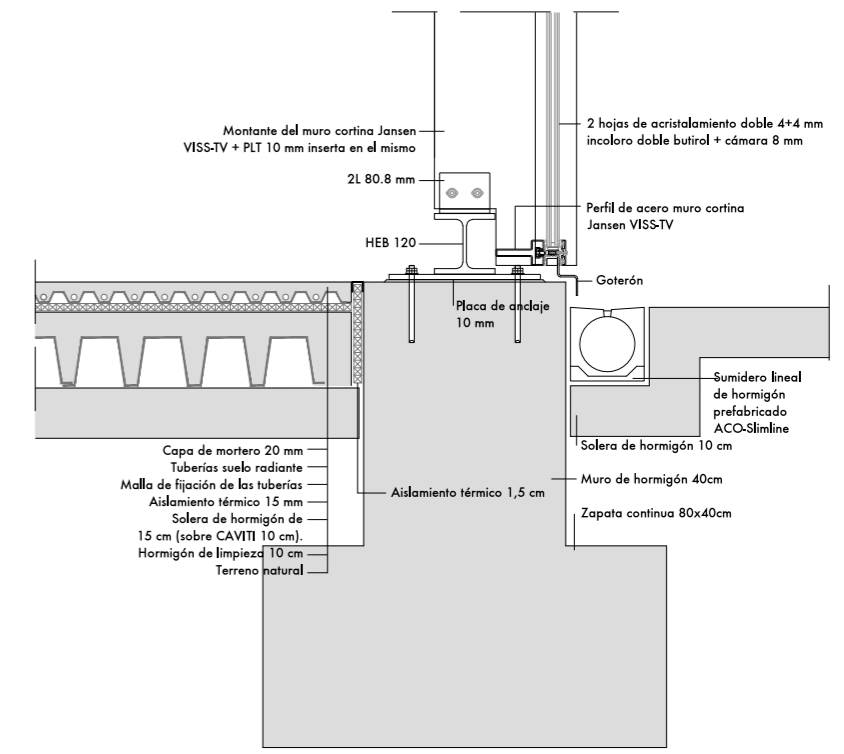
Estructura auxiliar entre las cerchas (sección). Encuentro con el nuevo volumen



Detalle 09

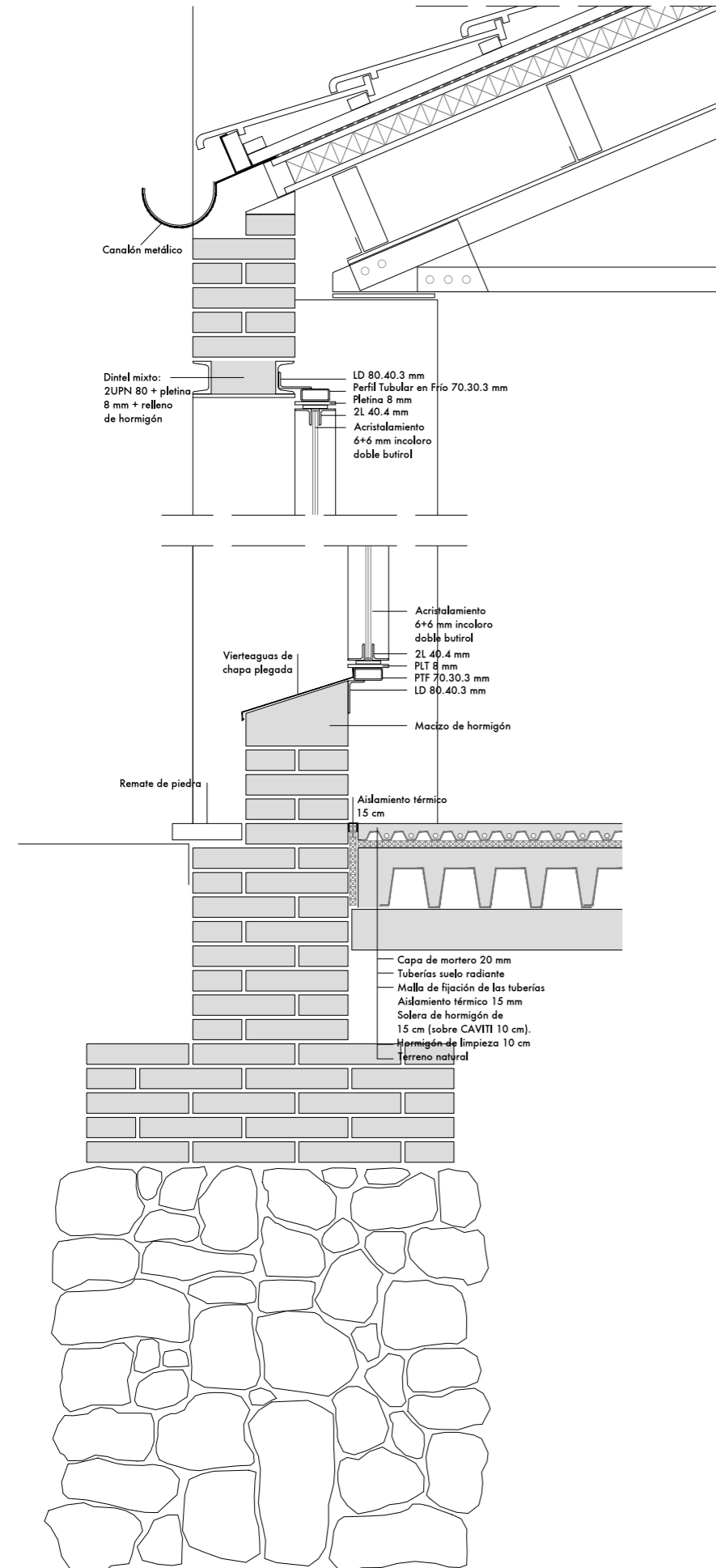


Detalle sujeción de la estructura auxiliar con la cercha (planta)

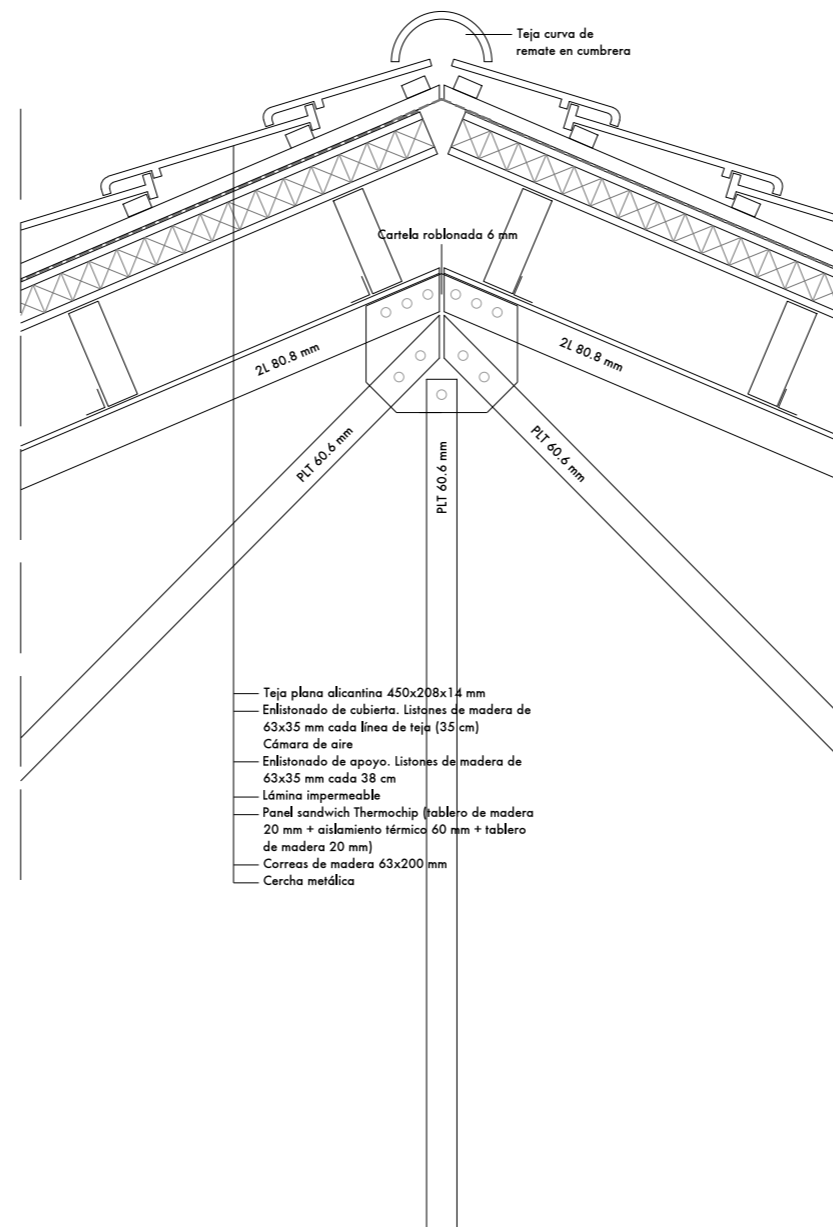


Detalle cimentación del muro de vidrio

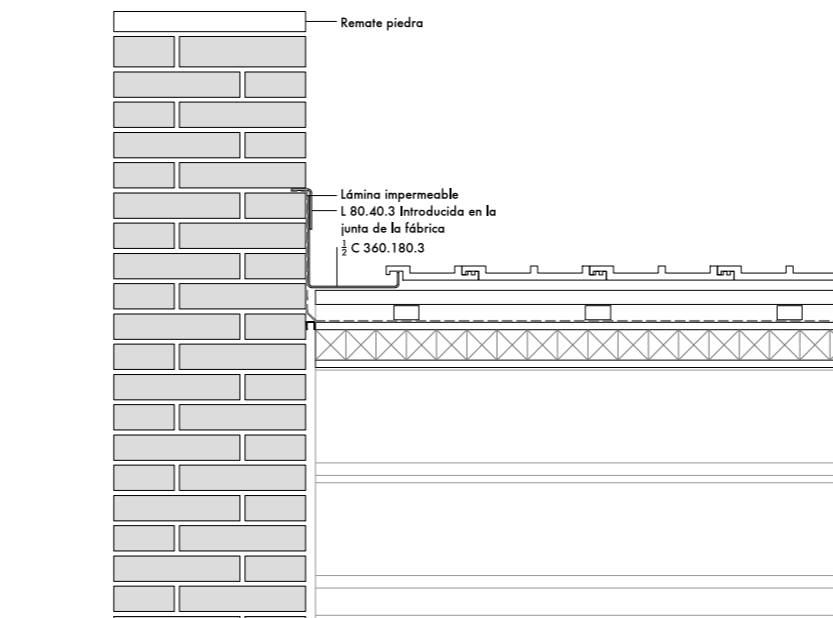
4.9. DETALLES CONSTRUCTIVOS



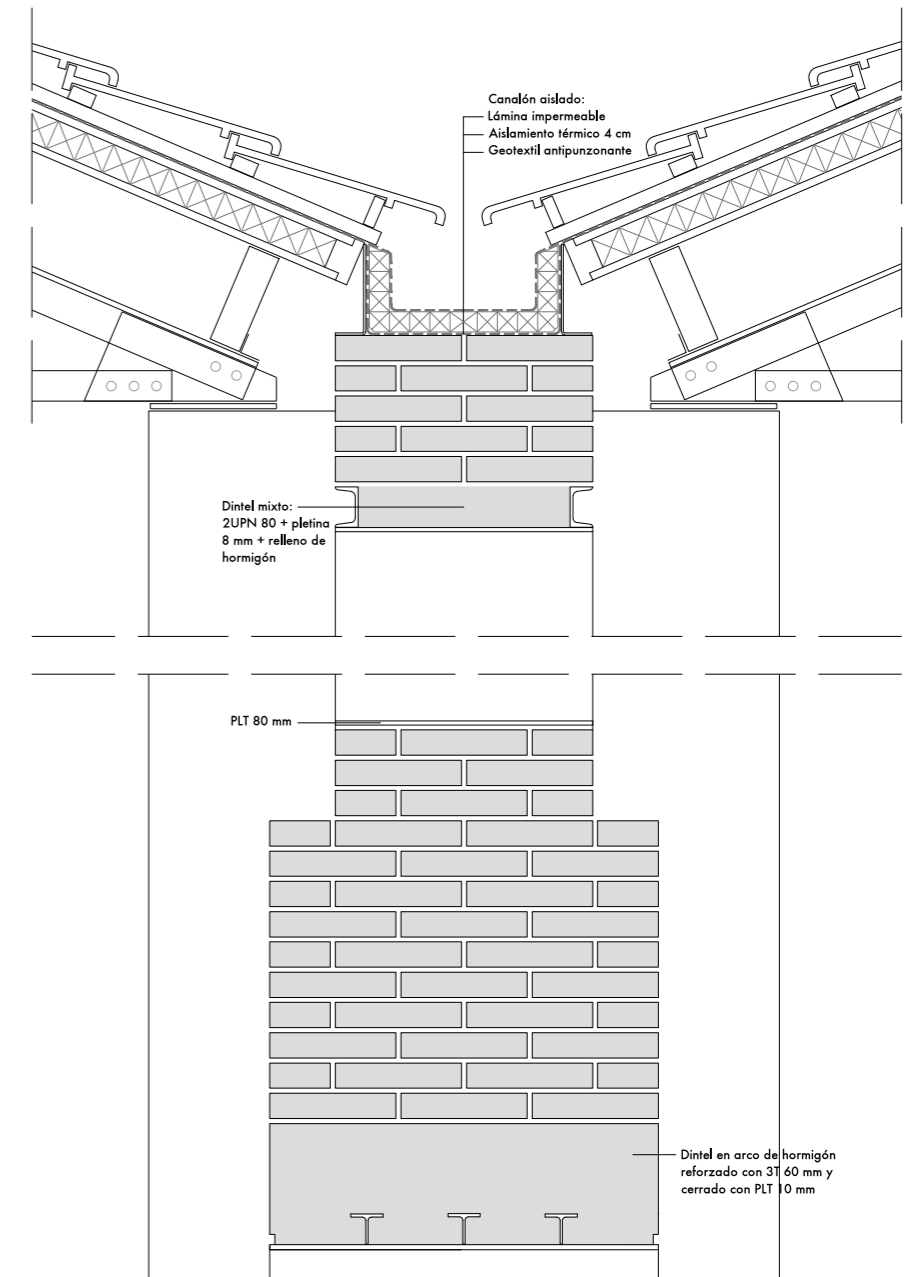
Muro de fachada (Mariano Cuber) - Detalle 10



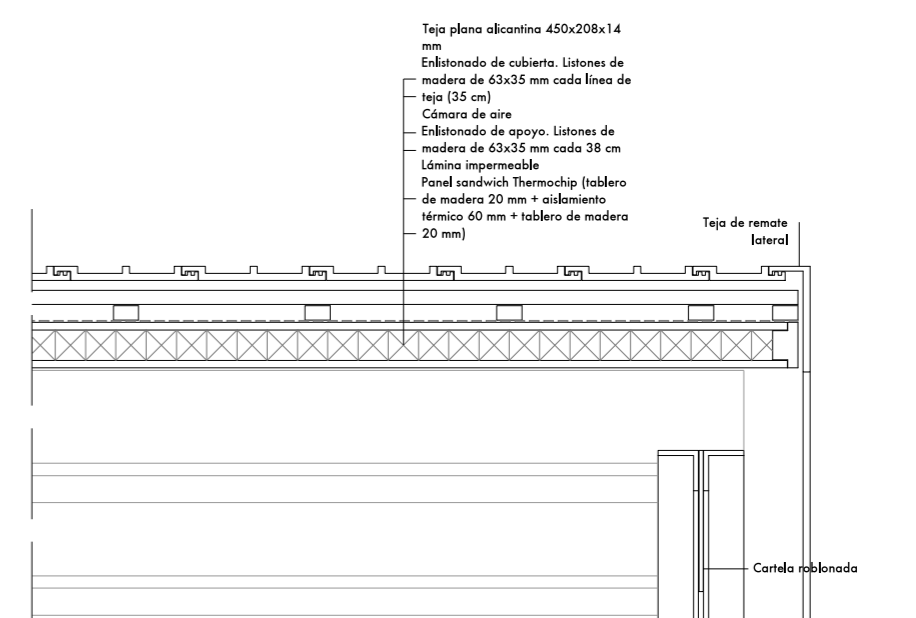
Cumbre (sección transversal) - Detalle 05



Remate de cubierta (fachada de Vicente Brull) - Detalle 12



Encuentro entre las dos naves (cubierta y muro intermedio) - Detalle 11



Remate de cubierta (fachada de plaza de Calabuig) - Detalle 13



## 5. EL NUEVO VOLUMEN

## 5.1. INTRODUCCIÓN

Este nuevo volumen se entiende como una caja que emerge de las naves, como si el propio espacio interno de la nave sur se quisiese extraer del interior de los muros cual si fuera un cajón. Dentro del sistema de una matrioska, el volumen se corresponde con la muñeca mediana, la que precede a la grande, de la cual surge.

El volumen consiste en un prisma del tamaño del espacio interno de una de las naves en planta, y de aproximadamente la mitad de su altura en sección. Éste se extrae de la nave y queda en parte dentro de ella, y el resto al exterior, en relación directa con la plaza de Calabuig. El volumen marca el acceso al interior de las naves, pues al encontrarse elevado una planta, su planta baja queda libre formando parte del espacio público.

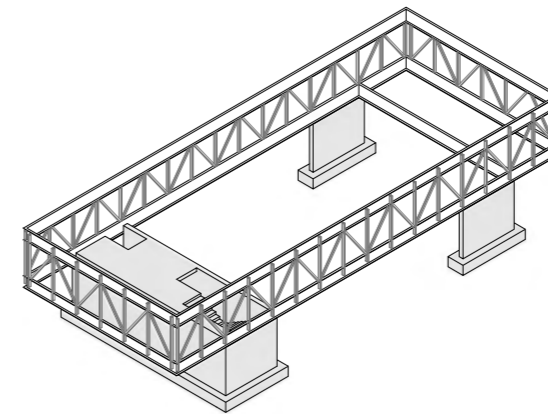
Es fundamental, pues, que el espacio que queda bajo el volumen permita el paso hasta el interior de las naves, y por tanto esté libre de obstáculos que dificulten la circulación. Lo mismo sucede en el espacio interno del volumen, el cual se entiende como un espacio diáfano de trabajo individual, donde cada usuario del coworking puede compartir espacio con otros trabajadores.

Por tanto es necesario que la estructura de este nuevo volumen no interrumpa los espacios generados en su interior y bajo el mismo, y por tanto se propone un sistema de estructura en celosía. De esta forma, los laterales largos actuarán como dos grandes vigas, y los laterales cortos como arriostramiento de éstas. La caja que se genera se sustenta apoyada sobre unas bases de hormigón a ambos lados del volumen, que se encuentran retiradas una crujía por cada extremo para facilitar la distribución de momentos.

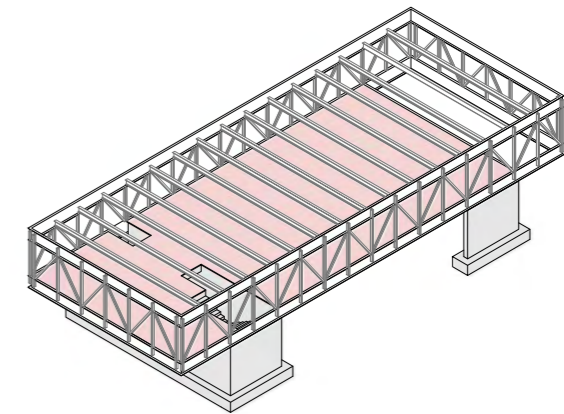
El carácter industrial que supone este tipo de estructura responde al edificio del que surge, es decir, las naves. No obstante, la estructura en celosía no supondrá un gran impacto visual desde el exterior, ya que el volumen finalmente se cubre con una chapa perforada que permitirá:

- Actuar como filtro visual entre exterior e interior.
- Proteger del soleamiento el espacio interno del volumen.
- Generar una cámara de aire en la fachada del volumen que permita una buena climatización.
- Ofrecer una imagen cambiante a lo largo del día: durante el día el volumen recibe la luz del exterior y durante la noche el volumen aporta luz desde el interior.
- Disminuir el impacto visual de la estructura en el espacio público, pues a través de la chapa perforada, ésta se percibirá como una sombra, sin ocultarse el sistema constructivo que supone.

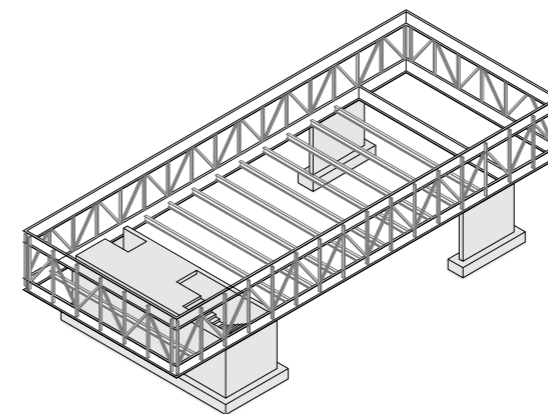
A continuación se describe el proceso constructivo del nuevo volumen.



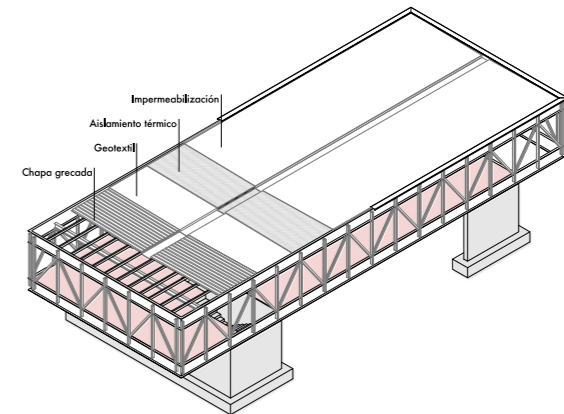
1. Construcción de los apoyos de hormigón y montaje de las vigas



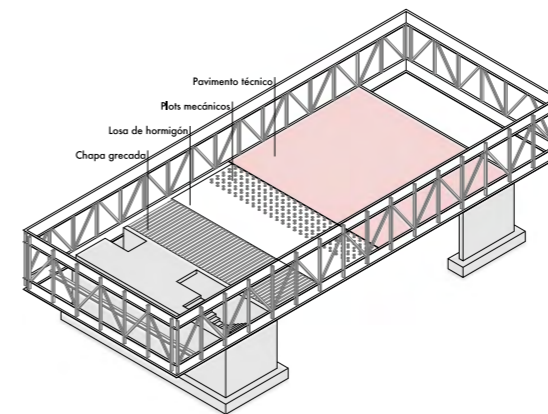
4. Montaje de las viguetas de la cubierta



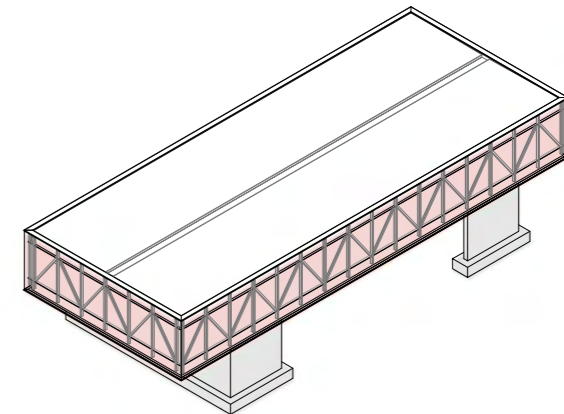
2. Montaje de las viguetas del primer forjado



5. Construcción de la cubierta



3. Construcción del primer forjado



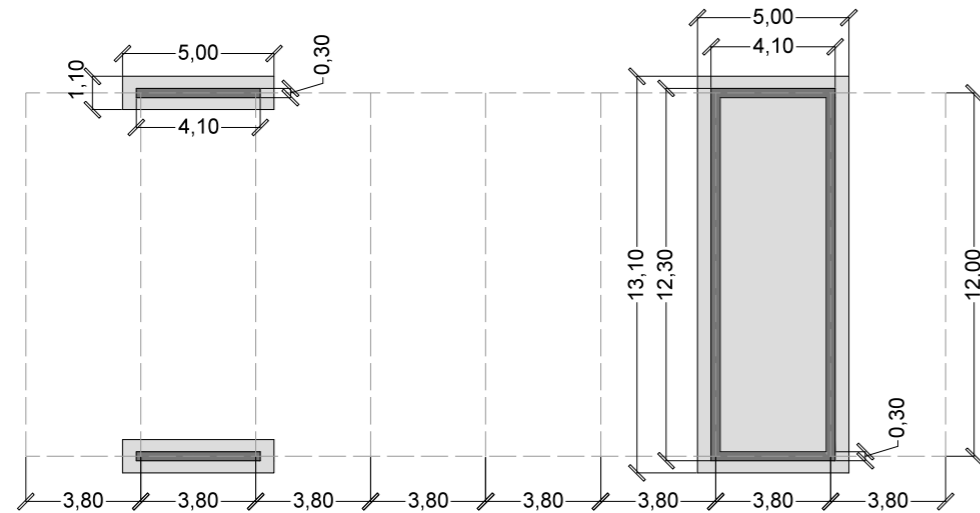
6. Colocación de los cerramientos verticales



### 5.2. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

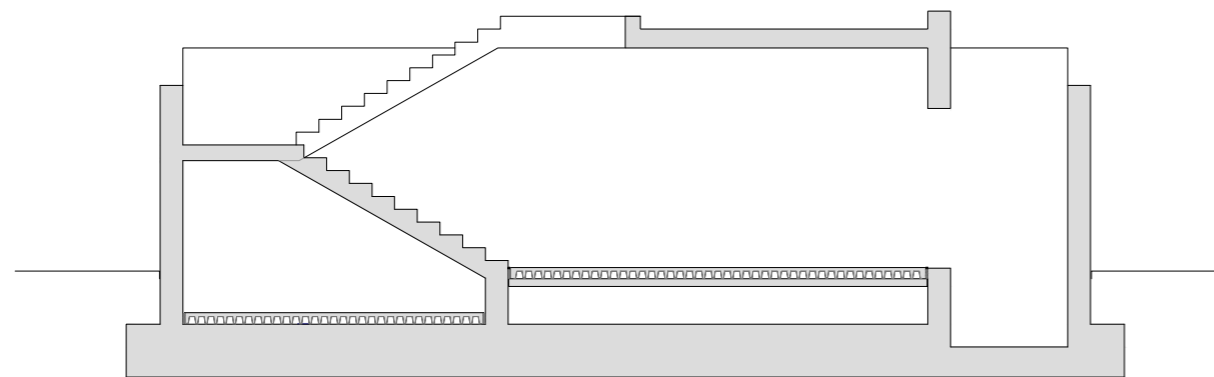
Tras haber realizado el correspondiente Informe Geotécnico, los trabajos previos de desmonte o vaciado, y el replanteo, se iniciará el encofrado de la cimentación.

Ésta consistirá simplemente en una losa y dos zapatas corridas, que transmitirán las cargas al terreno, y sobre ella se construirán los muros que soportarán el peso del nuevo volumen.



Cimentación del nuevo volumen

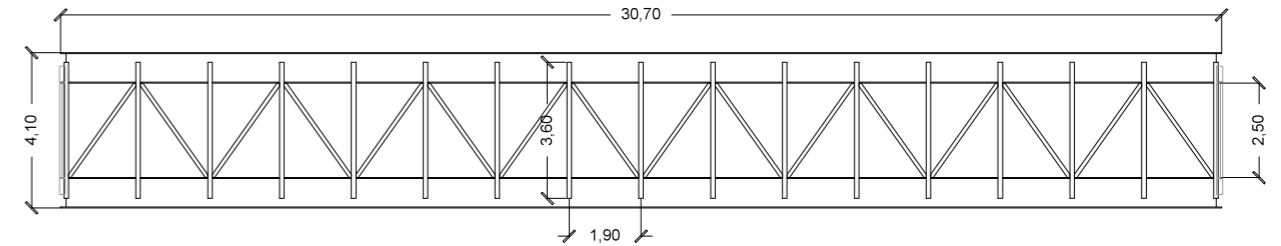
A continuación se construirán la solera y el forjado de losa de hormigón sobre la caja de la escalera, dejando los correspondientes huecos para ésta y para el ascensor. Una vez construido, se procederá al montaje de la propia escalera, finalizando así con las construcciones en hormigón.



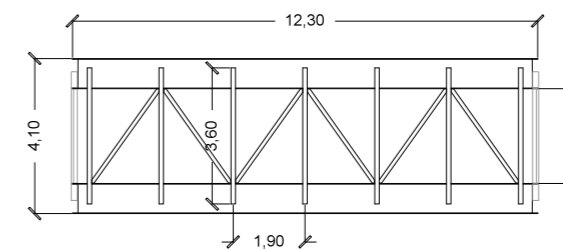
Sección de la caja de la escalera

### 5.3. ESTRUCTURA METÁLICA

Las vigas en celosías se montarán en obra, sobre el suelo de la parcela, y a continuación se elevarán con unas grúas para su colocación definitiva.



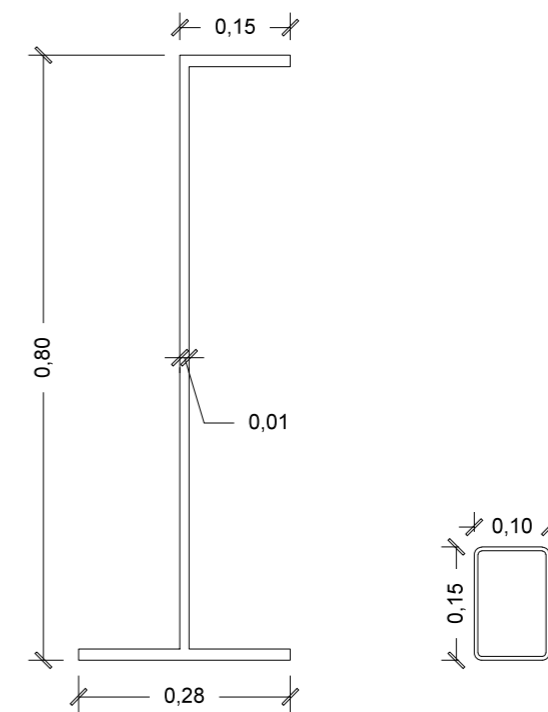
Celosía lateral



Celosía frontal

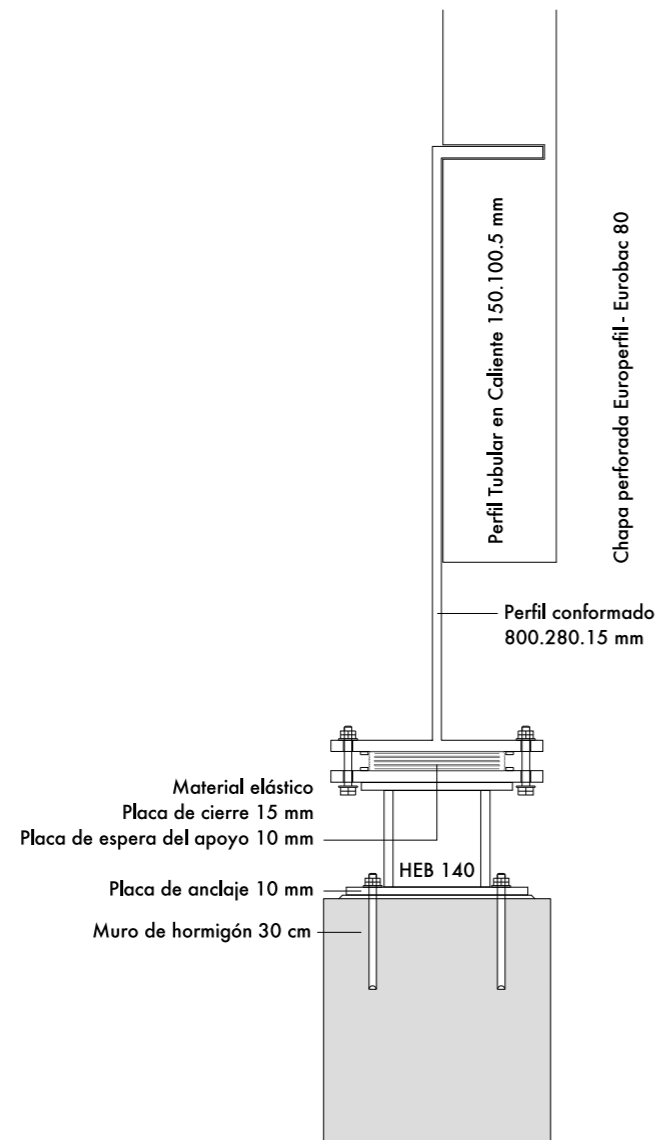
Dada la necesidad del elevado canto de las barras superior e inferior, éstas serán perfiles conformados de acero, con un canto de 80 cm y un espesor de 10 mm.

Las barras verticales y las diagonales son tubos de acero estructural de 160x120 mm y 5 mm de espesor.



La estructura metálica quedará apoyada sobre los muros de hormigón mediante un apoyo elástico, conformado con un amortiguamiento de neopreno dispuesto entre el ala inferior del perfil conformado y una placa de acero a modo de sandwich.

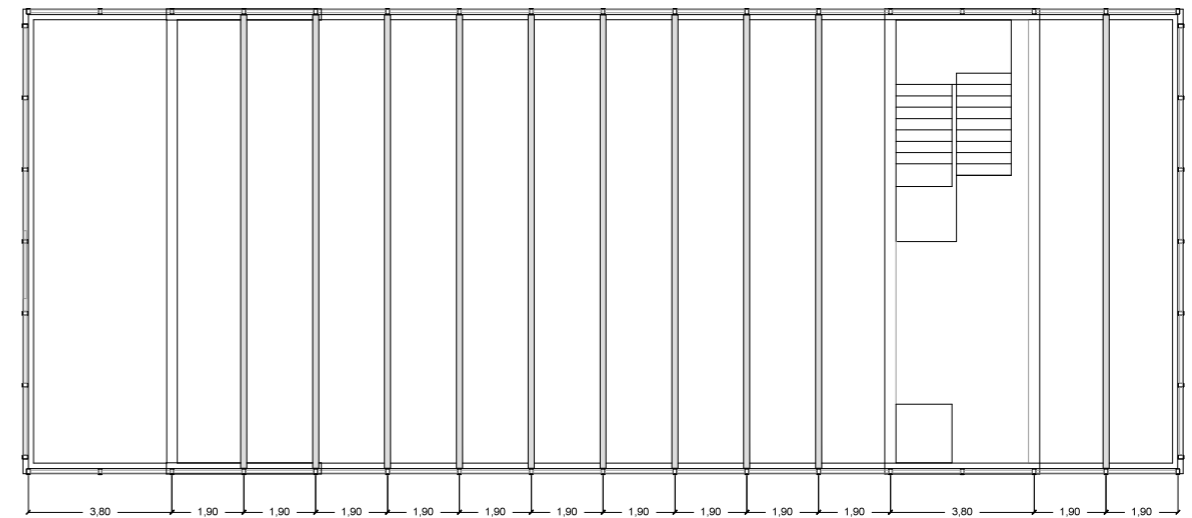
De esta forma la estructura metálica se independiza de la estructura de hormigón, y las retracciones, dilataciones y movimientos diferenciales ocasionados en cada material no repercutirán al otro.



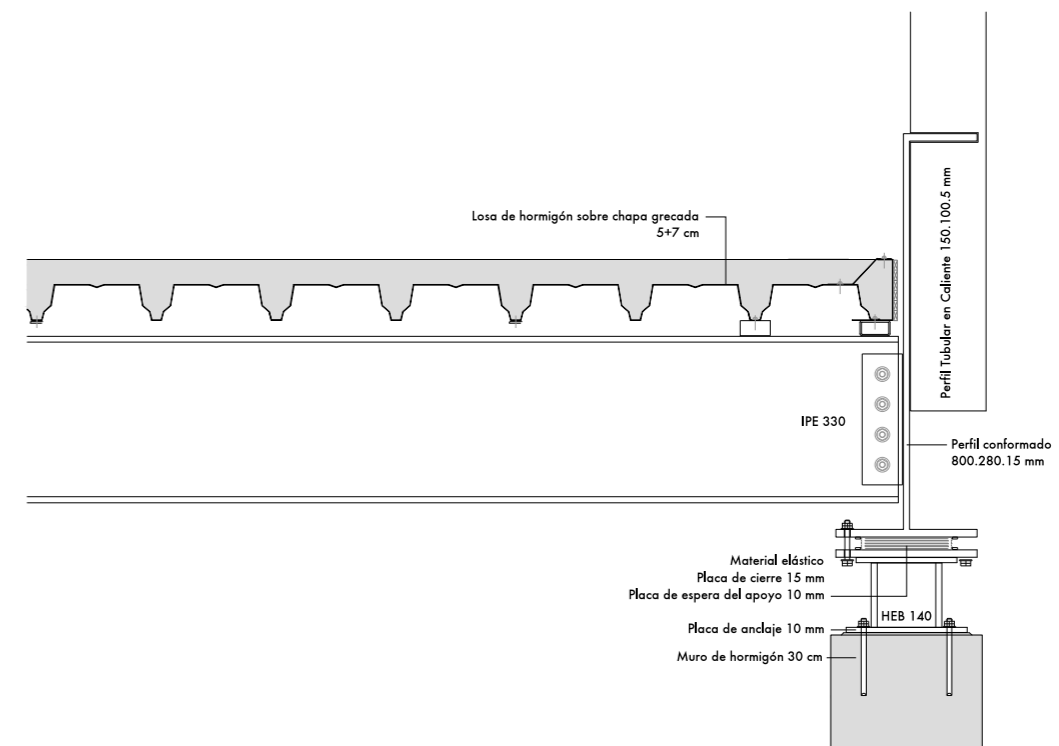
### 5.4. FORJADO

Una vez colocada la estructura metálica en su lugar se iniciará la construcción del forjado.

En primer lugar se colocarán las viguetas metálicas, que serán IPE 330 cada 1,90 m.



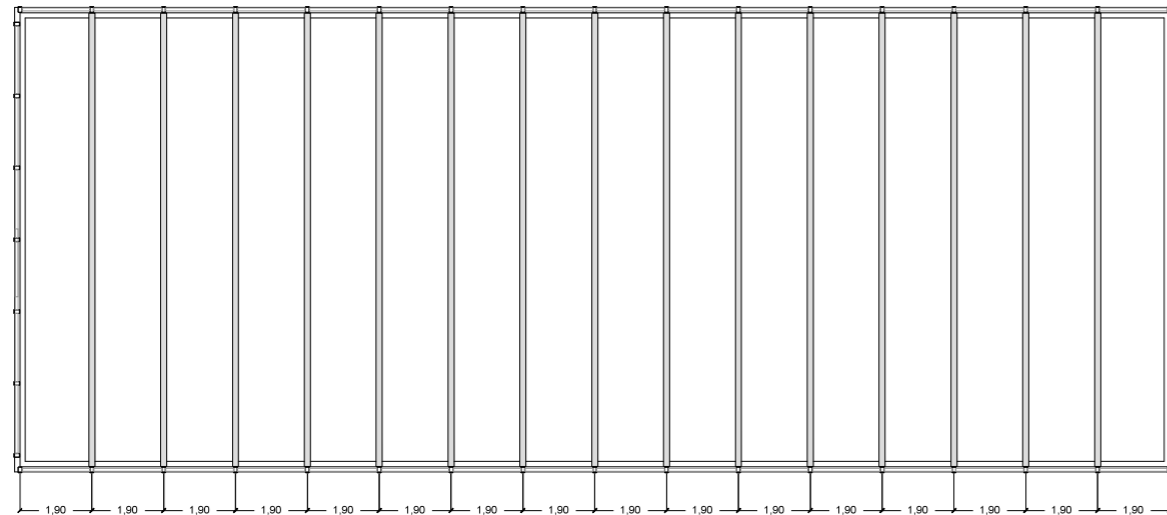
El forjado se dispondrá sobre estas viguetas, y será un forjado aligerado con chapa grecada colaborante, de 7 + 5 cm de espesor.



### 5.5. CUBIERTA

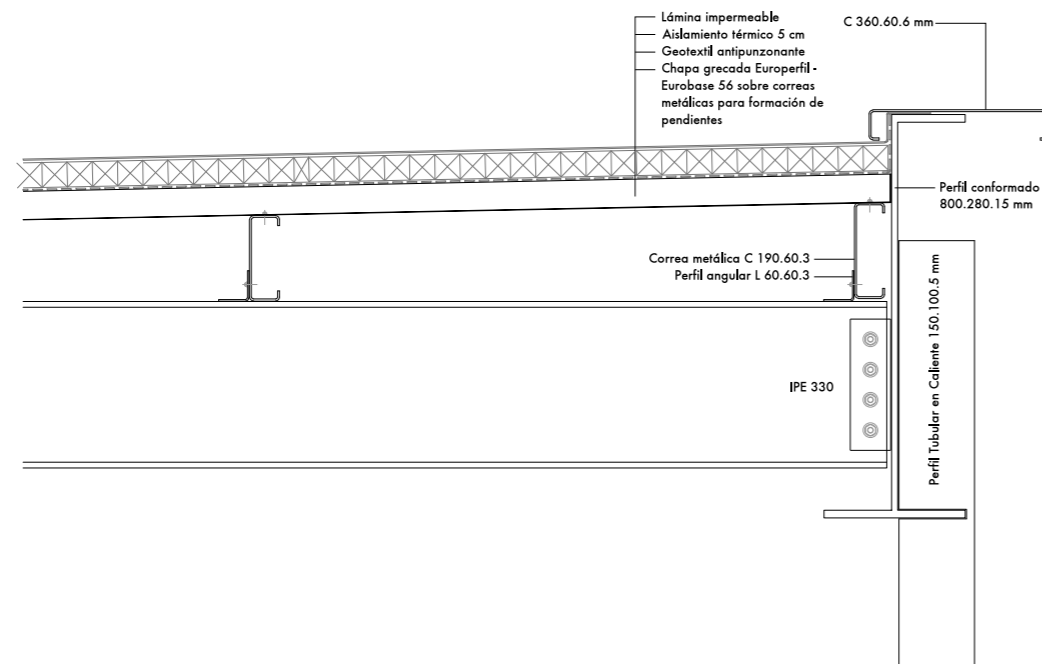
Para la cubierta del nuevo volumen se opta por una solución de cubierta deck no transitable.

La cubierta estará sujeta, al igual que el forjado, en viguetas metálicas IPE 330 cada 1,90 m.

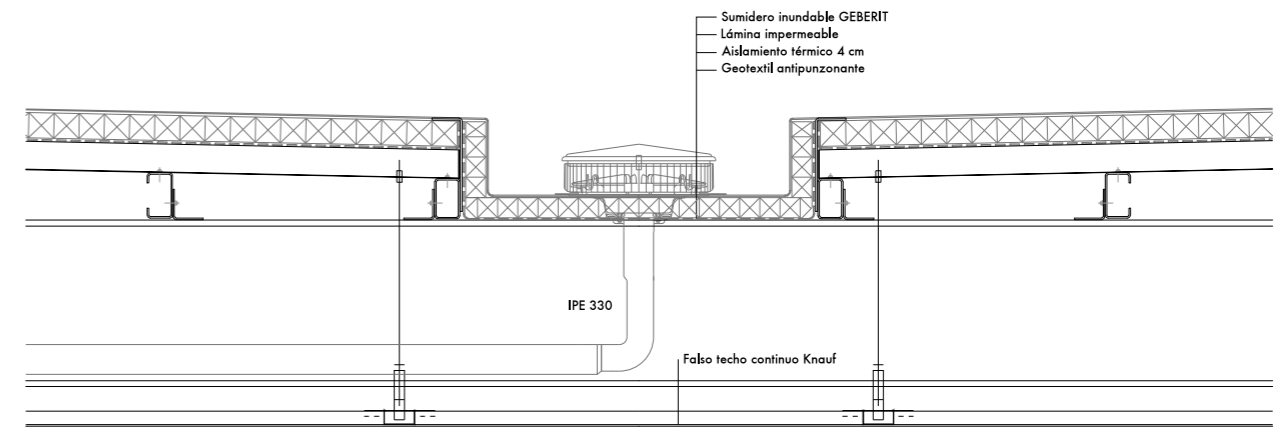


Sobre estas viguetas habrá un perfil no estructural L 60.3 mm soldado de taller cada 1,20 m, a los cuales se clavarán una serie de perfiles en C de canto variable, a modo de correas, para disponer sobre ellos una chapa grecada con la pendiente adecuada para una correcta evacuación de las aguas en la cubierta.

Sobre esta chapa grecada se dispondrá una lámina geotextil antipunzonante, el aislamiento térmico y la impermeabilización correspondiente.



Las pendientes de la cubierta discurrirán hacia el interior para la recogida de aguas en un canalón central, y su evacuación mediante un sumidero que funciona por inundación del canalón. Con este sistema, las pendientes necesarias pueden variar desde el 1 al 5%. En el proyecto se le ha dotado de una pendiente del 2%.



Detalle 14

### 5.6. CERRAMIENTOS VERTICALES

El cerramiento vertical del volumen consiste en una piel interior de policarbonato y vidrio, y una piel exterior de chapa perforada.

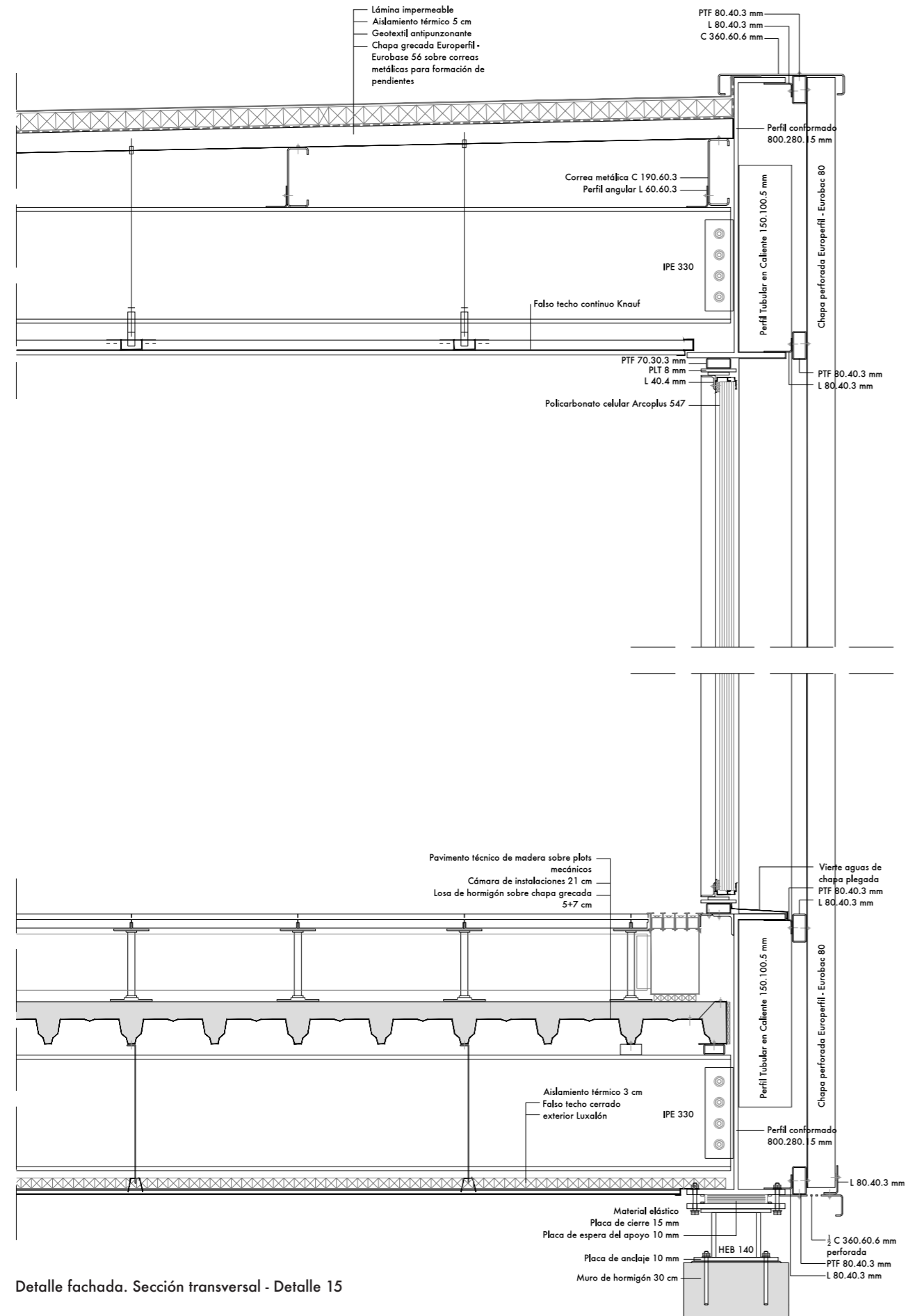
En la piel interior, los paneles de policarbonato serán fijos y supondrán la mayor parte del cerramiento, pero se alternarán con carpinterías oscilo-batientes de vidrio para garantizar una correcta ventilación. Se escoge el policarbonato para las carpinterías fijas por la imposibilidad de limpieza desde el exterior, ya que lo impide la presencia de la chapa perforada. Además es interesante disponer de un material que filtra la luz, que tiene poco peso y que resulta bastante económico.

Tras la colocación de los cerramientos, se procederá a la instalación del pavimento técnico y los falsos techos.

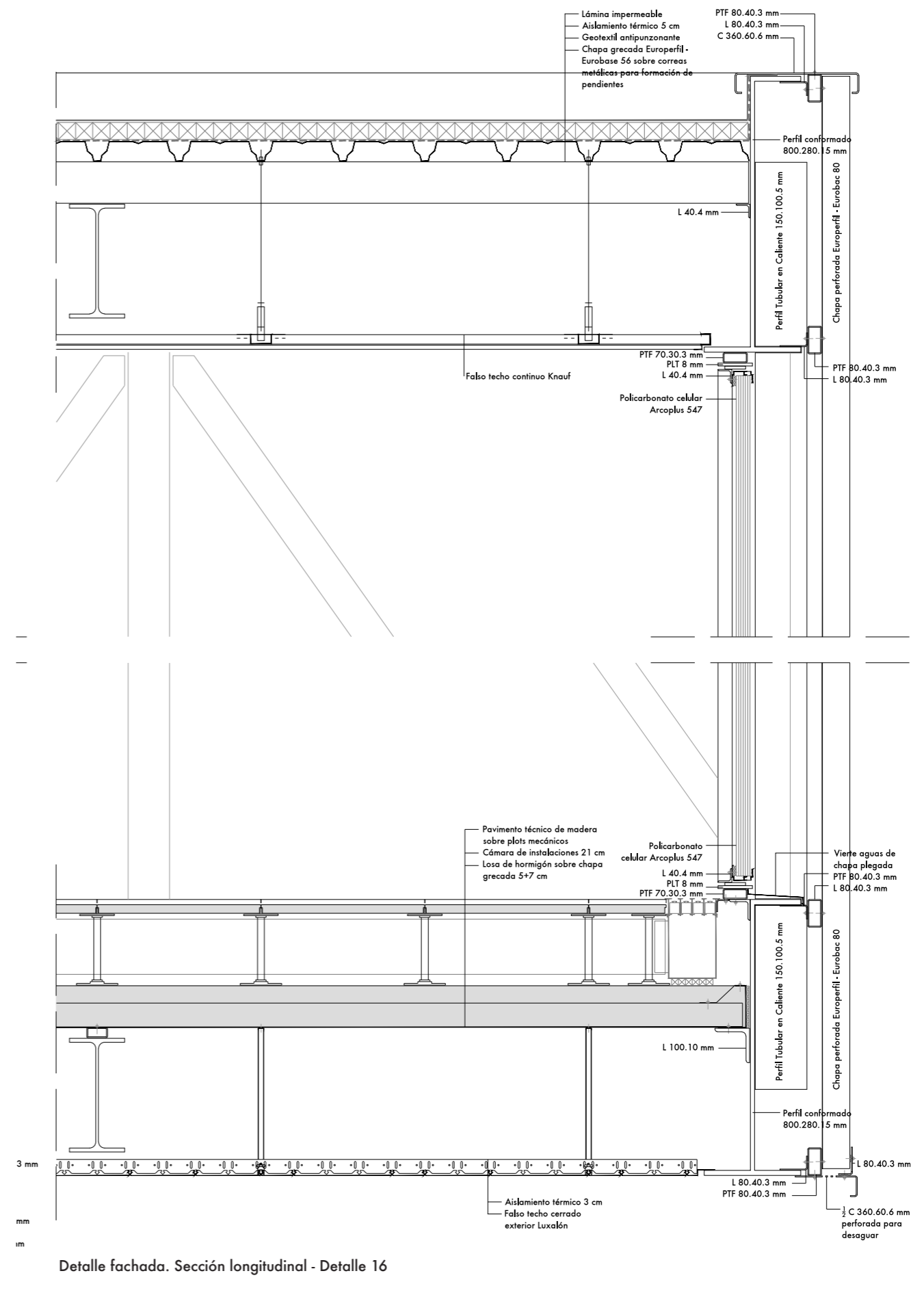
(Véanse los detalles a continuación)



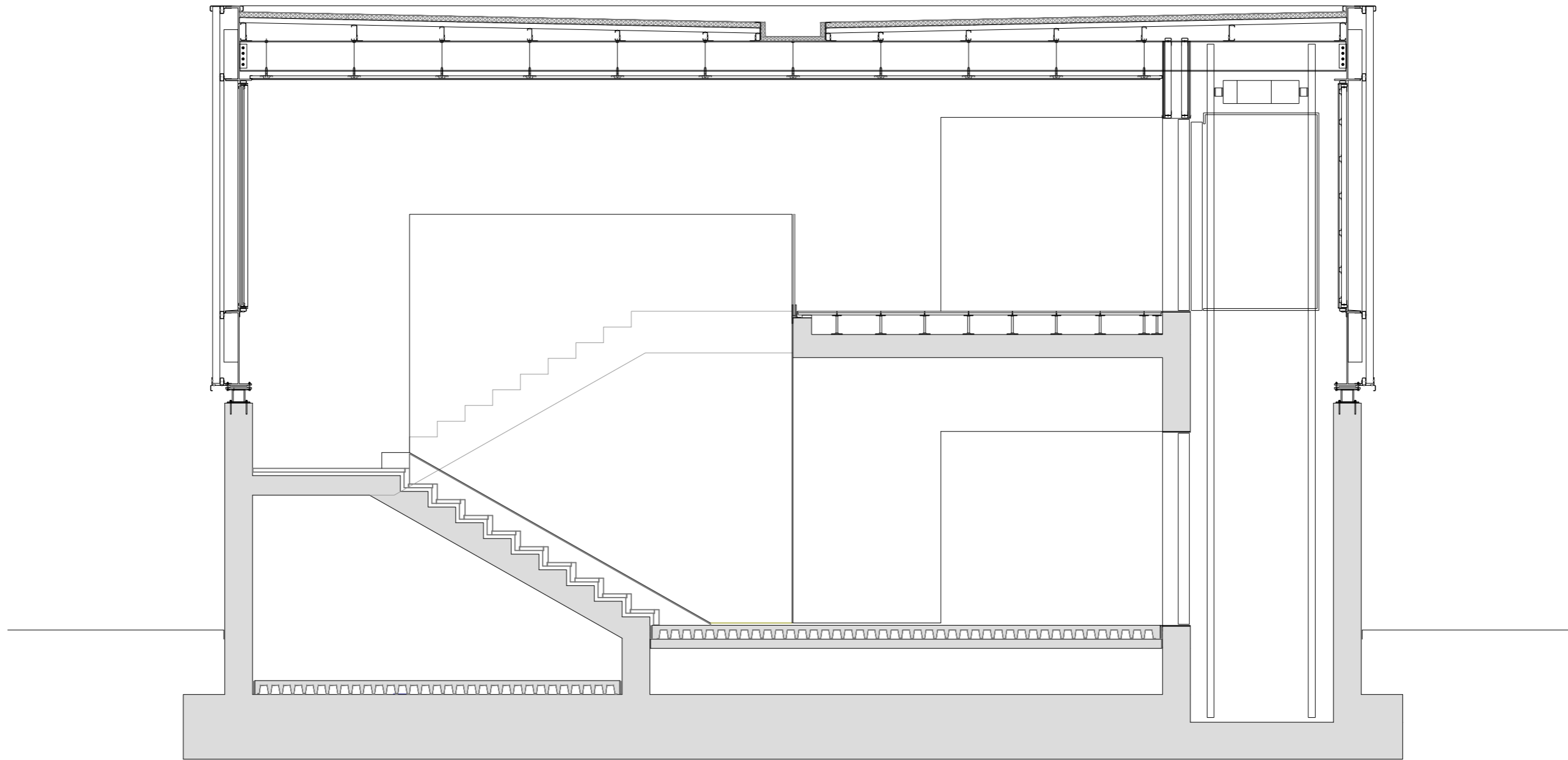
5.7. DETALLES CONSTRUCTIVOS



Detalle fachada. Sección transversal - Detalle 15



Detalle fachada. Sección longitudinal - Detalle 16



Sección constructiva: caja de la escalera

Escala 1 :50



Sección constructiva: escalera de acceso desde las naves



## 6. LOS BOXES

## 6.1. INTRODUCCIÓN

Si hay algo que caracteriza claramente el espacio interior de las naves es la disposición de los boxes. Se trata de una serie de cajas apiladas, giradas entre sí de un modo "aleatorio", en lo que en el proyecto se llama "el juego de las cajas contenidas" o el "azar limitado".

Es una disposición aparentemente espontánea y dispersa, pero en realidad, las relaciones entre los boxes, y entre los espacios que se generan a su alrededor están cuidadosamente meditados, generando una atmósfera de espacios intersticiales. El proyecto reflexiona así sobre el concepto de límite y contenido, incorporando al espacio habitable tanto el contenido como el contenedor.

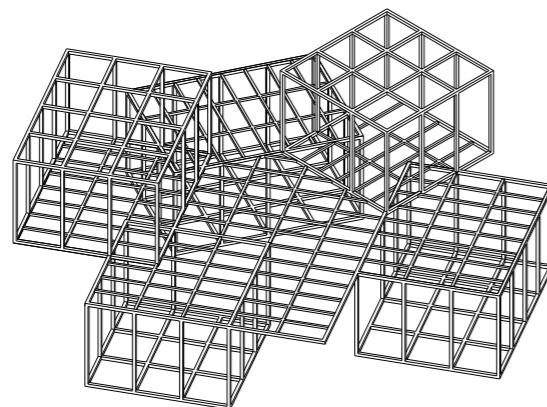
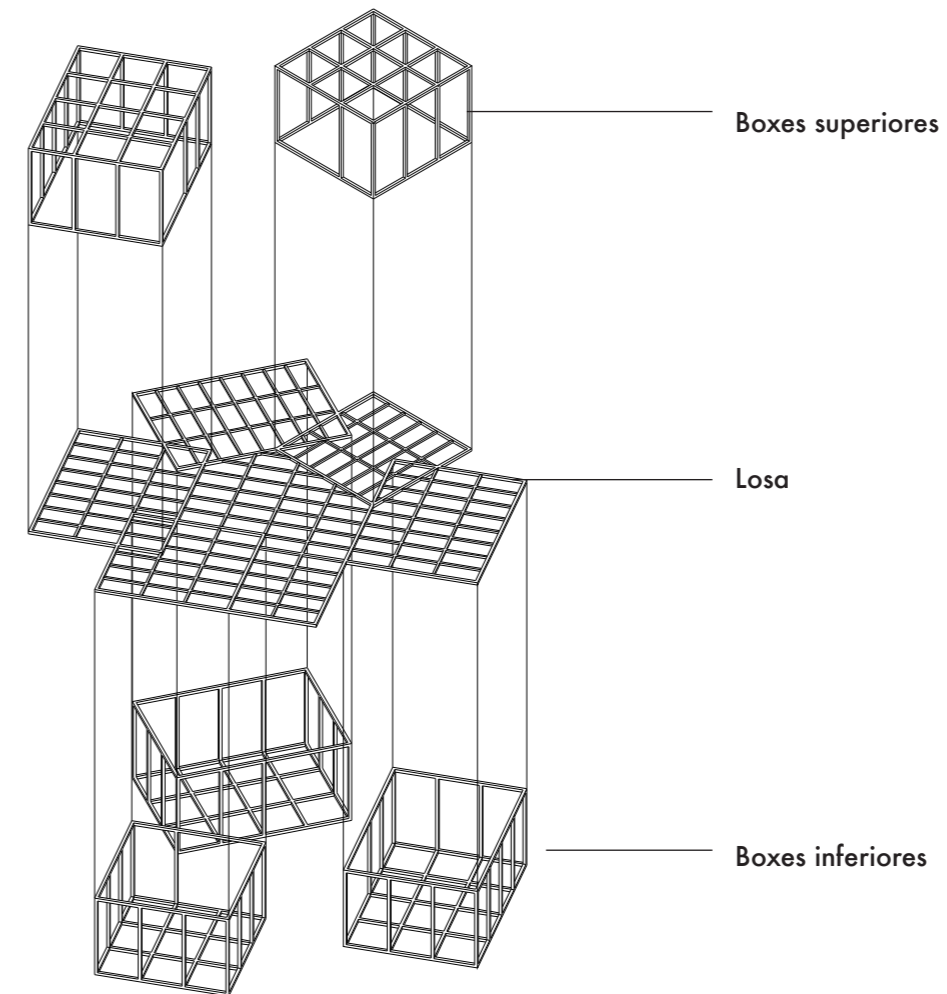
El sistema de uso de los boxes consiste en la agrupación de éstos en grupos de dos o tres, generando un espacio de relación pensado para el trabajo colaborativo; es decir, en cada una de las agrupaciones podría establecerse un grupo de trabajo compuesto por varias personas, que contarían con espacios más privados en el interior de cada uno de los boxes, y espacios abiertos de relación, o de trabajo en común.

Los prismas tienen entre 3,60 y 4,80 metros de lado, y están formados por un armazón estructural de madera microlaminada revestido tanto por el interior como por el exterior con paneles de madera de abeto, que colaboran estructuralmente con dicho armazón.

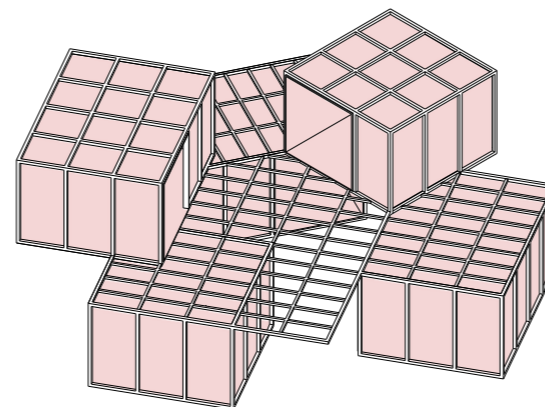
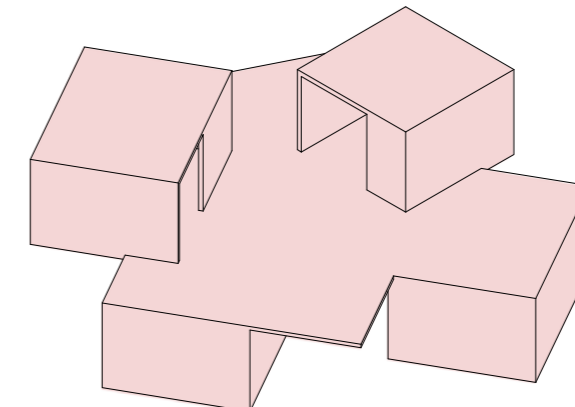
Sobre los boxes de la planta baja se asienta una losa, construida con el mismo sistema, que conecta en planta primera los boxes superiores. Todo actúa estructuralmente como un conjunto, y se entiende como un "mueble habitable" que se dispone directamente apoyado sobre la solera de las naves, sobre unos apoyos elásticos.

A los boxes superiores se accede mediante tres escaleras ligeras, dispuestas en cada una de las agrupaciones de los boxes. También existe una plataforma elevadora para minusválidos.

A continuación se describe el proceso constructivo de los boxes.



1. Montaje de la estructura

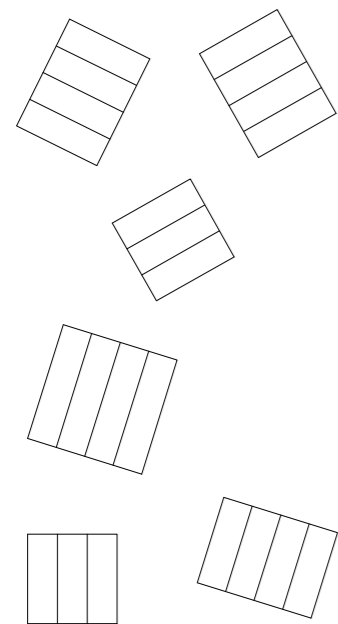
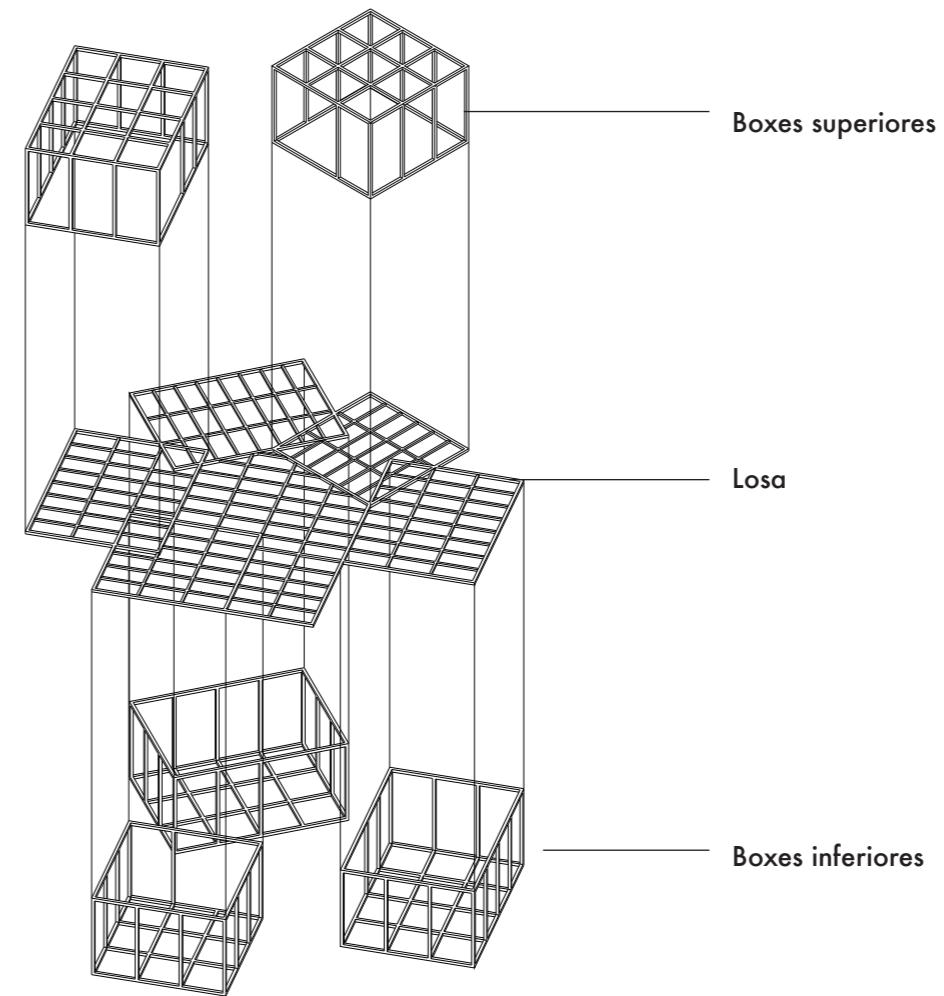
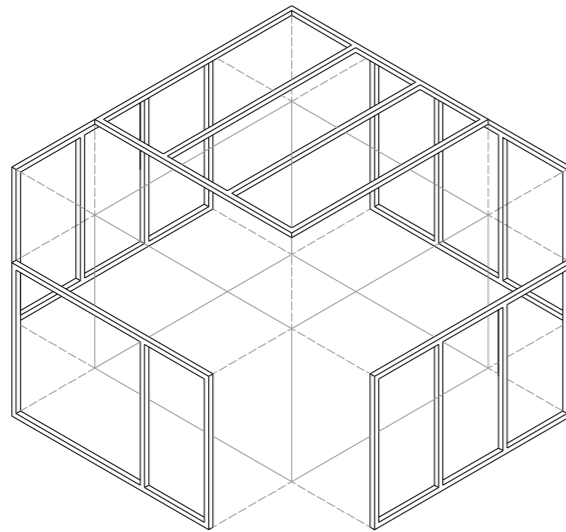
2. Panelado de la losa y de los  
boxes por su cara interior

3. Panelado exterior de los boxes

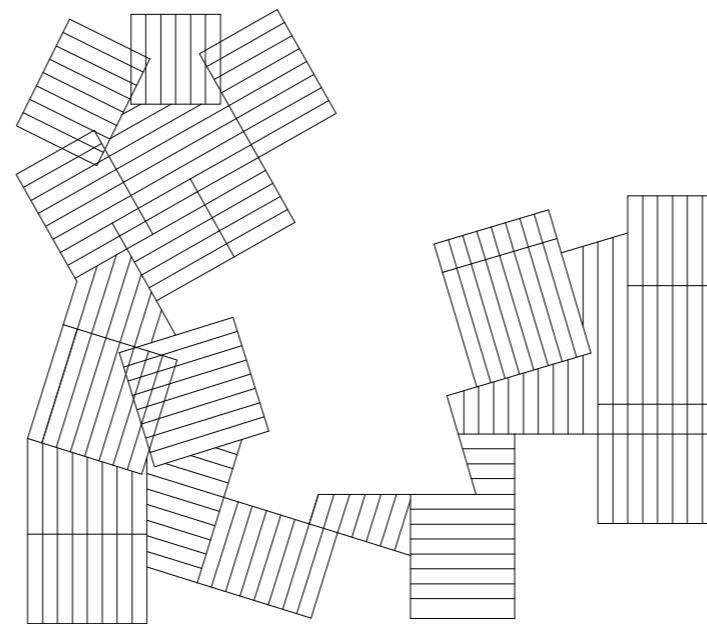
## 6.2. ESTRUCTURA

La estructura de los boxes y está compuesta por un armazón estructural de madera microlaminada, que forma una retícula de 1,20x1,20 m, revestido tanto por el interior como por el exterior con paneles de madera de abeto, que colaboran estructuralmente con dicho armazón. Sobre los boxes de la planta baja se asienta una losa, construida con el mismo sistema, pero esta vez la retícula es de 1,20x0,60 m, que conecta en planta primera los boxes superiores.

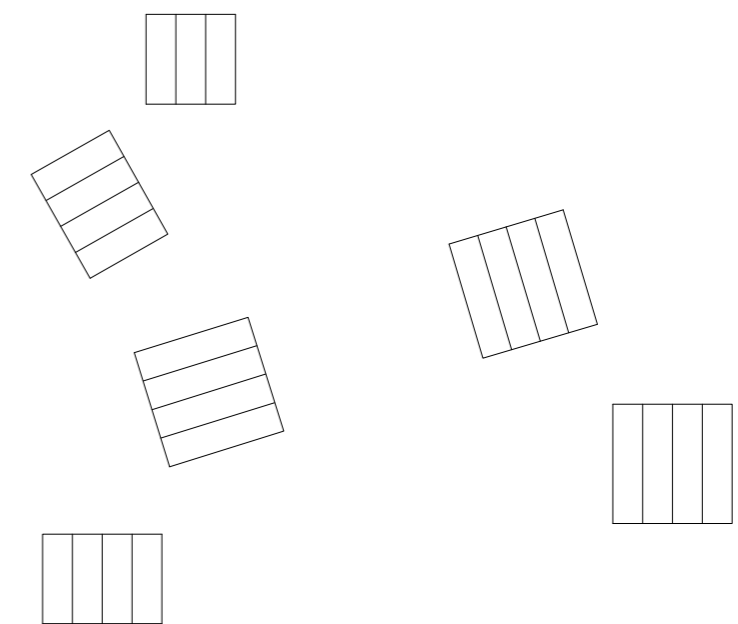
En un principio se optó por realizar el armazón de los boxes mediante una estructura de tubos de acero huecos, pero tras hacer las comprobaciones en madera se comprueba que la estructura es más ligera, más económica y sobre todo, de una ejecución mucho más sencilla, pues permite montar y desmontar, modificar, y además, un efectiva colaboración de los tableros inferior y superior (clavados al armazón) en el trabajo a flexión.



Estructura boxes inferiores

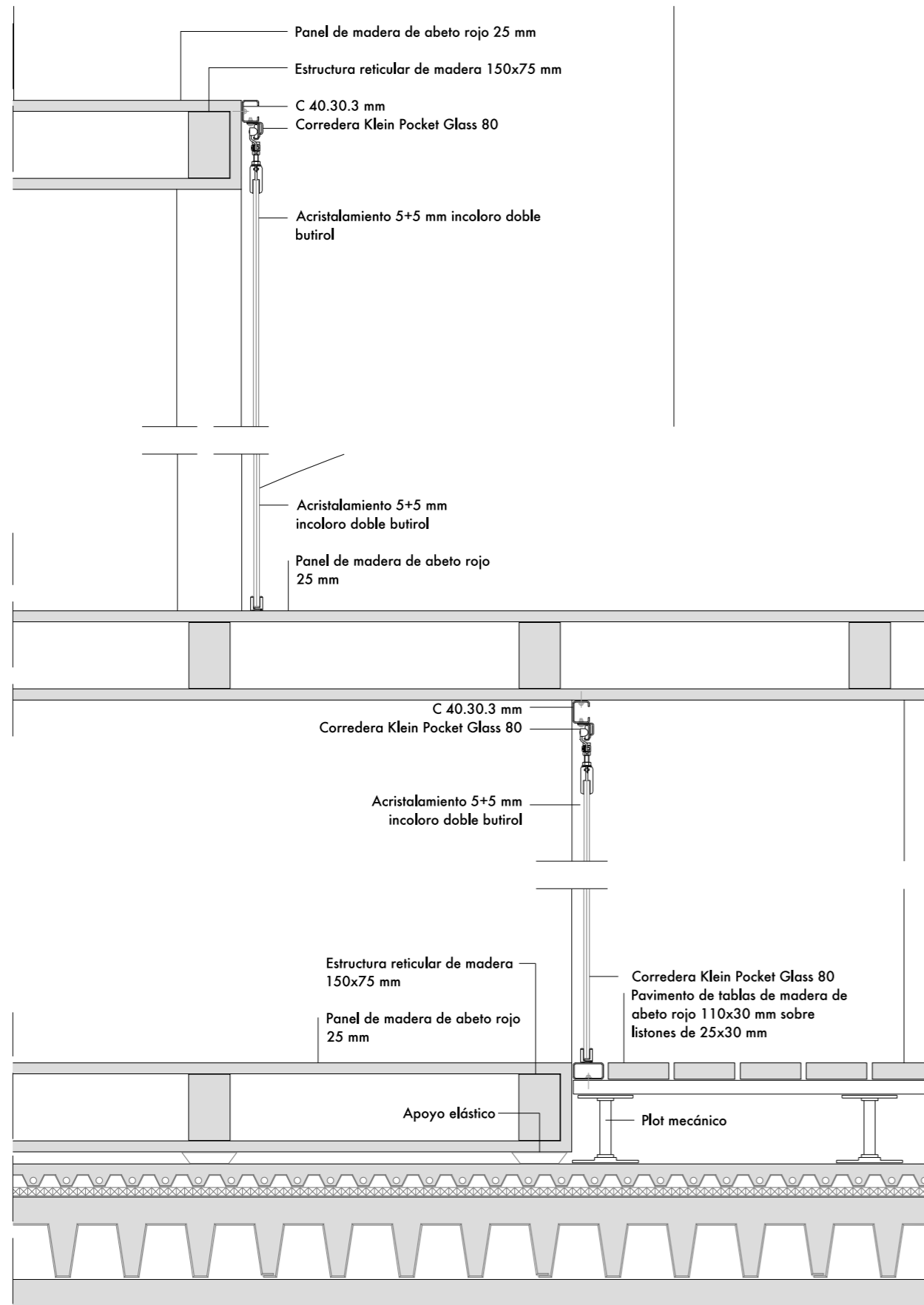


Estructura losa



Estructura boxes superiores



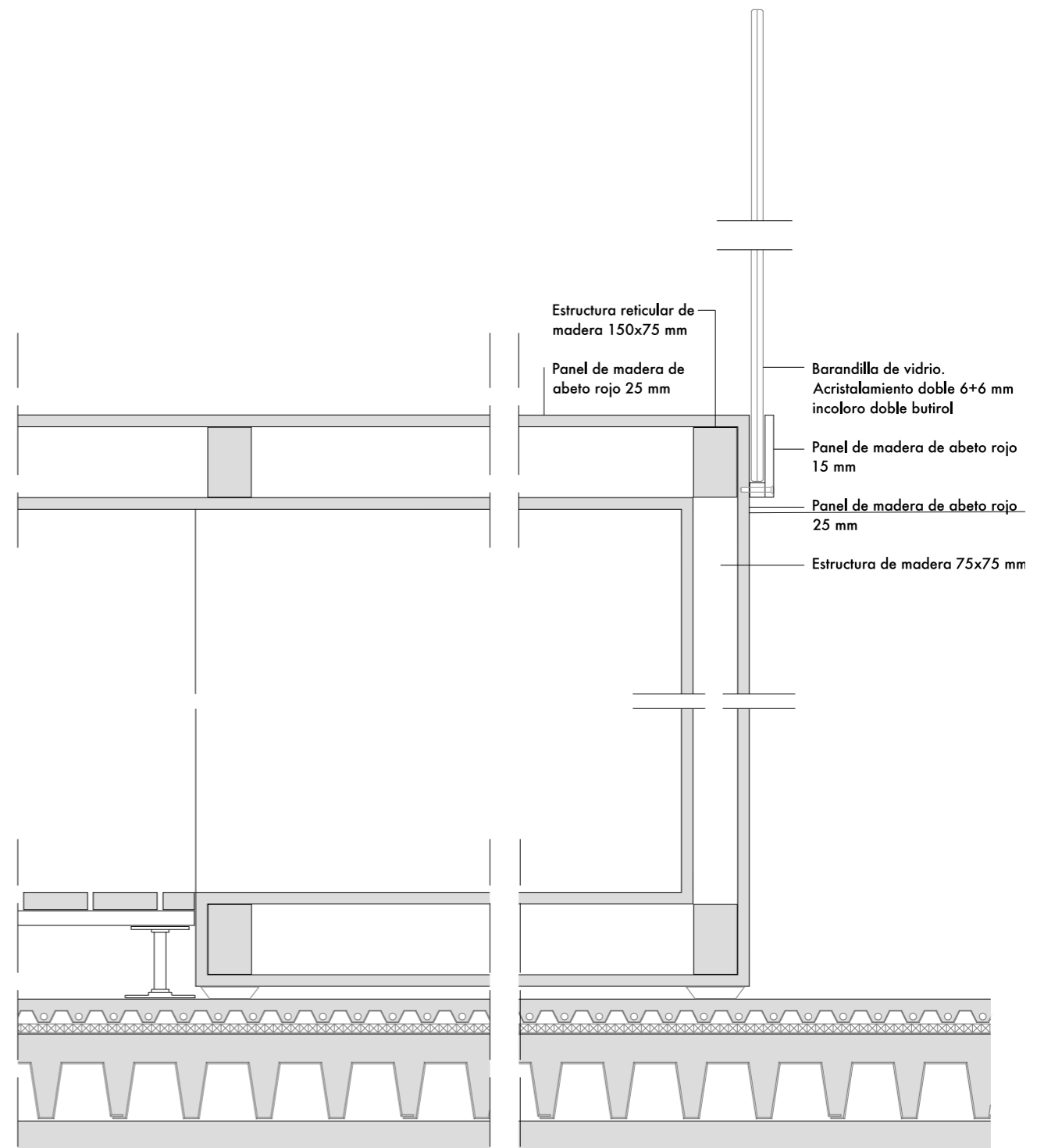


Detalle 17

### 6.3. PANELADOS Y CARPINTERÍAS

Una vez montada la estructura, ésta se revestirá con paneles de madera de abeto por ambas caras, de forma que el resultado sea un conjunto de cajitas de madera de aspecto uniforme.

A continuación pueden instalarse las carpinterías de los huecos de entrada a los boxes y las barandillas, así como el pavimento de madera que delimita los grupos de boxes en planta baja.



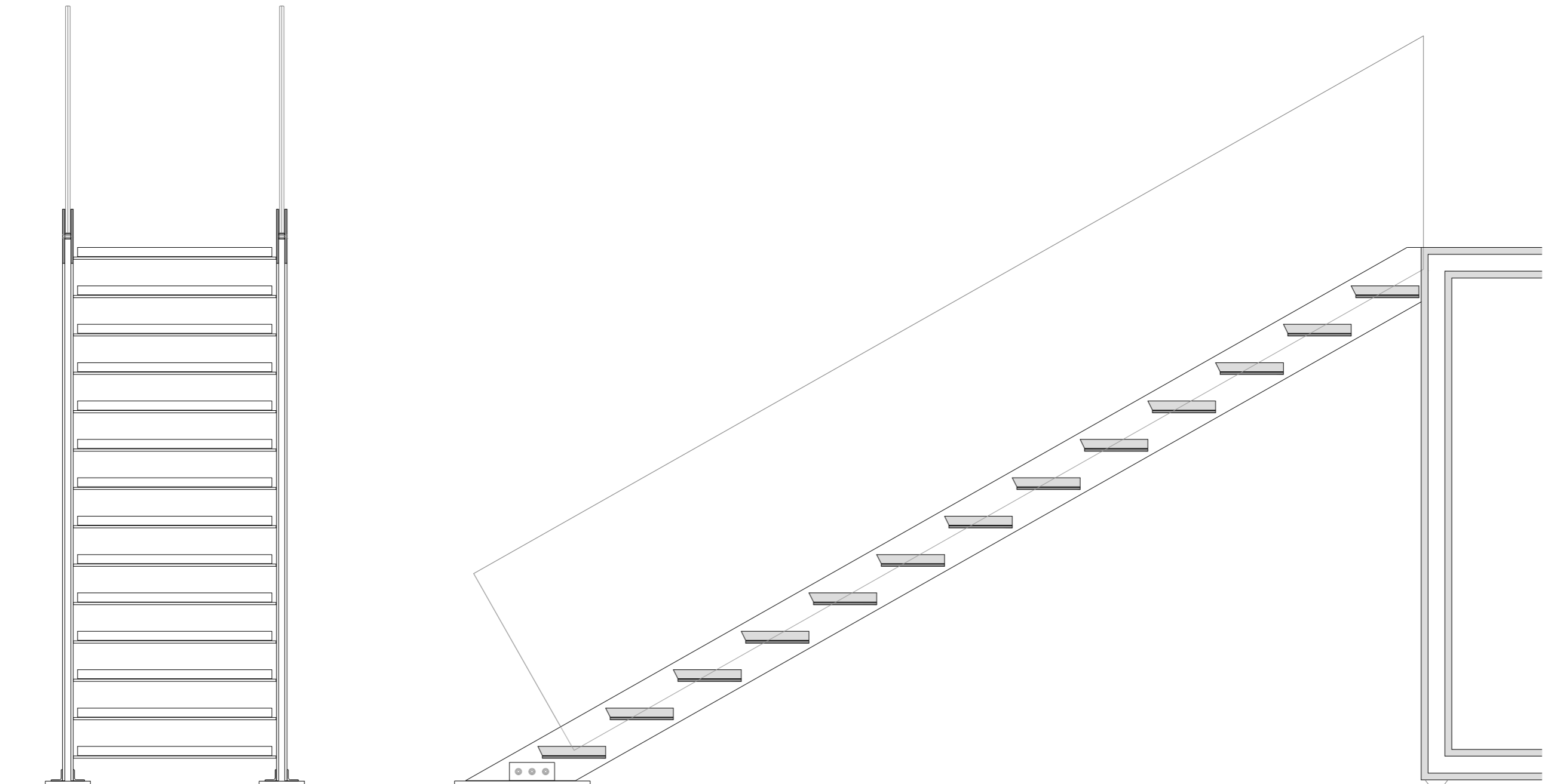
Detalle 18

Detalle 19

## 6.4. ESCALERAS

Las escaleras de acceso a los boxes superiores pretenden ser lo más ligeras posible.

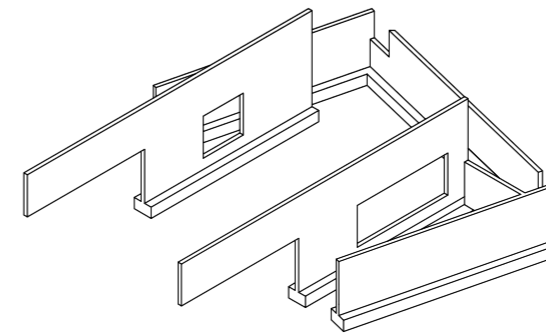
Se realizan con zancas metálicas compuestas por dos pletina de acero de 10 mm, y entre ellas se disponen otras pletinas horizontales a modo de huella. Sobre las huellas se colocan tableros de madera de 40 mm como acabado. La barandilla consistirá en un panel de vidrio transparente empotrado en las zancas.



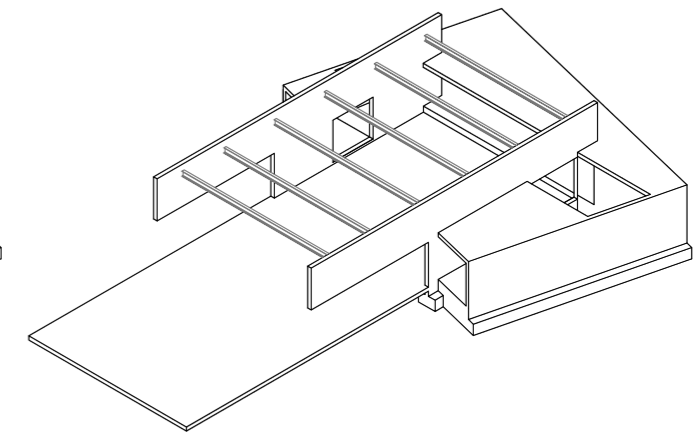
Detalle 20

## 7. LA CAFETERÍA - LUDOTECA





1. Construcción de la cimentación y los muros de hormigón



4. Montaje de las viguetas de la cubierta

## 5.1. INTRODUCCIÓN

Más allá de los límites de las naves, el sistema se extiende a los vacíos urbanos que encontramos en la zona de actuación. Se identifica, en estos casos, a la agrupación de volúmenes en manzanas como orden mayor dentro del sistema de la matrioska; y a cada volumen implantado en ellas como orden intermedio. El orden menor se produce mediante cajas de menores dimensiones que albergan usos específicos de cada edificio. Es importante tener en cuenta, no sólo la aplicación del concepto del proyecto a la hora de generar los volúmenes, sino también, las condiciones urbanísticas de cada vacío urbano y la relación de los volúmenes con el entorno.

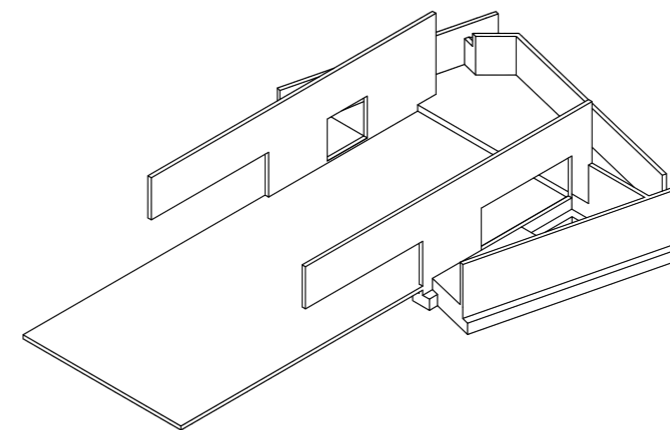
En el caso de la manzana frente a las naves, donde se ubica la cafetería-ludoteca, la tienda y el apartamento temporal, se pretende fragmentar la unidad de la manzana para percibir con claridad el juego volumétrico de las piezas, poniéndolas en relación con la actuación en el interior de las naves.

La cafetería-ludoteca está formada por dos volúmenes prismáticos: un primer volumen más bajo que se ajusta entre las medianeras de las viviendas preexistentes que se conservan en la manzana, y un volumen más alto que cae sobre el primero y avanza hacia la plaza.

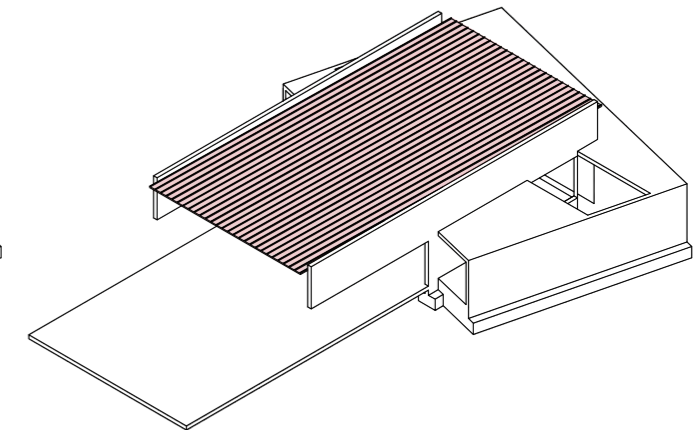
En la intersección de los dos volúmenes se genera el espacio de la ludoteca, mientras que en la zona del volumen más alto que sobresale hacia la plaza se ubica la cafetería, prolongándose en el exterior a través de un pavimento continuo que genera una terraza en el espacio público.

El sistema constructivo que define los volúmenes de la cafetería-ludoteca es el hormigón armado. Se elige este tipo de arquitectura, más sólida, por el contacto directo con las viviendas preexistentes, también de carácter muy sólido. Sin embargo, en la fachada que vuelca hacia la plaza, el lenguaje es mucho más ligero, en relación al sistema constructivo empleado en la intervención en las naves.

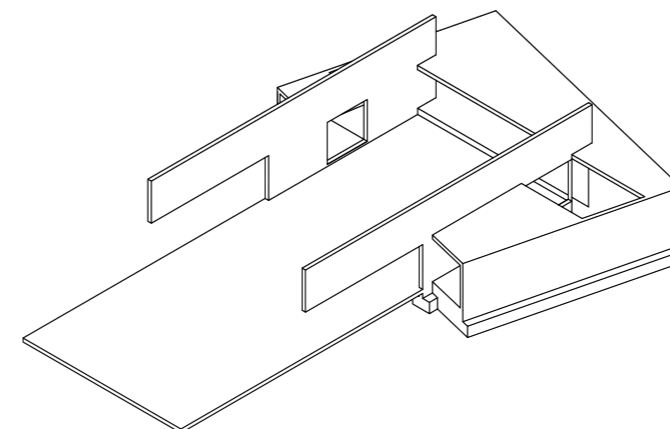
A continuación se describe el proceso constructivo de la cafetería-ludoteca.



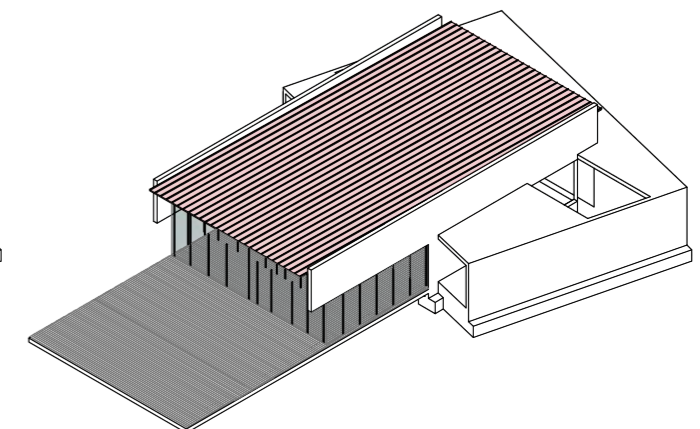
2. Construcción de la solera de hormigón



5. Construcción de la cubierta



3. Construcción del forjado

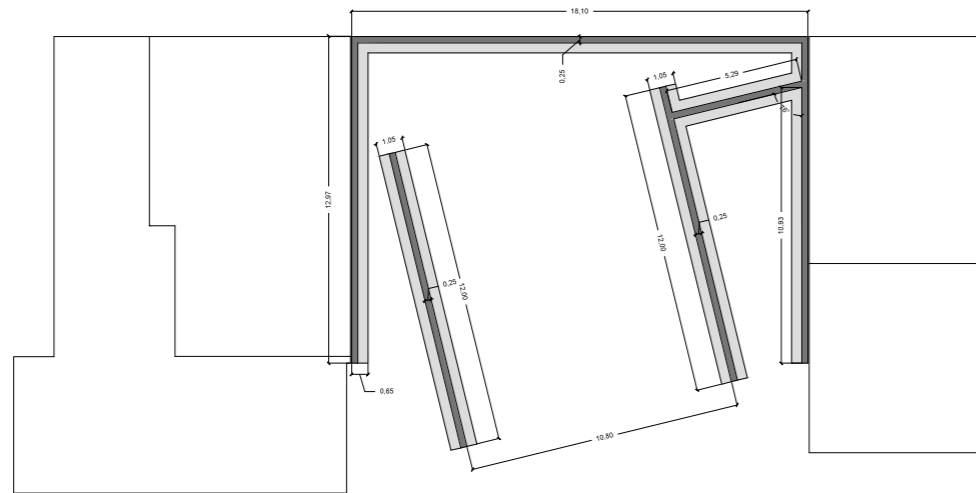


6. Colocación de los cerramientos verticales y el pavimento

## 7.2. CIMENTACIÓN Y MUROS

Tras haber realizado el correspondiente Informe Geotécnico, los trabajos previos de desmonte o vaciado, y el replanteo, se iniciará el encofrado de la cimentación.

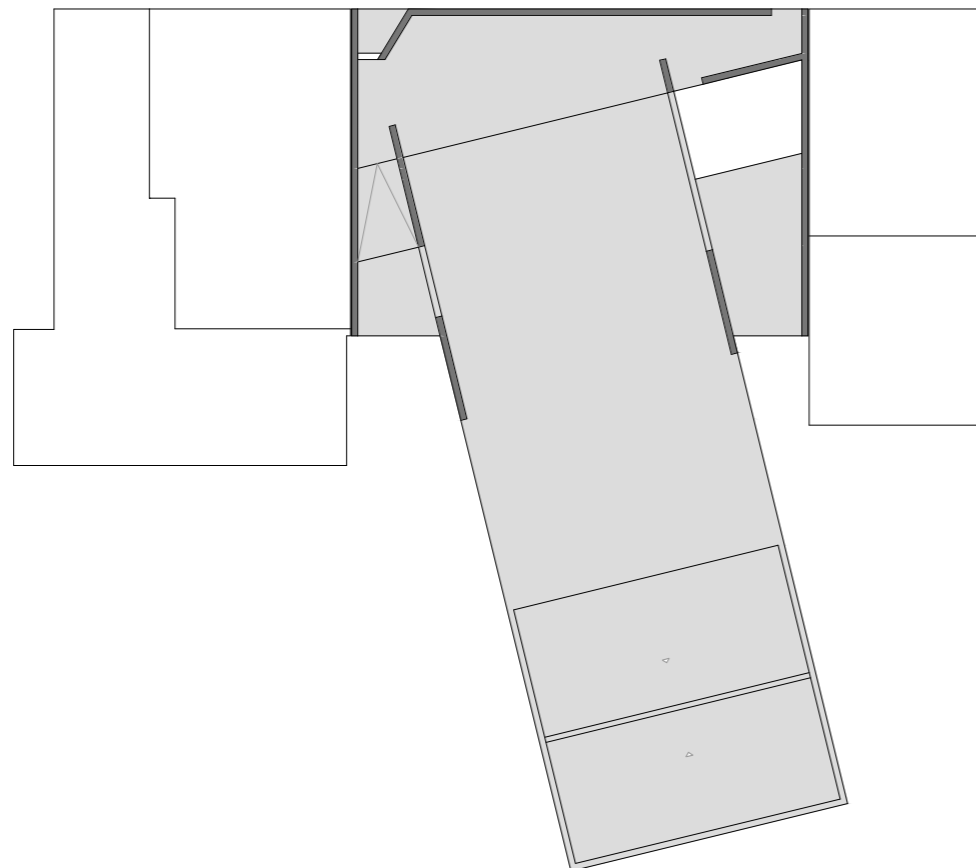
Ésta consistirá en zapatas corridas bajo los muros, que transmitirán las cargas al terreno.



Cimentación y muros de la cafetería - ludoteca

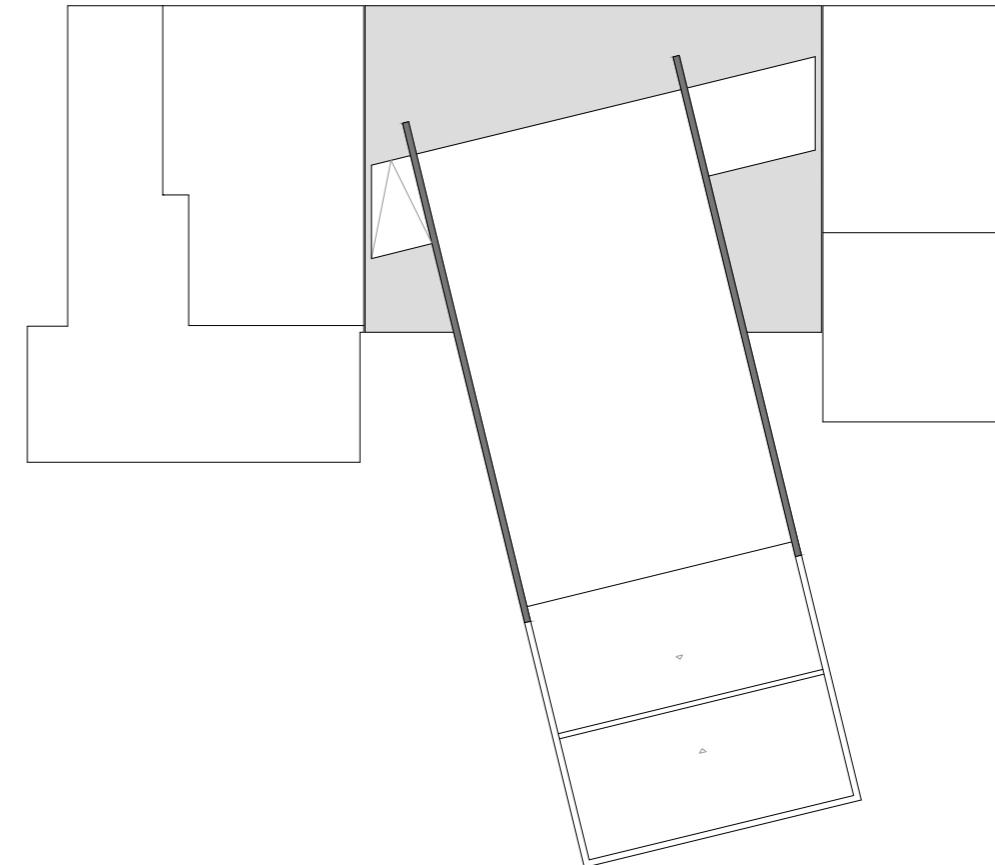
## 7.3. SOLERA

A continuación se construirá la solera sobre el terreno. En la zona exterior de la cafetería, se dejarán las pendientes adecuadas para la evacuación de aguas. Éstas confluirán hacia la zona central, donde se dispondrá un canalón inundable y un sumidero que conduzca las aguas hasta la arqueta correspondiente para su evacuación.



## 7.4. FORJADO

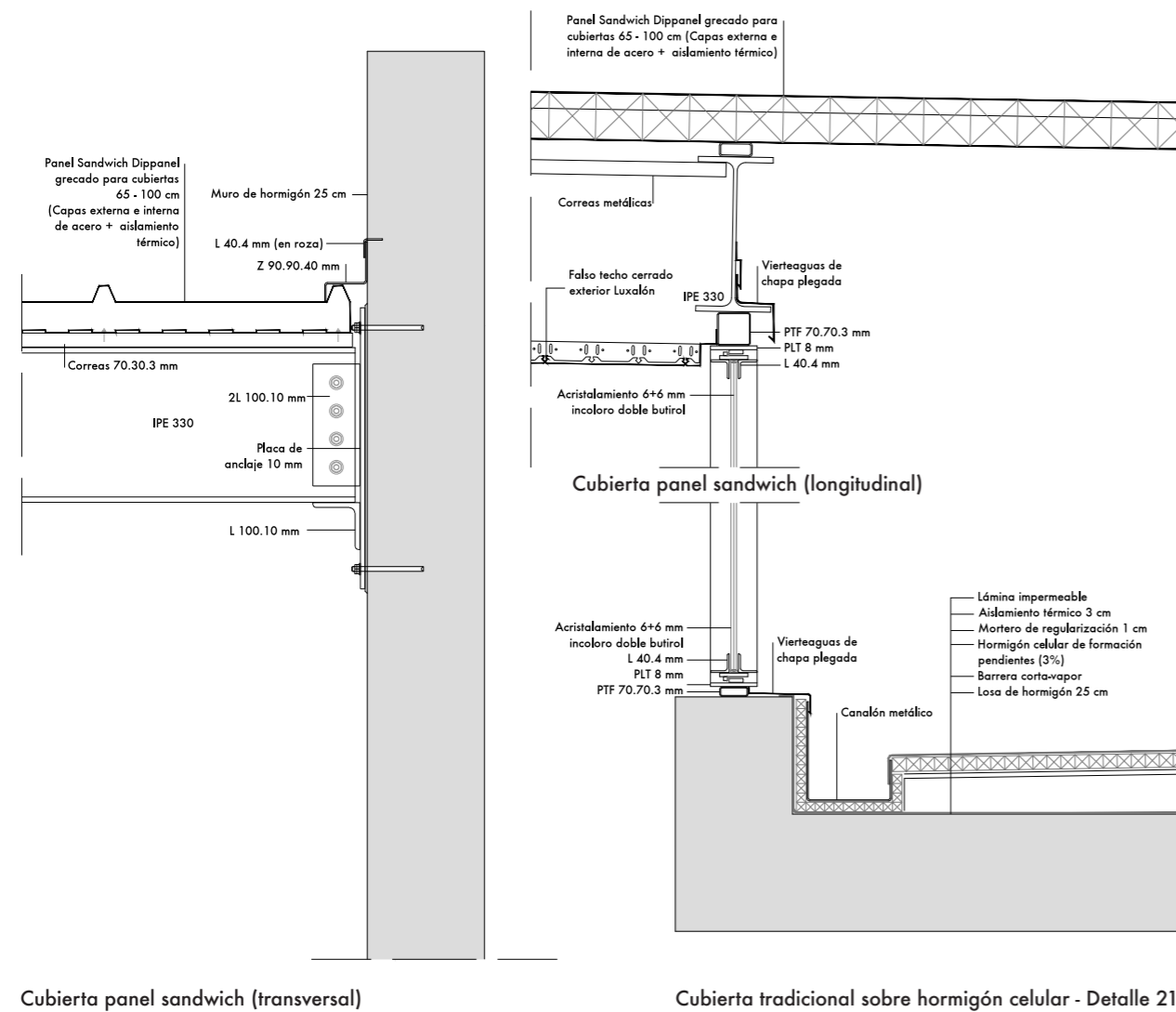
Para concluir con las construcciones en hormigón, se ejecutará el forjado del volumen, que se dispone en el prisma más bajo, dejando los huecos en los patios de acceso



### 7.5. CUBIERTAS

Sobre el prisma más alto se dispondrá una cubierta ligera, capaz de soportar los 11 metros de luz que hay entre los dos muros. Se opta por un panel sandwich metálico, autoportante, con aislamiento de poliuretano, que se coloca sobre las viguetas IPE 330, dispuestas cada 1,80 m.

La cubierta del prisma más bajo se dispone sobre el forjado. Se trata de una cubierta tradicional sobre hormigón celular de formación de pendientes.



Cubierta panel sandwich (transversal)

Cubierta tradicional sobre hormigón celular - Detalle 21

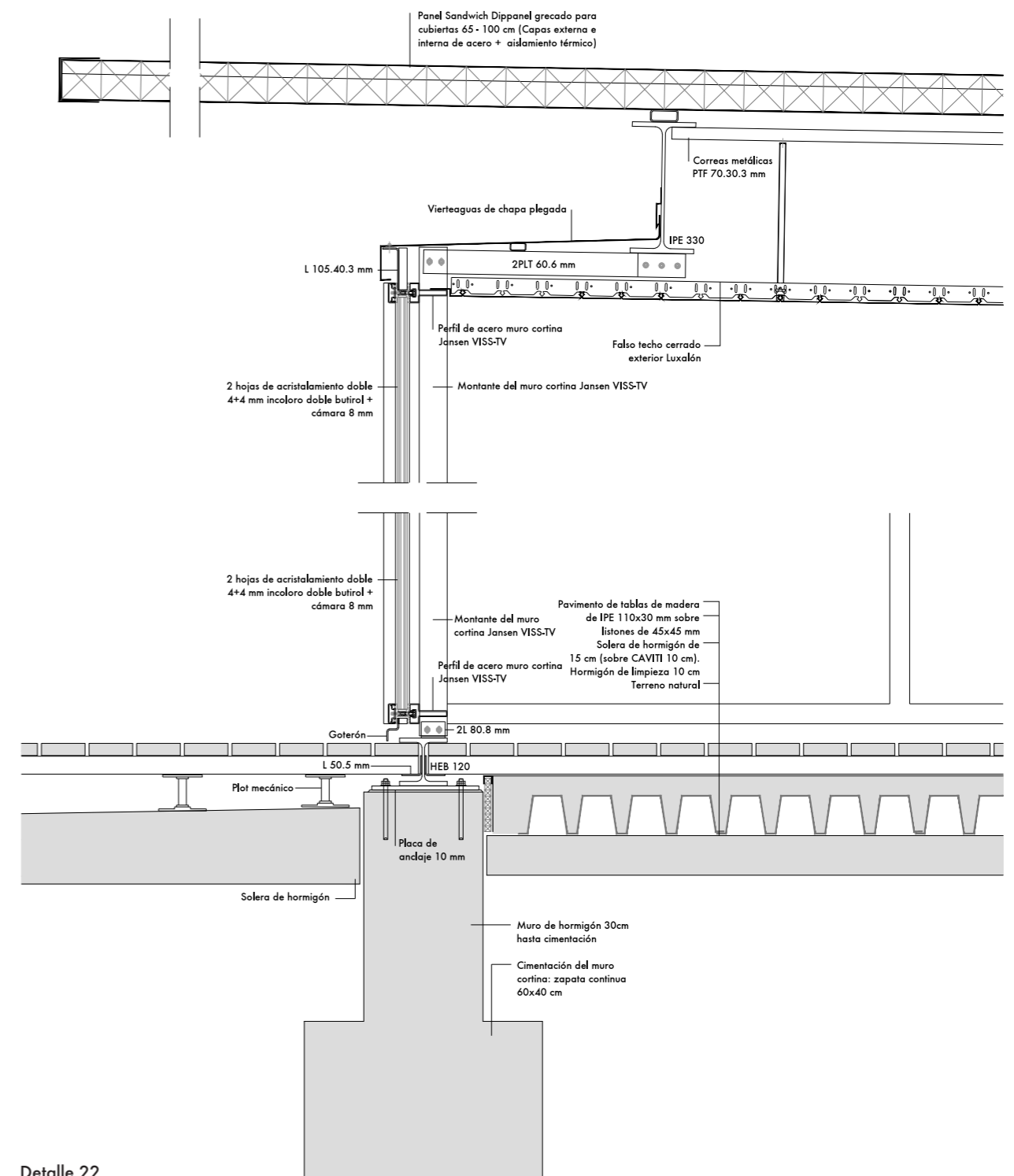
### 7.6. CERRAMIENTOS VERTICALES Y PAVIMENTO

Como cerramiento vertical en la fachada oeste, la que da a la plaza Calabuig, se dispondrá el mismo sistema de muro de vidrio que se ha adoptado como solución en la fachada este de las naves. Ambos alzados están enfrentados, y usando una misma solución constructiva su relación es más directa.

En este caso, el cerramiento se sujeta a la vigueta en la parte superior, pero adelantándose a esta para dejar un oscuro en el alzado bajo el vuelo de la cubierta.

El vidrio bordea el volumen de la cafetería en su intersección con la plaza, ofreciendo transparencia visual desde el exterior de un lado a otro, evocando la continuidad visual en el espacio público que la cafetería ocupa.

En cuanto al pavimento, entre los muros del prisma más alto se dispone un pavimento de tablas de madera de IPE que continúa hacia el exterior, delimitando la zona de la terraza dentro de la plaza. En cuanto a la zona más elevada de la ludoteca, el pavimento lo conforma la misma solera, a la que se le aplica un acabado fratasado, de igual forma que sucede en el interior de las naves.



Detalle 22

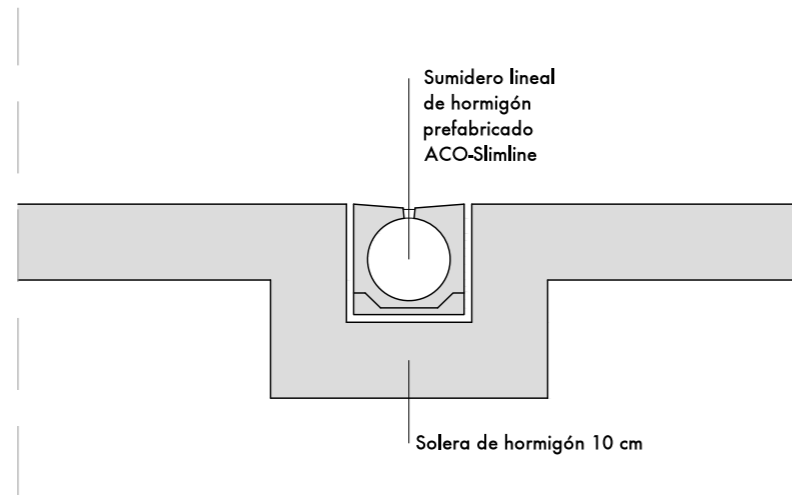


## 8. EL ESPACIO URBANO

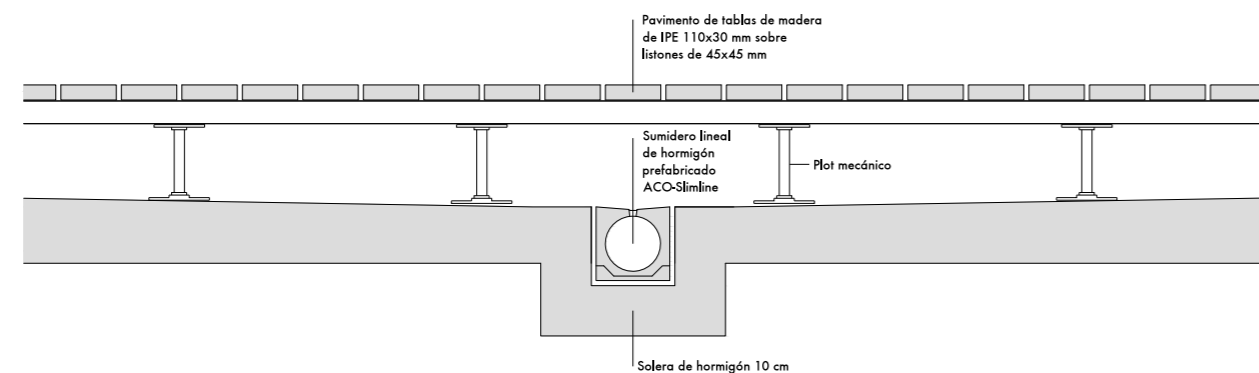
A continuación se muestran algunos de los detalles correspondientes a la construcción del espacio urbano, tanto en la plaza de Cababuig como en la plaza del Rosario.

### 8.1. EVACUACIÓN DE AGUAS

La evacuación de aguas pluviales y aguas de limpieza y mantenimiento del espacio público se realiza mediante sumideros lineales prefabricados de hormigón. Se trata de un canal monolítico con ranura central para el drenaje, ideal para zonas peatonales, parques, calles y carriles bici. Las nervaduras en la ranura longitudinal maximizan su resistencia, y su presencia para casi desapercibida.



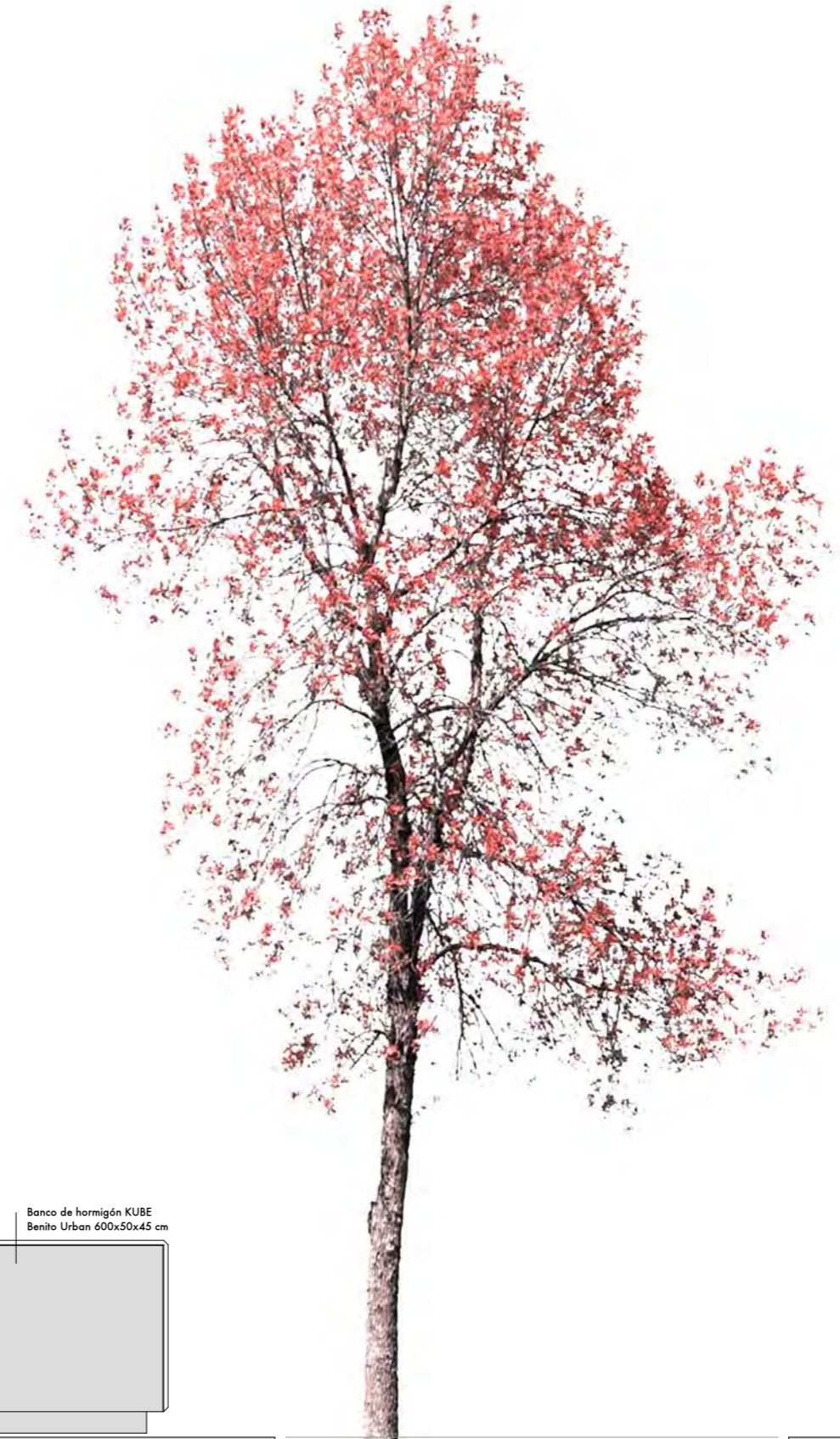
En cuanto a la evacuación de aguas en la terraza de la cafetería, se propone la utilización del mismo sistema de sumidero lineal bajo el pavimento de madera empleado en ella. Éste pavimento se encontrará apoyado sobre unos plots mecánicos que lo elevan enrasándolo con el nivel del espacio público, quedando en la parte inferior de la terraza una especie de balseta que impide la acumulación de agua sobre el pavimento de madera.



### 8.2. MOBILIARIO URBANO

El mobiliario urbano empleado se caracteriza por su sencillez de diseño.

Los bancos son prismas de hormigón. Se han escogido el modelo KUBE de la casa Benito Urban, con unas dimensiones de 50 cm de ancho por 45 cm de altura, y longitud variable, entre 2,5 y 6 metros. Éstos se disponen alineados con los ejes compositivos y con los parterres de vegetación de la plaza de Calabuig, y también frente al box de teatro de títeres.



**MEMORIA ESTRUCTURAL**  
COWORKING FACTORY  
PFC Taller 2 - 2014

Maria José Gaspar Clemente  
Tutor: Alberto García Burgos



# MEMORIA ESTRUCTURAL

## 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Objetivos
- 1.2. Soluciones estructurales adoptadas

## 2. MÉTODOS DE DIMENSIONAMIENTO

- 2.1. Normativa de aplicación
- 2.2. Materiales estructurales utilizados
- 2.3. Análisis estructural y método de cálculo
- 2.4. Acciones
- 2.5. Combinación de acciones
- 2.6. Modelización y cálculo
- 2.7. Comprobaciones a resistencia
- 2.8. Verificación de la aptitud de servicio

## 3. ESTRUCTURA DEL NUEVO VOLUMEN

- 3.1. Geometría
- 3.2. Acciones
- 3.3. Resultados
- 3.4. Comprobaciones
- 3.5. Planos

## 4. ESTRUCTURA DE LA CAFETERÍA - LUDOTECA

- 4.1. Geometría
- 4.2. Acciones
- 4.3. Resultados
- 4.4. Comprobaciones

## 5. ESTRUCTURA DE LOS BOXES

- 5.1. Geometría
- 5.2. Acciones
- 5.3. Resultados
- 5.4. Comprobaciones

## 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. OBJETIVOS

En la presente memoria estructural, se establecen las condiciones generales de diseño y cálculo de los sistemas estructurales adoptados en las diferentes zonas que resuelven el proyecto, así como las características y especificaciones de los materiales que se han empleado para su construcción. Éste es un proyecto de fragmentos, y por tanto, se deberán analizar estructuralmente las distintas partes que lo componen.

Principalmente el proyecto consiste en la rehabilitación de unas naves abandonadas y su adaptación a un nuevo uso: el de coworking. El programa del proyecto se completa edificando una serie de vacíos urbanos existentes en el área de actuación, donde se ubicarán una cafetería-ludoteca, una tienda o espacio expositivo, un apartamento temporal y un gimnasio.

En esta memoria se analizará estructuralmente algunos de los elementos más representativos del proyecto, siendo éstos, el nuevo volumen construido que emerge de las naves, el volumen de la cafetería-ludoteca y la agrupación de boxes dentro de las naves.

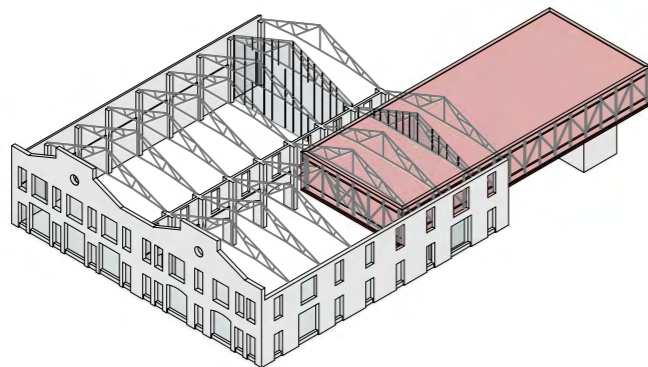
## 1.2. SOLUCIONES ESTRUCTURALES ADOPTADAS

### 1.2.1. LAS NAVES

La rehabilitación de las naves apenas requiere intervención estructural, más allá del refuerzo de la estructura en una crujía para la sujeción del muro de vidrio que sustituye al antiguo muro piñón de las naves.

### 1.2.2. EL NUEVO VOLUMEN

El nuevo volumen que emerge de éstas se caracteriza por su rotundidad estructural, pues consiste en un prisma de planta baja libre y espacio interno también libre, donde la estructura no interrumpe los espacios generados en su interior ni bajo el mismo. Se propone, pues, un sistema de estructura en celosía. De esta forma, los laterales largos actuarán como dos grandes vigas, y los laterales cortos como arriostramiento de éstas. La caja que se genera se sustenta apoyada sobre unas bases de hormigón a ambos lados del volumen, que se encuentran retiradas una crujía por cada extremo para facilitar la distribución de momentos.

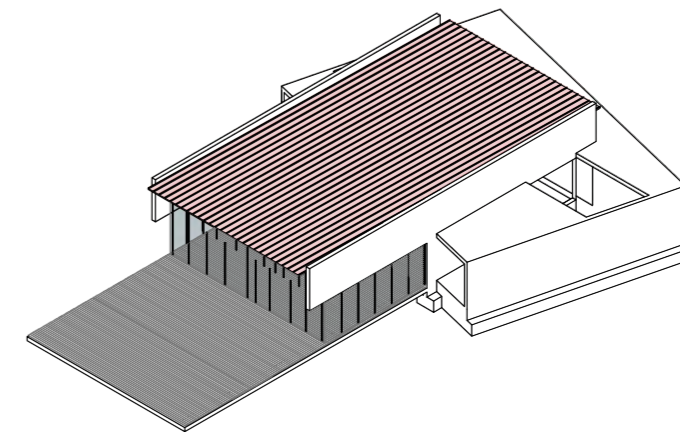


### 1.2.3. LA CAFETERÍA - LUDOTECA

En el caso de la manzana frente a las naves, donde se ubica la cafetería-ludoteca, la tienda y el apartamento temporal, se pretende fragmentar la unidad de la manzana para percibir con claridad el juego volumétrico de las piezas, poniéndolas en relación con la actuación en el interior de las naves.

La cafetería-ludoteca está formada por dos volúmenes prismáticos: un primer volumen más bajo que se ajusta entre las medianeras de las viviendas preexistentes que se conservan en la manzana, y un volumen más alto que cae sobre el primero y avanza hacia la plaza. En la intersección de los dos volúmenes se genera el espacio de la ludoteca, mientras que en la zona del volumen más alto que sobresale hacia la plaza se ubica la cafetería, prolongándose en el exterior a través de un pavimento continuo que genera una terraza en el espacio público.

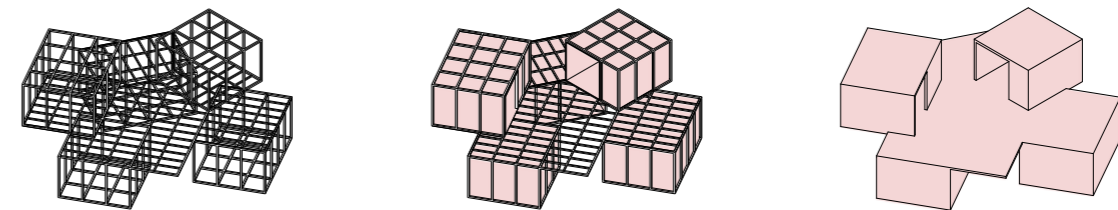
El sistema constructivo que define los volúmenes de la cafetería-ludoteca es el hormigón armado. Se elige este tipo de arquitectura, más sólida, por el contacto directo con las viviendas preexistentes, también de carácter muy sólido. Sin embargo, en la fachada que vuela hacia la plaza, el lenguaje es mucho más ligero, en relación al sistema constructivo empleado en la intervención en las naves.



### 1.2.4. LOS BOXES

En cuanto a la agrupación de boxes en el interior de las naves, se trata de una serie de cajas apiladas, giradas entre sí de un modo "aleatorio", en lo que en el proyecto se llama "el juego de las cajas contenidas" o el "azar limitado". Es una disposición aparentemente espontánea y dispersa, pero en realidad, las relaciones entre los boxes, y entre los espacios que se generan a su alrededor están cuidadosamente meditados, generando una atmósfera de espacios intersticiales. El proyecto reflexiona así sobre el concepto de límite y contenido, incorporando al espacio habitable tanto el contenido como el contenedor.

Los prismas tienen entre 3,60 y 4,80 metros de lado, y están formados por un armazón estructural de madera microlaminada revestido tanto por el interior como por el exterior con paneles de madera de abeto, que colaboran estructuralmente con dicho armazón. Sobre los boxes de la planta baja se asienta una losa, construida con el mismo sistema, que conecta en planta primera los boxes superiores. Todo actúa estructuralmente como un conjunto, y se entiende como un "mueble habitable" que se dispone directamente apoyado sobre la solera de las naves, sobre unos apoyos elásticos.





## 2. MÉTODOS DE DIMENSIONAMIENTO

## 2.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Código Técnico de la Edificación:

DB-SE: Seguridad estructural

DB-SE-AE: Acciones en la edificación

DB-SE-C: Cimientos

DB-SE-A: Acero

DB-SI: Seguridad en caso de incendio

- Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 RD 997/2022, de 27 de Septiembre.

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 RD 1247/2008, de 18 de Julio.

## 2.2. MATERIALES ESTRUCTURALES UTILIZADOS

**HORMIGÓN:** Se empleará hormigón armado en cimentaciones, muros y forjados, y éste será de las siguientes características:

Designación	HA-25/B/20/IIa
Tipo de cemento	CEM II/32,5
Consistencia del hormigón	Blanda
Asiento del cono de Abrams	6 - 9 cm
Relación agua/cemento	< 0,60
Tamaño máximo del árido	20 mm
Tipo de ambiente (agresividad)	IIa
Recubrimiento nominal	35 mm
Sistema de compactación	Vibrado
Nivel de control previsto	Estadístico

El acero de las barras de las armaduras será el siguiente:

Designación	B 500 S
Límite elástico	500 N/mm <sup>2</sup>
Nivel de control previsto	Normal

**ACERO:** Las estructuras metálicas serán de acero de las siguientes características:

Designación	S 275 JR
Límite elástico	275 N/mm <sup>2</sup>
Módulo elástico E	210.000 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez G	81.000 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson $\nu$	0,3
Coefficiente de dilatación térmica $\alpha$	$1,2 \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$
Densidad $\rho$	7.850 Kg/m <sup>3</sup>

## 2.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y MÉTODO DE CÁLCULO

El proceso seguido consiste en la determinación de las situaciones de dimensionado, el establecimiento de las acciones, el análisis estructural y finalmente el dimensionado.

Las situaciones de dimensionado se clasifican en:

- Persistentes, que se refieren a las condiciones normales de uso.
- Transitorias, que se refieren a unas condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
- Extraordinarias, que se refieren a unas condiciones excepcionales en las que el edificio se puede encontrar o a las que éste puede estar expuesto.

El método de comprobación utilizado es el de los Estados Límite. Se deberá verificar las condiciones de Estados Límites Últimos (resistencia y estabilidad) y Estados Límites de Servicio (aptitud al servicio, deformaciones, vibraciones...).

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples de la estructura se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir, admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

## 2.4. ACCIONES

Las acciones se clasifican por su variación en el tiempo en:

- Acciones permanentes (G): son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Su magnitud puede ser constante (como el peso propio de los elementos constructivos) o no (como las acciones reológicas).
- Acciones variables (Q): son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio, como las debidas al uso o las acciones climáticas.
- Acciones accidentales (A): son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia, como sismo, incendio, impacto o explosión.

### 2.4.1. ACCIONES VERTICALES

Son las cargas gravitatorias, tanto permanentes como variables, que actúan sobre la estructura.

Las cargas permanentes a tener en cuenta es el peso propio de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos) tellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios.

El peso de las fachadas y elementos de compartimentación pesados, tratados como acción local, se asignará como carga a aquellos elementos que inequívocamente vayan a soportarlos, teniendo en cuenta, en su caso, la posibilidad de reparto a elementos adyacentes y los efectos de arcos de descarga. En caso de continuidad con plantas inferiores, debe considerarse, del lado de la seguridad del elemento, que la totalidad de su peso gravita sobre sí mismo.

El valor característico del peso propio de los equipos e instalaciones fijas, tales como calderas colectivas, transformadores, aparatos de elevación, o torres de refrigeración, debe definirse de acuerdo con los valores aportados por los suministradores.

2.4.2. ACCIONES HORIZONTALES: VIENTO

Se va a realizar una aproximación a los efectos de la acción del viento, por tanto, se calcularán los efectos de esta acción en una única dirección, la más desfavorable. A pesar que el DB SE-AE exige que los edificios se comprobarán ante la acción del viento en todas sus direcciones, independientemente de que existan construcciones contiguas medianeras, generalmente bastará la consideración en dos direcciones sensiblemente ortogonales cualesquiera.

La acción del viento, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática,  $q_e$  puede expresarse:  $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pe}$ , siendo:

$q_b$ : presión dinámica del viento obtenido del anejo D del DB SE-AE, en función del emplazamiento geográfico de la obra: Valencia pertenece a la zona geográfica A, por tanto la presión dinámica es de **0,42 KN/m<sup>2</sup>**.



Figura D1 Valor básico de la velocidad del viento,  $v_b$

$c_e$ : coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura de **2,0**.

$c_s$ : coeficiente eólico o de presión.

El coeficiente de presión depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Como coeficientes eólicos globales podrán adoptarse los de la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coefficiente eólico de presión, $c_p$	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coefficiente eólico de succión, $c_s$	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

2.4.3. ACCIONES HORIZONTALES: SISMO

Según la Norma de Construcción Sismorresistente (NSCE-02), la aplicación de esta norma es obligatoria en las construcciones de nueva planta excepto:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$ , sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las construcciones, cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , es igual o mayor que 0,08 g.

En el proyecto se cumplen las siguientes condiciones.

- Clasificación sísmica básica: normal importancia (aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos).

- Aceleración sísmica básica, en Valencia:  $a_b = 0,06g$

Por lo tanto, teniendo en cuenta que se trata de una construcción de importancia normal y con aceleración sísmica básica inferior a 0,08 g, no es obligatoria la aplicación de esta norma.

2.5. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad y las hipótesis básicas definidas en la Normativa de aplicación CTE-DB SE Seguridad Estructural.

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

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

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación extraordinaria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

En los casos en los que la acción accidental sea la acción sísmica, todas las acciones variables concomitantes se tendrán en cuenta con su valor casi permanente, según la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$



## 2.6. MODELIZACIÓN Y CÁLCULO

Los elementos tipo barra han sido modelizados, espacialmente, como ejes que pasan por el centro de gravedad de la sección. La modelización del forjado se efectúa como un elemento finito superficial. Se considera que la estructura del prisma está apoyada sobre los muros de hormigón, y por tanto, éstos se modelizan como apoyos articulados.

Las solicitaciones de la estructura han sido obtenidas mediante el programa de cálculo Tricalc de Artec version 7.2.51. El cálculo de las deformaciones de la estructura sometida a un sistema de acciones externas y los esfuerzos que solicitan a los elementos estructurales se realizan por el método matricial de las rigideces para el caso de cálculo estático y la superposición modal para el cálculo dinámico. Las cargas de carácter superficial se introducen en el programa de cálculo en su posición espacial sobre las losas, con su valor indicado en el apartado de acciones; el programa distribuye automáticamente la acción de estas cargas sobre los nodos correspondientes.

Algunos cálculos simples, se han realizado a mano.

## 2.7. COMPROBACIONES A RESISTENCIA

Para el acero S275, se comprobará a resistencia que los perfiles no sobre pasan los siguientes valores:

Tensión admisible $\sigma_{adm}$	262 N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura $\sigma_r$	430 N/mm <sup>2</sup>

Las comprobaciones que se realizarán serán las siguientes:

$$\sigma_x = \left| \frac{N}{A} \right| + \left| \frac{M}{W} \right| \leq \sigma_{adm}$$

$$\tau_{xy} = \left| \frac{V}{A_{alma}} \right| \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_x^2 + \tau_{xy}^2} \leq \sigma_{adm}$$

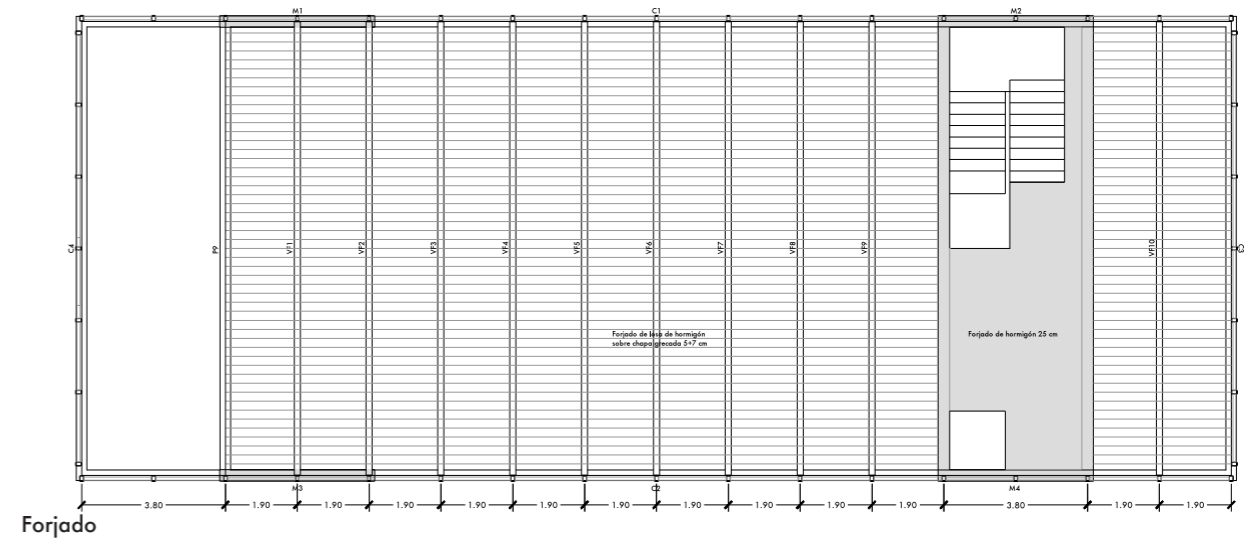
## 2.8. VERIFICACIÓN DE LA APTITUD DE SERVICIO

Se establecen los siguientes límites en los diferentes elementos:

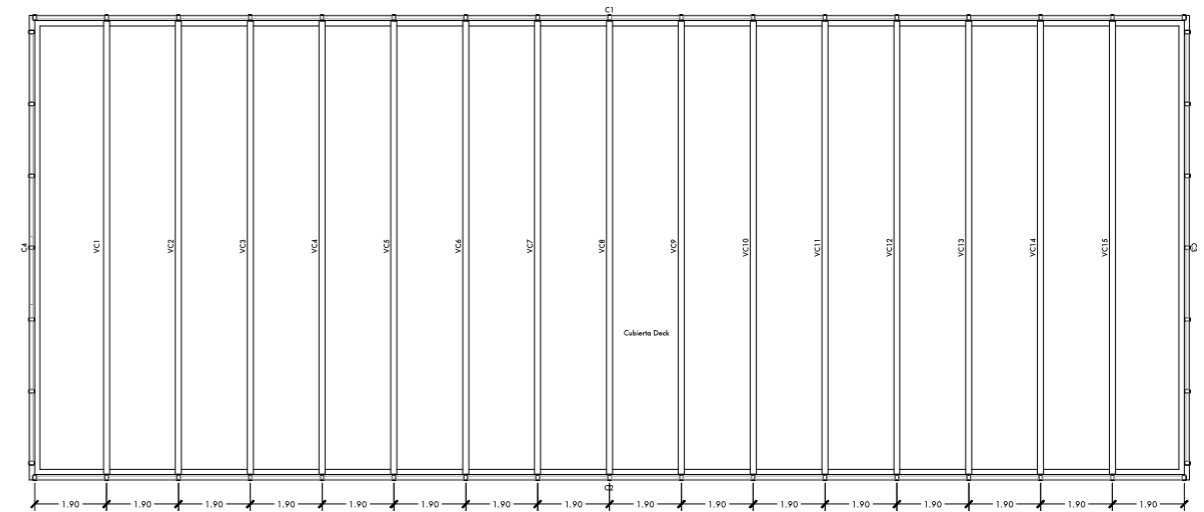
Flechas relativas:

Tipo de flecha	Combinación	Tabiques frágiles	Tabiques ordinarios	Resto de casos
Integridad de los elementos constructivos	Característica G + Q	1/500	1/400	1/300
Confort de los usuarios	Característica de sobrecarga Q	1/350	1/350	1/350
Apariencia de la obra	Casi permanente G + $\psi_2$ Q	1/300	1/300	1/300

### 3. ESTRUCTURA DEL NUEVO VOLUMEN



Forjado



Cubierta

### 3.1. GEOMETRÍA

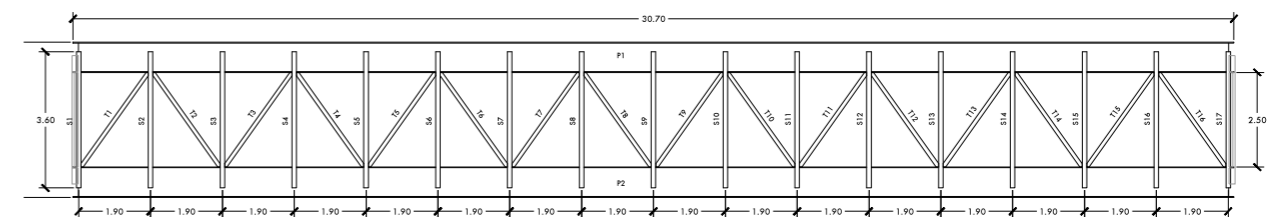
La estructura está formada por dos grandes vigas en celosía en los laterales largos del volumen, y otras dos más cortas en los laterales cortos como arriostramiento del conjunto. La caja que se genera se sustenta apoyada sobre unas bases de hormigón a ambos lados del volumen, que se encuentran retiradas una crujía por cada extremo para facilitar la distribución de momentos.

Se realizará el cálculo dos vigas tipo (una del forjado y otra de la cubierta) y de la viga en celosía de la fachada.

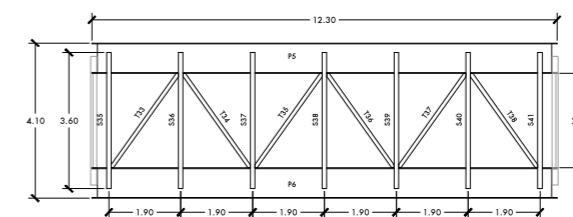
Definición de los elementos estructurales:

Elemento	Descripción	Nomenclatura
Muros	Hormigón armado (e = 30 cm)	M
Viguetas en forjado	IPE	VF
Viguetas en cubierta	IPE	VC
Vigas en celosía	-	C
	Horizontales = perfil conformado	P
	Verticales = tubo hueco estructural	S
	Diagonales = tubo hueco estructural	T

Para las barras horizontales de la celosía se emplean perfiles conformados no solo por la necesidad de gran canto que estas barras tienen, sino también por la disposición constructiva del conjunto.



Celosías C1 y C2



Celosías C3 y C4



## 3.2. ACCIONES

## 3.2.1. ACCIONES VERTICALES

Forjado:

Cargas permanentes por metro cuadrado(G)		
Elemento	Descripción	KN/m <sup>2</sup>
Forjado	Chapa grecada con capa de hormigón colaborante; grueso total 0,12 m	2,20
Pavimento	Sistema Movinord Unifix Freelay	0,20
Tabiquería	-	1,00
Falso techo	Luxalón 150C	0,20
Aislamiento	Lana de roca 30 mm	0,06
Instalaciones	Repercusión de instalaciones	0,04
	Total:	3,70
Viguetas	1 vigueta IPE330 cada 1,90 m = 0,491 KN/m	0,26
	Total:	3,96

Cargas permanentes por metro lineal (G)		
Elemento	Descripción	KN/m
Polycarbonato celular	Arcoplus 344 espesor 40 mm (0,04 KN/m <sup>2</sup> )	0,16
Correas	TR80.40.2,5 4 correas por metro (1 correa = 0,044KN/m)	0,18
Chapa	Chapa perforada Europerfil EUROBAC 80 (0,145 KN/m <sup>2</sup> )	0,58
Rematería	Repercusión por perfiles conformados de chapa plegada 1,2 mm espesor	0,04
	Total:	0,96

Cargas variables (Q)		
Tipo	Descripción	KN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	C1 Zonas de acceso al público con mesas y sillas	3

Cubierta:

Cargas permanentes (G)		
Elemento	Descripción	KN/m <sup>2</sup>
Chapa grecada	Chapa grecada de acero de 55 mm de canto y 2,5 mm de espesor	0,08
Geotextil	Lámina de polipropileno	0,0006
Aislamiento	Poliestireno expandido 5 cm de espesor	0,015
Impermeabilización	Lámina impermeable de vellón de polipropileno de tres capas	0,0012
Correas	1 correa de tipo medio CF150x40x30x1,5 mm cada 1,10 m = 0,153 KN/m	0,14
Falso techo	Knauf D113E - 2STD12,5	0,28
Instalaciones	Repercusión de instalaciones colgadas	0,02
	Total:	0,54
Viguetas	1 vigueta IPE330 cada 1,90 m = 0,491 KN/m	0,26
	Total:	0,8

Cargas variables (Q)		
Tipo	Descripción	KN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	G1 Cubiertas accesibles únicamente para conservación. Ligeras sobre correas (sin forjado)	0,4
Sobrecarga de nieve	En Valencia	0,2

## 3.2.2. ACCIONES HORIZONTALES: VIENTO

	q <sub>b</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	c <sub>s</sub>	c <sub>p</sub>	q <sub>ep</sub> (KN/m <sup>2</sup> )
Sobrecarga de viento a presión	0,42	2	0,7	0,588
Sobrecarga de viento a succión	0,42	2	-0,3	-0,252

$$\text{Esbeltez} = h/b = 3,6/30 = 0,12$$

## 3.2.3. HIPÓTESIS DE CARGA Y COMBINACIONES DE ACCIONES

Coeficientes:

Tipo de carga	γ	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
Permanente (G)	1,35	0,7	0,5	0,3
Variable uso (Q)	1,50	0,7	0,5	0,3
Variable nieve (N)	1,50	0,5	0,2	0,0
Variable viento (V)	1,50	0,6	0,5	0,0

Para el cálculo de solicitaciones del modelo, puesto que se tiene cargas permanentes (G), sobrecargas de uso (Q), nieve (N) y viento (V), aplicamos las siguientes combinaciones de hipótesis:

ELU:

$$\text{ELU 1\_persistente 1: } 1,35 \cdot G + 1,50 \cdot Q + 0,75 \cdot N + 0,9 \cdot V$$

$$\text{ELU 2\_persistente 2: } 1,35 \cdot G + 1,05 \cdot Q + 0,75 \cdot N + 1,5 \cdot V$$

$$\text{ELU 3\_persistente 3: } 1,35 \cdot G + 1,05 \cdot Q + 1,5 \cdot N + 0,9 \cdot V$$

ELS:

$$\text{ELS 1\_característica 1: } 1,00 \cdot G + 1,00 \cdot Q + 0,50 \cdot N + 0,60 \cdot V$$

$$\text{ELS 2\_característica 2: } 1,00 \cdot G + 0,70 \cdot Q + 0,50 \cdot N + 1,00 \cdot V$$

$$\text{ELS 3\_característica 3: } 1,00 \cdot G + 0,70 \cdot Q + 1,00 \cdot N + 0,60 \cdot V$$

$$\text{ELS 4\_frecuente 1: } 1,00 \cdot G + 0,50 \cdot Q + 0,00 \cdot N + 0,00 \cdot V$$

$$\text{ELS 5\_frecuente 2: } 1,00 \cdot G + 0,30 \cdot Q + 0,00 \cdot N + 0,50 \cdot V$$

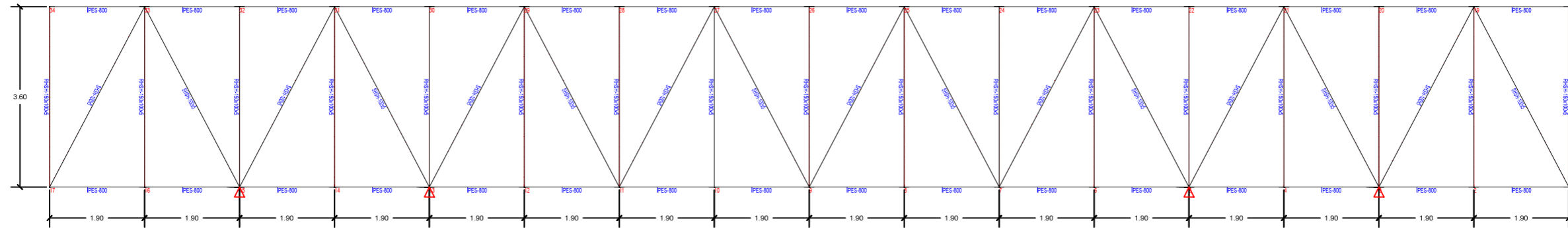
$$\text{ELS 6\_frecuente 3: } 1,00 \cdot G + 0,30 \cdot Q + 0,20 \cdot N + 0,00 \cdot V$$

$$\text{ELS 7\_casi permanente 1: } 1,00 \cdot G + 0,30 \cdot Q + 0,00 \cdot N + 0,00 \cdot V$$

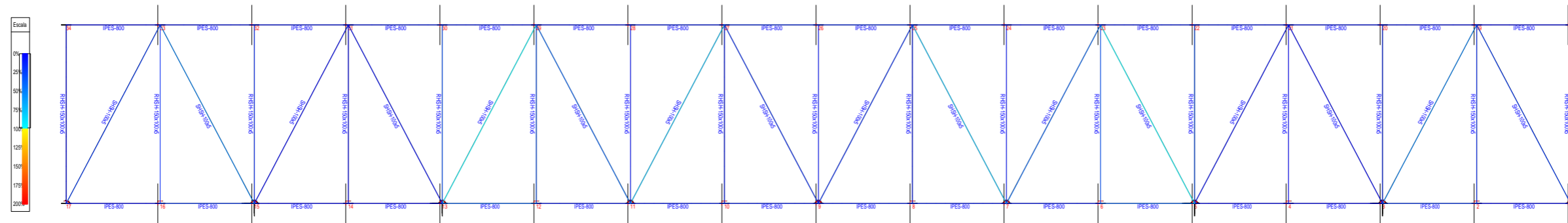
### 3.3. RESULTADOS

#### 3.3.1. RESULTADOS EN LA VIGA - CELOSÍA:

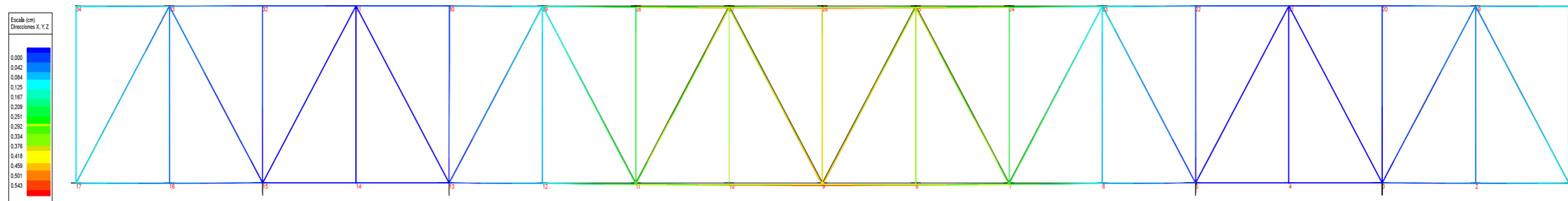
Obtenidos mediante programa de cálculo Tricalc de Artec version 7.2.51.



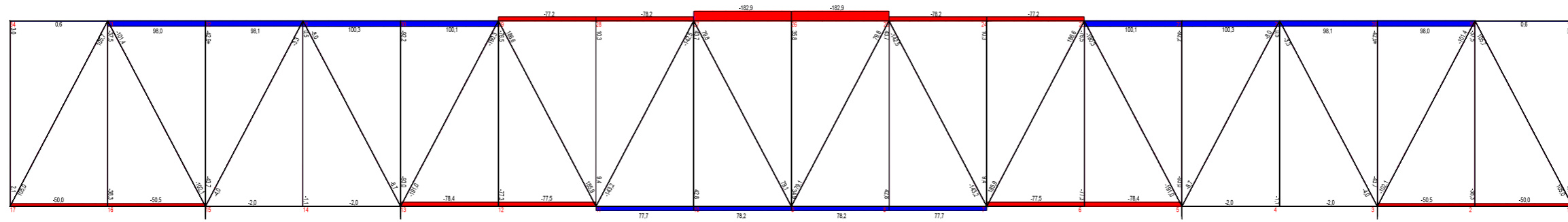
Geometría



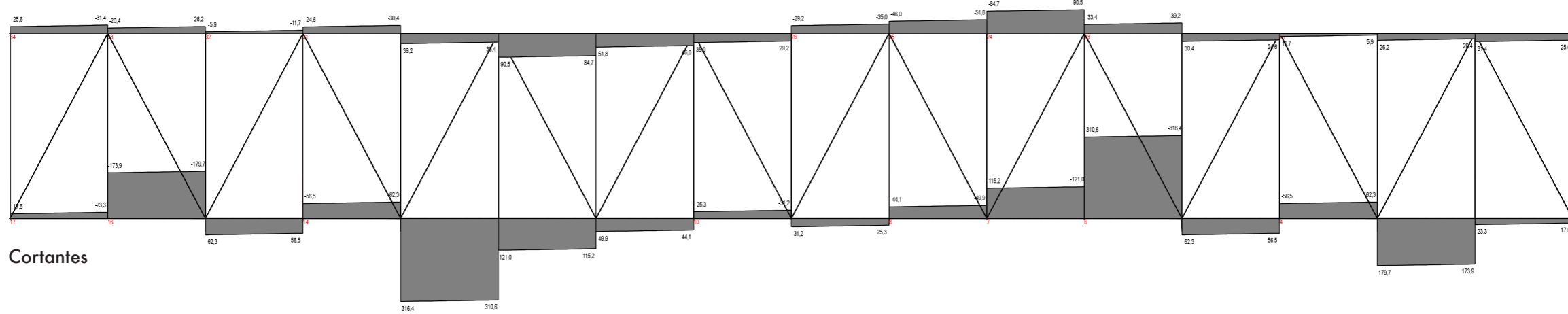
Tensiones



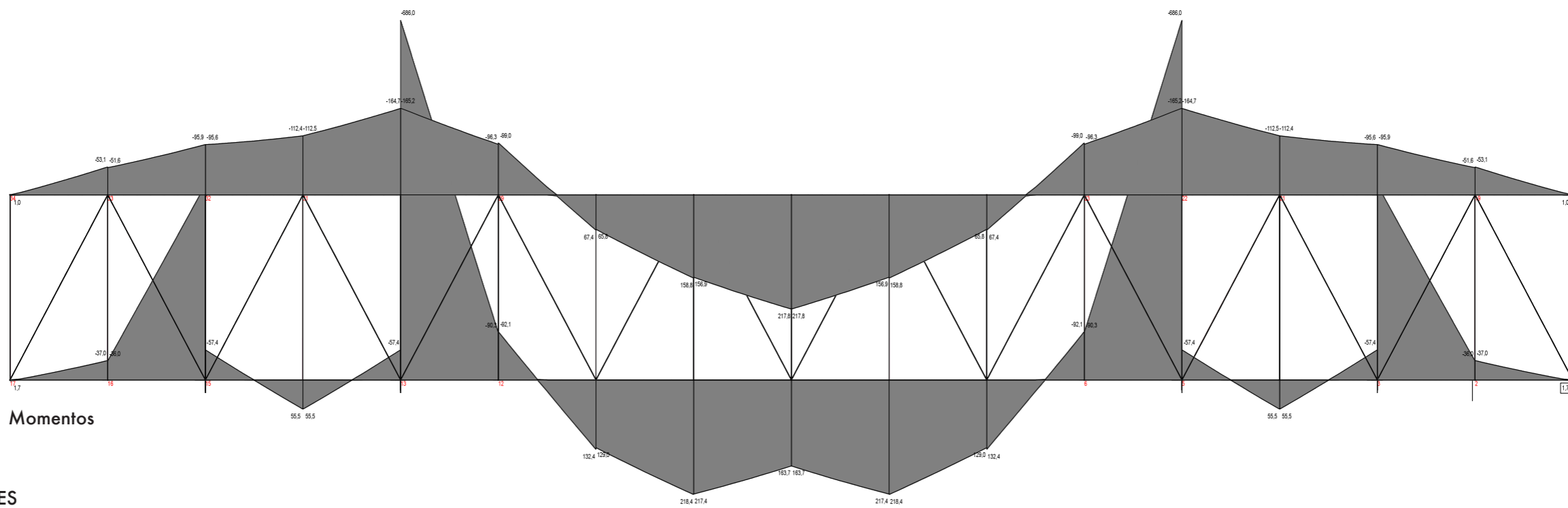
Desplazamientos



Axiles



Cortantes



Momentos

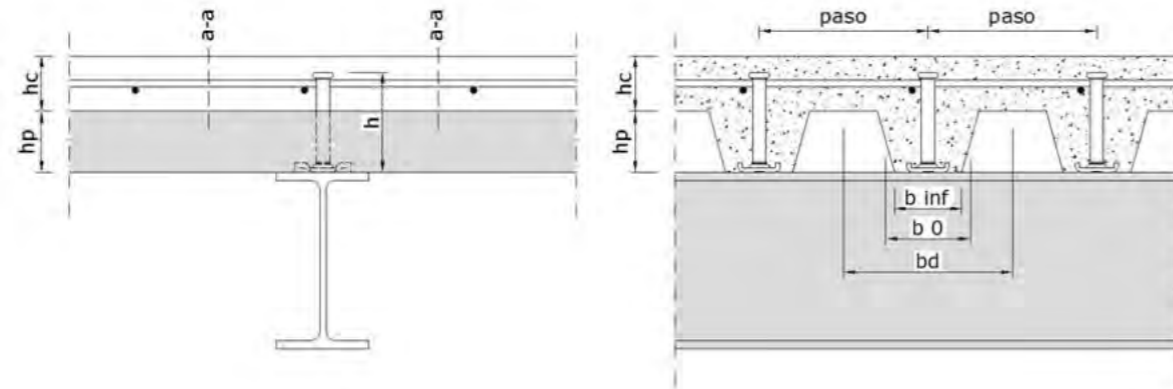
SOLICITACIONES



3.3.2. RESULTADOS EN EL FORJADO (FORJADO COLABORANTE)

Para la realización de los cálculos de este forjado, se ha utilizado un programa de cálculo sencillo facilitado por el fabricante (TECNARIA S.p.A.) disponible en su página web [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com)

Consiste en una hoja de cálculo de EXCEL donde se introducen los datos del forjado, y se obtienen las dimensiones del perfil necesario que cumple las limitaciones de resistencia y deformación, teniendo en cuenta la colaboración del forjado de hormigón.



Los resultados obtenidos de este programa de cálculo son los siguientes, para una viga IPE con colaboración del hormigón son:

Geometría:

Luz de cálculo	12,00 m
Intereje vigas	1,90 m
Perfil metálico	IPE 330
Espesor de la losa	0,12 m
Base eficaz	1,90 m
Perfil metálico	IPE 330
Plancha ondulada	Tipo Genus 60 Unimetal

Conexión:

Conector tipo	TECNARIA CTF 12/135
Altura del conector h	135 mm
Resistencia del conector P <sub>R</sub>	30,6 KN
Número de nervios	86
Número de conectores	54
Paso teórico	22,20 cm

Armadura transversal en la losa:

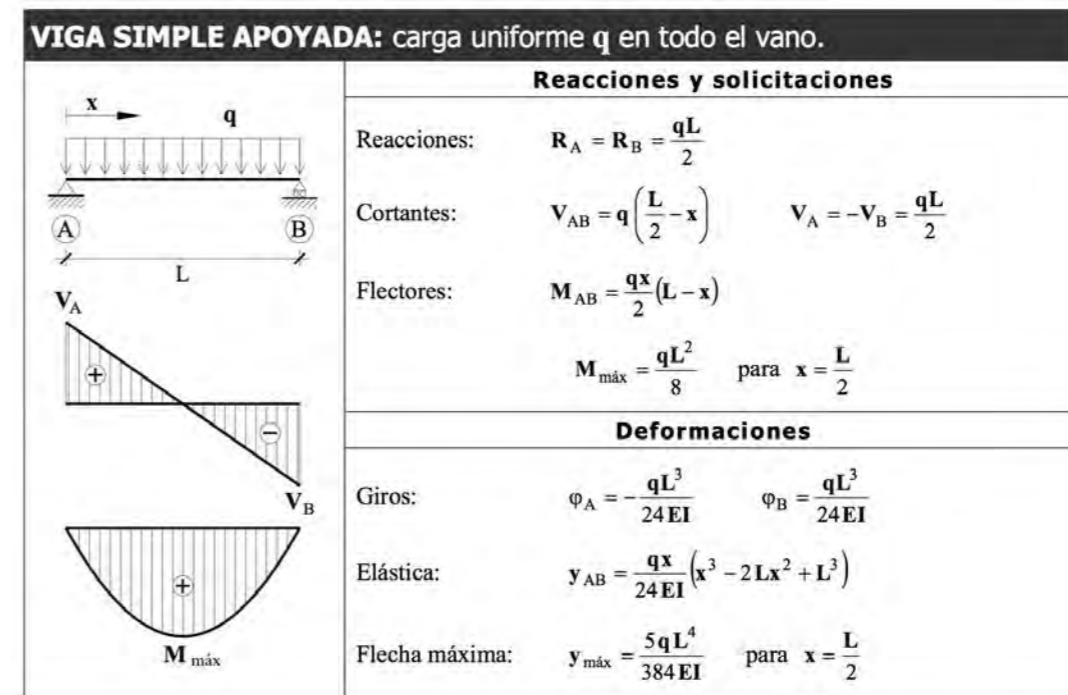
Armadura transversal mínima	4,8 cm <sup>2</sup> /m
Fuerza rasante por unidad de longitud de la losa	V <sub>sd</sub> = 135,2 KN/m
	V <sub>rd2</sub> = 1452,2 KN/m
	V <sub>rd3</sub> = 1232,0 KN/m

Solicitaciones:

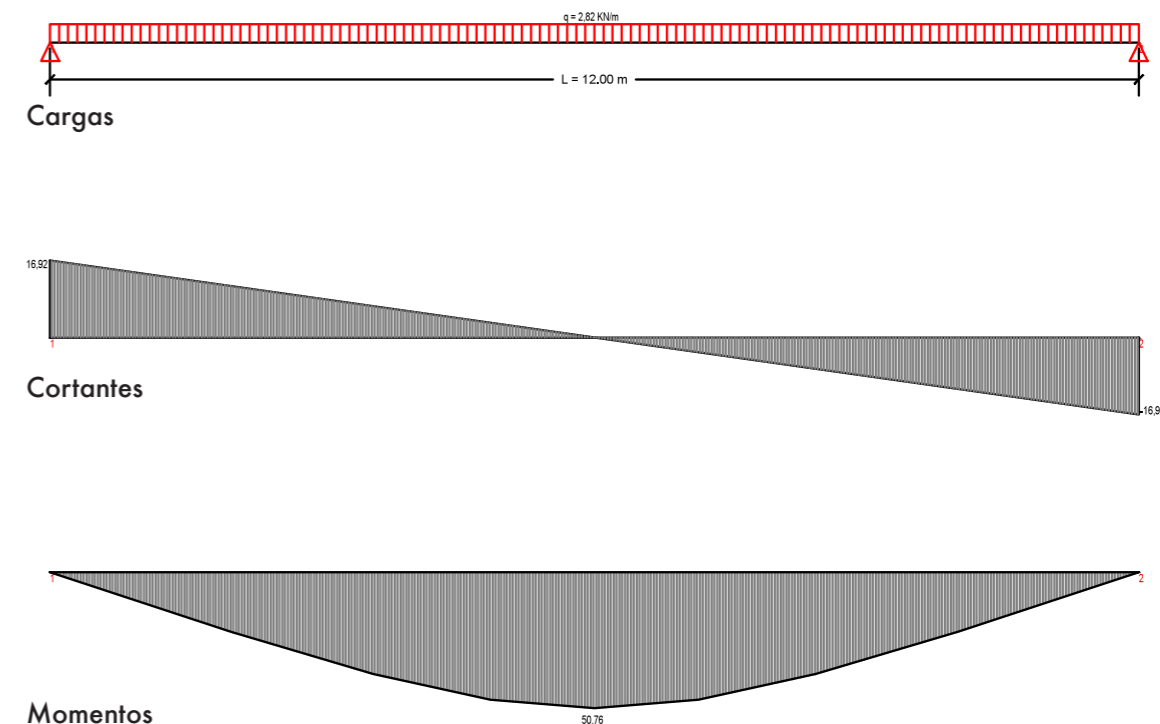
Cortante máximo	V <sub>sd1</sub> = 94,3 KN
Momento máximo	M <sub>sd1</sub> = 289,2 KN·m
Flecha	30,1 mm

3.3.3. RESULTADOS EN LA CUBIERTA (VIGA BIAPOYADA)

El cálculo de la viga de la cubierta se ha realizado a mano, por tratarse de una viga sencilla, biapoyada con una carga uniformemente repartida. Se dimensiona para una perfil IPE.



Se escoge la combinación ELU 1\_persistente 1: 1,35·G + 1,50·Q + 0,75·N + 0,9·V, desestimando la sobrecarga de viento.



## 3.4. COMPROBACIONES

Obtenidas las solicitaciones de cada elemento estudiado se procede a la comprobación a resistencia y deformaciones, según lo dispuesto en los apartados 2.7 y 2.8 de la presente memoria.

## 3.4.1. VIGA CELOSÍA:

	Axil más desfavorable	Momento más desfavorable
Barra	25 - 26	5 - 6
Perfil	IPES 800	IPES 800
Sección A (mm <sup>2</sup> )	23200	23200
Área del alma A <sub>alma</sub> (mm <sup>2</sup> )	11250	11250
Módulo elástico (W <sub>z</sub> )	5823 · 10 <sup>3</sup>	5823 · 10 <sup>3</sup>
Axil N (N)	-182,9 · 10 <sup>3</sup>	-78,4 · 10 <sup>3</sup>
Cortante V (N)	35,0 · 10 <sup>3</sup>	316,4 · 10 <sup>3</sup>
Momento flector M <sub>z</sub> (N.mm)	217,8 · 10 <sup>6</sup>	-686,0 · 10 <sup>6</sup>
Tensión normal σ <sub>x</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	45,29	121,19
Tensión tangencial τ <sub>xy</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	3,11	28,12
Tensión de comparación σ <sub>co</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	45,4	124,41
Tensión admisible σ <sub>adm</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	262	262
	Cumple a resistencia	Cumple a resistencia
Flecha δ (mm)	5	1,2
Flecha admisible δ <sub>adm</sub> (mm)	50	50
	Cumple a deformación	Cumple a deformación

## 3.4.2. VIGA FORJADO

	Viga forjado
Perfil metálico	IPE 330
Espesor de la losa de hormigón (mm)	120
Altura total de la sección (mm)	450 mm
Cortante V <sub>sd1</sub> (N)	94,3 · 10 <sup>3</sup>
Cortante admisible V <sub>pl,Rd</sub> (N)	319,7 · 10 <sup>3</sup>
	Cumple a esfuerzo cortante
Momento flector M <sub>sd1</sub> (N.mm)	289,2 · 10 <sup>6</sup>
Momento admisible M <sub>pl,Rd</sub> (N.mm)	307,1 · 10 <sup>6</sup>
	Cumple a flexión
Flecha δ (mm)	30,1
Flecha admisible δ <sub>adm</sub> (mm)	40
	Cumple a deformación

## 3.4.3. VIGA CUBIERTA

Las comprobaciones de esta viga han sido realizadas a mano, obteniéndose los resultados siguientes:

## a. Predimensionado

En una viga biapoyada cargada uniformemente, el momento máximo se produce en el centro del vano, y su valor es:

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 2,82 \cdot 12^2 = 50,67 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Si se observa la tabla 8.1. del DB-SA, puede comprobarse que los perfiles IPE, sometidos a flexión son siempre de clase 1.

El momento flector que actúa sobre la sección M<sub>Ed</sub> no podrá superar la resistencia a flexión de la sección M<sub>c,Rd</sub>:

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

Esta resistencia a flexión varía con el tipo de sección. En secciones de clase 1 y 2, esta resistencia viene definida por la expresión:

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

Por tanto, se puede determinar el perfil a partir del cual se hace válida la condición anterior haciendo:

$$W_{pl} \geq \frac{M_{Ed}}{f_{yd}}$$

$$W_{pl} \geq \frac{50,76 \cdot 10^6}{\frac{275}{1,05}} = 193,81 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

El primer perfil que cumple este requisito del módulo plástico es el IPE 220, cuyos datos son:

h = 220 mm	I <sub>z</sub> = 205 · 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
b = 110 mm	r = 12 mm
t <sub>w</sub> = 5,9 mm	A = 33,4 · 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
t <sub>f</sub> = 9,2 mm	W <sub>pl,y</sub> = 285 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
I <sub>y</sub> = 2.772 · 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> = 252 · 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
i <sub>t,z</sub> = 2,48 · 10 mm	I <sub>t</sub> = 9,07 · 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>

Además, otros valores a considerar, definidos para el acero 275 son:

f <sub>y</sub> = 275 N/mm
γ <sub>M1</sub> = 1,05
E = 210.000 N/mm <sup>2</sup>
G = 81.000 N/mm <sup>2</sup>

b. Comprobación a esfuerzo cortante:

El mayor valor del esfuerzo cortante se da en los apoyos, y su valor es el de la reacción. Por tanto, no es coincidente con el máximo momento flector.

$$V_{Ed} = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{2,82 \cdot 12}{2} = 16,92 \text{ KN}$$

La resistencia plástica de la sección a cortante viene definida por la expresión:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

donde el término relativo al área a cortante  $A_v$ , para perfiles en I cargados paralelamente al alma, vale:

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

$$A_v = 33,4 \cdot 10^2 - 2 \cdot 110 \cdot 9,2 + (5,9 + 2 \cdot 12) \cdot 9,2 = 1591,08 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1591,08 \cdot \frac{275}{1,05 \cdot \sqrt{3}} = 240,59 \text{ KN}$$

Por tanto, el perfil es admisible:

$$V_{Ed} < V_{pl,Rd}$$

c. Comprobación a pandeo lateral:

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

Por ser de clase 1:

$$W_y = W_{pl,y}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{(\phi_{LT})^2 - (\lambda_{LT})^2}} \leq 1$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + (\bar{\lambda}_{LT})^2]$$

Para el perfil IPE 220, se corresponde una curva de pandeo  $\alpha$  y un valor del coeficiente de imperfección  $\alpha_{LT} = 0,21$ , por ser:

$$\frac{h}{b} = \frac{220}{110} = 2$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral  $M_{cr}$  se calcula mediante:

$$M_{cr} = \sqrt{(M_{LTv})^2 + (M_{LTw})^2}$$

$$M_{LTv} = c_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_T \cdot E \cdot I_z}$$

Teniendo en cuenta que  $\pi$ ,  $G$ ,  $I_T$ ,  $E$ ,  $I_z$  son constantes para un perfil dado y para facilitar los cálculos, se ha definido como  $b_{LTv}$  a la expresión:

$$b_{LTv} = \pi \cdot \sqrt{G \cdot I_T \cdot E \cdot I_z} = \pi \cdot \sqrt{81.000 \cdot 9,07 \cdot 10^4 \cdot 210.000 \cdot 205 \cdot 10^4} = 176.678 \cdot 10^6$$

de modo que la expresión anterior se escribe:

$$M_{LTv} = c_1 \cdot \frac{b_{LTv}}{L_c}$$

donde:

$$c_1 = 1,13$$

$$L_c = l = 12.000 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$M_{LTv} = 1,13 \cdot \frac{176.678 \cdot 10^6}{12.000} = 167.303.845 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{(L_c)^2} \cdot c_1 \cdot (i_{f,z})^2$$

Del mismo modo que para la expresión anterior,  $W_{el,y}$ ,  $\pi$ ,  $E$ ,  $i_{f,z}$  son constantes para un perfil dado. Para facilitar los cálculos se ha definido como  $b_{LTw}$  a la expresión:

$$b_{LTw} = W_{el,y} \cdot \pi^2 \cdot E \cdot (i_{f,z})^2 = 252 \cdot 10^3 \cdot \pi^2 \cdot 210.000 \cdot 2,48 \cdot 10 = 12.953 \cdot 10^9$$

de modo que la expresión anterior se escribe:

$$M_{LTw} = \frac{c_1}{(L_c)^2} \cdot b_{LTw} = \frac{1,13}{(12.000)^2} \cdot 12,953 \cdot 10^9 = 101.684,31 \text{ N} \cdot \text{mm}$$



$$M_{cr} = \sqrt{(167.303.845)^2 + (101.684,31)^2} = 167.303.875,9 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{285 \cdot 10^3 \cdot 275}{167.303.875,9}} = 0,68$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + (\bar{\lambda}_{LT})^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,68 - 0,2) + (0,68)^2] = 0,74$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{(\phi_{LT})^2 - (\bar{\lambda}_{LT})^2}} = \frac{1}{0,74 + \sqrt{(0,74)^2 - (0,68)^2}} = 0,96 < 1$$

Así,

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 0,96 \cdot \frac{285 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,05} = 71.657.142,86 \text{ N} \cdot \text{mm} = 71,66 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Por tanto el perfil es admisible:

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

#### d. Comprobación a abolladura:

En principio, no se van a disponer rigidizadores. No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

Como el canto del alma  $d$ , de un IPE 220 es de:

$$d = h - 2 \cdot t_f = 220 - 2 \cdot 9,2 = 201,6 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 5,9 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,93$$

$$\frac{201,6}{5,9} = 34,17 < 70 \cdot 0,93 = 65,1$$

Por tanto, no es necesario comprobar la resistencia de abolladura del alma.

#### e. Comprobación a efectos locales: cargas concentradas.

En una viga biapoyada con carga uniformemente repartida, la concentración de cargas se produce en los apoyos, con las reacciones.

$$R = \frac{q \cdot l}{2} = 16,92 \text{ KN}$$

Debe cumplirse que:

$$R \leq R_{b,Rd} = N_{b,Rd}$$

Se estudia el pandeo del tramo del alma afectado por la carga puntual, considerado como un soporte corto sometido a compresión simple.

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

Este elemento tiene una longitud igual al canto del alma  $d$ , y una anchura eficaz igual a  $b_{eff}$ , por tanto su área  $A$  será:

$$A = b_{eff} \cdot t_w$$

$$b_{eff} = 10 \cdot t_w \cdot \varepsilon = 10 \cdot 5,9 \cdot 0,93 = 54,77 \text{ mm}$$

Así, las propiedades de la sección son:

$$A = 54,77 \cdot 5,9 = 323,14 \text{ mm}^2$$

$$I_{min} = \frac{1}{12} \cdot b_{eff} \cdot (t_w)^3 = \frac{1}{12} \cdot 54,77 \cdot 5,9^3 = 937,38 \text{ mm}^4$$

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} = \sqrt{\frac{937,38}{323,14}} = 1,70 \text{ mm}$$

Así pues, se procede a la obtención del coeficiente  $\chi_{min}$ :

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{\lambda}{\lambda_R}}$$

$$\lambda_R = 86,6$$

$$\lambda = \frac{L_K}{i_{min}}$$

$$L_K = 0,8 \cdot d = 0,8 \cdot 201,6 = 161,28 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{161,28}{1,70} = 94,87$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{94,87}{86,6}} = 1,05$$

Con curva de pandeo c (siempre para esta comprobación) se obtiene en la Figura 6.3. "Curvas de pandeo" del DB-SA el valor de  $\chi_{min}$ :

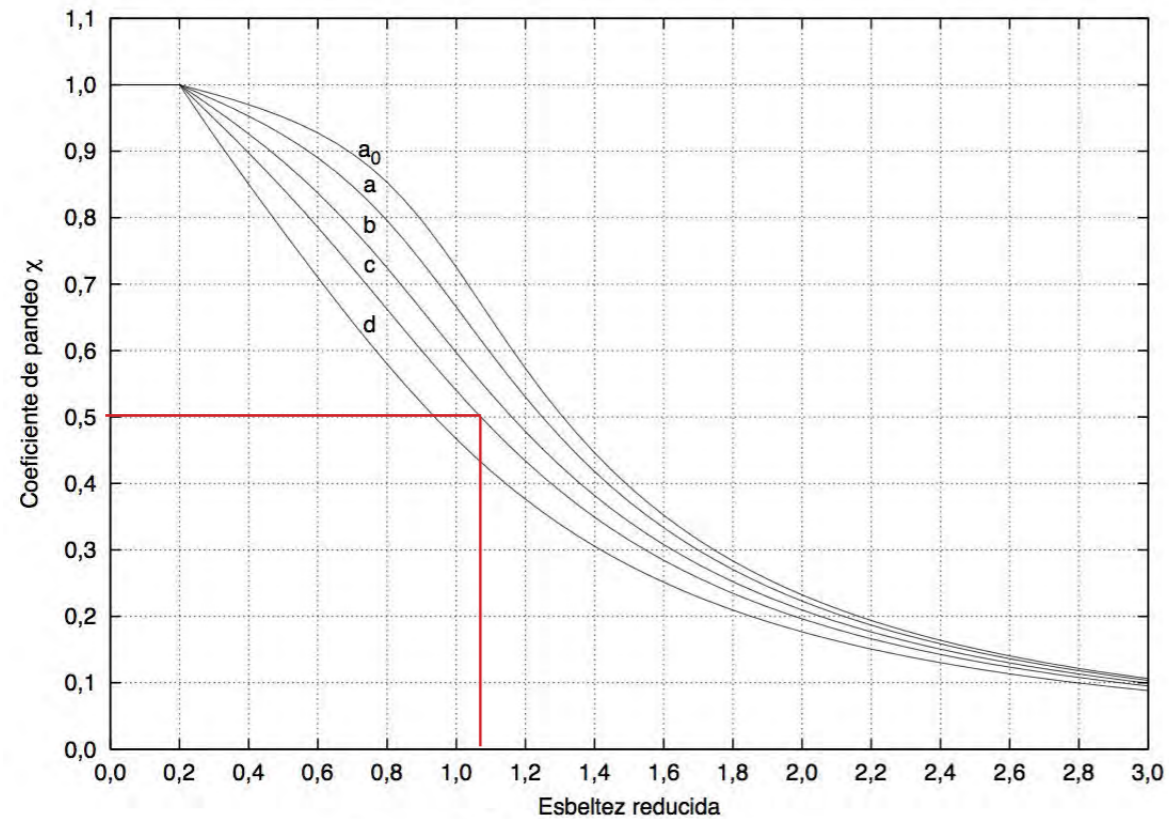


Figura 6.3 Curvas de pandeo

$$\chi = 0,5$$

Por tanto:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,5 \cdot 323,14 \cdot 275}{1,05} = 423.159,52 \text{ N} = 423,16 \text{ KN}$$

Luego el perfil es admisible:

$$R < N_{b,Rd}$$

f. Comprobación a flecha (ELS):

Comprobaremos la condición de flecha:

$$\delta \leq \frac{l}{300} = \frac{12.000}{300} = 40 \text{ mm}$$

Siendo la flecha para una viga biapoyada con carga uniformemente repartida la correspondiente a la expresión:

$$\delta = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{348 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 2,82 \cdot 12.000^4}{348 \cdot 210.000 \cdot 2.772 \cdot 10^4} = 130,8 \text{ mm}$$

Por tanto, la viga dimensionada con un perfil IPE 220 no sería admisible, pues:

$$\delta > 40 \text{ mm}$$

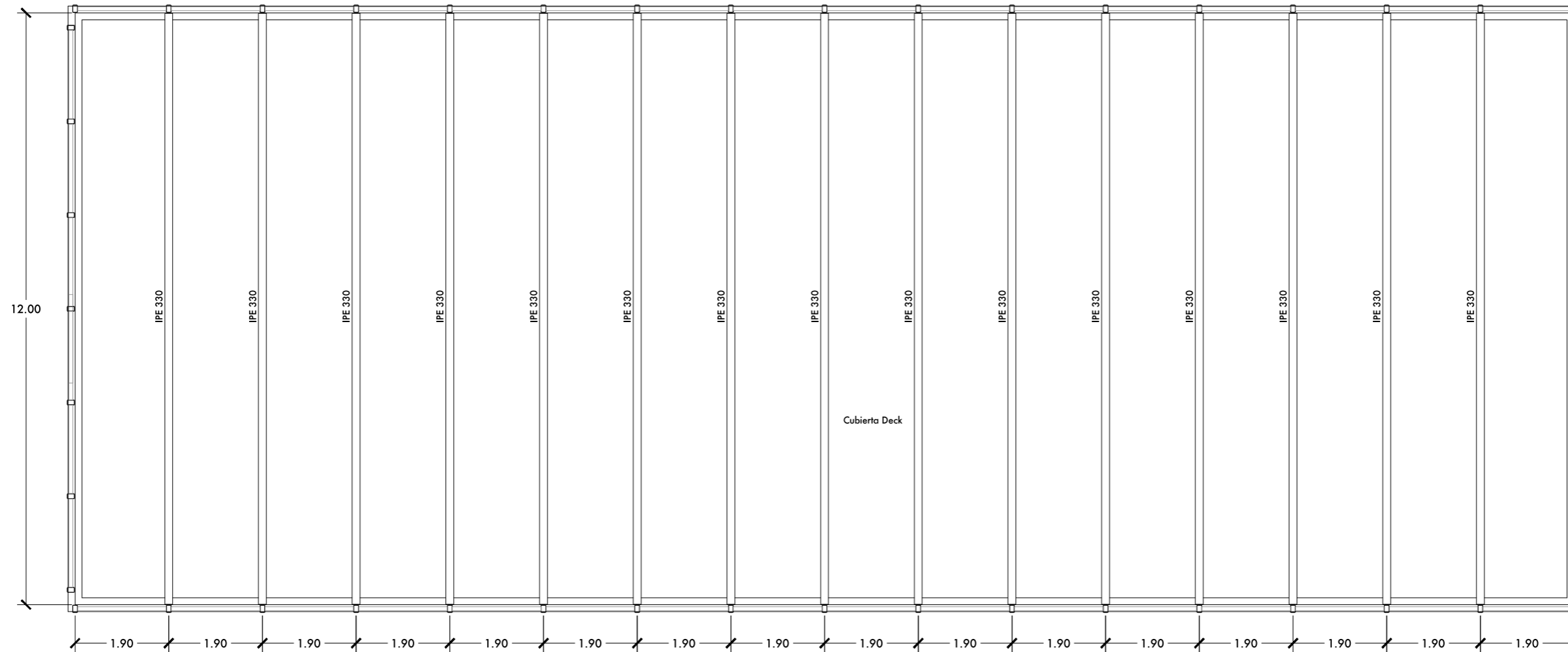
Para que la flecha fuese admisible, y por tanto menor de 40 mm:

$$I_y = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot \delta_{max}} = \frac{5 \cdot 2,82 \cdot 12.000^4}{384 \cdot 210.000 \cdot 40} = 9.064,29 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

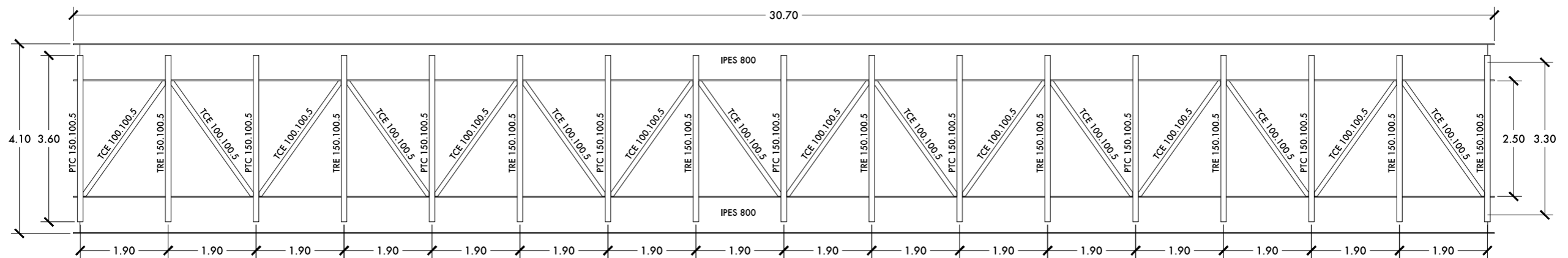
El primer perfil que cumple esta condición es el IPE 330, cuyo  $I_y = 11.770 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

Por tanto, la viga deberá dimensionarse con un IPE 330.

3.5. PLANOS (escala 1:100)

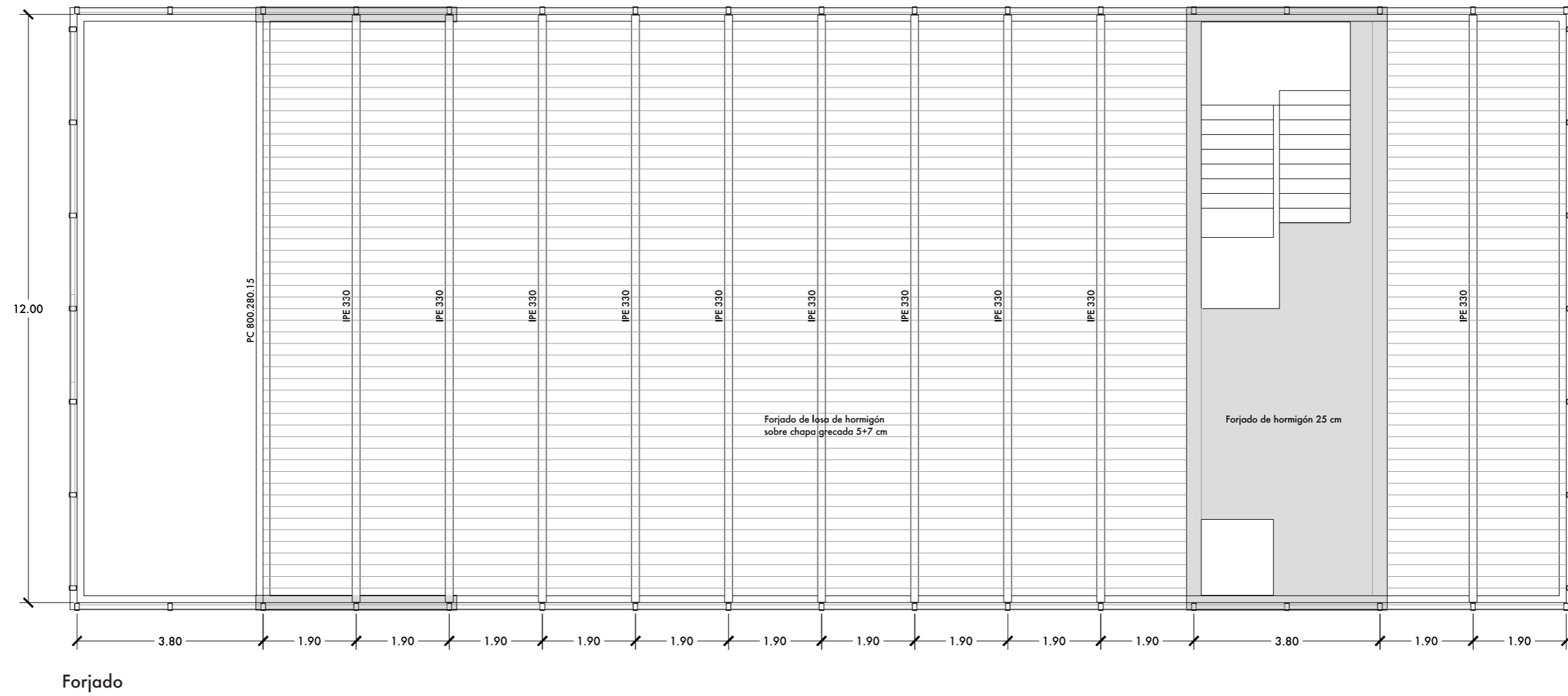


Cubierta



Viga - celosía





#### 4. ESTRUCTURA DE LA CAFETERÍA - LUDOTECA

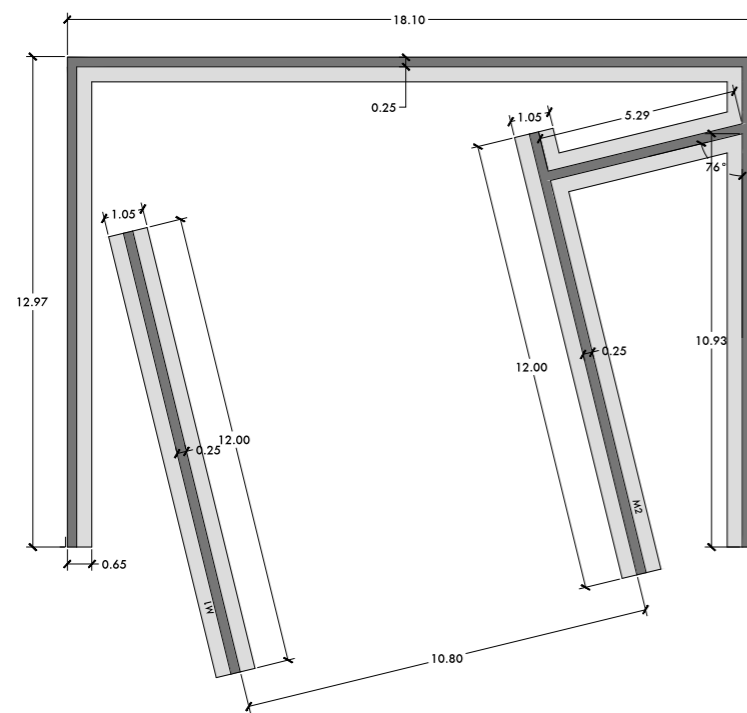
### 4.1. GEOMETRÍA

El sistema constructivo que define los volúmenes de la cafetería-ludoteca son los muros de hormigón armado, entre los cuales se disponen las vigas que soportan la cubierta, las cuales se calcularán en este apartado.

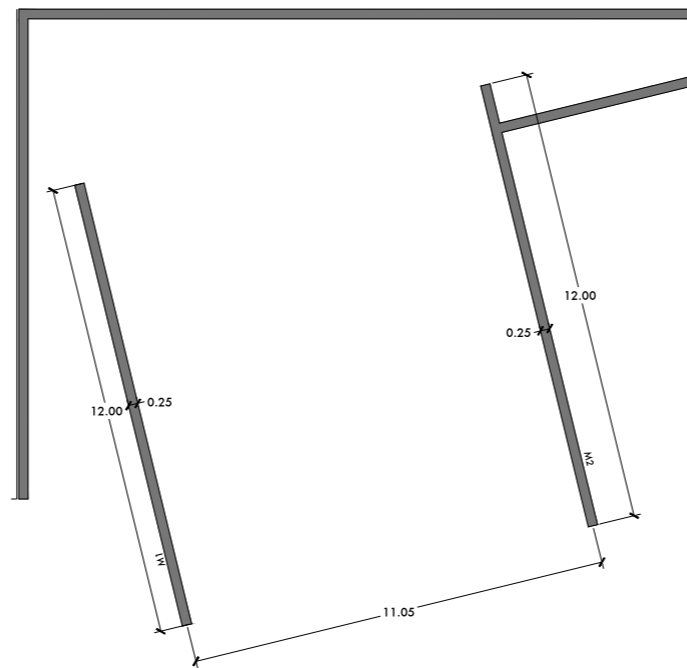
Para evocar la continuidad visual en el espacio público que la cafetería ocupa, los muros se interrumpen en su parte interior conforme avanzan hacia la plaza, acabando en un gran voladizo, que ofrece transparencia visual desde el exterior de un lado a otro del volumen de la cafetería.

Definición de los elementos estructurales:

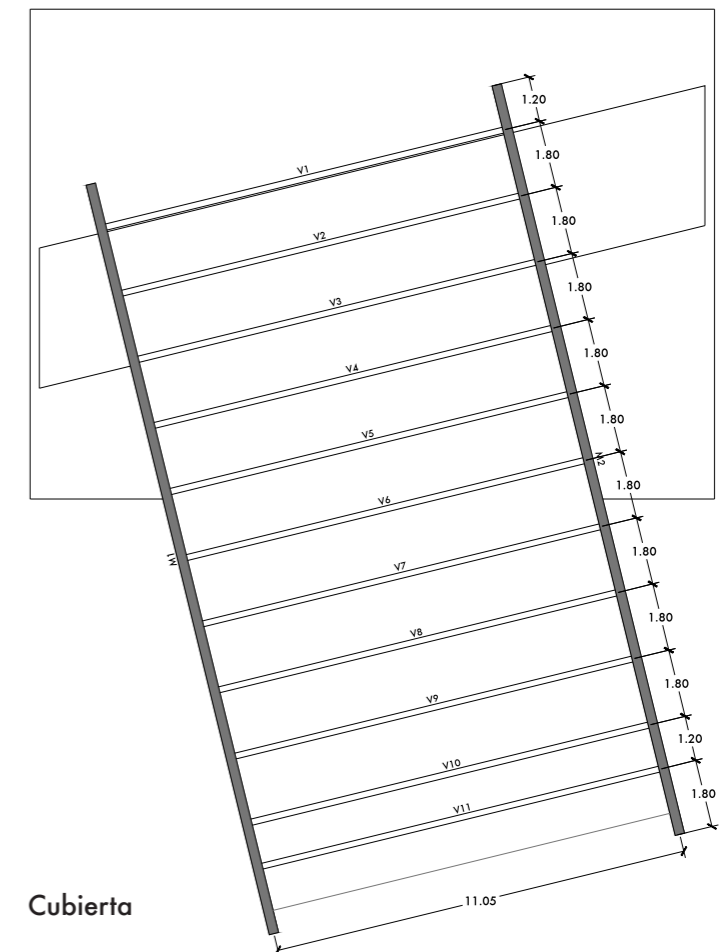
Elemento	Descripción	Nomenclatura
Muros	Hormigón armado (e = 25 cm)	M
Vigas en cubierta	IPE	V



Cimentación



Planta baja



Cubierta



## 4.2. ACCIONES

## 4.2.1. ACCIONES VERTICALES

Cubierta:

Cargas permanentes (G)		
Elemento	Descripción	KN/m <sup>2</sup>
Panel sandwich	Panel sandwich DIPPANEL de acero autoportante con aislamiento en poliuretano de 80 mm de espesor	0,10
Falso techo	Luxalón 150C	0,2
Instalaciones	Repercusión de instalaciones colgadas	0,03
	Total:	0,33
Vigas	1 viga IPE330 cada 1,80 m = 0,491 KN/m	0,27
	Total:	0,60

Cargas variables (Q)		
Tipo	Descripción	KN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	G1 Cubiertas accesibles únicamente para conservación. Ligeras sobre correas (sin forjado)	0,4
Sobrecarga de nieve	En Valencia	0,2
	Total:	0,6

Fachada:

Cargas permanentes (G)		
Elemento	Descripción	KN/m
Cerramiento muro de vidrio	Fachada acristalada vertical JANSEN VISS-TV (0,38 KN/m <sup>2</sup> ) en 4,4 m de altura	1,672

## 4.2.2. ACCIONES HORIZONTALES: VIENTO

	$q_b$ (KN/m <sup>2</sup> )	$c_s$	$c_p$	$q_{ep}$ (KN/m <sup>2</sup> )
Sobrecarga de viento a presión	0,42	2	0,7	0,588
Sobrecarga de viento a succión	0,42	2	-0,4	-0,336

$$\text{Esbeltez} = h/b = 5,21/20,4 = 0,26$$

## 4.2.3. HIPÓTESIS DE CARGA Y COMBINACIONES DE ACCIONES

Coeficientes:

Tipo de carga	$\gamma$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Permanente (G)	1,35	0,7	0,5	0,3
Variable uso (Q)	1,50	0,7	0,5	0,3
Variable nieve (N)	1,50	0,5	0,2	0,0
Variable viento (V)	1,50	0,6	0,5	0,0

Para el cálculo de solicitaciones del modelo, puesto que se tiene cargas permanentes (G), sobrecargas de uso (Q), nieve (N) y viento (V), aplicamos las siguientes combinaciones de hipótesis:

ELU:

$$\begin{aligned} \text{ELU 1\_persistente 1: } & 1,35 \cdot G + 1,50 \cdot Q + 0,75 \cdot N + 0,9 \cdot V \\ \text{ELU 2\_persistente 2: } & 1,35 \cdot G + 1,05 \cdot Q + 0,75 \cdot N + 1,5 \cdot V \\ \text{ELU 3\_persistente 3: } & 1,35 \cdot G + 1,05 \cdot Q + 1,5 \cdot N + 0,9 \cdot V \end{aligned}$$

ELS:

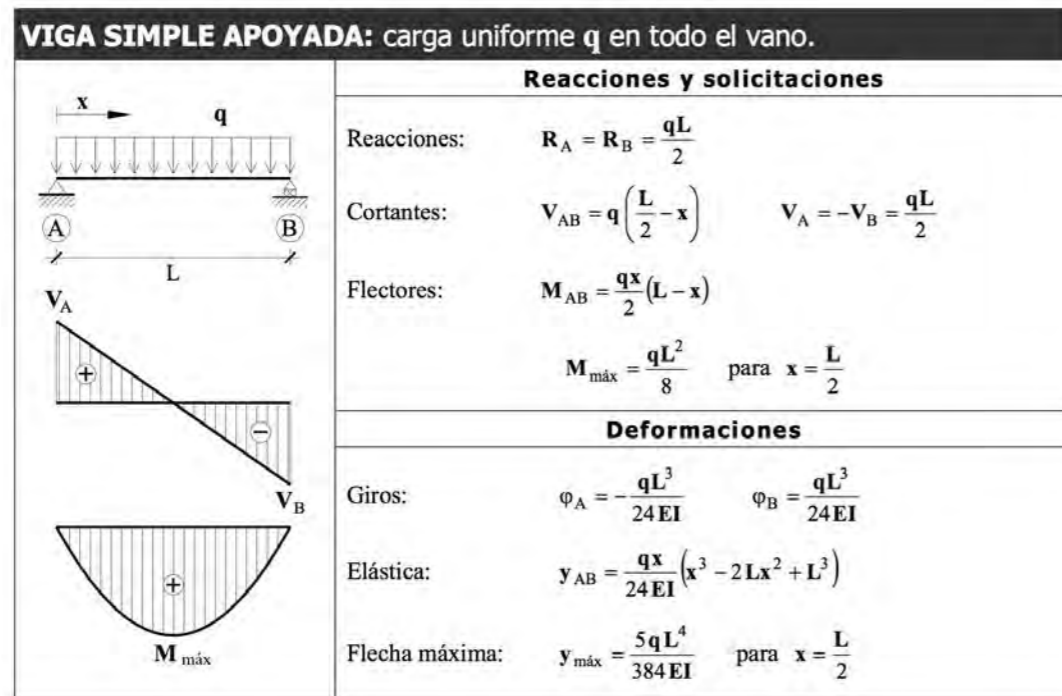
$$\begin{aligned} \text{ELS 1\_característica 1: } & 1,00 \cdot G + 1,00 \cdot Q + 0,50 \cdot N + 0,60 \cdot V \\ \text{ELS 2\_característica 2: } & 1,00 \cdot G + 0,70 \cdot Q + 0,50 \cdot N + 1,00 \cdot V \\ \text{ELS 3\_característica 3: } & 1,00 \cdot G + 0,70 \cdot Q + 1,00 \cdot N + 0,60 \cdot V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ELS 4\_frecuente 1: } & 1,00 \cdot G + 0,50 \cdot Q + 0,00 \cdot N + 0,00 \cdot V \\ \text{ELS 5\_frecuente 2: } & 1,00 \cdot G + 0,30 \cdot Q + 0,00 \cdot N + 0,50 \cdot V \\ \text{ELS 6\_frecuente 3: } & 1,00 \cdot G + 0,30 \cdot Q + 0,20 \cdot N + 0,00 \cdot V \end{aligned}$$

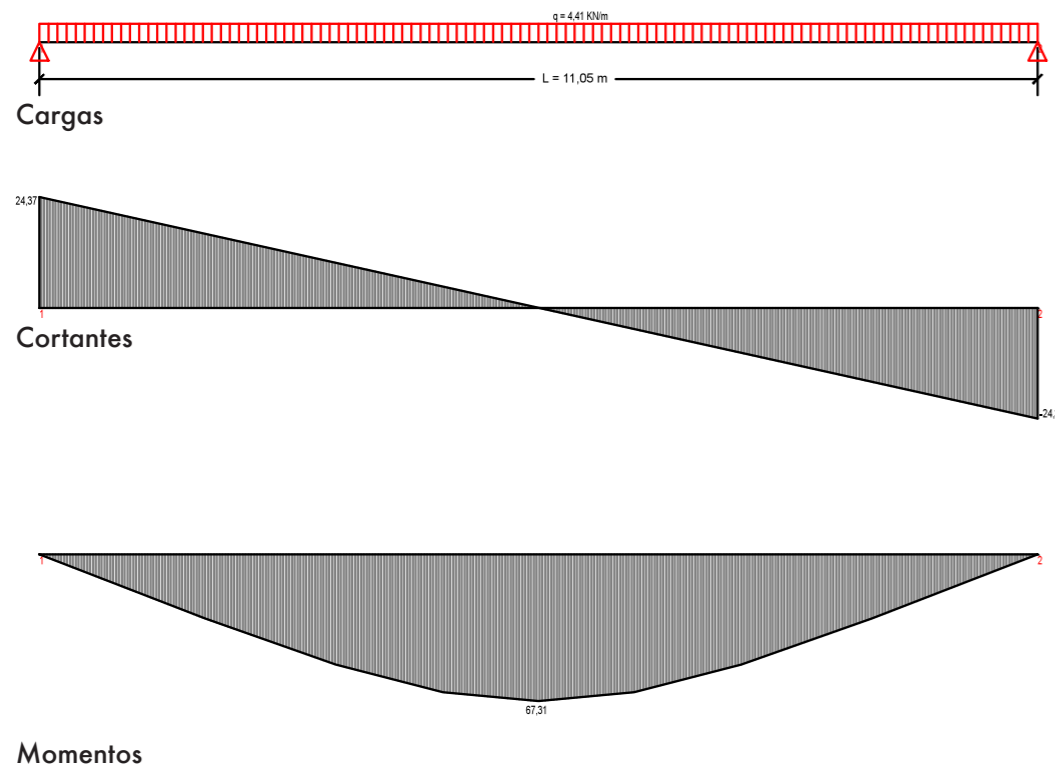
$$\text{ELS 7\_casi permanente 1: } 1,00 \cdot G + 0,30 \cdot Q + 0,00 \cdot N + 0,00 \cdot V$$

4.3. RESULTADOS

La viga a calcular será la que soporta el peso del muro de vidrio de la fachada, por ser la que más cargas soporta. Este cálculo se ha realizado a mano, por tratarse de una viga biarticulada con una carga uniformemente repartida. De nuevo, se dimensiona para un IPE.



Se escoge la combinación ELU 1\_persistente 1: 1,35·G + 1,50·Q + 0,75·N + 0,9·V, desestimando la sobrecarga de viento.



4.3.1. VIGA CUBIERTA

Las comprobaciones de esta viga han sido realizadas a mano, obteniéndose los resultados siguientes:

a. Predimensionado

En una viga biapoyada cargada uniformemente, el momento máximo se produce en el centro del vano, y su valor es:

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 4,41 \cdot 11,05^2 = 67,31 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Si se observa la tabla 8.1. del DB-SA, puede comprobarse que los perfiles IPE, sometidos a flexión son siempre de clase 1.

El momento flector que actúa sobre la sección  $M_{Ed}$  no podrá superar la resistencia a flexión de la sección  $M_{c,Rd}$ :

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

Esta resistencia a flexión varía con el tipo de sección. En secciones de clase 1 y 2, esta resistencia viene definida por la expresión:

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

Por tanto, se puede determinar el perfil a partir del cual se hace válida la condición anterior haciendo:

$$W_{pl} \geq \frac{M_{Ed}}{f_{yd}}$$

$$W_{pl} \geq \frac{67,31 \cdot 10^6}{\frac{275}{1,05}} = 257 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

El primer perfil que cumple este requisito del módulo plástico es el IPE 240, cuyos datos son:

h = 240 mm	$I_z = 284 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
b = 120 mm	r = 15 mm
$t_w = 6,2 \text{ mm}$	A = $39,1 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$
$t_f = 9,8 \text{ mm}$	$W_{pl,y} = 367 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$I_y = 3.892 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$	$W_{el,y} = 324 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
$i_{t,z} = 2,69 \cdot 10 \text{ mm}$	$I_t = 12,9 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

Además, otros valores a considerar, definidos para el acero 275 son:

$f_y = 275 \text{ N/mm}^2$
$\gamma_{M1} = 1,05$
$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
$G = 81.000 \text{ N/mm}^2$

b. Comprobación a esfuerzo cortante:

El mayor valor del esfuerzo cortante se da en los apoyos, y su valor es el de la reacción. Por tanto, no es coincidente con el máximo momento flector.

$$V_{Ed} = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{4,41 \cdot 11,05}{2} = 24,37 \text{ KN}$$

La resistencia plástica de la sección a cortante viene definida por la expresión:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

donde el término relativo al área a cortante  $A_v$ , para perfiles en I cargados paralelamente al alma, vale:

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

$$A_v = 39,1 \cdot 10^2 - 2 \cdot 120 \cdot 9,8 + (6,2 + 2 \cdot 15) \cdot 9,8 = 1912,76 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1912,76 \cdot \frac{275}{1,05 \cdot \sqrt{3}} = 289,23 \text{ KN}$$

Por tanto, el perfil es admisible:

$$V_{Ed} < V_{pl,Rd}$$

c. Comprobación a pandeo lateral:

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

Por ser de clase 1:

$$W_y = W_{pl,y}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{(\phi_{LT})^2 - (\lambda_{LT})^2}} \leq 1$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + (\bar{\lambda}_{LT})^2]$$

Para el perfil IPE 220, se corresponde una curva de pandeo  $\alpha$  y un valor del coeficiente de imperfección  $\alpha_{LT} = 0,21$ , por ser:

$$\frac{h}{b} = \frac{240}{120} = 2$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral  $M_{cr}$  se calcula mediante:

$$M_{cr} = \sqrt{(M_{LTv})^2 + (M_{LTw})^2}$$

$$M_{LTv} = c_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_T \cdot E \cdot I_z}$$

Teniendo en cuenta que  $\pi$ ,  $G$ ,  $I_T$ ,  $E$ ,  $I_z$  son constantes para un perfil dado y para facilitar los cálculos, se ha definido como  $b_{LTv}$  a la expresión:

$$b_{LTv} = \pi \cdot \sqrt{G \cdot I_T \cdot E \cdot I_z} = \pi \cdot \sqrt{81.000 \cdot 12,9 \cdot 10^4 \cdot 210.000 \cdot 284 \cdot 10^4} = 248.002 \cdot 10^6$$

de modo que la expresión anterior se escribe:

$$M_{LTv} = c_1 \cdot \frac{b_{LTv}}{L_c}$$

donde:

$$c_1 = 1,13$$

$$L_c = l = 11.050 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$M_{LTv} = 1,13 \cdot \frac{248.002 \cdot 10^6}{11.050} = 25.361.290,5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{(L_c)^2} \cdot c_1 \cdot (i_{f,z})^2$$

Del mismo modo que para la expresión anterior,  $W_{el,y}$ ,  $\pi$ ,  $E$ ,  $i_{f,z}$  son constantes para un perfil dado. Para facilitar los cálculos se ha definido como  $b_{LTw}$  a la expresión:

$$b_{LTw} = W_{el,y} \cdot \pi^2 \cdot E \cdot (i_{f,z})^2 = 324 \cdot 10^3 \cdot \pi^2 \cdot 210.000 \cdot 2,69 \cdot 10 = 18.064,1 \cdot 10^9$$

de modo que la expresión anterior se escribe:

$$M_{LTw} = \frac{c_1}{(L_c)^2} \cdot b_{LTw} = \frac{1,13}{(11.050)^2} \cdot 18.064,1 \cdot 10^9 = 167.174,57 \text{ N} \cdot \text{mm}$$



$$M_{cr} = \sqrt{(25.361.290,5)^2 + (167.174,57)^2} = 25.361.841,5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{367 \cdot 10^3 \cdot 275}{25.361.841,5}} = 1,99$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + (\bar{\lambda}_{LT})^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,99 - 0,2) + (1,99)^2] = 2,67$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{(\phi_{LT})^2 - (\bar{\lambda}_{LT})^2}} = \frac{1}{2,67 + \sqrt{(2,67)^2 - (1,99)^2}} = 0,22 < 1$$

Así,

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 0,22 \cdot \frac{367 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,05} = 21.146.190,5 \text{ N} \cdot \text{mm} = 21,15 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Por tanto el perfil es no admisible, puesto que:

$$M_{Ed} > M_{b,Rd}$$

este resultado demuestra que la viga es inestable lateralmente. Es necesario arriostrar en algun punto intermedio. Si se opta por arriostrar de forma que el vano se divida en cuatro tramos,  $L_c = L/4$ , las expresiones anteriores quedan como sigue:

$$L_c = \frac{l}{4} = \frac{11.050}{4} = 2.762,5 \text{ mm}$$

$$M_{LTv} = c_1 \cdot \frac{b_{LTv}}{L_c} = 1,13 \cdot \frac{248.002 \cdot 10^6}{2.762,5} = 101.445.162 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{LTw} = \frac{c_1}{(L_c)^2} \cdot b_{LTw} = \frac{1,13}{(2.762,5)^2} \cdot 18.064,1 \cdot 10^9 = 2.674.793,13 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{cr} = \sqrt{(101.445.162)^2 + (2.674.793,13)^2} = 101.480.418,9 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{367 \cdot 10^3 \cdot 275}{101.480.418,9}} = 0,67$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + (\bar{\lambda}_{LT})^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,67 - 0,2) + (0,67)^2] = 0,77$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{(\phi_{LT})^2 - (\bar{\lambda}_{LT})^2}} = \frac{1}{0,77 + \sqrt{(0,77)^2 - (0,67)^2}} = 0,87 < 1$$

Así,

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 0,87 \cdot \frac{367 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,05} = 83.623.571 \text{ N} \cdot \text{mm} = 83,62 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Por tanto el perfil es admisible:

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

d. Comprobación a abolladura:

En principio, no se van a disponer rigidizadores. No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

Como el canto del alma  $d$ , de un IPE 220 es de:

$$d = h - 2 \cdot t_f = 240 - 2 \cdot 9,8 = 220,4 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 6,2 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,93$$

$$\frac{220,4}{6,2} = 35,55 < 70 \cdot 0,93 = 65,1$$

Por tanto, no es necesario comprobar la resistencia de abolladura del alma.

e. Comprobación a efectos locales: cargas concentradas.

En una viga biapoyada con carga uniformemente repartida, la concentración de cargas se produce en los apoyos, con las reacciones.

$$R = \frac{q \cdot l}{2} = 24,37 \text{ KN}$$

Debe cumplirse que:

$$R \leq R_{b,Rd} = N_{b,Rd}$$

Se estudia el pandeo del tramo del alma afectado por la carga puntual, considerado como un soporte corto sometido a compresión simple.

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

Este elemento tiene una longitud igual al canto del alma  $d$ , y una anchura eficaz igual a  $b_{eff}$  por tanto su área  $A$  será:

$$A = b_{eff} \cdot t_w$$

$$b_{eff} = 10 \cdot t_w \cdot \varepsilon = 10 \cdot 6,2 \cdot 0,93 = 57,66 \text{ mm}$$

Así, las propiedades de la sección son:

$$A = 54,77 \cdot 6,2 = 357,49 \text{ mm}^2$$

$$I_{min} = \frac{1}{12} \cdot b_{eff} \cdot (t_w)^3 = \frac{1}{12} \cdot 57,66 \cdot 6,2^3 = 1.145,17 \text{ mm}^4$$

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} = \sqrt{\frac{1.145,17}{357,49}} = 1,79 \text{ mm}$$

Así pues, se procede a la obtención del coeficiente  $\chi_{min}$ :

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{\lambda}{\lambda_R}}$$

$$\lambda_R = 86,6$$

$$\lambda = \frac{L_K}{i_{min}}$$

$$L_K = 0,8 \cdot d = 0,8 \cdot 220,4 = 176,32 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{176,32}{1,79} = 98,50$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{98,50}{86,6}} = 1,14$$

Con curva de pandeo c (siempre para esta comprobación) se obtiene en la Figura 6.3. "Curvas de pandeo" del DB-SA el valor de  $\chi_{min}$ :

$$\chi = 0,47$$

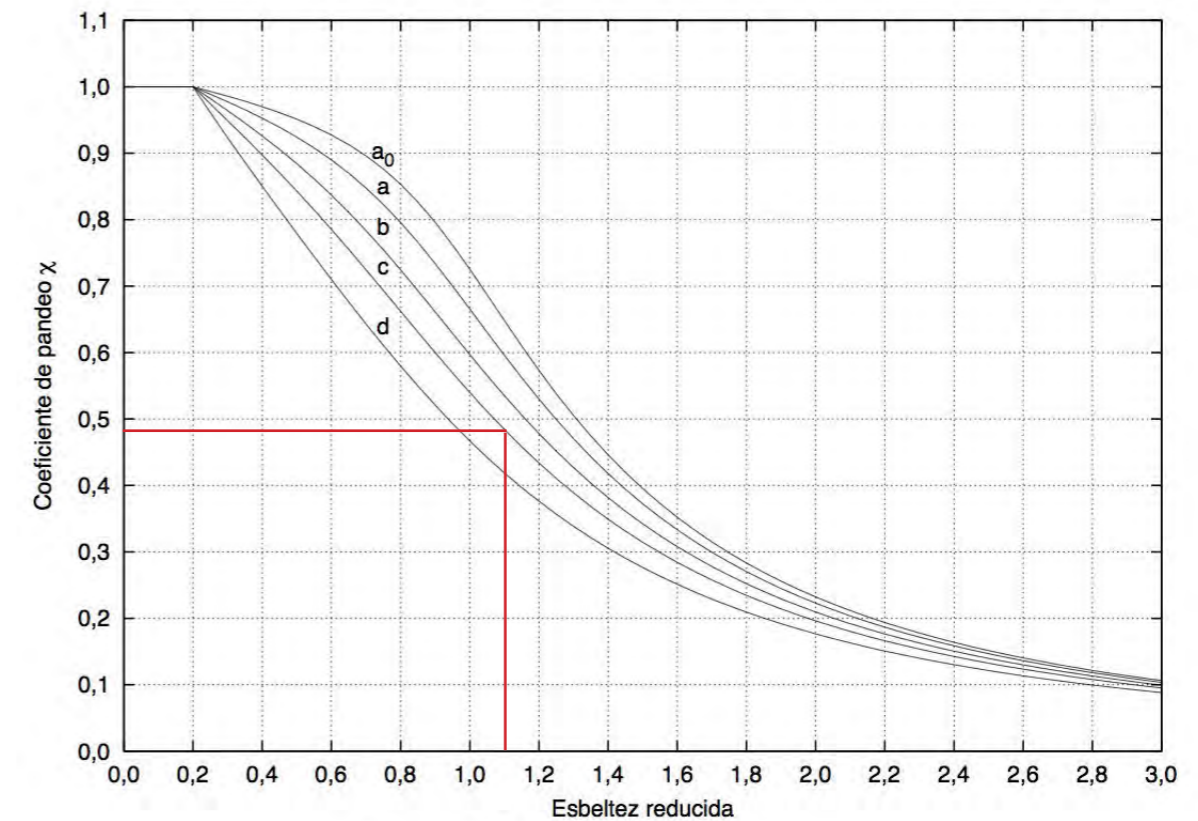


Figura 6.3 Curvas de pandeo

Por tanto:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,47 \cdot 357,49 \cdot 275}{1,05} = 44.005,32 \text{ N} = 44 \text{ KN}$$

Luego el perfil es admisible:

$$R < N_{b,Rd}$$

f. Comprobación a flecha (ELS):

Comprobaremos la condición de flecha:

$$\delta \leq \frac{l}{300} = \frac{11.050}{300} = 36,83 \text{ mm}$$

Siendo la flecha para una viga biapoyada con carga uniformemente repartida la correspondiente a la expresión:

$$\delta = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{348 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 4,41 \cdot 11.050^4}{348 \cdot 210.000 \cdot 3.892 \cdot 10^4} = 115,58 \text{ mm}$$

Por tanto, la viga dimensionada con un perfil IPE 220 no sería admisible, pues:

$$\delta > 36,83 \text{ mm}$$

Para que la flecha fuese admisible, y por tanto menor de 36,83 mm:

$$I_y = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot \delta_{max}} = \frac{5 \cdot 4,41 \cdot 11.050^4}{384 \cdot 210.000 \cdot 36,83} = 11.068 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

El primer perfil que cumple esta condición es el IPE 330, cuyo  $I_y = 11.770 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

Por tanto, la viga deberá dimensionarse con un IPE 330.



## 5. ESTRUCTURA DE LOS BOXES

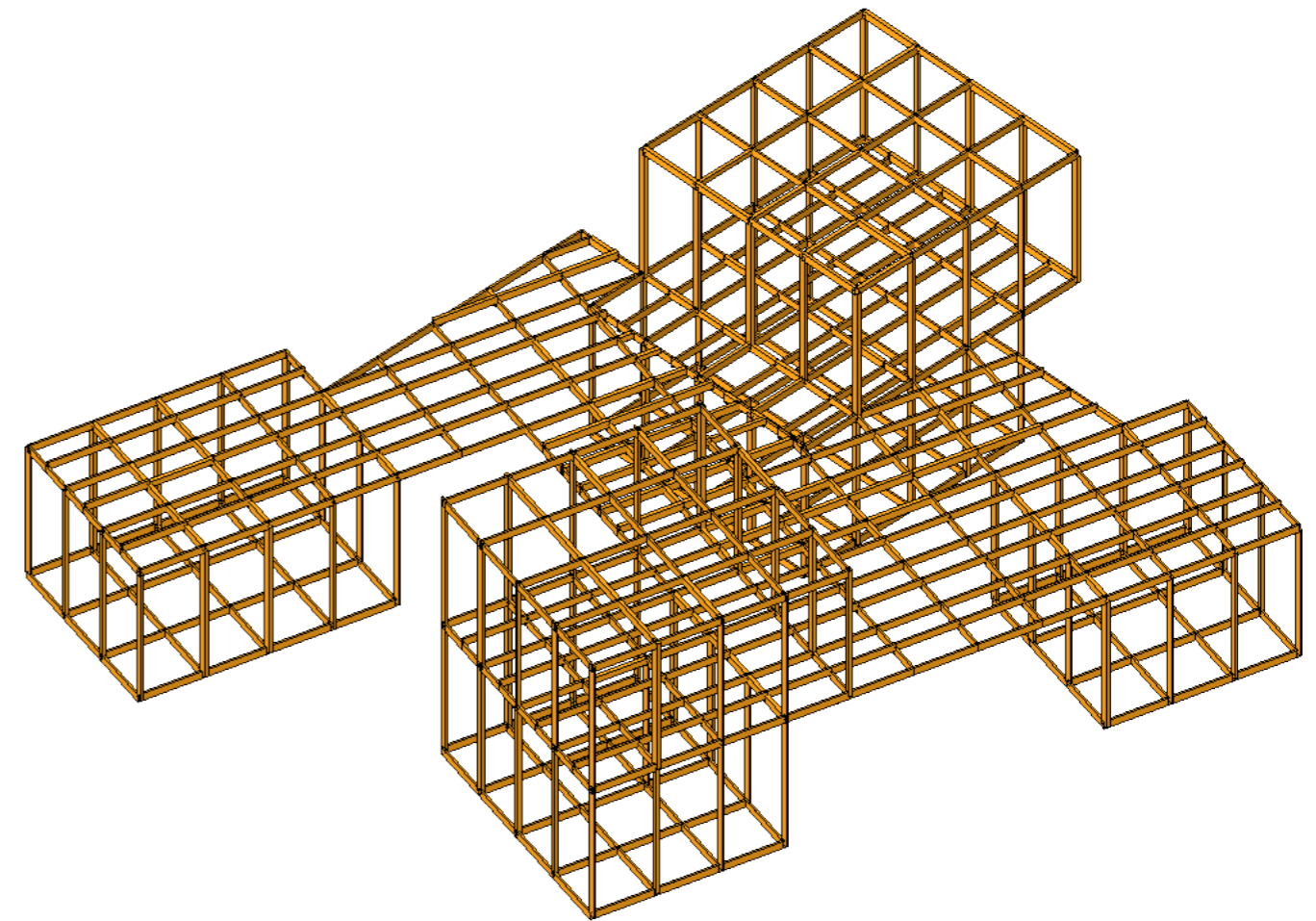
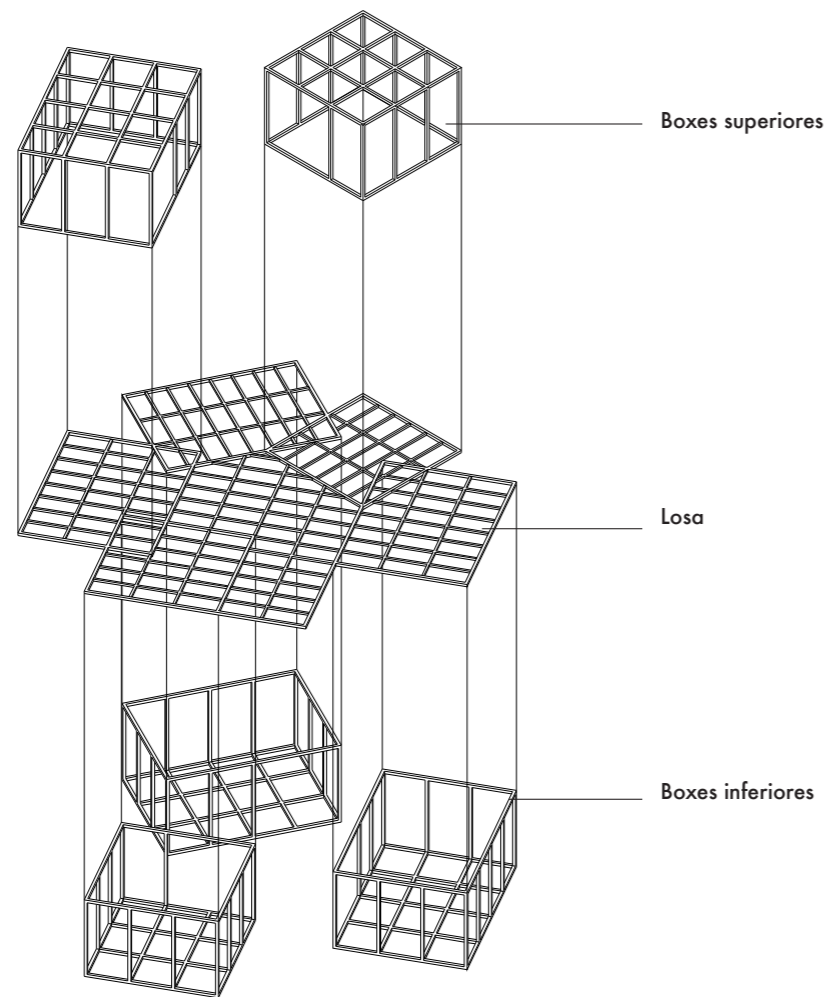
### 5.1. GEOMETRÍA

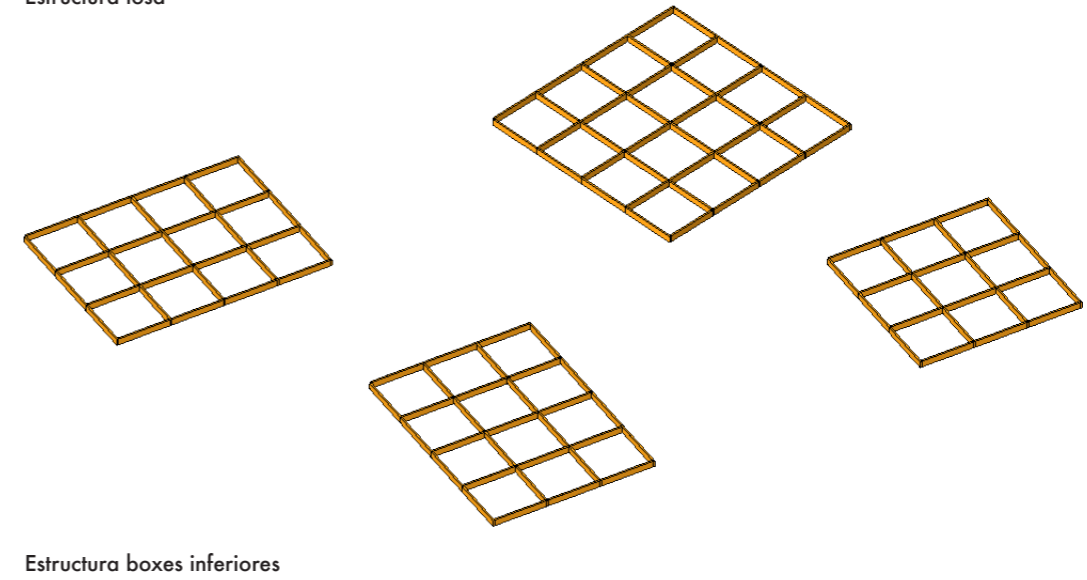
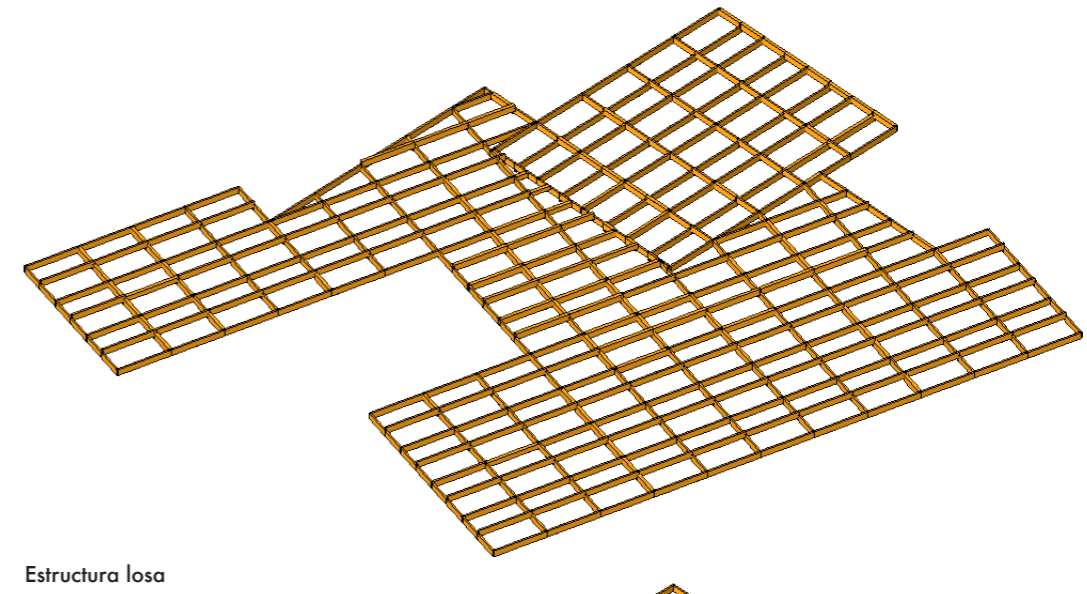
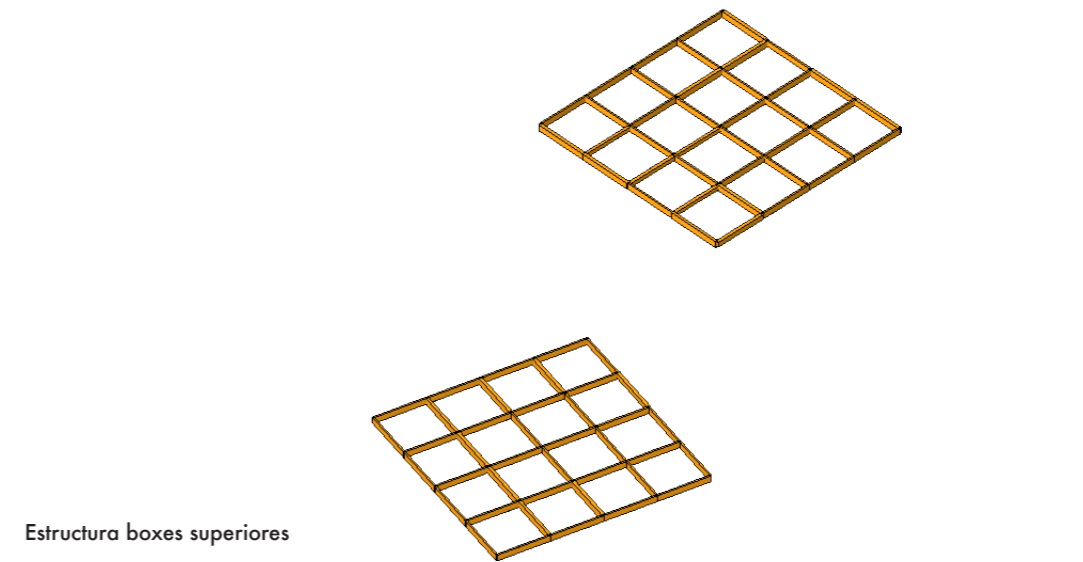
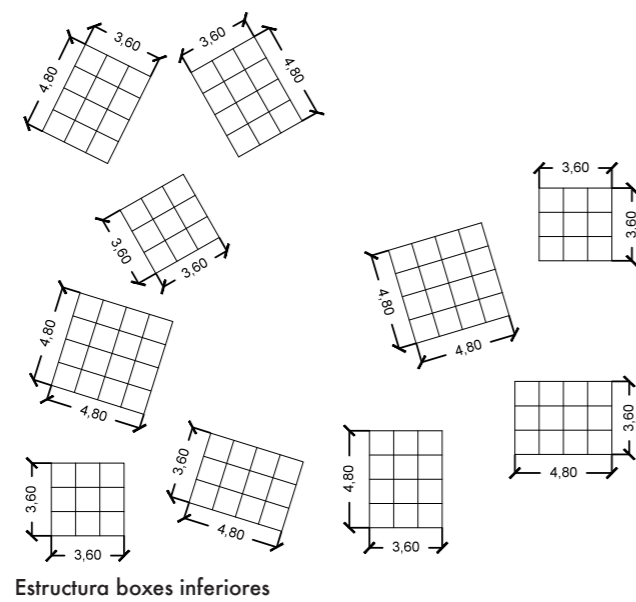
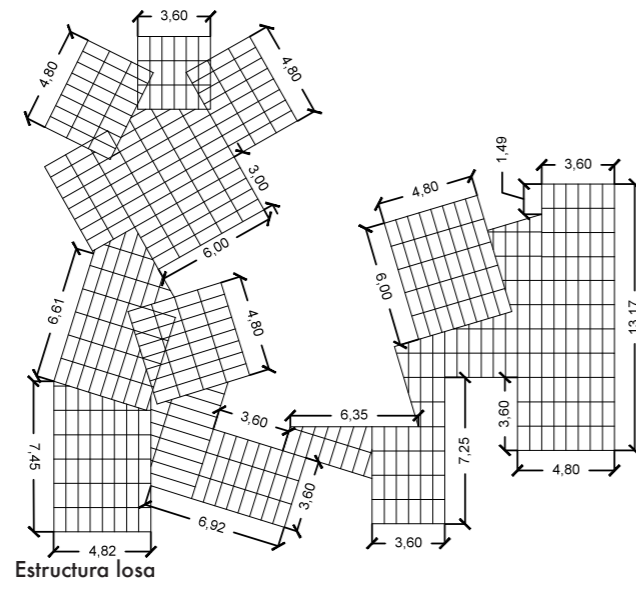
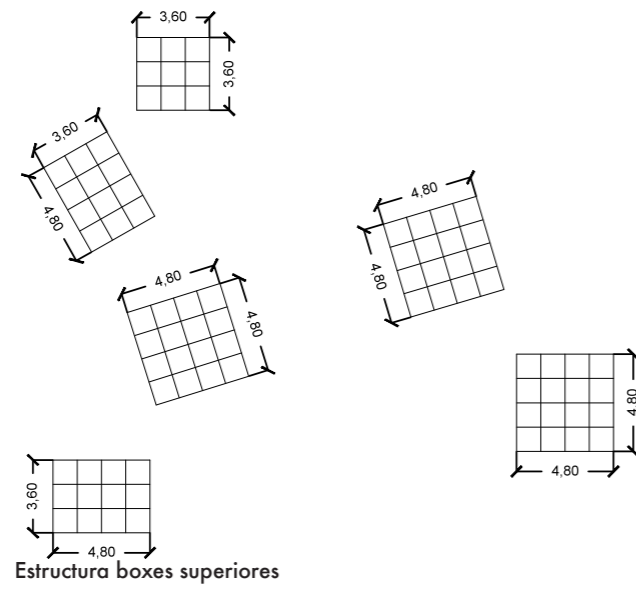
La estructura de los boxes y está compuesta por un armazón estructural de madera microlaminada, que forma una retícula de 1,20x1,20 m, revestido tanto por el interior como por el exterior con paneles de madera de abeto, que colaboran estructuralmente con dicho armazón. Sobre los boxes de la planta baja se asienta una losa, construida con el mismo sistema, pero esta vez la retícula es de 1,20x0,60 m, que conecta en planta primera los boxes superiores. Todo actúa estructuralmente como un conjunto, y se entiende como un "mueble habitable" que se dispone directamente apoyado sobre la solera de las naves, sobre unos apoyos elásticos.

En este apartado calcularemos la estructura de una de las agrupaciones de boxes que configuran un espacio de trabajo colectivo.

En un principio se optó por realizar el armazón de los boxes mediante una estructura de tubos de acero huecos, pero tras hacer las comprobaciones en madera se comprueba que la estructura es más ligera, más económica y sobre todo, de una ejecución mucho más sencilla, pues permite montar y desmontar, modificar, y además, una efectiva colaboración de los tableros inferior y superior (clavados al armazón) en el trabajo a flexión.

Se analizan, en los apartados siguientes, los resultados de ambos cálculos.







## 5.2. ACCIONES

## 5.2.1. ACCIONES VERTICALES

Cargas permanentes (G)		
Elemento	Descripción	KN/m <sup>2</sup>
Panelado	2 tableros de madera de 25 mm (superior e inferior)	0,22

Cargas permanentes (G)		
Elemento	Descripción	KN/m
Barandillas	Barandillas de vidrio de acristalamiento de doble 6+6mm de 1 m de altura (0,3 KN/m <sup>2</sup> )	0,3

Cargas variables (Q)		
Tipo	Descripción	KN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	C1 Zonas de acceso al público con mesas y sillas	3
Sobrecarga de uso cubierta		1

La estructura propia de las barandillas, petos, antepechos o quitamiedos de terrazas, miradores, balcones o escaleras deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida, y cuyo valor característico se obtendrá de la tabla 3.3. La fuerza se considerará aplicada a 1,2 m o sobre el borde superior del elemento, si éste está situado a menos altura.

Tabla 3.3 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

Cargas variables (Q)		
Tipo	Descripción	KN/m
Sobrecarga de uso de barandilla	Para categoría de uso C1	0,8

## 5.2.2. ACCIONES HORIZONTALES: VIENTO

Dado que los boxes se encuentran en el interior de las naves, sobre la losa no actuará la acción del viento.

## 5.2.3. HIPÓTESIS DE CARGA Y COMBINACIONES DE ACCIONES

Coefficientes:

Tipo de carga	$\gamma$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Permanente (G)	1,35	0,7	0,5	0,3
Variable uso (Q)	1,50	0,7	0,5	0,3

Para el cálculo de solicitaciones del modelo, puesto que se tiene cargas permanentes (G) y sobrecargas de uso (Q), aplicamos las siguientes combinaciones de hipótesis:

ELU:

ELU 1\_persistente 1:  $1,35 \cdot G + 1,50 \cdot Q$

ELS:

ELS 1\_característica 1:  $1,00 \cdot G + 1,00 \cdot Q$

ELS 2\_frecuente 1:  $1,00 \cdot G + 0,50 \cdot Q$

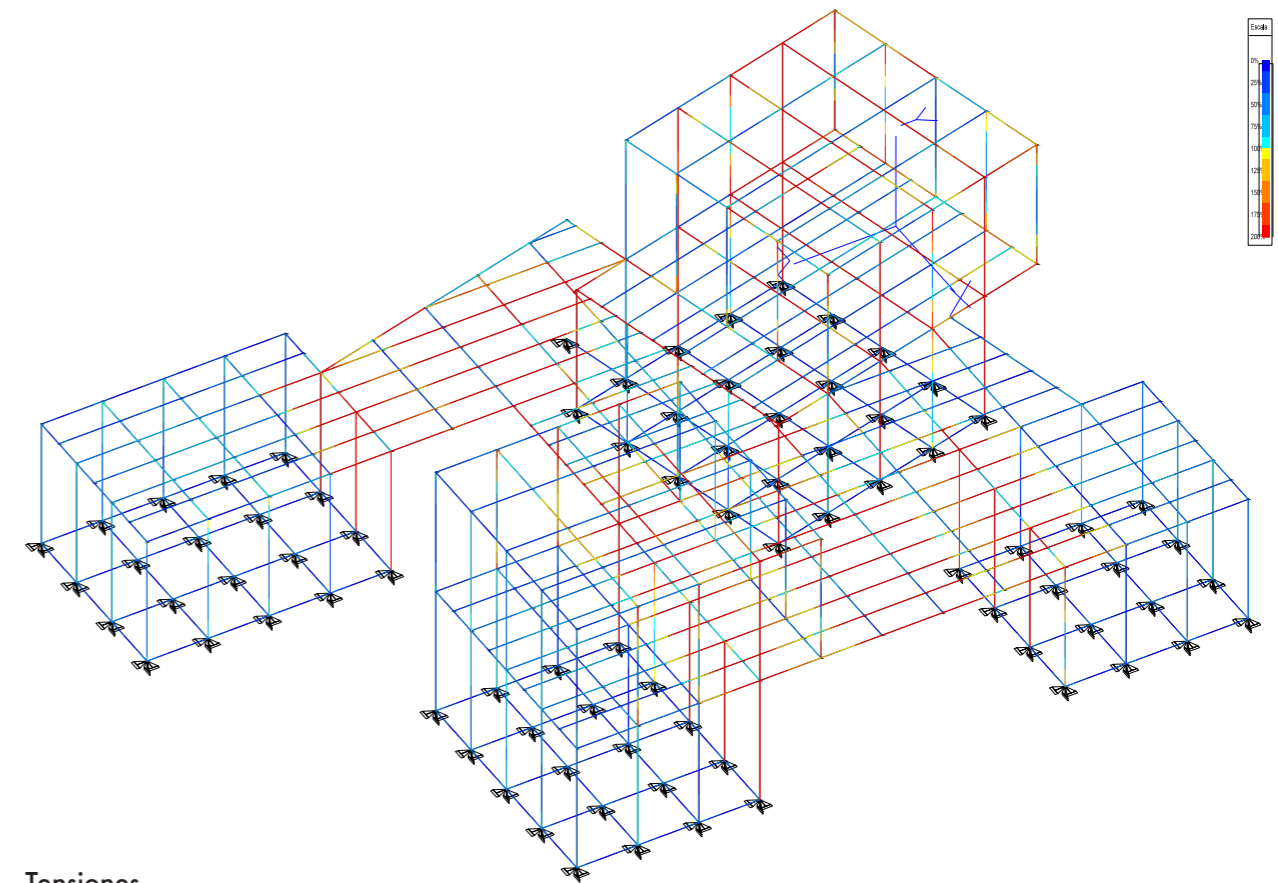
ELS 7\_casi permanente 1:  $1,00 \cdot G + 0,30 \cdot Q$

## 5.3. RESULTADOS

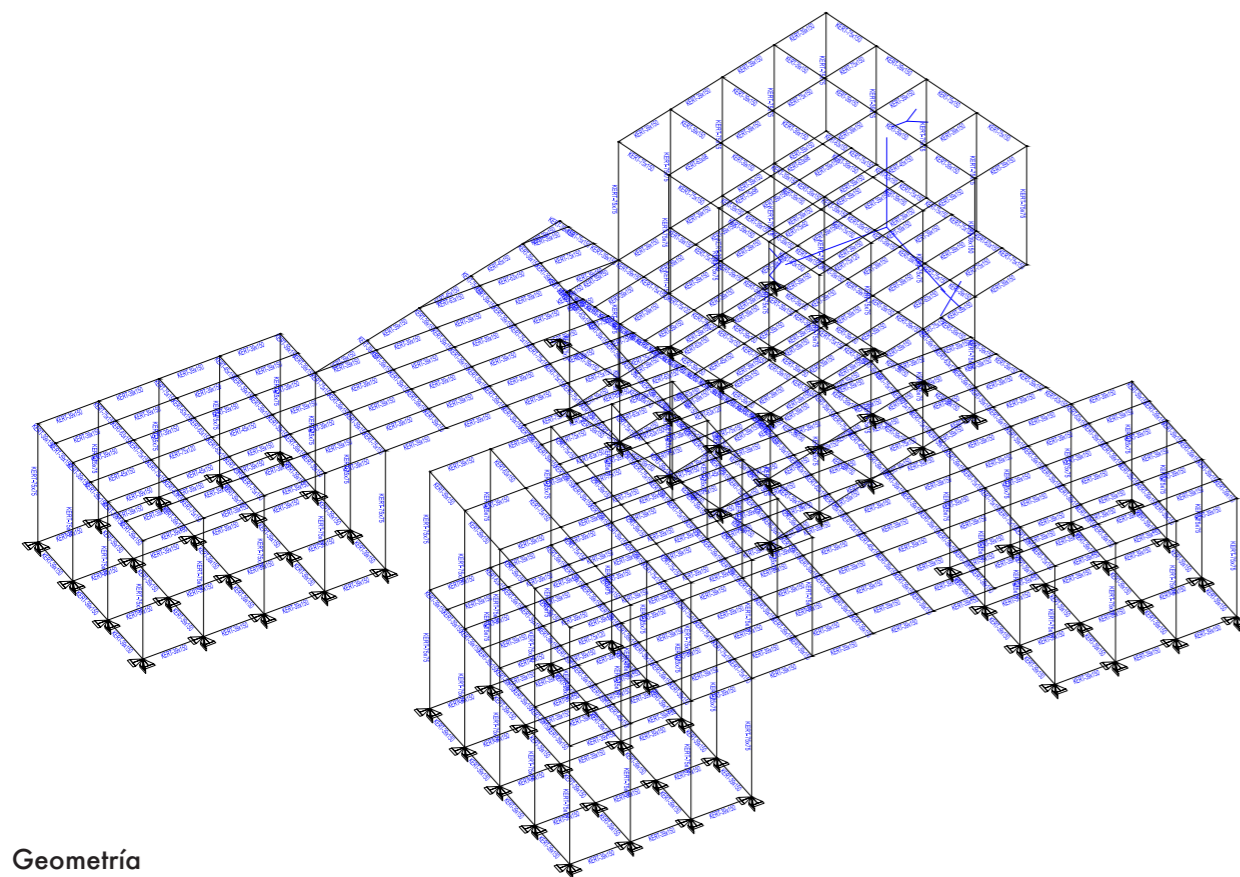
Los siguientes resultados han sido obtenidos mediante programa de cálculo Tricalc de Artec version 7.2.51. Se ha modelizado y calculado la estructura de una de las agrupaciones de boxes que configuran un espacio de trabajo colectivo.

## 5.3.1. RESULTADOS CON ESTRUCTURA DE MADERA MICROLAMINADA

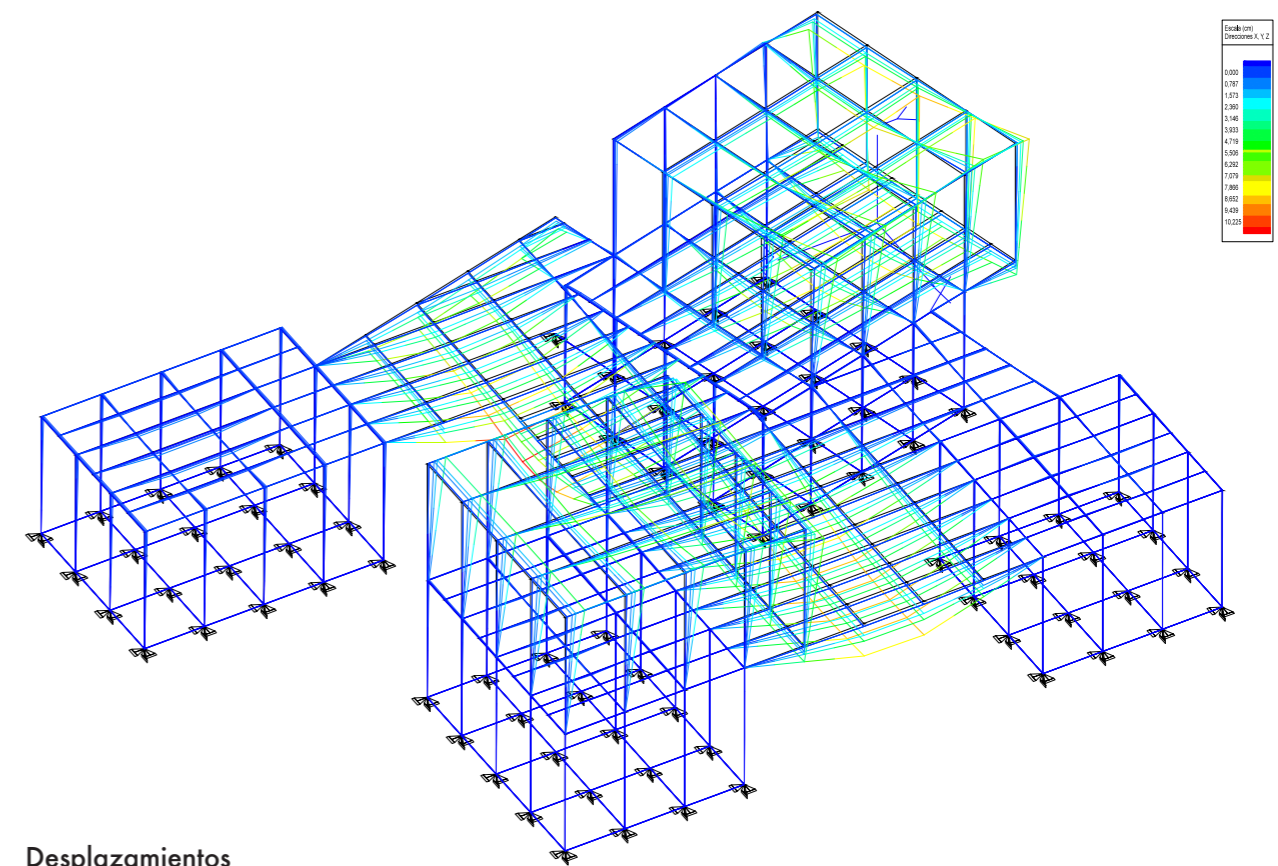
El resultado de dimensionamiento con armazón de madera microlaminada ha sido de perfiles de 150 mm de canto para las barras horizontales, y espesor variable, entre 40 y 75 mm, dependiendo de las solicitaciones de las barras; y perfiles cuadrados de 75x75 mm para los perfiles verticales.



Tensiones



Geometría



Desplazamientos

## 5.3.1. RESULTADOS CON ESTRUCTURA DE TUBOS HUECOS DE ACERO

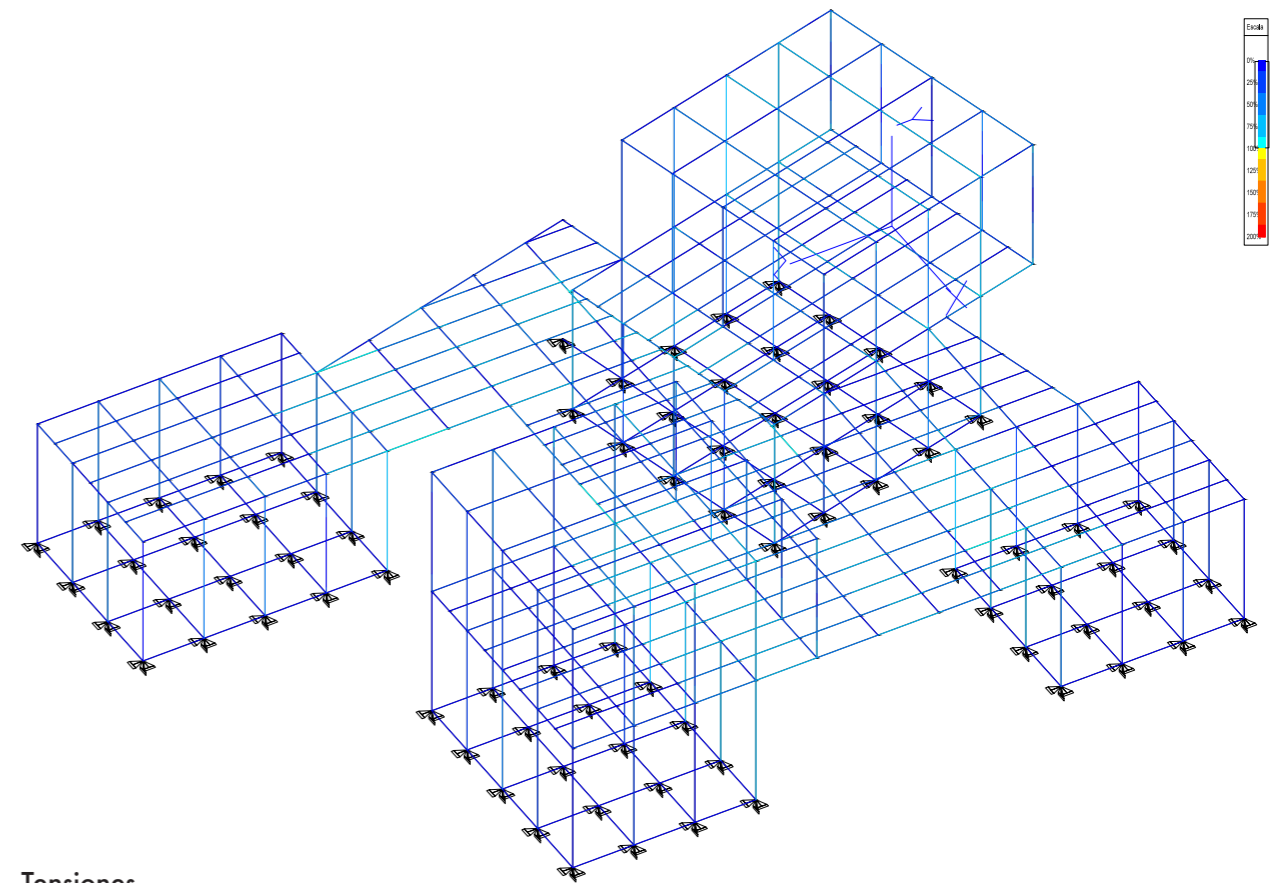
El concepto geométrico de la estructura de los boxes resuelta mediante un armazón de tubos huecos de acero es el mismo que para la estructura resuelta en madera. En un primer momento se optó por esta opción, porque el uso del acero permite disminuir los cantos de los perfiles, y además permite mayores deformaciones. Sin embargo, una vez comprobado el cálculo de la estructura en madera, se obtienen cantos no demasiado elevados (de 150 mm) comparados con los resultantes para la estructura de acero (120 mm en las vigas más solicitadas). Por ello, y por las ventajas que presenta la madera frente al acero en este tipo de estructura (establecidas en el punto 5.1. de la presente memoria (página 135), se opta finalmente por la resolución de la estructura en madera.

No obstante, se adjuntan a continuación los resultados obtenidos de la comprobación de la estructura en acero.

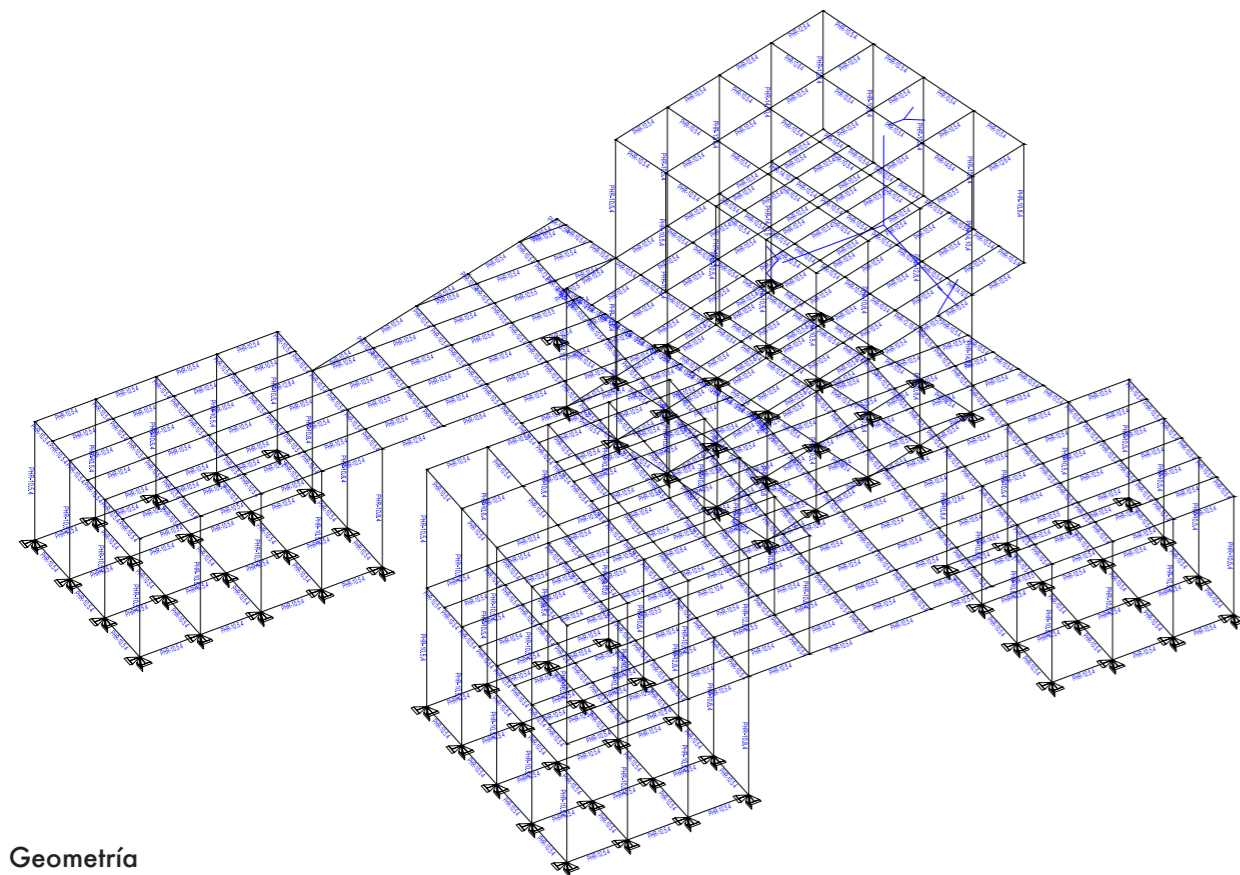
El resultado de dimensionamiento con armazón de acero ha sido de perfiles de tubo hueco rectangular de acero estructural de 120x80x4 mm en el caso de las barras horizontales (es el caso de las barras más solicitadas, aunque la mayoría de las vigas cumplen con perfiles 100x50x4 mm); y tubo hueco rectangular de acero estructural de 100x50x4 mm para los perfiles verticales.

Como puede comprobarse, al comparar ambos resultados, los perfiles en acero tienen un rendimiento bastante bajo, comparado con el de los perfiles de madera. Por otra parte, y como es de esperar, en la estructura de acero las deformaciones son mucho menores que en la de madera.

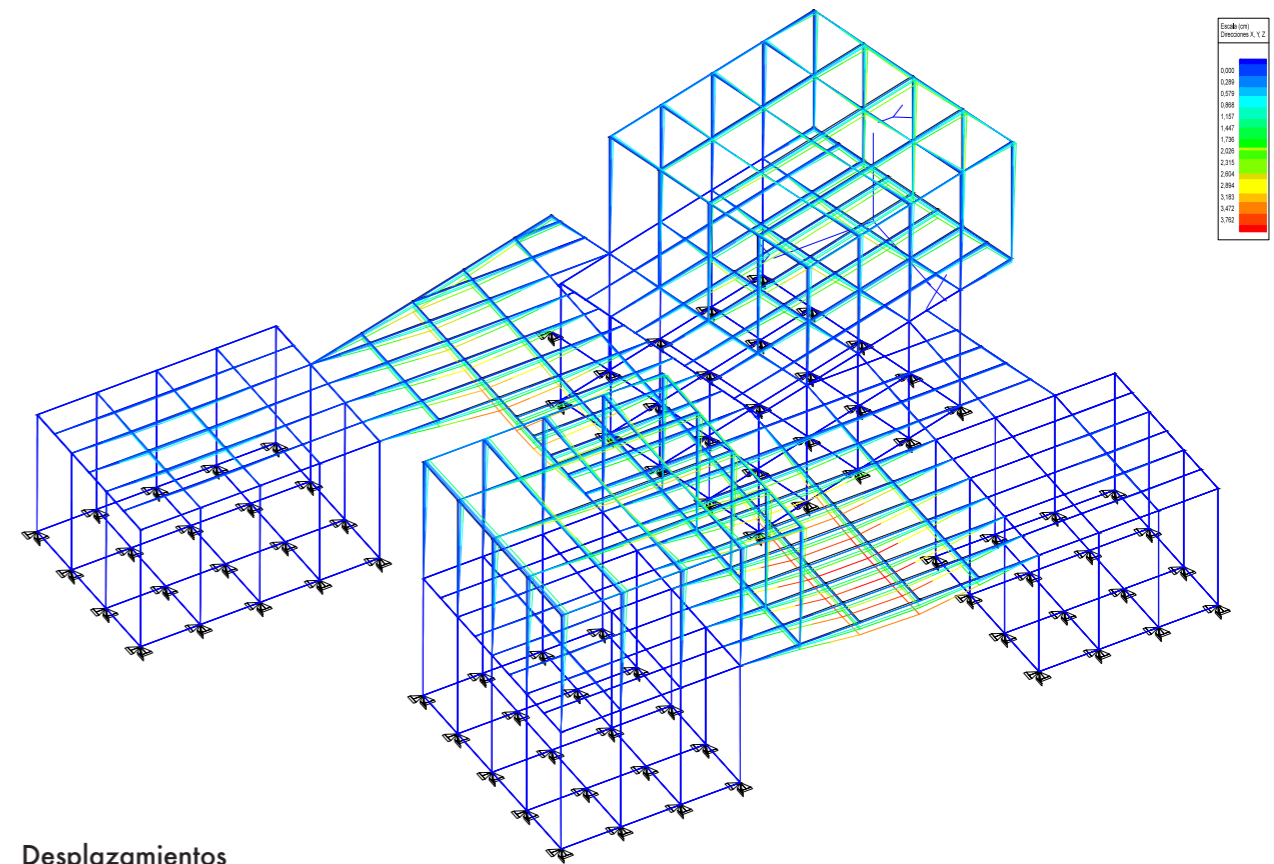
A continuación se realizarán las comprobaciones de la estructura de madera, para constatar que ésta cumple.



Tensiones



Geometría



Desplazamientos



## 5.4. COMPROBACIONES

Dada la complejidad de la estructura, las comprobaciones han sido obtenidas directamente del programa de cálculo.

Se indican a continuación los datos extraídos de la memoria de cálculo del programa, donde se especifican las condiciones de cálculo y las comprobaciones realizadas, habiendo dimensionado las barras específicamente para cumplir dichas condiciones.

## 5.4.1. NORMATIVA

Acciones: CTE DB SE-AE

Madera: CTE DB SE-M

Otras: CTE DB SE-C, CTE DB SI

## 5.4.2. OPCIONES DE CÁLCULO

Método de altas prestaciones

Se realiza un cálculo elástico de 1er orden (no se consideran los coeficientes de amplificación)

## 5.4.3. REOLOGÍA DE LA MADERA

Resistencia:

Tipo	Hipótesis	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Cargas permanentes	0	0,60	0,60	(
Cargas variables	1	0,80	0,80	(
	2	0,80	0,80	(
	7	0,80	0,80	(
	8	0,80	0,80	(
	9	0,80	0,80	(
	10	0,80	0,80	(
Cargas móviles no habilitadas				
Cargas de temperatura	21	0,90	0,90	(
Cargas de nieve	22	0,90	0,90	(
Carga accidental	23	1,10	1,10	(

Deformación:

Tipo	Hipótesis	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Cargas permanentes	0	0,60	0,80	2,00
Cargas variables	1	0,60	0,80	2,00
	2	0,60	0,80	2,00
	7	0,60	0,80	2,00
	8	0,60	0,80	2,00
	9	0,60	0,80	2,00
	10	0,60	0,80	2,00
Cargas móviles no habilitadas				
Cargas de temperatura	21	0,60	0,80	2,00
Cargas de nieve	22	0,60	0,80	2,00
Carga accidental	23	0,60	0,80	2,00

## 5.4.4. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

Madera LAMINADA HOMOGENEA GL32H

Coefficiente de minoración	1,25
Resistencia a flexión	32,0 MPa
Resistencia a tracción paralela	22,5 MPa
Resistencia a compresión paralela	29,0 MPa
Resistencia a cortante	3,8 MPa
Resistencia a tracción perpendicular	0,5 MPa
Resistencia a compresión perpendicular	3,3 MPa

## 5.4.5. COMPROBACIONES REALIZADAS

Vigas:

Yp Pandeo se comprueba como traslacional

Zp Pandeo se comprueba como traslacional

Soportes:

Yp Pandeo se comprueba como traslacional

Zp Pandeo se comprueba como traslacional

Diagonales:

Yp Pandeo se comprueba como traslacional

Zp Pandeo se comprueba como traslacional

Esbeltez máxima a compresión: 250

Esbeltez máxima a tracción: 250

Se comprueba Pandeo Lateral:

Intervalo de comprobación 30 cm

Clase de servicio: Clase 2

Vanos:

Comprobación de flecha instantánea por sobrecarga: Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha activa: Flecha relativa L / 400

Comprobación de flecha diferida total: Flecha relativa L / 300

Voladizos:

Comprobación de flecha instantánea por sobrecarga: Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha activa: Flecha relativa L / 400

Comprobación de flecha diferida total: Flecha relativa L / 300

No se considera deformación por cortante

No se comprueba como barra curva de madera laminada

**MEMORIA DE INSTALACIONES**  
COWORKING FACTORY  
PFC Taller 2 - 2014

Maria José Gaspar Clemente  
Tutor: Alberto García Burgos

# MEMORIA DE INSTALACIONES

## 1. INTRODUCCIÓN

## 2. SANEAMIENTO

- 2.1. Descripción y elementos de la instalación
- 2.2. Evacuación de aguas pluviales
- 2.3. Evacuación de aguas residuales
- 2.4. Dimensionado de la ventilación
- 2.5. Mantenimiento y conservación de la red de saneamiento
- 2.6. Planos

## 3. FONTANERÍA

- 3.1. Introducción
- 3.2. Agua fría
- 3.3. Agua caliente
- 3.4. Planos

## 4. ILUMINACIÓN

- 4.1. Introducción
- 4.2. Niveles de iluminación
- 4.3. Luminarias

## 5. ELECTRICIDAD

- 5.1. Introducción
- 5.2. Estimación de cargas
- 5.3. Descripción de la instalación
- 5.4. Potencia del edificio
- 5.5. Esquema unifilar
- 5.6. Planos
- 5.7. Esquema electrofuncional

## 6. CLIMATIZACIÓN

- 6.1. Introducción
- 6.2. Suelo radiante/refrigerante
- 6.3. Climatización por bomba de calor/frío
- 6.4. Planos

## 7. TELECOMUNICACIONES

- 7.1. Introducción
- 7.2. Recintos



## 1. INTRODUCCIÓN

En este apartado de la memoria se realizará la distribución y el cálculo de las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento del proyecto. Se acota el área de estudio de instalaciones al área de proyecto establecida por el enunciado del proyecto, es decir, la actuación en las naves, en la plaza Calabuig y en los vacíos urbanos en la manzana este de la plaza.

## 2. SANEAMIENTO

## 2.1. DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

Las aguas que vierten en la red de evacuación se agrupan en dos clases:

- Aguas residuales, son las que proceden de la utilización de los aparatos sanitarios comunes de los edificios (principalmente los lavabos, fregaderos, etc.). Son aguas con relativa suciedad, que arrastran muchos elementos en disolución (grasas, jabones, detergentes, etc.).

- Aguas pluviales, son las procedentes de precipitación natural, de escorrentías o de drenajes. Son aguas básicamente sin contaminar y generalmente limpias.

Para el dimensionado de las redes de saneamiento se han seguido los criterios y las tablas del CTE-DB-HS: Salubridad y subsidiariamente, las tablas proporcionadas por diversos fabricantes.

La red de evacuación se diseña con un sistema separativo, aquel en las que las derivaciones, bajantes y colectores son independientes para aguas residuales y pluviales.

El sistema de redes de evacuación se plantea para cada edificio en función de sus condiciones y ubicación, y desagua al colector general más cercano.

Los colectores generales se proyectan formando dos redes horizontales separadas, una para aguas pluviales y otra para aguas residuales. Dichos colectores tienen unas pendientes comprendidas entre el 1% y el 4% y los cambios de dirección se realizan de forma suave, con piezas de unión (codos) de 120° y 135°.

### 2.1.1. RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES

- Las aguas pluviales de los edificios preexistentes (las naves) se recogen en el alero de las cubiertas a dos aguas, mediante canalón y bajante. Las bajantes discurrirán por el exterior siempre que sea posible y desaguan en arquetas de registro previas a la conexión con la red pública de evacuación de aguas. Se considera que la red pública se encuentra a una profundidad superior a la de la arqueta de registro, por lo que no será necesario el uso de pozos de bombeo.

- En el nuevo volumen que emerge de las naves, las aguas se conducen hacia el centro de la cubierta, donde un canalón inundable las recoge y distintos sumideros las evacúan a través de colectores y bajantes.

- En las actuaciones de la manzana este, las aguas se recogen mediante sumideros en los volúmenes de la tienda y el apartamento, y también en la cubierta plana del volumen más bajo de la cafetería - ludoteca. En cuanto al volumen más alto de la cafetería - ludoteca, la inclinación del 5% de su cubierta permite conducir las aguas hasta su parte más baja, donde existe un canalón que las conduce hasta las bajantes para su evacuación.

### 2.1.2. RECOGIDA DE AGUAS RESIDUALES

- Las aguas residuales generadas en planta baja se recogerán y se agruparán para su evacuación a la red pública.

- Las generadas en planta primera discurrirán por las bajantes a través de patinillos hasta el subsuelo.

Para evacuar las aguas a la red pública, el trazado será enterrado por un canal subterráneo. Por último, desembocará en arquetas de registro, previas a la conexión con la red pública de evacuación de aguas. Se considera que la red pública se encuentra a una profundidad superior a la de la arqueta de registro, por lo que no será necesario el uso de pozos de bombeo.

Todos los desagües de los aparatos sanitarios estarán previstos de un sifón individual de cierre o sello hidráulico.

### 2.1.3. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

#### - Sifones:

Son cierres hidráulicos que impiden la comunicación del aire viciado de la red de evacuación con el aire de los locales habitados donde se encuentran instalados distintos aparatos sanitarios. El sifón permite el paso fácil de todas las materias sólidas que puedan arrastrar las aguas residuales; para ello, debe existir tiro en su enlace con la bajante, acometiendo a un nivel inferior al del propio sifón. La altura de cierre hidráulico está comprendida entre 50 mm y 100 mm. Los sifones permiten su limpieza por su parte inferior.

#### - Redes de pequeña evacuación:

Son tuberías horizontales, con pendiente, que conectan los desagües de los aparatos sanitarios con las bajantes. Los aparatos dotados con sifón individual tienen las siguientes características:

- En los fregaderos, los lavabos, los lavaderos y los aparatos de bombeo (lavavajillas en el caso de la cafetería) se hace mediante sifón individual. La distancia del sifón individual más alejado a la bajante es de 4 m como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5%.

- En las duchas, la pendiente será menor o igual que el 10%.

- El desagüe de los inodoros a las bajantes se realiza directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.

#### - Bajantes:

Son canalizaciones que conducen verticalmente las aguas pluviales desde los sumideros sifónicos en cubierta y los canalones; y las aguas residuales desde las redes de pequeña evacuación e inodoros hasta la arqueta a pie de bajante. Van recibiendo en cada planta las descargas de los correspondientes aparatos sanitarios. Son de la misma dimensión en toda su longitud.

Las bajantes se pueden unir por el método de enchufe y cordón. La unión quedará perfectamente anclada a los paramentos verticales por donde discurren, utilizándose generalmente abrazaderas, collarines o soportes, que permitirán que cada tramo sea autoportante, para evitar que los más bajos se vean sobrecargados. Estos tubos discurrirán en los huecos preparados para tal fin dentro de los núcleos húmedos preparándose su paso a través del forjado.

Las bajantes, por su parte superior se prolongarán hasta salir por encima de la cubierta del edificio junto a receridos en los de exposición, para su comunicación con el exterior (ventilación primaria), disponiéndose en su extremo un remate que evite la entrada de aguas o elementos extraños. Por su parte inferior, citado anteriormente, se unirán a una arqueta a pie de bajante (red horizontal enterrada).

#### - Colectores:

Son tuberías horizontales con pendiente que recogen el agua de las bajantes y la canalizan hasta el alcantarillado urbano. Los colectores van siempre situados por debajo de la red de distribución de agua fría y tienen una pendiente del 2% como mínimo. Las uniones se realizan de forma estanca y todo el sistema deberá contar con los registros oportunos, no acometiendo a un mismo punto más de dos colectores.



- Elementos de conexión:

En redes enterradas, la unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta, entre sus encuentros y derivaciones, debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Sólo puede acometer un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida sea mayor que 90°.

Tienen las siguientes características:

- Las arquetas a pie de bajante enlazan las bajantes con los colectores enterrados. Su disposición es tal que recibe la bajante lateralmente sobre un dado de hormigón, estando el tubo de entrada orientado hacia la salida. El fondo de la arqueta tendrá pendiente hacia la salida, para su rápida evacuación. Para su descripción y materiales se atiende a lo dispuesto en las Normas Tecnológicas.

- Las arquetas de paso se utilizarán para registro de la red enterrada de colectores cuando se produzcan encuentros, cambios de sección, de dirección o de pendiente, y en los tramos rectos cada 20 m como máximo. En su interior se colocará un semitubo para dar orientación a los colectores hacia el tubo de salida, debiendo formar ángulos obtusos para que la salida sea fácil. Se procurará que los colectores opuestos acometan descentrados y, a ser posible, no más de uno por cada cara. Se colocará una arqueta general en el interior de la propiedad, de dimensiones mínimas 63 x 63 cm, para recoger todos los colectores antes de acometer a la red de alcantarillado.

- Las arquetas sumidero sirven para la recogida de aguas de lluvia, escorrentías, riegos, etc., por debajo de la cota del terreno, teniendo su entrada por la parte superior (rejilla) y la salida horizontal. Llevarán en su fondo pendiente hacia la salida y la rejilla será desmontable, limitando su medida al paso de los cuerpos que puedan arrastrar las aguas. Estas arquetas verterán sus aguas a una arqueta sifónica o separador de grasas y fangos; y, además, tendrán entrada más baja que la salida (codo a 90°). A ellas acometerán las arquetas sumidero antes de su conexión con la red de evacuación, de lo contrario saldrán malos olores a través de su rejilla. La cota de cierre oscila entre los 8 y 10 cm. En zonas muy secas y en verano precisarán algún vertido periódico, para evitar la total evaporación del agua existente en la arqueta sifónica y, por tanto, evitar la rotura del cierre hidráulico.

- La acometida de la red interior de evacuación al alcantarillado no plantea problema especial pues, normalmente, las aguas pluviales y residuales no contienen sustancias nocivas. Por ello, suele bastar con realizar un pozo de registro o arqueta de registro general que recoge los caudales de los colectores horizontales. Su ubicación depende fundamentalmente de las ordenanzas municipales estando en todo caso en las cercanías del edificio y siendo registrable para su inspección y limpieza.

- Sistema de ventilación:

Complemento indispensable para el buen funcionamiento de la red de evacuación, pues en las instalaciones donde ésta es insuficiente puede provocar la comunicación del aire interior de las tuberías de evacuación con el interior de los locales, con el consiguiente olor fétido y contaminación del aire. La causa de este efecto será la formación de émbolos hidráulicos en las bajantes por acumulación de descargas, efecto que tendrá mayor riesgo cuanto menor diámetro tenga la bajante y cuanto mayores sean los caudales de vertido que recoge, originando unas presiones en el frente de descarga y unas depresiones tras de sí, que romperán el cierre hidráulico de los sifones. La ventilación primaria es obligatoria en todas las instalaciones y consistirá en comunicar las bajantes, por su parte inferior, con el exterior. Con ello, se evitaban los sifonamientos por aspiración.

## 2.2. EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

## 2.2.1. INTENSIDAD PLUVIOMÉTRICA

La intensidad pluviométrica  $i$  se obtendrá en la tabla B.1 en función de la isoyeta y de la zona pluviométrica correspondientes a la localidad determinadas mediante el mapa de la figura B.1:

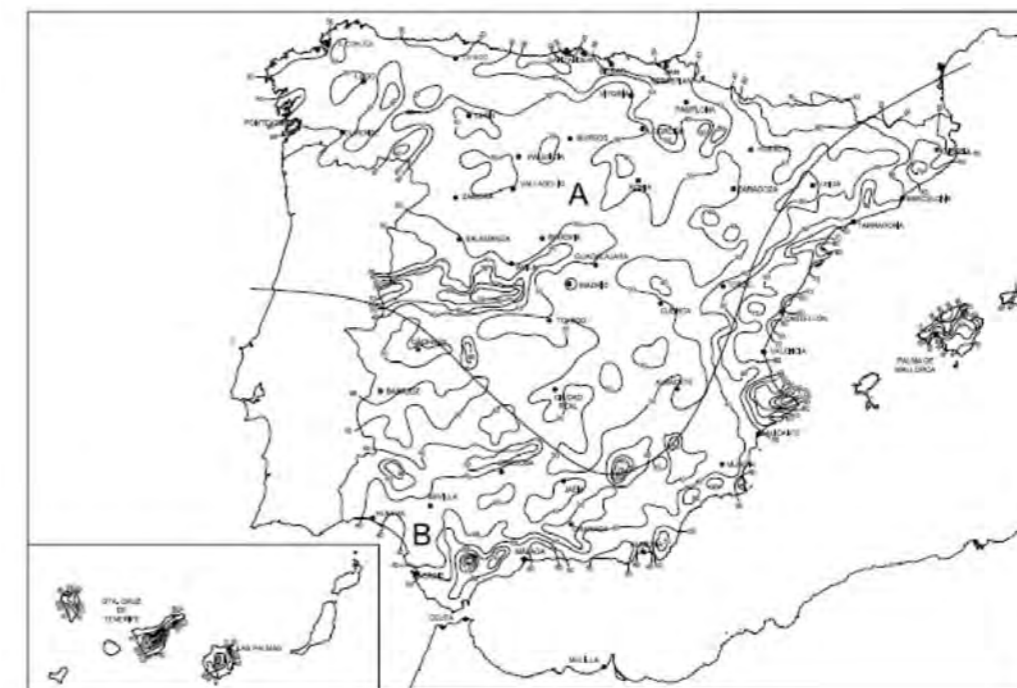


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

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

Según el mapa que el CTE ofrece para España, la intensidad pluviométrica de Valencia es de 135 mm/h. Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h debe aplicarse un factor  $f$  de corrección a la superficie servida tal que:

$f = i/100$ , siendo  $i$  la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

$f = 135/100 = 1,35$

## 2.2.2. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE SUMIDEROS

En el caso de las cubiertas planas del proyecto, el número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la tabla 4.6, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
$S < 100$	2
$100 \leq S < 200$	3
$200 \leq S < 500$	4
$S > 500$	1 cada 150 m <sup>2</sup>

Cubierta plana del nuevo volumen (C1): 255 m<sup>2</sup> = 4 sumideros

Cubierta plana de la cafetería - ludoteca (C2): 75 m<sup>2</sup> = 2 sumideros

Cubierta plana de la tienda (C3): 70 m<sup>2</sup> = 2 sumideros

Cubierta plana del apartamento (C4): 37 m<sup>2</sup> = 2 sumideros

## 2.2.3. DIMENSIONADO DE CANALONES

En las cubiertas inclinadas, el agua de lluvia se recoge a través de canalones longitudinales que la conducirán a las acequias o hasta la red enterrada a través de bajantes. Es el caso de las cubiertas en las naves y de la cubierta inclinada de la cafetería. Además, el agua se recogerá también en canalones inundables en las cubiertas planas y posteriormente se evacuará mediante sumideros sifónicos ubicados en el canalón, o bien directamente mediante bajantes.

Los canalones horizontales que recogen las aguas pluviales en los aleros de cada tramo de cubierta inclinada, se dispondrán con una pendiente del 1%, excepto el que discurre por el centro de las naves (CN2), cuya pendiente será del 2%.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Diámetro nominal del canalón (mm)
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

Canalón	Superficie (m <sup>2</sup> ) x f	Ø nominal (mm)	Ø real (mm)
CN1	A1 = 318,6	250	250
CN2	A2 + A3 = 637,2	250	250
CN3	A4 = 318,6	250	250
CN4	A5 + A6 = 344,3	250	250
CN5	A7 + A8 + A9 = 372,6	250	250
CN6	A10 = 9,5	100	100
CN7	A11 = 20,3	100	100
CN8	A12 = 12,2	100	100
CN9	A13 = 32,4	100	100
CN10	A14 + A15 = 72,9	125	125
CN11	A16 + A17 = 45,9	100	100

## 2.2.4. DIMENSIONADO DE BAJANTES PLUVIALES

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.8:

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

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

Bajante	Superficie (m <sup>2</sup> ) x f	Ø nominal (mm)	Ø real (mm)
B1 = B4	A1/2 = 159,3	75	75
B2 = B5	(A2 + A3)/2 = 318,6	110	110
B3 = B6	A4/2 = 159,3	75	75
B7	(A5+A6)/4 = 86,1	63	63
B8	(A5+A6)/4 = 86,1	63	63
B9	(A5+A6)/4 = 86,1	63	63
B10	(A5+A6)/4 = 86,1	63	63
B11	(A7+A8+A9)/2 + A10 = 195,8	90	90
B12	(A7+A8+A9)/2 + A11 = 206,6	90	90
B13	A12 = 12,2	50	50
B14	A13 = 32,4	50	50
B15	A14+A15+A16+A17 = 188,8	90	90
B16	B7+B8+B9+B10 = 344,4	110	110

## 2.2.5. DIMENSIONADO DE COLECTORES PLUVIALES

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.9, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Los colectores se dispondrán con una pendiente de 1%.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Colectores en cubierta:

Colector	Superficie (m <sup>2</sup> ) x f	Ø nominal (mm)	Ø real (mm)
CL1	B7 = 86,1	90	90
CL2	B8 = 86,1	90	90
CL3	B9 = 86,1	90	90
CL4	B10 = 86,1	90	90
CL5	(A7+A8+A9)/2 = 186,3	110	110
CL6	(A7+A8+A9)/2 = 186,3	110	110
CL7	(A14+A15)/2 = 36,45	90	90
CL8	(A14+A15)/2 = 36,45	90	90
CL9	CL10 + CL11 = 72,9	90	90
CL10	(A16+A17)/2 = 23	90	90
CL11	A16 + A17 = 45,9	90	90

## Colectores en falso techo PB:

Colector	Superficie (m <sup>2</sup> ) x f	Ø nominal (mm)	Ø real (mm)
CL12	B7 = 86,1	90	90
CL13	B7 + B8 = 172,2	110	110
CL14	B7 + B8 + B9 = 258,3	125	125
CL15	B10 = 86,1	90	90

## Colectores enterrados:

Colector	Superficie (m <sup>2</sup> ) x f	Ø nominal (mm)	Ø real (mm)
CL16 = CL31	B3 = B6 = 318,6	160	160
CL17 = CL32	(B2+B3) = (B5+B6) = 955,8	200	200
CL18 = CL33	(B1+B2+B3) = (B4+B5+B6) = 1274,4	250	250
CL19	B13 = 344,4	160	160
CL20	CL18 + CL19 = 1618,8	250	250
CL21	B11 = 32,4	90	90
CL22	B11 ) 32,4	90	90
CL23	B9 = 348,4	160	160
CL24	B11 + B9 = 380,8	160	160
CL25	B8 = 54,1	90	90
CL26	CL24 + CL25 = 434,9	160	160
CL27	B10 = 12,2	90	90
CL28	CL26 + CL27 = 447,1	160	160
CL29	B12 = 188,8	110	110
CL30	B12 = 188,8	110	110

## 2.2.6. DIMENSIONADO DE ARQUETAS PLUVIALES

En la tabla 4.13 se obtienen las dimensiones mínimas necesarias de (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

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

Arqueta	Ø del colector de salida (mm)	Dimensiones LxA (cm)
AQ1 = AQ11	CL16 = CL31 = 160	60 x 60
AQ2 = AQ12	CL17 = CL32 = 200	60 x 60
AQ3 = AQ13 = AQ14	CL18 = CL33 = 250	60 x 70
AQ4	CL19 = 160	60 x 60
AQ5	CL20 = 250	60 x 70
AQ6	CL22 = 90	40 x 40
AQ7	CL24 = 160	60 x 60
AQ8	CL26 = 160	60 x 60
AQ9	CL28 = 160	60 x 60
AQ10	CL30 = 110	50 x 50

## 2.3. EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

El método utilizado para diseñar la red de evacuación de aguas residuales es el de las unidades de descarga, atendiendo a la Tabla 4.1 "Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios" del CTE-DB-HSS.

Determinación UD's de cada uso:

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	-	-	50
	Suspendido	-	2	40
	En batería	-	3,5	-
Fregadero	De cocina	3	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0,5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

## Coworking:

Aparato sanitario	UDs	Ø sifón y derivación individual (mm)
Inodoro x 8	10 x 8 = 80	100
Lavabo x 7	2 x 7 = 14	40
Fregadero x 2	6 x 2 = 12	50
Vertedero x 1	8	100
Total	114	

## Cafetería - ludoteca:

Aparato sanitario	UDs	Ø sifón y derivación individual (mm)
Inodoro x 3	10 x 3 = 30	100
Lavabo x 3	2 x 3 = 6	40
Fregadero x 2	6 x 2 = 12	50
Lavavajillas x 1	6	50
Total	54	

## Tienda - apartamento:

Aparato sanitario	UDs	Ø sifón y derivación individual (mm)
Inodoro x 2	8 x 2 = 16	100
Lavabo x 2	1 x 2 = 2	32
Ducha x 1	2	40
Fregadero x 1	3	40
Total	23	



2.3.1. NÚMERO DE UD<sub>s</sub> POR RAMAL

Ramal	Aparatos sanitarios	UDs
R1	2 inodoros	2 x 10 = 20
R2	2 inodoros	2 x 10 = 20
R3	1 inodoro	10
R4	4 lavabos + 2 fregaderos	4 x 2 + 2 x 6 = 20
R5	2 inodoros	2 x 10 = 20
R6	1 inodoro	10
R7	3 lavabos	3 x 2 = 6
R8	1 inodoro	10
R9	2 inodoros	2 x 10 = 20
R10	2 fregaderos + 1 lavavajillas + 3lavabos	2 x 6 + 6 + 3 x 2 = 24
R11	1 inodoro	8
R12	2 lavabos + 1 ducha + 1 fregadero	2 x 1 + 2 + 3 = 7
R13	1 inodoro	8

## 2.3.2. DIMENSIONADO DE BAJANTES RESIDUALES

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4:

**Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD**

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

Bajante	UDs	Ø nominal (mm)	Ø real (mm)
B1	8	50	50

## 2.3.3. DIMENSIONADO DE COLECTORES RESIDUALES

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme. El diámetro de los colectores horizontales en función del máximo número de UD y de la pendiente (que será del 1%) se obtiene en la tabla 4.5:

**Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada**

Máximo número de UD			Pendiente	Diámetro (mm)
1 %	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

Colector	Ramal	UDs	Ø nominal (mm)	Ø real (mm)
CL1	R1	20	90	90
CL2	R1	20	90	90
CL3	R4	20	90	90
CL4	R1+R4	20 + 20 = 40	90	90
CL5	R2	20	90	90
CL6	CL4 + CL5	40 + 20 = 60	90	90
CL7	R3	10	90	90
CL8	CL6 + CL7	60 + 10 = 70	90	90
CL9	B1	8	90	90
CL10	B1 + R7	8 + 6 = 14	90	90
CL11	B1 + R7	8 + 6 = 14	90	90
CL12	R5	20	90	90
CL13	CL11 + CL12	14 + 20 = 34	90	90
CL14	R6	10	90	90
CL15	CL13 + CL14	34 + 10 = 44	90	90
CL16	CL8 + CL15	70 + 44 = 114	110	110
CL17	R8	10	90	90
CL18	R8	10	90	90
CL19	R9	20	90	90
CL20	R8 + R9	10 + 20 = 30	90	90
CL21	R10	24	90	90
CL22	CL20 + CL21	30 + 24 = 54	90	90
CL23	R11	8	90	90
CL24	CL22 + CL23	54 + 8 = 62	90	90
CL25	R12	7	90	90
CL26	CL24 + CL25	62 + 7 = 69	90	90
CL27	R13	8	90	90
CL28	CL26 + CL27	69 + 8 = 77	90	90

## 2.3.4. DIMENSIONADO DE ARQUETAS RESIDUALES

En la tabla 4.13 se obtienen las dimensiones mínimas necesarias de (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

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

Arqueta	Ø del colector de salida (mm)	Dimensiones LxA (cm)
AQ1	CL2 = 90	40 x 40
AQ2	CL4 = 90	40 x 40
AQ3	CL6 = 90	40 x 40
AQ4	CL8 = 90	40 x 40
AQ5	CL11 = 90	40 x 40
AQ6	CL13 = 90	40 x 40
AQ7	CL15 = 90	40 x 40
AQ8	CL16 = 110	50 x 50
AQ9	CL18 = 90	40 x 40
AQ10	CL20 = 90	40 x 40
AQ11	CL22 = 90	40 x 40
AQ12	CL24 = 90	40 x 40
AQ13	CL26 = 90	40 x 40
AQ14	CL28 = 90	40 x 40

## 2.4. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN

La ventilación primaria debe tener el mismo diámetro de la bajante de la que es prolongación, aunque a ella se le conecte una columna de ventilación secundaria.

La salida de la ventilación estará convenientemente protegida de la entrada de cuerpos extraños y su diseño deberá ser tal que la acción del viento favorezca la expulsión de los gases.

## 2.5. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO

Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.

Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación o haya obstrucciones.

Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, así como los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubierta no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.

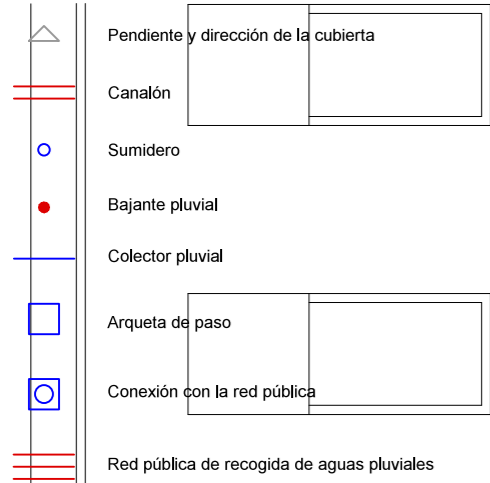
Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de

posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro, bombas de elevación.

Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores.

Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales para evitar malos olores, y también se limpiarán los de cubiertas.

2.6. PLANOS

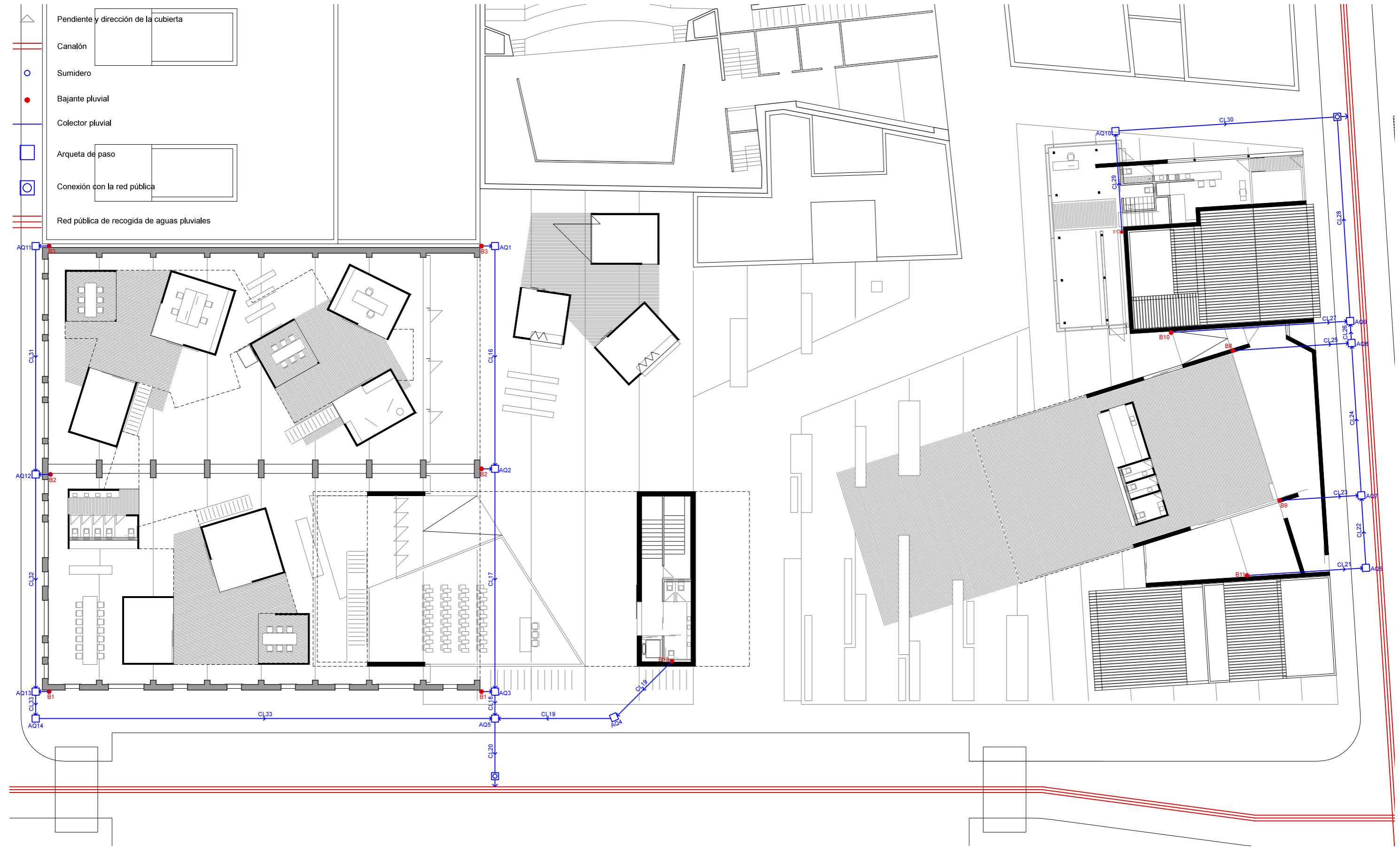


2.6.1. EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES - planta de cubiertas (escala 1:250)

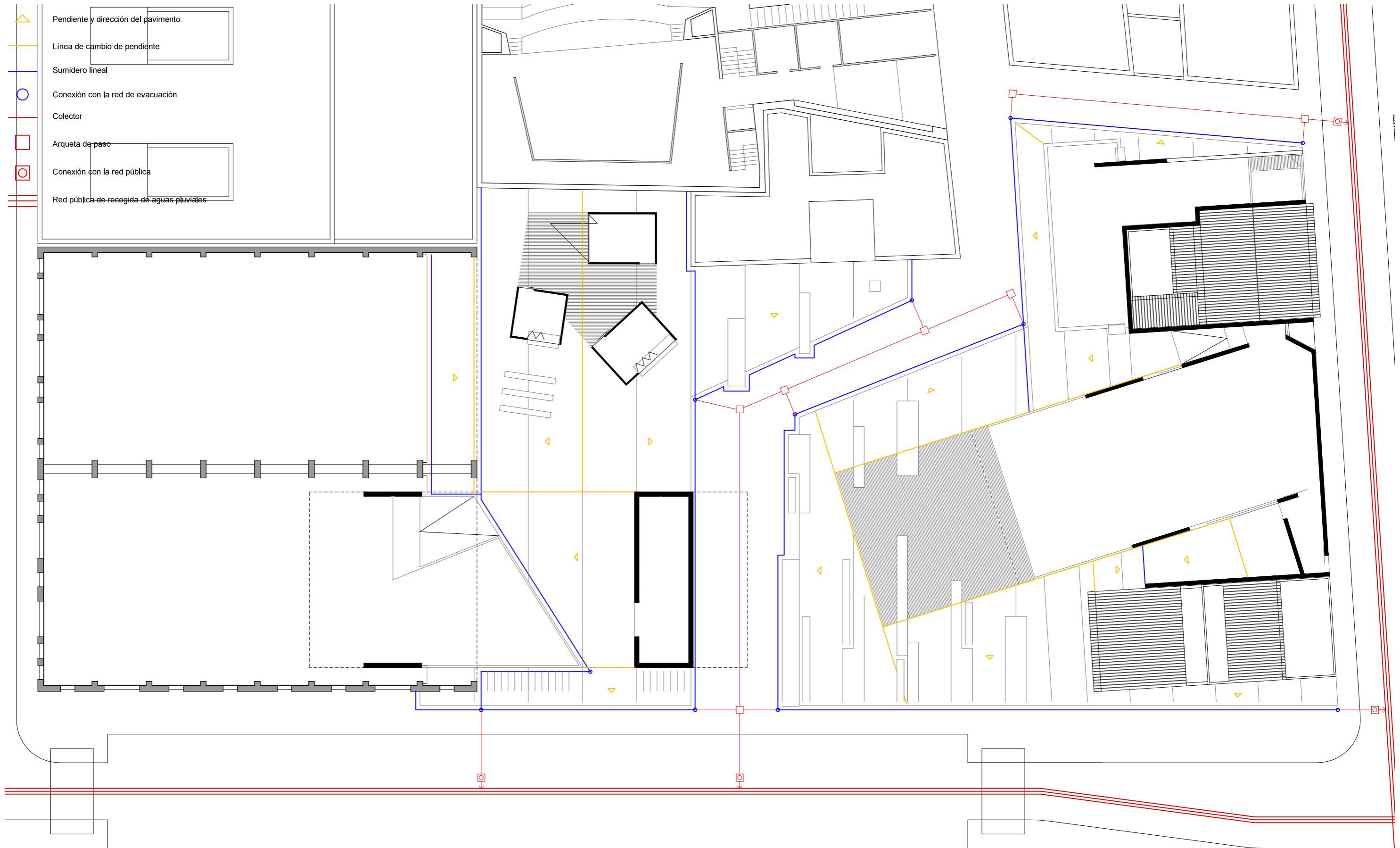




2.6.1. EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES - planta primera (escala 1:250)

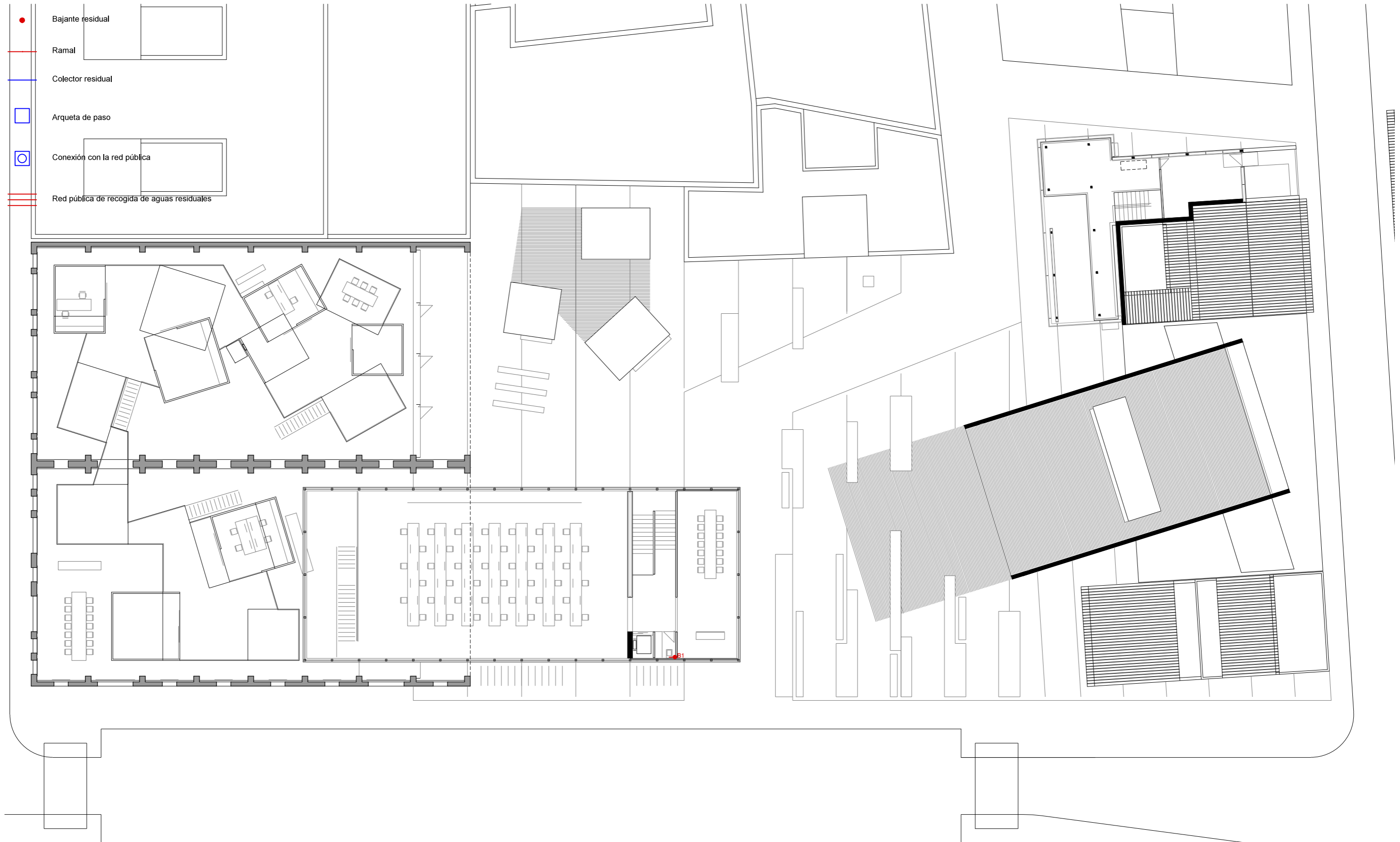


2.6.1. EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES - planta baja (escala 1:250)

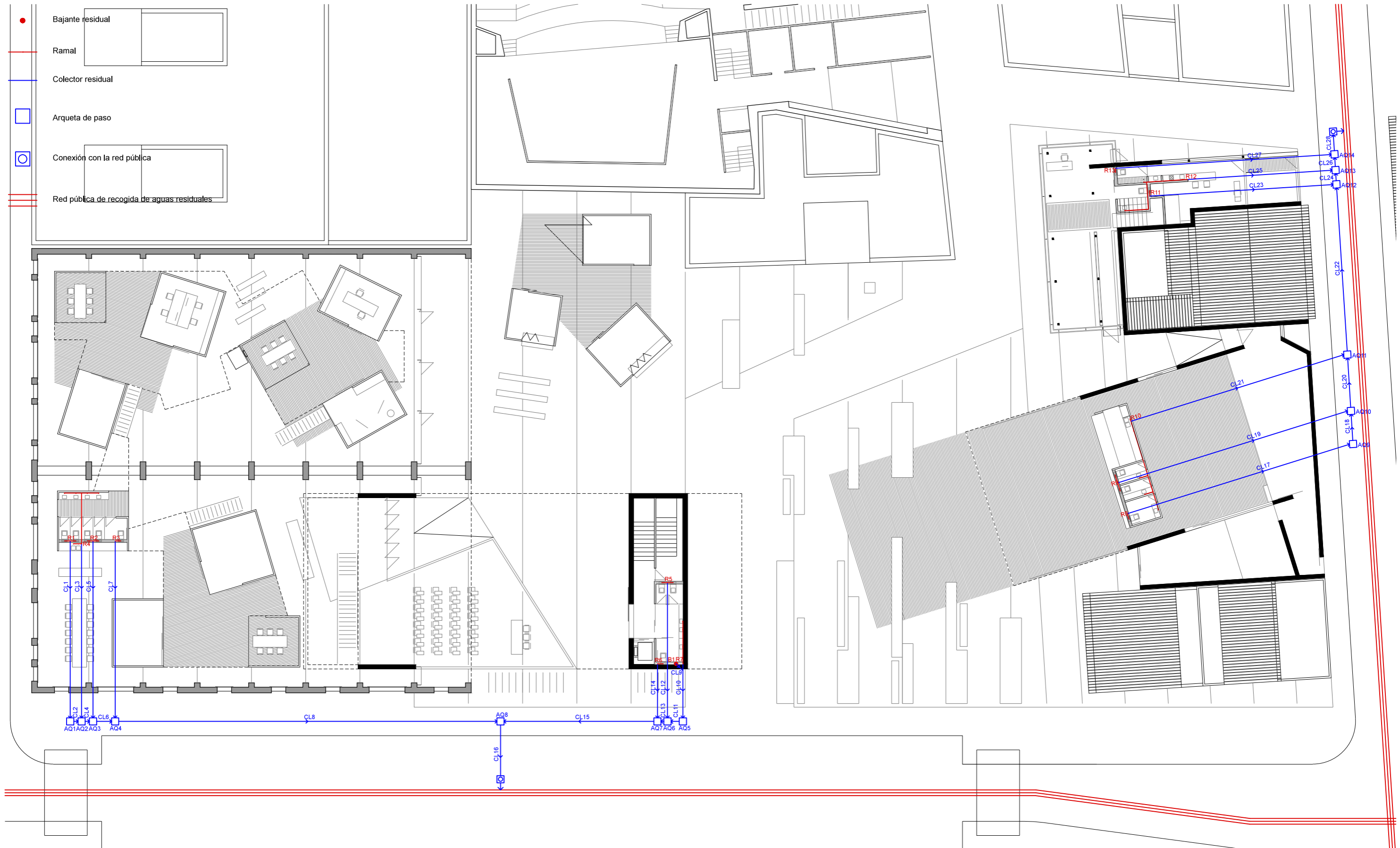


2.6.1. EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES - espacio público (escala 1:250)





2.6.2. EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES - planta primera (escala 1:250)



2.6.2. EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES - planta baja (escala 1:250)

### 3. FONTANERÍA



### 3.1. INTRODUCCIÓN

El diseño de la red se basa en las directrices del Código Técnico de la Edificación, y para este apartado se tomará el Documento Básico de Salubridad - Suministro de agua, CTE-DB-HS4.

También se atenderá a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), para garantizar el correcto suministro y distribución de agua fría y agua caliente sanitaria (ACS) aportando caudales suficientes para su funcionamiento.

La variedad y dispersión del programa de este proyecto ha dado lugar a una zonificación, que facilitará el trazado del suministro de agua en la parcela:

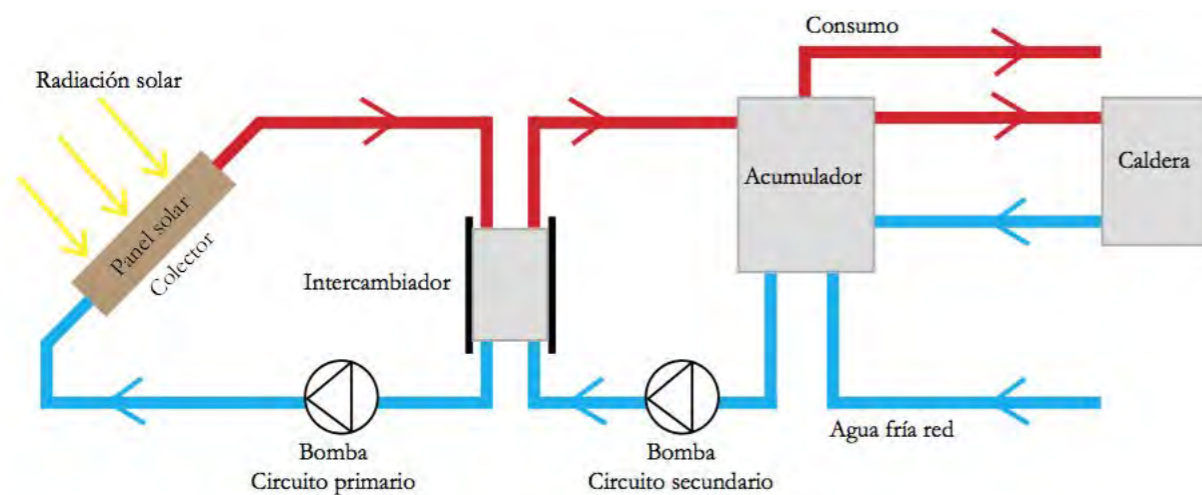
- Se realizará una única acometida, pero se dividirá la instalación según los distintos usos, en contadores independientes, pues es probable que cada uso sea gestionado por empresas diferentes. Los contadores se ubicarán todos en un mismo cuarto de instalaciones, situado a una distancia intermedia de cada una de las derivaciones del sistema.

- Los usos del coworking y de la tienda - espacio expositivo, sólo necesitan suministro de agua fría para los aseos.

- La cafetería - ludoteca, y el apartamento sí que precisan de agua caliente para el desarrollo de su actividad. Por ello, será necesario dotarlos de instalación de ACS, que contará con paneles solares y refuerzo de caldera eléctrica. La instalación de cada uso será también independiente. Los paneles solares serán instalados siguiendo las indicaciones del CTE-DB-HE4, donde se especifica la obligatoriedad de producción de ACS por paneles solares en edificios de nueva construcción.

La manera en la que los paneles aportan ACS es por dos circuitos: el primario y el secundario. El circuito primario, es el que conduce el agua calentada por la radiación solar al intercambiador. En este intercambiador es donde el agua que se va a consumir toma el calor del agua del primer circuito. Se deduce pues, que el agua fría del circuito primario vuelve al colector para volver a coger temperatura. El circuito secundario es el que lleva el agua al acumulador. Cuando el agua en el acumulador no alcanza la temperatura suficiente para abastecer de ACS al edificio, la caldera instalada es la que aporta esa diferencia de calor.

Esquema de obtención de ACS:



### 3.2. AGUA FRÍA

#### 3.2.1. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

##### - Acometida:

Para este proyecto se diseña una única acometida de agua, que será instalada por la compañía suministradora. Esta tubería enlaza la red de distribución con la instalación general en el interior de la propiedad. El conducto se proyecta de polietileno y va alojado en una zanja enterrada hasta llegar al cuarto de instalaciones. Se dispondrá de elementos de filtraje para protección de la instalación y se dispondrá una presión de suministro de 35 mca. Sobre la acometida se instalan las siguientes llaves de maniobra:

- Llave de toma, situada sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abre el paso a la acometida. Su instalación no es obligatoria, pero sí conveniente ante cualquier avería.

- Tubo de acometida (tubería de polietileno) que enlaza la llave de toma con la llave de corte general.

- Llave de registro, situada sobre la acometida, se sitúa en en la acera pública, inmediatamente antes del edificio.

##### - Instalación general:

Compuesta por:

- Llave de corte general, servirá para interrumpir el suministro a todo el conjunto. Estará situada dentro de la propiedad, en zona común (cuarto de instalaciones), accesible para manipularla y señalizada correctamente para permitir su identificación.

- Filtro, retiene los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general.

- Válvula antirretorno, que impide que el agua vuelva de nuevo en dirección hacia la acometida.

- Cuadro de contadores. Habrá un contador para cada uno de los usos del programa del proyecto:

- Edificio del coworking.
- Cafetería - ludoteca.
- Tienda - espacio expositivo.
- Apartamento temporal.
- Sistema de riego del espacio público.

Antes y después de cada contador habrá una llave de paso, y previa a la de salida, una válvula antirretorno..

##### - Instalación interior:

Compuesta por:

- Distribuidor principal: El trazado de la instalación que distribuye el agua fría hasta cada uno de los puntos edificios en que se divide el proyecto se realizará enterrado.

En el interior de las naves del Coworking discurrirá por el interior de la solera de hormigón fratasado, pues estos espacios carecen de falso techo. Se dispondrá de registros para su inspección y control de fugas, en sus extremos y en los cambios de dirección.

En la cafetería-ludoteca la distribución principal irá enterrada hasta llegar a la zona interior con pavimento de madera, donde la cámara disponible entre la tarima y la solera permite el paso del distribui

dor, sin necesidad de ubicarlo en el interior de la solera.

En el caso de la tienda y el apartamento, estos espacios disponen de falso techo, por lo que será posible conducir el distribuidor por él, una vez alcanzado un punto en que se pueda realizar la ascensión.

- Montantes: Únicamente habrá un montante para el suministro de agua en el vertedero, situado en el cuarto de limpieza del volumen que sale de las naves, en planta primera. El resto de la instalación se desarrolla en planta baja, sin necesidad de montantes.

- Llaves de paso de local, se sitúa una llave de este tipo en la entrada de cada local húmedo con el fin de independizar el suministro ante avería.

- Derivación del local húmedo, de ella parten las derivaciones de cada aparato y es la que contiene la llave de paso local.

- Derivación aparato, son tuberías verticales descendentes que conectan la derivación particular con el aparato correspondiente.

- Llave de sectorización, situadas en la derivación de cada aparato, previa a su conexión.

### 3.2.2. CÁLCULOS

#### 3.2.2.1. Cálculo del caudal punta ( $Q_p$ ):

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales extraídos de la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con sistema	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con sistema (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	-

Coworking:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm <sup>3</sup> /s)
Inodoro con fluxor x 8	1,25 x 8 = 10,00
Lavabo x 7	0,10 x 7 = 0,70
Fregadero doméstico x 1	0,20
Vertedero x 1	0,20
Total:	11,10

No obstante, como todos los aparatos no funcionarán a la vez, estimaremos un coeficiente de simultaneidad  $k$ , que se calcula en función del número de puntos  $n$ , mediante la siguiente fórmula:

$$k = 1/(\sqrt{n-1}) > 0,25 ; k = 1/(\sqrt{17-1}) = 0,25$$

Así pues, el caudal punta será:

$$Q_p = Q_{inst} \cdot k = 11,10 \cdot 0,25 = 2,78 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Cafetería - ludoteca:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm <sup>3</sup> /s)
Inodoro con fluxor x 3	1,25 x 3 = 3,75
Lavabo x 3	0,10 x 3 = 0,30
Fregadero no doméstico x 1	0,30
Lavavajillas industrial x 1	0,25
Total:	4,60

$$k = 1/(\sqrt{n-1}) > 0,25 ; k = 1/(\sqrt{8-1}) = 0,38$$

$$Q_p = Q_{inst} \cdot k = 4,60 \cdot 0,38 = 1,76 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Tienda - espacio de exposición:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm <sup>3</sup> /s)
Inodoro con fluxor x 1	1,25
Lavabo x 1	0,10
Total:	1,35

$$k = 1/(\sqrt{n-1}) > 0,25 ; k = 1/(\sqrt{2-1}) = 1$$

$$Q_p = Q_{inst} \cdot k = 1,35 \cdot 1 = 1,35 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Apartamento:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm <sup>3</sup> /s)
Inodoro con fluxor x 1	1,25
Lavabo x 1	0,10
Ducha x 1	0,20
Fregadero doméstico x 1	0,20
Total:	1,75

$$k = 1/(\sqrt{n-1}) > 0,25 ; k = 1/(\sqrt{4-1}) = 0,58$$

$$Q_p = Q_{inst} \cdot k = 1,75 \cdot 0,58 = 1,02 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Por tanto el caudal punta total necesario es:

$$Q_{\text{punta}} = 2,87 + 1,76 + 1,35 + 1,02 = 7,00 \text{ dm}^3/\text{s}$$

### 3.2.2.2. Diámetro de la acometida

Conocido del apartado anterior el caudal punta  $Q_p = 7,00 \text{ dm}^3/\text{s}$  y suponiendo una velocidad de diseño  $v = 1 \text{ dm}^3/\text{s}$ , con la siguiente expresión calculamos el diámetro de la acometida:

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} ; D = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{7}{1000}}{\pi \cdot 1}} = 0,094 \text{ m} = 94 \text{ mm}$$

Si entramos en el catálogo comercial de tubos de polietileno, podemos ver que el diámetro exterior superior a 94 mm es de 110 mm:

D mm	Código	6 bar		10 bar		16 bar			
		E (mm)	Metros/rollo	E (mm)	Metros/rollo	E (mm)	Metros/rollo		
20	--	--	--	--	--	TAC2016	2.0	100 metros	
25	--	--	--	--	--	TAC2516	2.3	100 metros	
32	--	--	--	TAC3210	2.0	100 metros	TAC3216	3.0	100 metros
40	--	--	--	TAC4010	2.4	100 metros	TAC4016	3.7	100 metros
50	--	--	--	TAC5010	3.0	100 metros	TAC5016	4.6	100 metros
63	--	--	--	TAC6310	3.8	100 metros	TAC6316	5.8	100 metros
75	--	--	--	TAC7510	4.5	50 metros	TAC7516	6.8	50 metros
90	--	--	--	TAC9010	5.4	50 metros	TAC9016	8.2	50 metros
110	--	--	--	TAC11010	6.6	Barra 6 mts.	TAC11016	10.0	Barra 6 mts.
125	TAC1256	4.8	Barra 6 mts.	TAC12510	7.4	Barra 6 mts.	TAC12516	11.4	Barra 6 mts.
140	TAC1406	5.4	Barra 6 mts.	TAC14010	8.3	Barra 6 mts.	TAC14016	12.7	Barra 6 mts.
160	TAC1606	6.2	Barra 6 mts.	TAC16010	9.5	Barra 6 mts.	TAC16016	14.6	Barra 6 mts.
180	TAC1806	6.9	Barra 6 mts.	TAC18010	10.7	Barra 6 mts.	TAC18016	16.4	Barra 6 mts.
200	TAC2006	7.7	Barra 6 mts.	TAC20010	11.9	Barra 6 mts.	TAC20016	18.2	Barra 6 mts.
250	TAC2506	9.6	Barra 6 mts.	TAC25010	14.8	Barra 6 mts.	TAC25016	22.7	Barra 6 mts.

Por tanto, el diámetro interior será de:

$$D_{\text{interior}} = D_{\text{exterior}} - 2 \cdot e = 110 - 2 \cdot 6,6 = 96,8 \text{ mm}$$

Por lo tanto adoptaremos un diámetro exterior (el comercial superior) para el tramo de la acometida de  $\varnothing = 110 \text{ mm}$ .

Por lo que la velocidad real de circulación será de:

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot \frac{7}{1000}}{\pi \cdot \left(\frac{96,8}{1000}\right)^2} = 0,95 \text{ m/s}$$

### 3.3. AGUA CALIENTE

Según el programa del edificio, las necesidades de producción de ACS varían. Para los usos de coworking y tienda - espacio de exposición no es necesario el suministro de agua caliente, pues únicamente se necesita agua en los aseos y en el cuarto de limpieza. En el caso de la cafetería - ludoteca y del apartamento temporal, sí que es necesario el abastecimiento de ACS, el cual se realiza mediante el sistema de energía solar, con apoyo de caldera eléctrica.

El sistema se basa en la transferencia de calor entre el circuito primario y el secundario:

- El circuito primario es el encargado de captar la energía calorífica del Sol. Por él circula el agua proveniente del suministro de agua fría, hasta las placas solares, donde se calienta.
- El circuito secundario transporta el agua una vez calentada, hasta los puntos de consumo.

#### 3.2.1. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

##### - Sistema de captación:

El sistema de captación se encarga de transformar la radiación solar en energía térmica. Está compuesto por los captadores o paneles solares.

##### - Intercambiador:

Es un depósito donde se almacena la energía captada a través de los captadores por el circuito primario y se transmite al circuito secundario.

##### - Caldera de apoyo auxiliar:

Se encarga de suministrar energía adicional cuando el sistema solar por sí solo no es capaz de producir la suficiente energía para elevar la temperatura del circuito de consumo a la temperatura de preparación. En este caso se opta por una caldera eléctrica.

##### - Sistema de regulación y control:

Se encarga de regular y controlar todos los sistemas de la instalación de producción de A.C.S para un óptimo funcionamiento. Está compuesto por una centralita de regulación y control, junto con una serie de sondas que se encargan de verificar el estado actual del circuito, y según dicho estado dar marcha o no al sistema de apoyo auxiliar.



Sistema de distribución:

Se encarga de distribuir el agua caliente sanitaria hasta los diferentes puntos de consumo.

Para el presente proyecto se escoge un sistema de abastecimiento propio para cada uno de los usos que necesitan de agua caliente, pues éstos pueden ser gestionados por entidades independientes.

## 3.3.2. CÁLCULOS

3.3.2.1. Cálculo del caudal punta ( $Q_p$ ):

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales extraídos de la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con sistema (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	-

Cafetería - ludoteca: Únicamente será necesario abastecer con ACS a la cocina de la cafetería

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua caliente (dm <sup>3</sup> /s)
Fregadero no doméstico x 1	0,20
Lavavajillas industrial x 1	0,20
Total:	0,40

No obstante, como todos los aparatos no funcionarán a la vez, estimaremos un coeficiente de simultaneidad  $k$ , que se calcula en función del número de puntos  $n$ , mediante la siguiente fórmula:

$$k = 1/(\sqrt{n-1}) > 0,25 ; k = 1/(\sqrt{2-1}) = 1$$

Así pues, el caudal punta será:

$$Q_p = Q_{inst} \cdot k = 4,60 \cdot 1 = 4,60 \text{ dm}^3/\text{s}$$

## Apartamento:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua caliente (dm <sup>3</sup> /s)
Inodoro con fluxor x 1	-
Lavabo x 1	0,065
Ducha x 1	0,10
Fregadero doméstico x 1	0,20
Total:	0,265

$$k = 1/(\sqrt{n-1}) > 0,25 ; k = 1/(\sqrt{3-1}) = 0,71$$

$$Q_p = Q_{inst} \cdot k = 0,265 \cdot 0,71 = 0,19 \text{ dm}^3/\text{s}$$

## 3.3.2.1. Captadores solares:

## a. Cálculo de la demanda de energía:

Los datos correspondientes a la demanda de energía han sido extraídos de la tabla 3.1:

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60°C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Cafetería: Consideramos que en la cafetería se preparará una media de 100 almuerzos al día:

$$100 \cdot 1 = 100 \text{ L/día}$$

Apartamento: El apartamento temporal es para una persona:

$$30 \cdot 1 = 30 \text{ L/día}$$

## b. Cálculo de contribución mínima:

Valencia se sitúa en la zona climática IV, dato extraído de la figura 3.1:

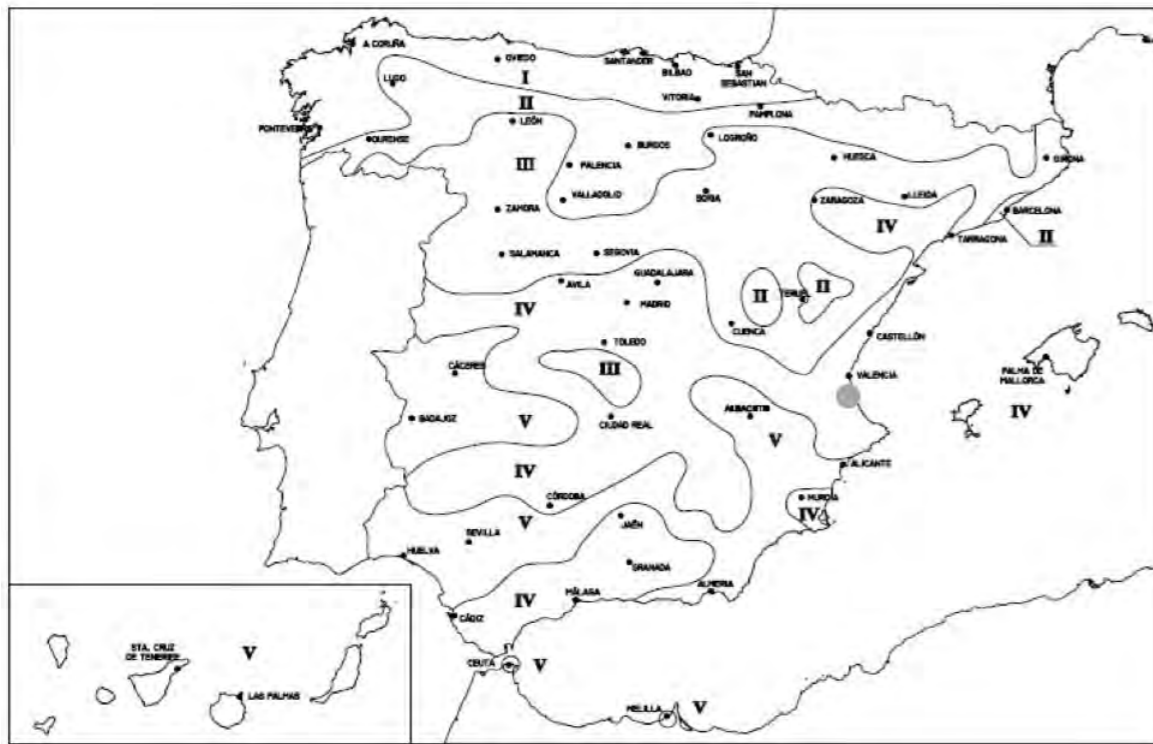


Fig. 3.1. Zonas climáticas

La contribución mínima, en función de la demanda de ACS y la zona climática, se extrae de la tabla 2.1:

Tabla 2.1. Contribución solar mínima en %. Caso general

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

c. Situación de los paneles:

Los paneles se situarán en las cubiertas de la cafetería y el apartamento, con orientación sur y una inclinación óptima igual a:

$$\text{latitud de Valencia } (39^\circ) + 10^\circ = 49^\circ$$

d. Cálculo de la superficie de captación:

$$\text{Superficie captación} = E_{\text{requerida}} / E_{\text{irradiación}}$$

La energía requerida se calcula a partir de los siguientes datos:

$$E_{\text{req}} = \rho_{\text{agua}} \cdot V_{\text{agua}} \cdot C_{p_{\text{agua}}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{RED}})$$

siendo:

$\rho_{\text{agua}}$  = densidad del agua (1000 kg/m<sup>3</sup>)

$V_{\text{agua}}$  = volumen de agua requerido (m<sup>3</sup>/día)

$C_{p_{\text{agua}}}$  = calor específico del agua (1,16 · 10<sup>-2</sup> kWh)

$T_{\text{ACS}}$  = temperatura de acumulación del agua caliente (se estima una  $T_{\text{ACS}} = 60^\circ\text{C}$ )

$T_{\text{RED}}$  = temperatura del agua proveniente de la red de agua fría (se estima  $T_{\text{RED}} = 12,3^\circ\text{C}$ )

Cafetería:

$$E_{\text{req}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,1 \text{ m}^3/\text{día} \cdot (1,16 \cdot 10^{-2} \text{ kWh}) \cdot (60^\circ\text{C} - 12,3^\circ\text{C}) = 55,33 \text{ kWh/día}$$

$$E_{\text{req}} = z \text{ kWh/año}$$

Apartamento:

$$E_{\text{req}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,03 \text{ m}^3/\text{día} \cdot (1,16 \cdot 10^{-2} \text{ kWh}) \cdot (60^\circ\text{C} - 12,3^\circ\text{C}) = 16,60 \text{ kWh/día}$$

$$E_{\text{req}} = 6058,85 \text{ kWh/año}$$

La cantidad de irradiación solar recibida depende de la localización del edificio, obteniéndose de la tabla 3.2:

Tabla 3.2 Radiación solar global

Zona climática	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Tomando el valor medio de la horquilla (radiación solar global = 4,8 kWh/m<sup>2</sup>) y transformándolo a términos anuales:

$$E_{\text{irradiación}} = 4,8 \text{ kWh/m}^2 \cdot 365 \text{ días/año} = 1752 \text{ kWh/m}^2 / \text{año}$$

Teniendo en cuenta que:

- La aportación solar debe ser del 60%,
- Suponemos un rendimiento de la placa ( $\eta$ ) del 43%

$$\text{Superficie captación} = E_{\text{requerida}} \cdot 0,6 / E_{\text{irradiación}} \cdot 0,43$$

Cafetería:

$$\text{Superficie} = 20196,18 \cdot 0,6 / 1752 \cdot 0,43 = 16,08 \text{ m}^2$$

Apartamento:

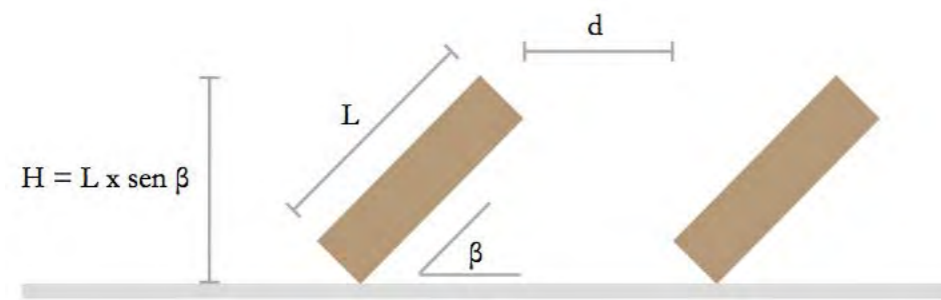
$$\text{Superficie} = 6058,85 \cdot 0,6 / 1752 \cdot 0,43 = 4,83 \text{ m}^2$$

e. Separación entre los captadores:

$$L = 2 \text{ m}$$

$$\beta = 49^\circ$$

$$d = (L \cdot \text{sen } \beta) / \tan((90 - \beta) - \text{latitud}) = (2 \cdot \text{sen } 49) / \tan((90 - 49) - 39) = 3,74 \text{ m}$$



f. Número de captadores:

$$N = \text{Superficie de captación} / \text{Superficie de un captador}$$

Cafetería:

$$N = 16,08 / 2 = 8,04 \quad ; \quad N = 9$$

Apartamento:

$$N = 4,83 / 2 = 2,42 \quad ; \quad N = 3$$

g. Dimensionamiento del intercambiador - acumulador:

Cafetería:

$$\text{Volumen } V = 16,08 \cdot 50 = 804 \text{ L}$$

$$\text{Superficie } S = 16,08 \cdot 0,2 = 3,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Potencia } P = 1000 \text{ W/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 16,08 = 8040 \text{ W} = 8,04 \text{ kW}$$

Apartamento:

$$\text{Volumen } V = 4,83 \cdot 50 = 241,5 \text{ L}$$

$$\text{Superficie } S = 4,83 \cdot 0,2 = 0,966 \text{ m}^2$$

$$\text{Potencia } P = 1000 \text{ W/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 4,83 = 2415 \text{ W} = 2,415 \text{ kW}$$

h. Potencia de la caldera:

$$W = \rho_{\text{agua}} \cdot Q_{\text{punta}} \times C_{p_{\text{agua}}} \cdot (T_{\text{salida}} - T_{\text{entrada}})$$

Cafetería:

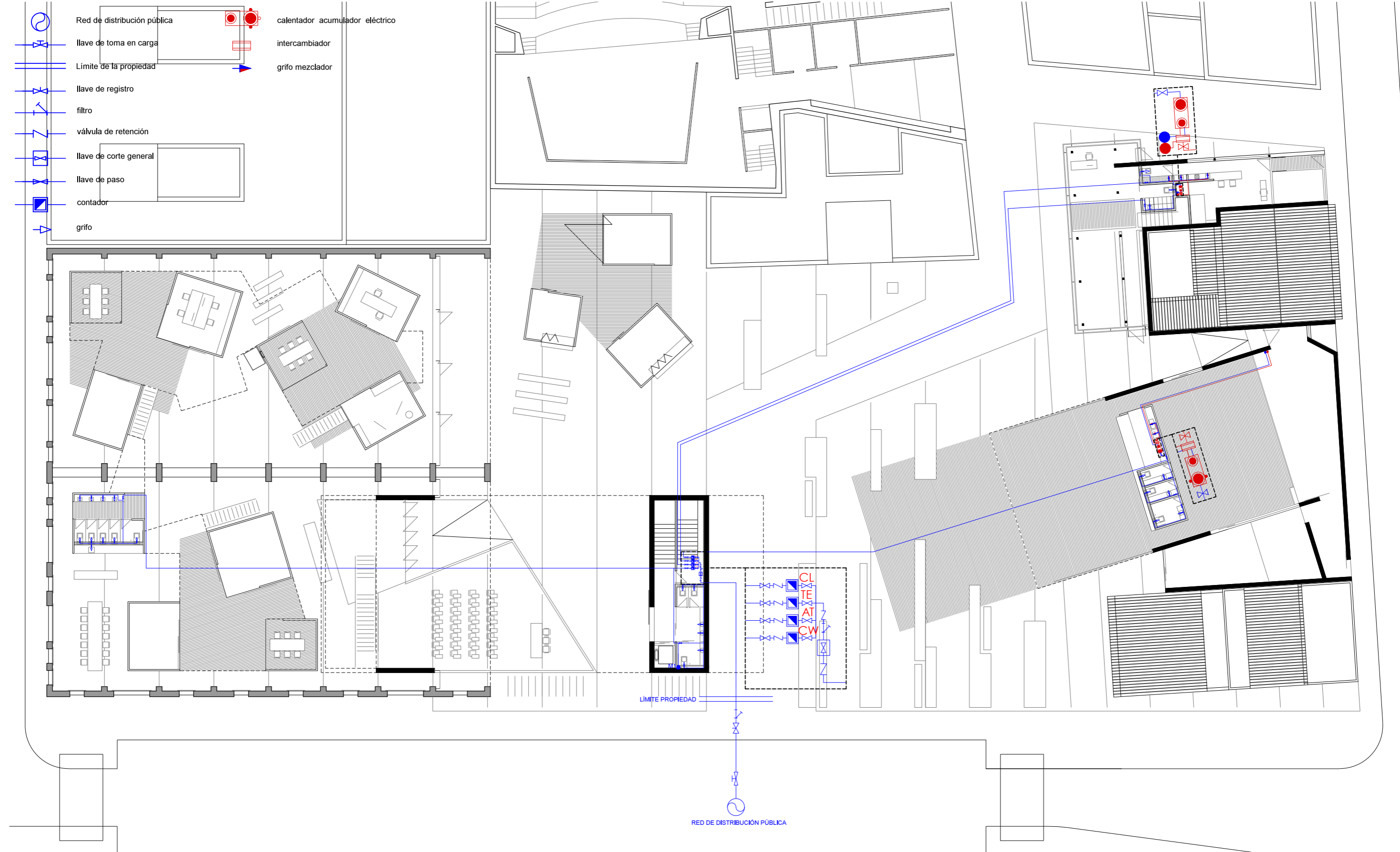
$$W = 1000 \text{ (kg/m}^3) \cdot 0,40 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s}) \cdot 4,18 \text{ (KJ/kg}\cdot\text{K)} \cdot (60^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 75,24 \text{ kW}$$

Apartamento:

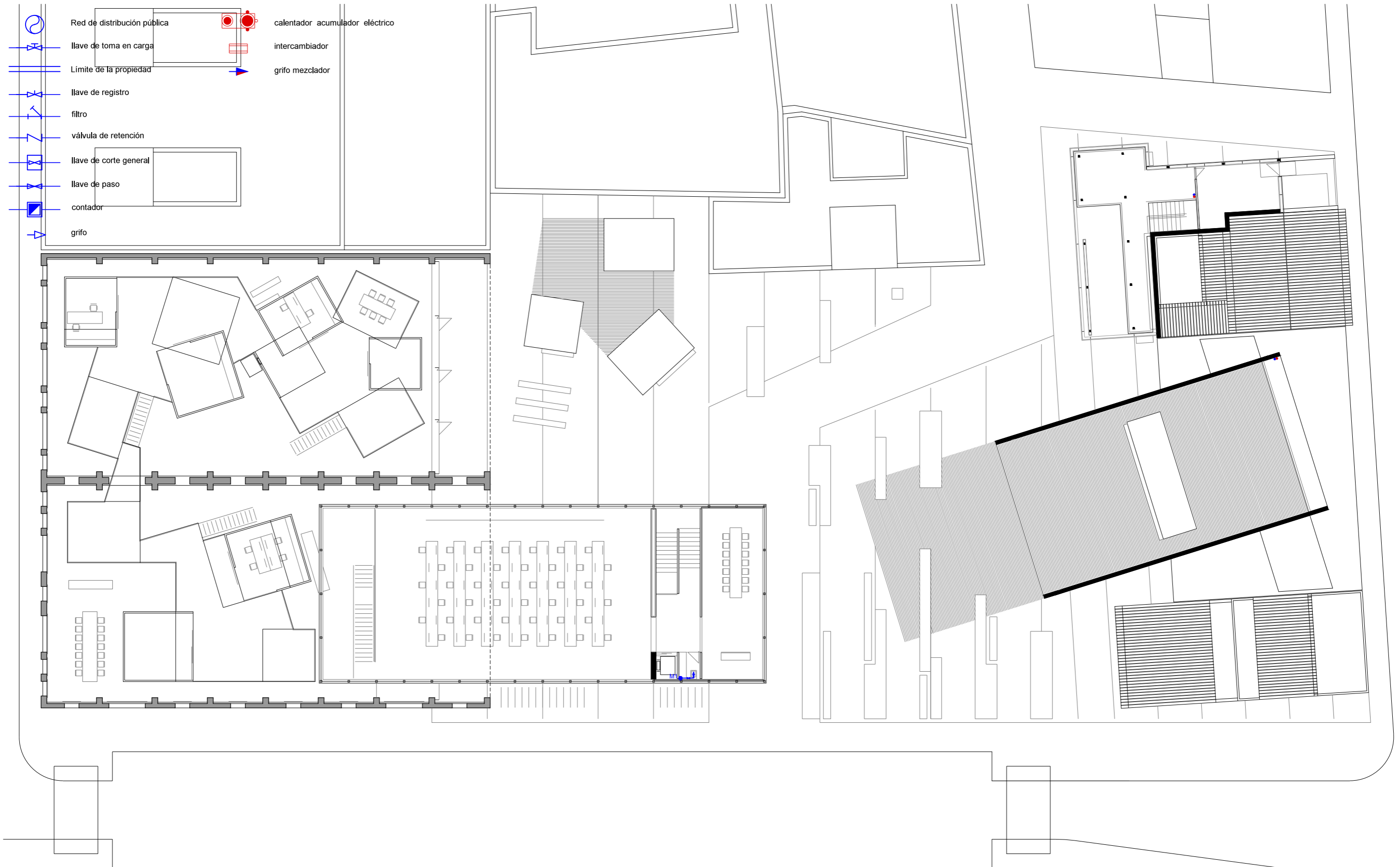
$$W = 1000 \text{ (kg/m}^3) \cdot 0,19 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{s}) \cdot 4,18 \text{ (KJ/kg}\cdot\text{K)} \cdot (60^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 35,74 \text{ kW}$$



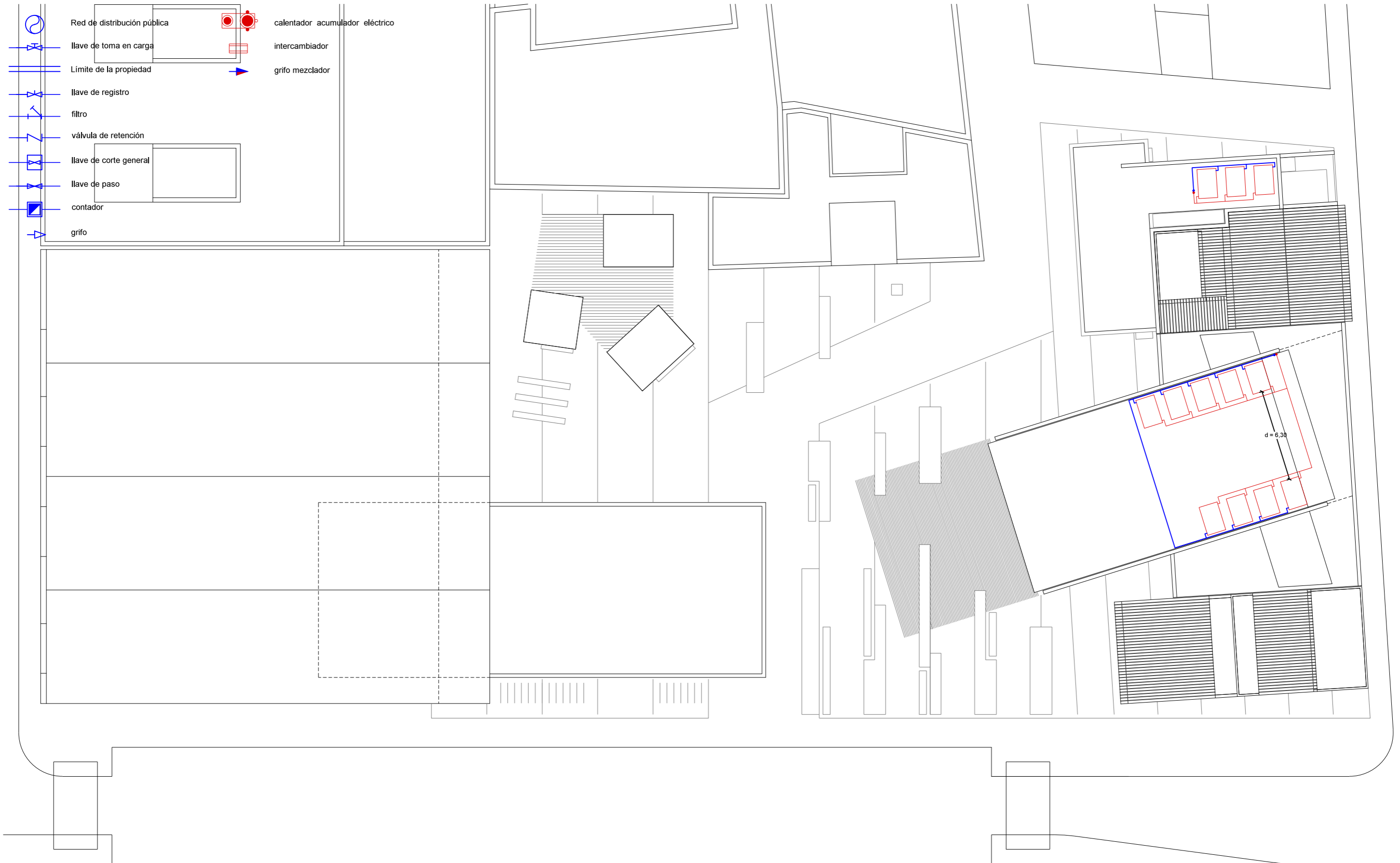
3.4. PLANOS



3.4.1. SUMINISTRO DE AGUA - planta baja (escala 1:250)



3.4.2. SUMINISTRO DE AGUA - planta primera (escala 1:250)



3.4.3. SUMINISTRO DE AGUA - planta de cubiertas (escala 1:250)





## 4. ILUMINACIÓN

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas básicos de composición lumínica presentan varios objetivos a resolver:

- Iluminación funcional: adaptación del espacio para la función que allí se va a desarrollar. Los locales deben ser efectivos. Es importante este aspecto, sobre todo en lugares con un uso muy concreto, como los lugares de trabajo, espacios de exposición, etc.
- Iluminación social: es necesaria para establecer correctamente relaciones entre las personas. El tipo de luz condiciona un tipo de relación. Tiene interés en los usos en que la relación tiene un significado especial, como son los espacios de reunión, la cafetería - ludoteca, etc.
- Iluminación informativa: tiene una carga muy importante sobre la localización. Es fundamental en la lectura exterior de los edificios. Se trata de la iluminación en los puntos de acceso, en las circulaciones, comunicación vertical, etc.
- Iluminación arquitectónica: para permitir la percepción clara de los espacio y potenciar espacios singulares. Es importante en este caso, tanto la iluminación arquitectónica exterior, para percibir con claridad las características de la intervención, como también la iluminación interior, para generar los ambientes deseados en los espacios interiores del proyecto.

### 4.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN

Según la Norma de Alumbrado para Interiores (UNE 12464-1), los niveles de iluminación exigidos para los distintos usos en oficinas (caso del espacio de coworking) son los siguientes:

I. Oficinas					
Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	E <sub>m</sub> lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
1.1	Archivo, copias, etc	300	19	80	
1.2	Escritura, escritura a máquina, lectura y tratamiento de datos	500	19	80	
1.3	Dibujo técnico	750	16	80	
1.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	80	
1.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	- La iluminación debería ser confortable
1.6	Mostrador de recepción	300	22	80	
1.7	Archivos	200	25	80	

Para espacios educativos de jardines de infancia y guarderías (caso de la ludoteca):

I. Jardines de infancia y guarderías					
Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	E <sub>m</sub> lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
1.1	Sala de juegos	300	19	80	
1.2	Guardería	300	19	80	
1.3	Sala de manualidades	300	19	80	

Para lugares de pública concurrencia (caso de la cafetería):

2. Restaurantes y hoteles					
Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	E <sub>m</sub> lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
2.1	Recepción, caja, conserjería, buffet	300	22	80	
2.2	Cocinas	500	22	80	- Debería haber una zona de transición entre cocina y restaurante
2.3	Restaurante, comedor, salas de reuniones...	-	-	80	- El alumbrado debería ser diseñado para crear la atmósfera apropiada
2.4	Restaurante autoservicio	200	22	80	
2.5	Sala de conferencias	500	19	80	- El alumbrado debería ser controlado
2.6	Pasillos	100	25	80	- Niveles inferiores aceptables durante la noche

Para establecimientos minoristas (caso de la tienda):

I. Establecimientos minoristas					
Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	E <sub>m</sub> lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
1.1	Area de ventas	300	22	80	- Los requisitos tanto de luminancia como de UGR vienen determinados por el tipo de tienda
1.2	Area de cajas	500	19	80	
1.3	Mesa de envolver	500	19	80	

Así pues, los niveles de iluminación en los diferentes espacios serán los siguientes:

Edificio	Espacio	E <sub>m</sub> (lux)
Coworking	Acceso	100
	Recepción	300
	Espacio multifuncional	300
	Espacios de trabajo en grupo	500
	Espacios de trabajo individual	500
	Aseos	100
	Cocina	100
	Meeting point	300
	Almacén - instalaciones	75
	Circulaciones	75
	Sala de reuniones	300
	Cafetería - ludoteca	Acceso
Espacio de juegos		300
Cafetería		200
Cocina		500
Aseos		100



Edificio	Espacio	E <sub>m</sub> (lux)
Tienda - espacio expositivo	Área de ventas	300
	Área de cajas	500
	Aseo (privado)	100
Apartamento temporal	-	300

### 4.3. LUMINARIAS

Se emplearán luminarias de la casa comercial Iguzzini.

#### 4.3.1. ILUMINACIÓN INTERIOR

Iluminación difusa mediante BAÑADORES DE PARED, situados en los muros de la preexistencia, de forma que se genere una luz ambiente continua en todo el complejo y, a su vez, se remarque la presencia del elemento arquitectónico.

##### - LINEALUCE



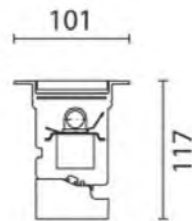
Sistema de iluminación modular con óptica asimétrica para efecto bañador de pared, diseñados para el uso de tubos fluorescentes.

Cada módulo está formado por un perfil de aluminio extruido con finales de aluminio fundido a presión y con silicona especial.

El conjunto óptico está cubierto por una pantalla de cristal aplicada directamente a la sección de aluminio extruido y ubica el reflector 99,95% superpuro de aluminio, las de acero portalámparas y los tubos fluorescentes.

El sistema es alimentado por un transformador electrónico externo, contenida en una caja de termoplástico especial fijada a la sección extruida. El sistema está diseñado para ofrecer el cableado de conexión de interfaz.

La luminaria también está equipada con una caja exterior de chapa de aluminio (5.901) con tapones de tecnopolímero que hay que pedir por separado.



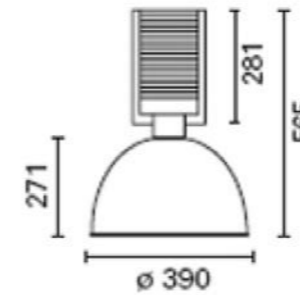
Iluminación directa a través de luminarias SUSPENDIDAS, con la intención de focalizar la luz en las zonas que así lo requieran, como los espacios de trabajo, cafetería, etc. En el interior de las naves éstas irán suspendidas de la estructura de las cerchas, mientras que en el resto de espacios, lo harán del falso techo.

##### - RIB-LUMINARIA CUERPO PEQUEÑO



Luminaria de suspensión para iluminación directa, destinada al uso de lámparas fluorescentes compactas 57W TC-T EL.

Caja porta-componentes compuesta por dos semicubiertas de aluminio fundido a presión con tornillos de fijación imperdibles. Recipiente interno para portalámpara de aluminio fundido a presión. Placa interna porta-componentes y elementos de fijación del portalámpara de chapa de acero.



Posibilidad de inspeccionar y realizar el mantenimiento de los componentes eléctricos alojados en el interior de la caja incluso después de haber instalado el producto.

Elemento de enganche del cable de suspensión de aluminio fundido a presión y prensacables de seguridad de acero para el cable de alimentación.

Reflector de aluminio torneado en lámina con acabado para altos rendimientos. Los acoplamientos están protegidos por sus correspondientes guarniciones.

Kit accesorio para la suspensión con base de anclaje en techo realizada en aluminio fundido a presión.

Iluminación directa por luminarias LED EMPOTRABLES EN EL TECHO de los espacios cerrados: boxes, aseos, circulaciones, etc.

##### - SISTEMA EASY MH-HAL



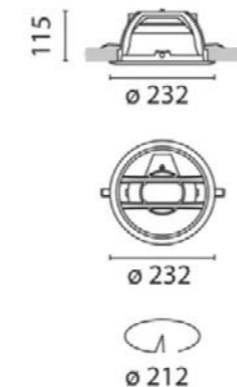
Empotrable realizado en aluminio fundición a presión destinado al uso de lámparas de halogenuros metálicos (HIT-DE).

La estructura fundida a presión actúa como disipadora del calor optimizando las prestaciones y garantizando un rendimiento que alcanza hasta un 75%.

El reflector de aluminio superpuro abrillantado está dividido en dos partes. La primera, sobre la fuente luminosa, actúa como recuperadora del flujo; la otra, fijada al aparato con un sistema de muelles de contraste, se puede extraer para realizar un mantenimiento veloz y sin problemas.

La caja de portacomponentes separada de la luminaria está preparada para el cableado con conexión rápida. Los muelles de fijación garantizan un anclaje óptimo en falsos techos con un espesor entre 1 y 25 mm.

Los aparatos, adecuados para locales públicos, se pueden instalar en superficies con materiales inflamables.



Iluminación directa por PROYECTORES SOBRE CARRIL para una luz flexible y adaptable en la tienda-espacio de exposición y meeting point.

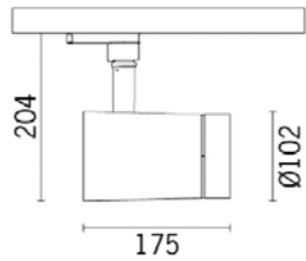
##### - PALCO



Foco orientable con adaptador para la instalación en red electrificada pista de alta potencia de la lámpara LED con emisión monocromática en un tono blanco neutro (4.000K).

Balasto electrónico regulable integrado en el producto.

Luminaria realizada en aluminio fundido a presión y material termoplástico, permite rotación de 360° sobre el eje vertical y 90° de inclinación respecto al plano horizontal.



La luminaria tiene cerraduras mecánicas destinadas para ambos movimientos, operado utilizando la misma herramienta sobre dos tornillos, uno en el lado de la varilla y uno en el adaptador para la pista.

Disipación de calor pasiva. Diseñado para contener hasta dos accesorios planos simultáneamente. Otro componente externo también se puede aplicar, selecciona aletas direccionales y una pantalla antirreflejos. Todos los accesorios exteriores giran 360° alrededor del eje longitudinal de mira. Curso de la vida LED con flujo residual en el 70% (L70): 50.000 horas a Ta 25°.

Iluminación secundaria de EMERGENCIA para la señalización de los espacios.

#### - MOTUS-LUMINARIA CUERPO PEQUEÑO



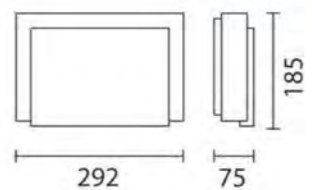
Cuerpo de la luminaria, reflector, marco y pantalla difusora opal en polycarbonato infrangible y autoextinguible.

Luminaria destinada a uso de iluminación de emergencia. Lámpara fluorescente TC-EL de 11W.

La pantalla se une al cuerpo de la luminaria mediante cuatro tornillos imperdibles que permiten alcanzar el grado de protección IP66.

La base de la luminaria está equipada con doble prensacable PG11 para el cableado pasante entre varios aparatos.

La base de la luminaria está predispuesta para la aplicación en caja universal empotrable de tres conexiones (tipo 503) o sobre canales externos herméticos con tubos rígidos dos Ø16/200 mm mediante unión.



#### 4.3.2. ILUMINACIÓN EXTERIOR

Iluminación general del espacio exterior a través de aplicación de LUZ SOBRE POSTE para el alumbrado urbano de la calle y la plaza.

#### - DELO

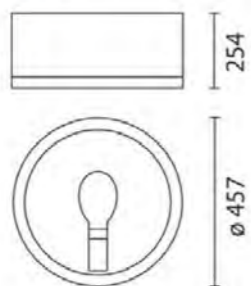


Cuerpo óptico cilíndrico realizado en aluminio, con tratamiento de pintura acrílica de doble recubrimiento, contiene el cuerpo óptico y el grupo de cableado con brazo de unión al poste, en aluminio extrusionado, que utiliza tirantes de acero inoxidable de 14 mm de diámetro.

El cuerpo óptico y los elementos del cableado, situados en el casquete, están protegidos por un marco embisagrado, equipado con junta de goma silicónica y cristal templado sellado con junta de neoprene.

Óptica realizada en un sola pieza mediante hidroformatura en aluminio superpuro 99,8% (con espesor de 2 mm) sometida a proceso de abrillantado (Alzak).

Se fija a la estructura mediante dos tornillos de acero inoxidable. Toda la bulonería usada es de acero inoxidable.



Iluminación difusa sobre la preexistencia mediante BAÑADORES DE PARED para exterior, empotrables en el suelo, para que destaquen la presencia del elemento arquitectónico.

#### - LINEALUCE-R

Luminaria comentada anteriormente, ya que también se emplea en la iluminación interior de los edificios.

Iluminación puntual por LEDs EMPOTRABLES para marcar recorridos o puntos significativos.

#### - LEDPLUS

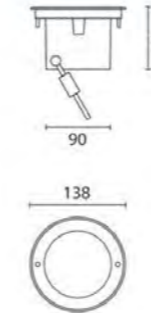


Aparato LED para instalación empotrable, en pared, suelo o jardín. El producto se compone de cuerpo, cristal de cierre, marco y cuerpo de empotramiento. El cuerpo, de forma circular, es de material termoplástico resistente. El marco es de acero inoxidable, espesor 2,5 mm, provisto de dos tornillos de acero inoxidable para fijar al cuerpo de empotramiento.

El cuerpo de empotramiento es de material plástico. El cuerpo óptico está cerrado superiormente por un cristal sódico-cálcico templado transparente, con espesor de 10 mm; tiene además una pantalla interna opal.

Para la estanqueidad del producto se utilizan juntas de silicona. La fijación del cuerpo al marco/cristales se realiza con elementos de fijación torneados en acero inoxidable. El cableado se realiza con un prensacable de acero inoxidable.

El producto se suministra con cable de alimentación L=300 mm, tipo H07RN-F 4x1 mm<sup>2</sup>. El cable de alimentación es provisto de un dispositivo anti-transpiración.



## 5. ELECTRICIDAD



## 5.1. INTRODUCCIÓN

La instalación eléctrica sigue un esquema parecido al de la instalación de fontanería. Se realizará la conexión a la red general de abastecimiento en la calle de Mariano Cuber, y se ubicarán los contadores centralizados en el cuarto de instalaciones del núcleo de comunicación vertical del coworking, punto más centrado para los distintos usos del proyecto.

Cada uso tendrá su cuadro general, del cual saldrán las líneas que alimentarán directamente a los puntos de consumo principales. En el caso del coworking, habrá dos cuadros generales: el de la instalación eléctrica de las naves, y el de la instalación del volumen que sale de ellas.

## 5.2. ESTIMACIÓN DE CARGAS

La realización de las instalaciones eléctricas están sujetas al reglamento electrotécnico de baja tensión que comprende las instrucciones técnicas (ITC) BT 01 a BT51.

El reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT) establece que las tensiones nominales usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán de:

- 230 V entre fases para redes trifásicas de tres conductores.
- 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores.

También indica que la frecuencia empleada en la red será de 50 Hz.

El grado de electrificación para todos los lugares de consumo del proyecto será de electrificación elevada, donde, además de cubrirse las necesidades de la electrificación básica, se cubre la demanda por aire acondicionado, previsto para todos los usos (potencia no inferior a 9,200 W).

Para realizar la estimación de cargas de los diferentes lugares de consumo se establece la siguiente clasificación:

- Edificios destinados principalmente a viviendas.
- Edificios comerciales o de oficinas.
- Edificios destinados a una industria específica.
- Edificios destinados a una concentración de industrias.

En el caso del proyecto, consideraremos que los lugares de consumo son edificios comerciales, o de oficinas, para los cuales la demanda de potencia que determinará la carga a prever no podrá ser nunca inferior a 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

## 5.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

### 5.3.1. ACOMETIDA E INSTALACIONES DE ENLACE

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección (CGP).

Las instalaciones de enlace, son aquellas que unen la caja general de protección, incluida ésta, con las instalaciones interiores. Comenzarán por lo tanto en el final de la acometida y terminarán en los cuadros generales de protección y mando.

Las partes que constituyen las instalaciones de enlace son:

- Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación o Línea Repartidora (LGA)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)
- Derivación Individual (DI)
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- Cuadros Generales de Protección y Mando (CGPM)

El conjunto Derivación Individual, e instalación interior constituye la instalación privada del usuario. El resto pertenece a la empresa suministradora de la energía.

### 5.3.2. INSTALACIÓN INTERIOR

#### a. Dispositivos generales e individuales de mando y protección (CGPM)

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local. Estarán compuestos por:

- Un interruptor de control de potencia (ICP), destinado a controlar el consumo de potencia, con el objeto de no sobrepasar la contratada.
- Un interruptor general automático (IGA) de corte omipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general (ID), destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Pequeños interruptores automáticos (PIA) de corte omipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.

#### b. Número de circuitos y características

Los tipos de circuitos independientes en cada local serán los siguientes, y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omipolar con accionamiento manual y dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

- Circuitos de la electrificación básica:

- C1: destinado a alimentar los puntos de iluminación (10A)
- C2: destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico (16A)
- C3: destinado a alimentar la cocina y horno (25A)
- C4: destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y el termo eléctrico (20A)
- C5: destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares de cocina (25A)

- Circuitos de la electrificación elevada:

- C6: circuito adicional del tipo C1, por cada 30 puntos de luz (10A)
- C7: circuito adicional del tipo C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil es mayor de 160 m<sup>2</sup> (16A)
- C8: destinado a la instalación de calefacción eléctrica (25A)
- C9: destinado a la instalación de aire acondicionado (25A)
- C10: destinado a la instalación de una secadora independiente.

5.4. POTENCIA DEL EDIFICIO

5.4.1. POTENCIA DE LA INSTALACIÓN EN LOS LUGARES DE CONSUMO:

Como se especifica en el apartado 5.2, en el caso del proyecto, consideraremos que los lugares de consumo son edificios comerciales, o de oficinas, para los cuales la demanda de potencia que determinará la carga a prever no podrá ser nunca inferior a 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Potencia mínima (W)
Coworking (naves)	870	87.000	87.000
Coworking (volumen)	394	39.400	39.400
Cafetería - ludoteca	260	26.000	26.000
Tienda - exposición	164	16.400	16.400
Apartamento temporal	25	2.500	3.450
Total			172.250

5.4.2. POTENCIA DE LA INSTALACIÓN DE LOS SERVICIOS GENERALES:

Será la suma de la potencia prevista en ascensores, alumbrado exterior, espacios comunes, etc. (factor de simultaneidad = 1).

- Ascensor:

En la siguiente tabla se indican los valores típicos de los aparatos elevadores según especifica la ITE-ITA:

Tabla A: previsión de potencia para aparatos elevadores

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

El ascensor dispuesto en el núcleo de comunicación vertical del coworking es del tipo ITA-1, por tanto tendrá una potencia de 4,5 kW.

- Alumbrado:

Para el alumbrado de los espacios comunes se puede estimar una potencia de 15 W/m<sup>2</sup> si las lámparas son incandescentes y de 8 W/m<sup>2</sup> si son fluorescentes.

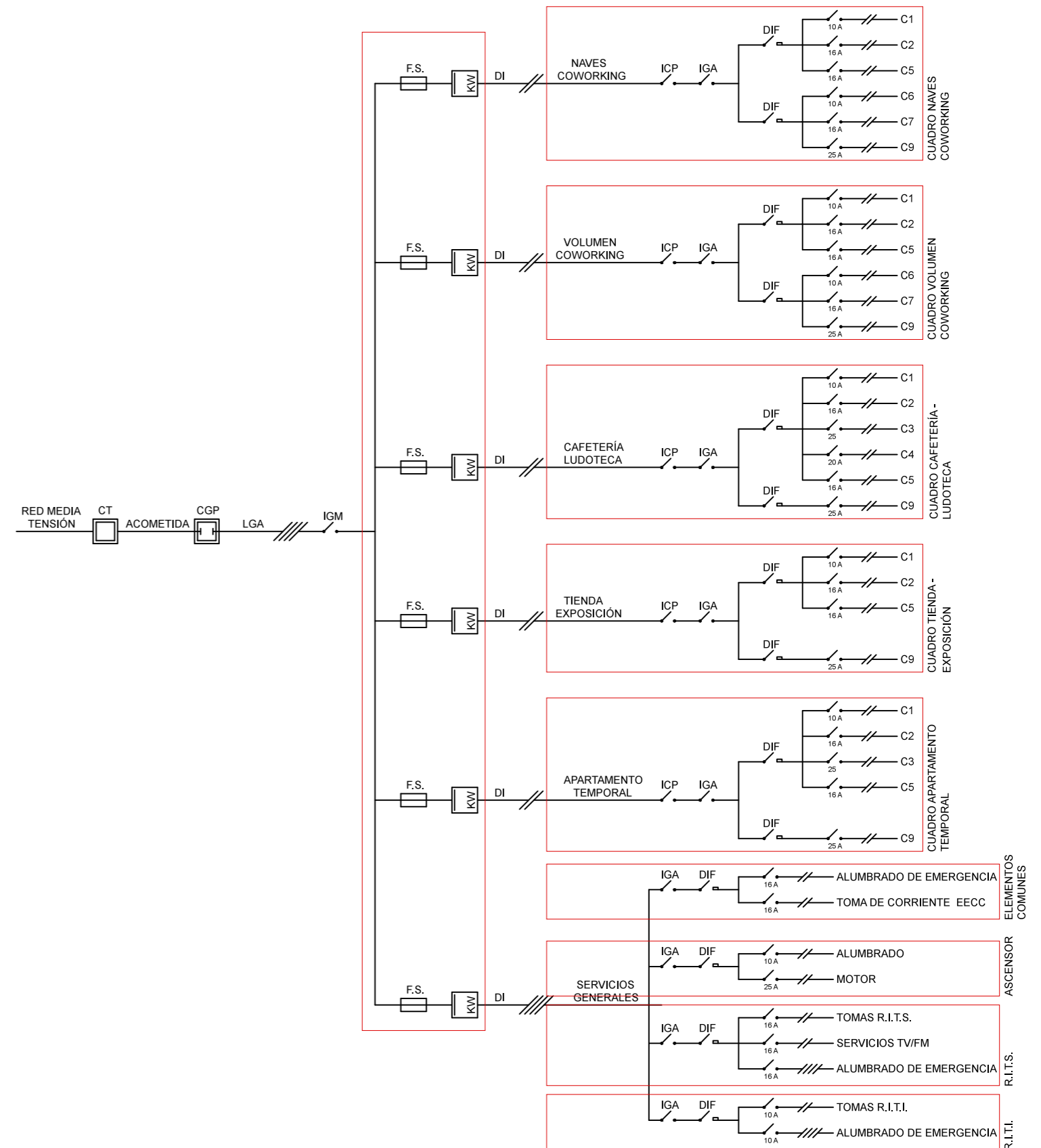
Por tanto, la potencia será de 8 W/m<sup>2</sup>, es decir:

$$P = 1.722,5 \cdot 8 = 13.780 \text{ W} = 13,78 \text{ kW.}$$

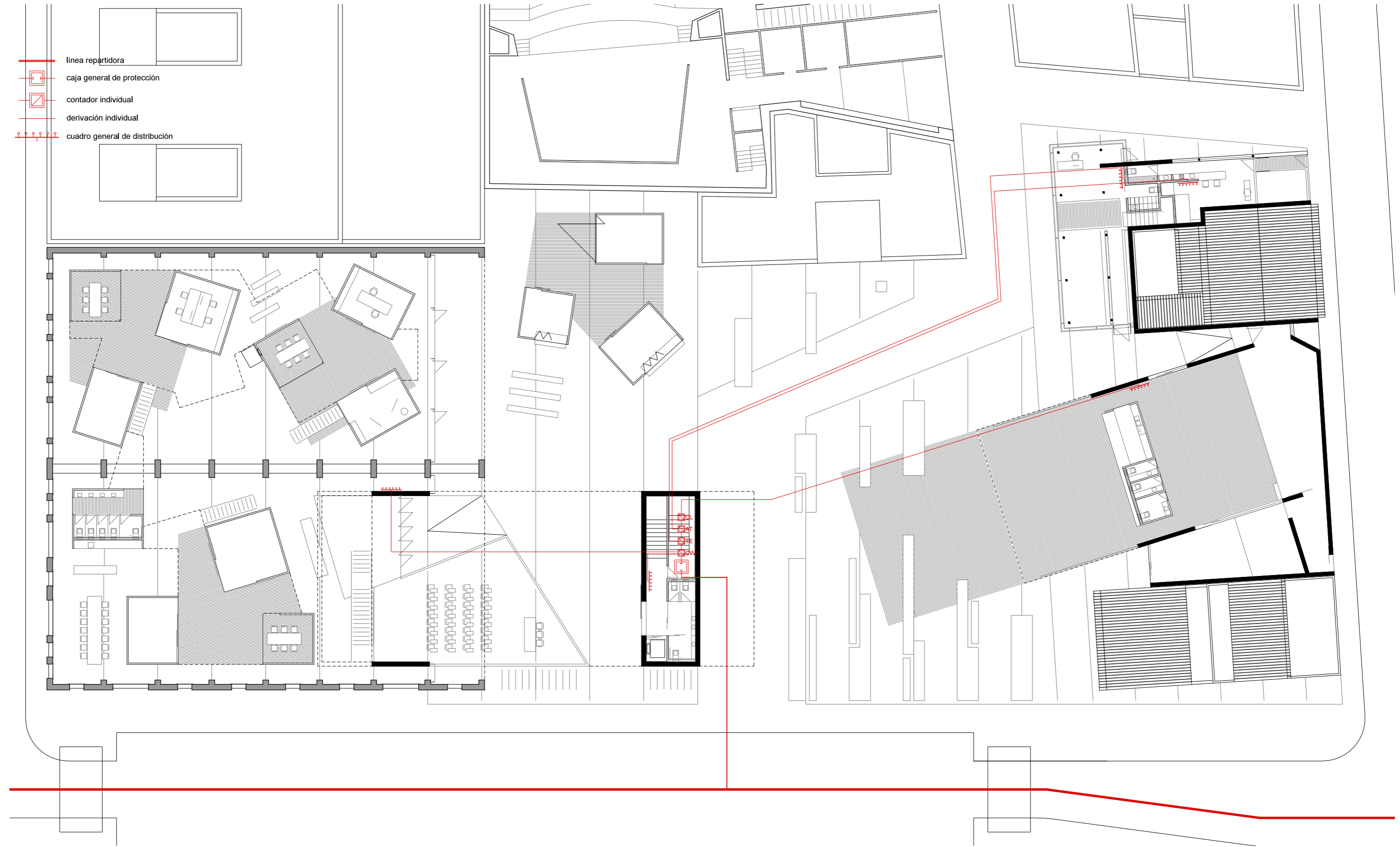
5.4.3. POTENCIA TOTAL

$$P = 172,25 + 4,5 + 13,78 = 190,53 \text{ kW}$$

5.5. ESQUEMA UNIFILAR



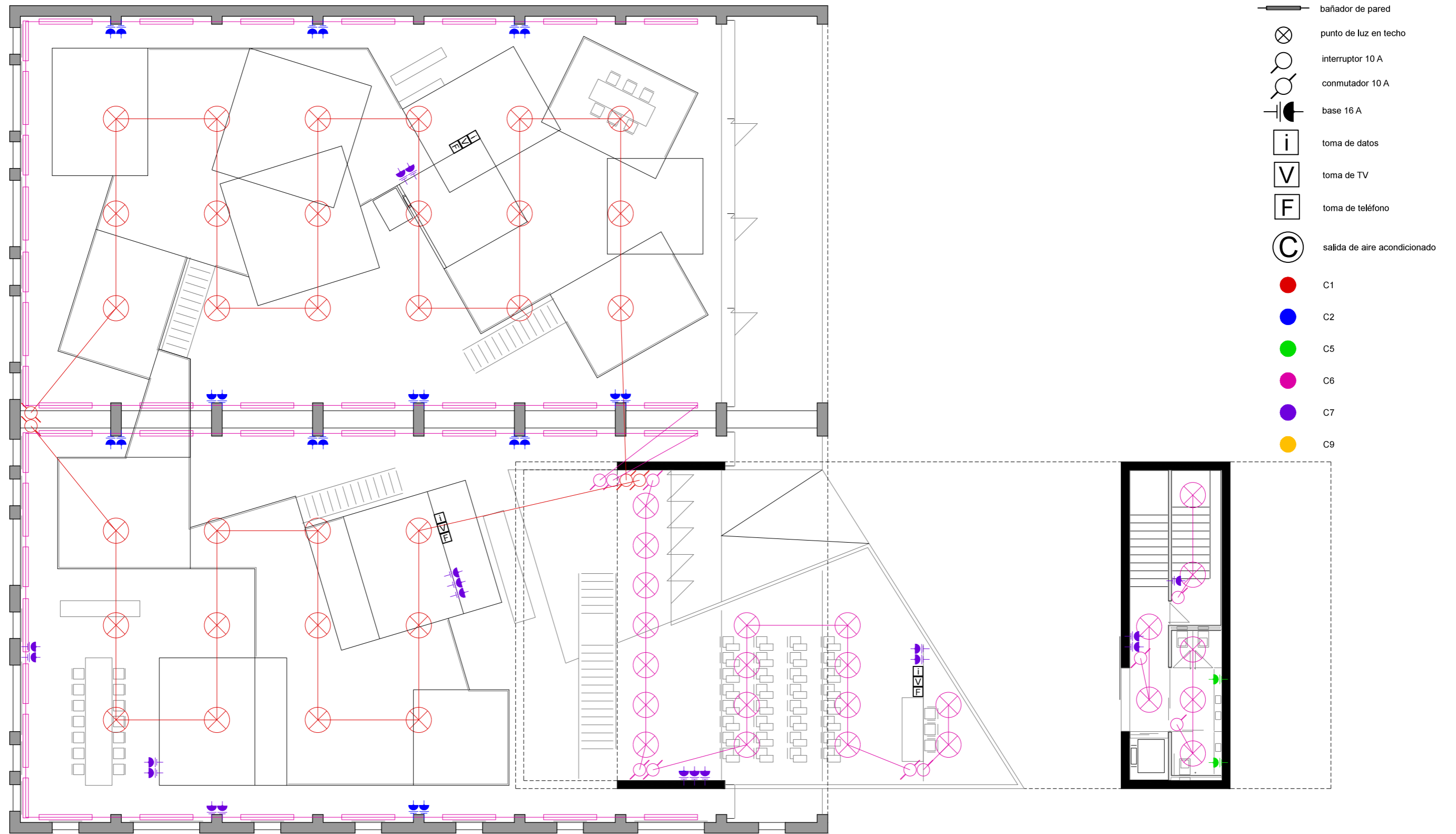
5.6. PLANOS



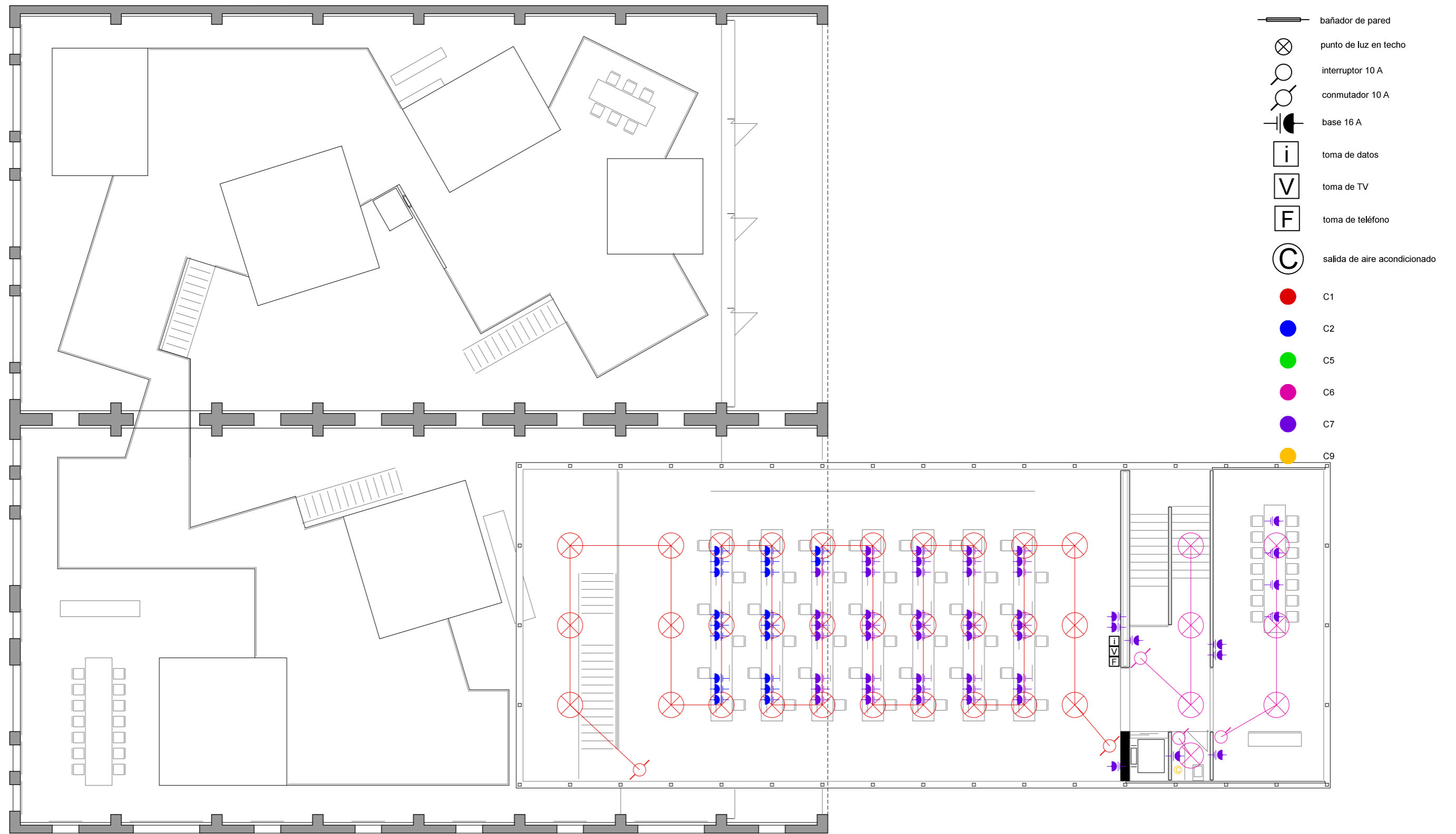
5.6.1. ELECTRICIDAD - planta baja (escala 1:250)



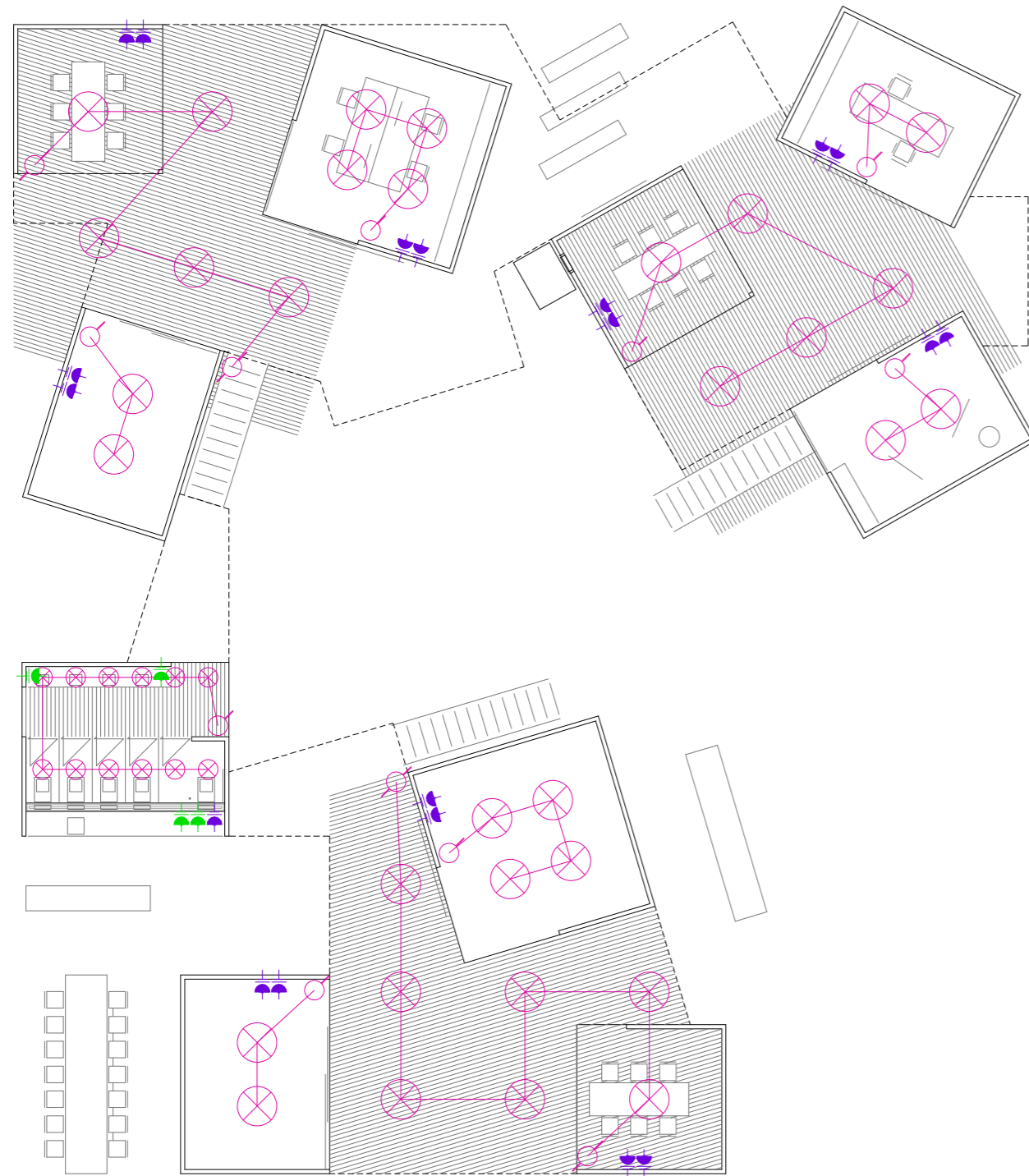
5.7. ESQUEMA ELECTROFUNCIONAL



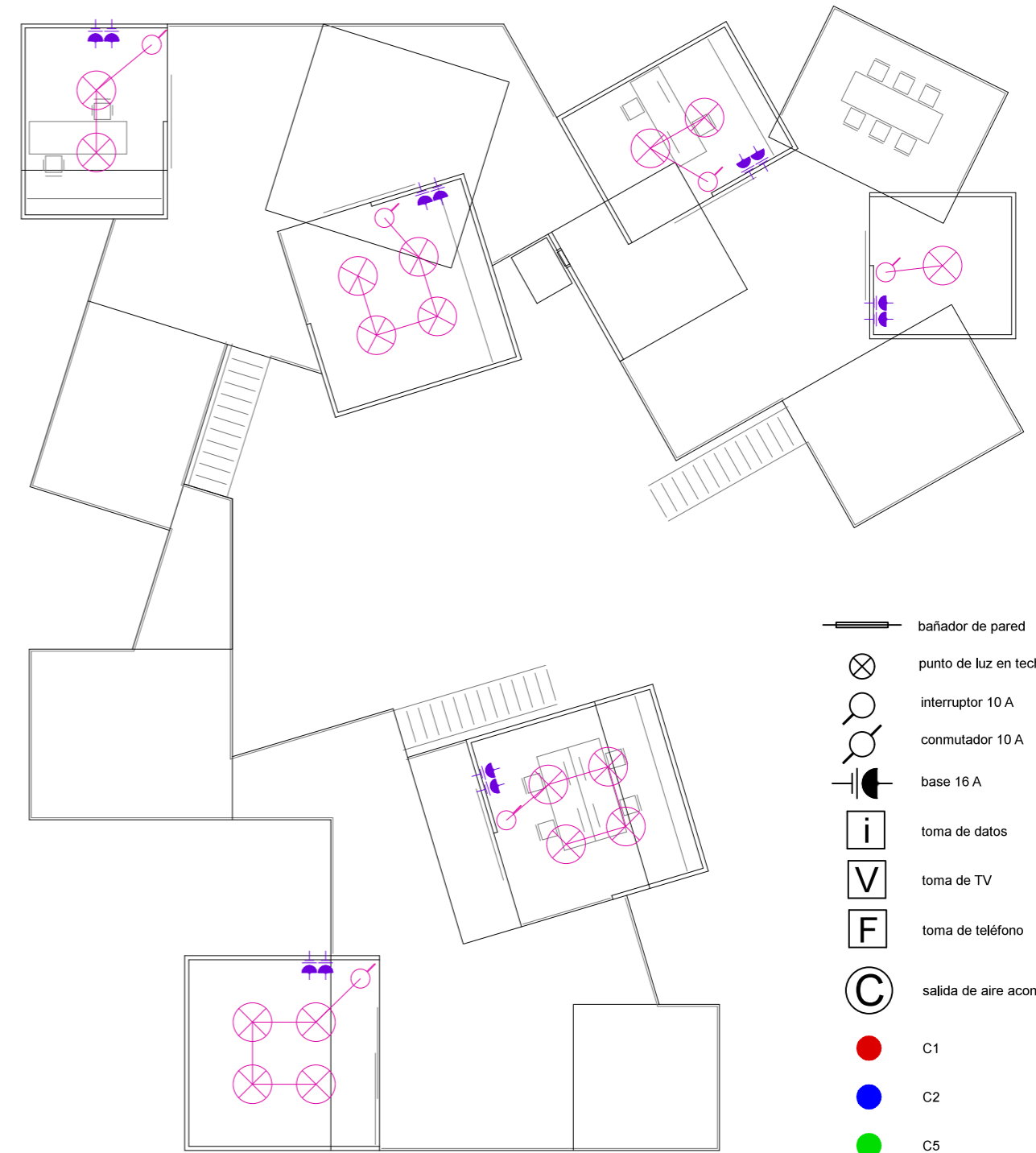
5.7.1. COWORKING - planta baja (escala 1:150)


















5.7.2. COWORKING - planta primera (escala 1:150)



Planta baja



Planta primera

-  bañador de pared
-  punto de luz en techo
-  interruptor 10 A
-  conmutador 10 A
-  base 16 A
-  toma de datos
-  toma de TV
-  toma de teléfono
-  salida de aire acondicionado
-  C1
-  C2
-  C5
-  C6
-  C7
-  C9



## 6. CLIMATIZACIÓN

## 6.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la instalación de climatización es el de mantener la temperatura, humedad y calidad del aire dentro de los límites aplicables en cada caso. El diseño de la instalación debe cumplir las disposiciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

En este proyecto, debido a la variedad de usos que lo componen (respecto al programa y al hecho de tratarse de rehabilitación y obra nueva), se opta por climatizar de dos formas distintas y de emplear las energías renovables que permite cada caso concreto:

- Zona preexistente (interior de las naves): suelo radiante/refrigerante (energía geotérmica)
- Resto de usos (nuevo volumen del coworking, cafetería-ludoteca, tienda y apartamento): bomba de frío y calor + unidades interiores individuales

## 6.2. SUELO RADIANTE/REFRIGERANTE

En el espacio interior de las naves preexistentes se opta por la instalación de un suelo radiante/refrigerante (en invierno y verano respectivamente) por los siguientes motivos:

- En primer lugar, en las naves no existen falsos techos, suelos técnicos o panelado en paramentos verticales por los que se puedan pasar las instalaciones. Por lo tanto, y como la opción de dejar las instalaciones vistas no se contempla, se opta por esta solución por las que los tubos discurren enterrados bajo una capa de mortero.
- Otra razón por la que se escogió este sistema es por el hecho de que se trata de aclimatar espacios de grandes alturas. Con un sistema tradicional de impulsión de aire, éste tendería a concentrarse en la zona superior en invierno (el aire caliente) y en la zona inferior en verano (el aire frío). Por el contrario, lo que permite el suelo radiante, es que se alcance una temperatura óptima en los dos metros sobre el nivel del suelo radiante/refrigerante, alcanzando así el confort para los usuarios.
- Por último, dado que la producción de agua fría y agua caliente se produce en el núcleo de comunicación vertical del coworking, es fácil hacer llegar los tubos enterrados hasta el interior de las naves.

### Esquema de Calefacción por Suelo Radiante



### 6.2.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

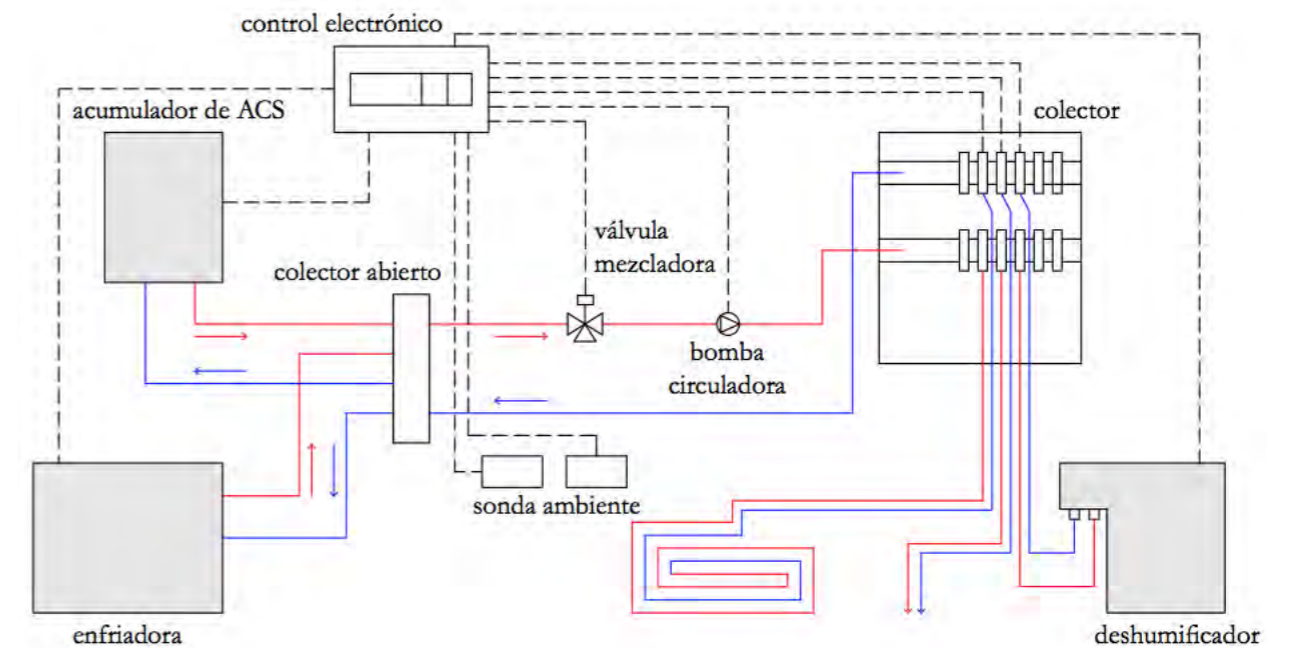
El suelo radiante está constituido por una red de tuberías uniformemente esparcida y enterrada bajo el pavimento. La temperatura a la que el agua fluye por su interior es moderada, de  $35$  a  $45^{\circ}\text{C}$ , a diferencia de los  $70$  a  $90^{\circ}\text{C}$  de los sistemas que utilizan radiadores. Al distribuirse el calor por el suelo, se consigue un gradiente de temperaturas ideal para el confort humano, manteniendo los pies calientes y la cabeza fresca.

Este gradiente de temperaturas favorece el ahorro energético respecto a los sistemas de calefacción y climatización habituales en los que el aire caliente tiende a situarse cerca del techo, cuando la mayor necesidad térmica se encuentra en la zona inferior. Mientras, con el suelo radiante, se cubren estas necesidades sin calentar el aire del techo innecesariamente.

Los captadores térmicos no pueden generar agua caliente todos los días, ya que están sujetos a las incidencias climáticas. Además, para el caso de las naves, dado que la utilización de paneles solares rompería con la estética que se quiere conservar de sus cubiertas inclinadas y general, y aprovechando que se dispone de espacios abiertos al exterior, se opta por aprovechar la energía geotérmica para la producción de ACS para el suelo radiante. Para ello, se instala un captador enterrado que generará dicha energía, en conexión con una bomba de calor que aporte el calor requerido para toda la instalación.

La misma instalación puede utilizarse para refrigerar en verano. La bomba de calor instalada puede generar tanto frío como calor. La acción de refrigeración consiste en hacer circular agua fría por el mismo circuito enterrado. Este sistema precisa de un deshumidificador, ya que en verano hay mucha humedad en el ambiente, y para poder enfriarlo se necesita deshumidificar.

Esquema de instalación suelo radiante y refrigerante



Desde la caldera, parten los tubos que se embeberán en una capa de mortero de cemento, de manera que la conducción se produce al entrar en contacto las tuberías del suelo radiante con el mortero que las recubre. En este caso, la emisión por radiación representa el 70% de la transmisión total, y la restante se emite por convección. La calefacción aporta además una temperatura estable a  $20^{\circ}\text{C}$  desde unos 20 cm sobre el suelo y hasta 2 m de altura y descendiendo en la zona del techo donde no se precisa calefacción.

### 6.3. CLIMATIZACIÓN POR BOMBA DE CALOR/FRÍO

En el resto de usos, la climatización se realizará por el sistema de bomba de calor/frío (aire acondicionado), debido a los siguientes motivos:

- La existencia de suelos y techos técnicos hacen posible el paso de los conductos de la instalación hasta las rejillas de salida. Además, en las zonas donde hay suelos técnicos la instalación de suelo radiante no tiene ningún sentido.
- Tanto en el nuevo volumen del coworking, como en la cafetería - ludoteca en pavimento es de madera sobre plots y rastreles respectivamente, lo cual hace que el sistema de suelo radiante sea inadecuado.
- El hecho de que los espacios a climatizar no tengan grandes alturas, como en el caso de las naves, hace idóneo el sistema de aire acondicionado para su climatización, pues no existe el problema de ascensión del aire caliente, como en el caso de las naves; y además, es un sistema que permite una rápida climatización de los espacios.
- Los edificios a climatizar con este sistema disponen de cubierta plana en la que poder instalar la maquinaria pertinente, optándose por un sistema aire - agua. De esta forma se disponen en las cubiertas las bombas de calor/frío que hacen llegar la temperatura interior instalada en el suelo o techo técnicos de cada estancia a través de los conductos.













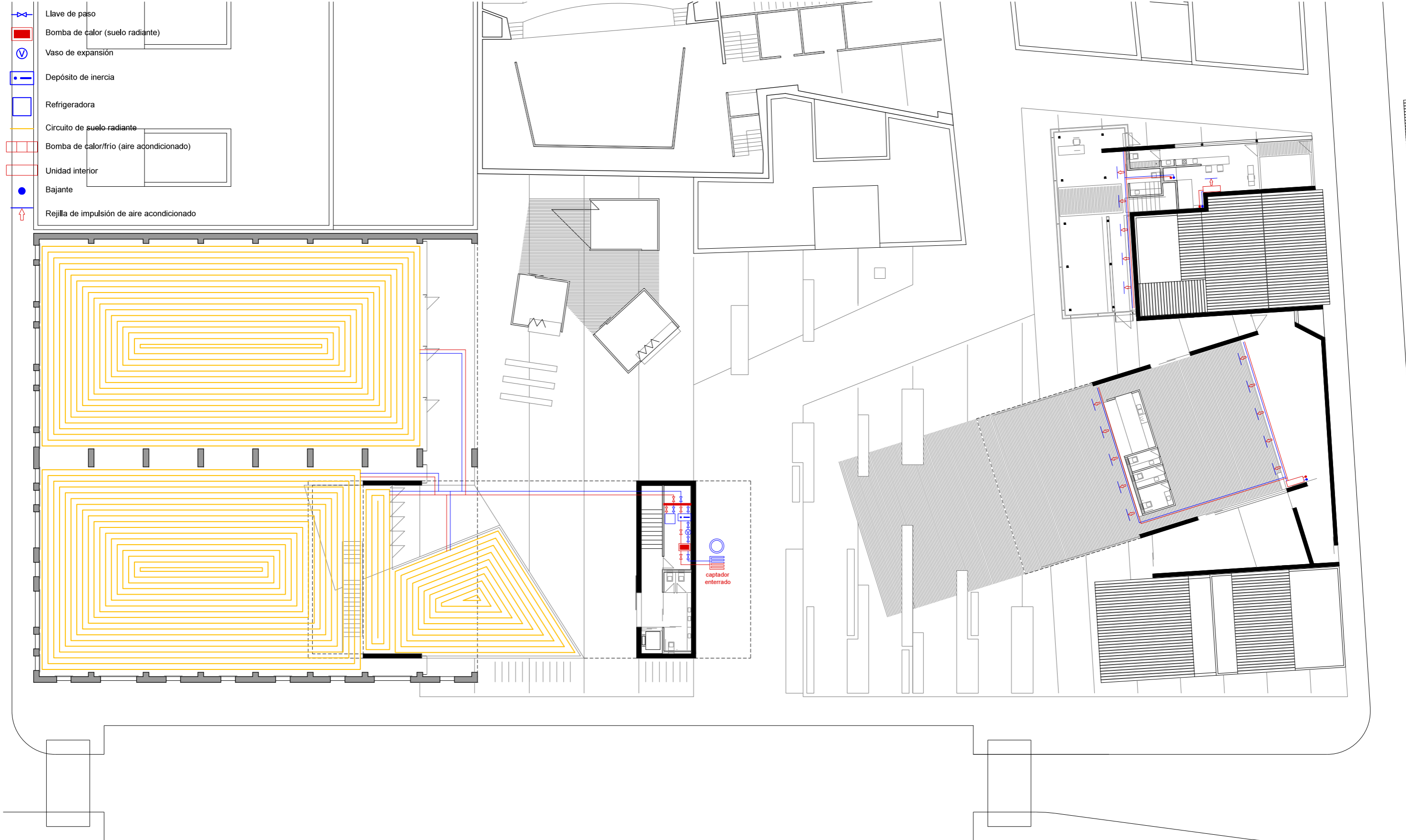
Unidad interior del sistema de climatización con difusor empotrado



Unidad exterior enfriadora aire-agua

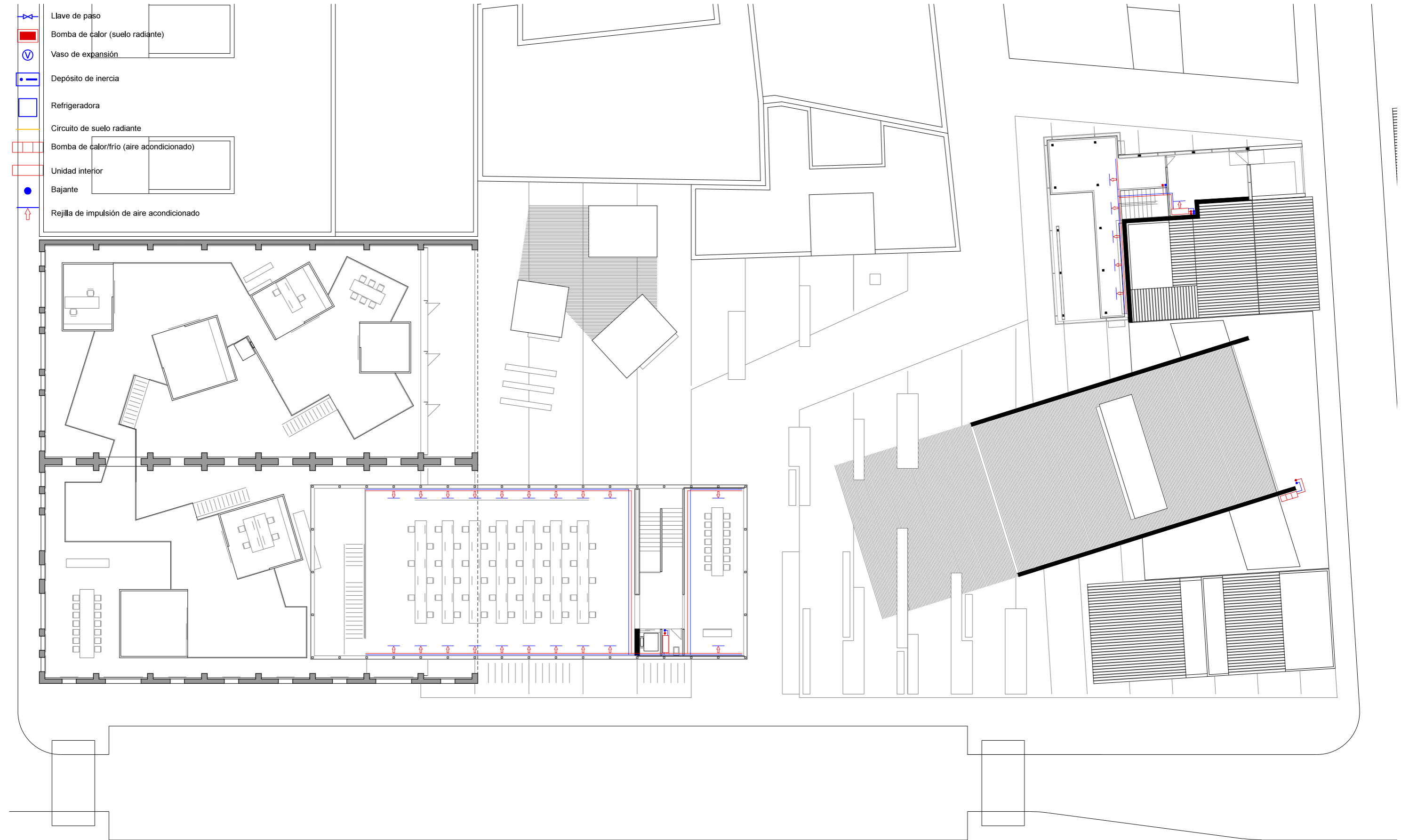
6.4. PLANOS

-  Llave de paso
-  Bomba de calor (suelo radiante)
-  Vaso de expansión
-  Depósito de inercia
-  Refrigeradora
-  Circuito de suelo radiante
-  Bomba de calor/frío (aire acondicionado)
-  Unidad interior
-  Bajante
-  Rejilla de impulsión de aire acondicionado

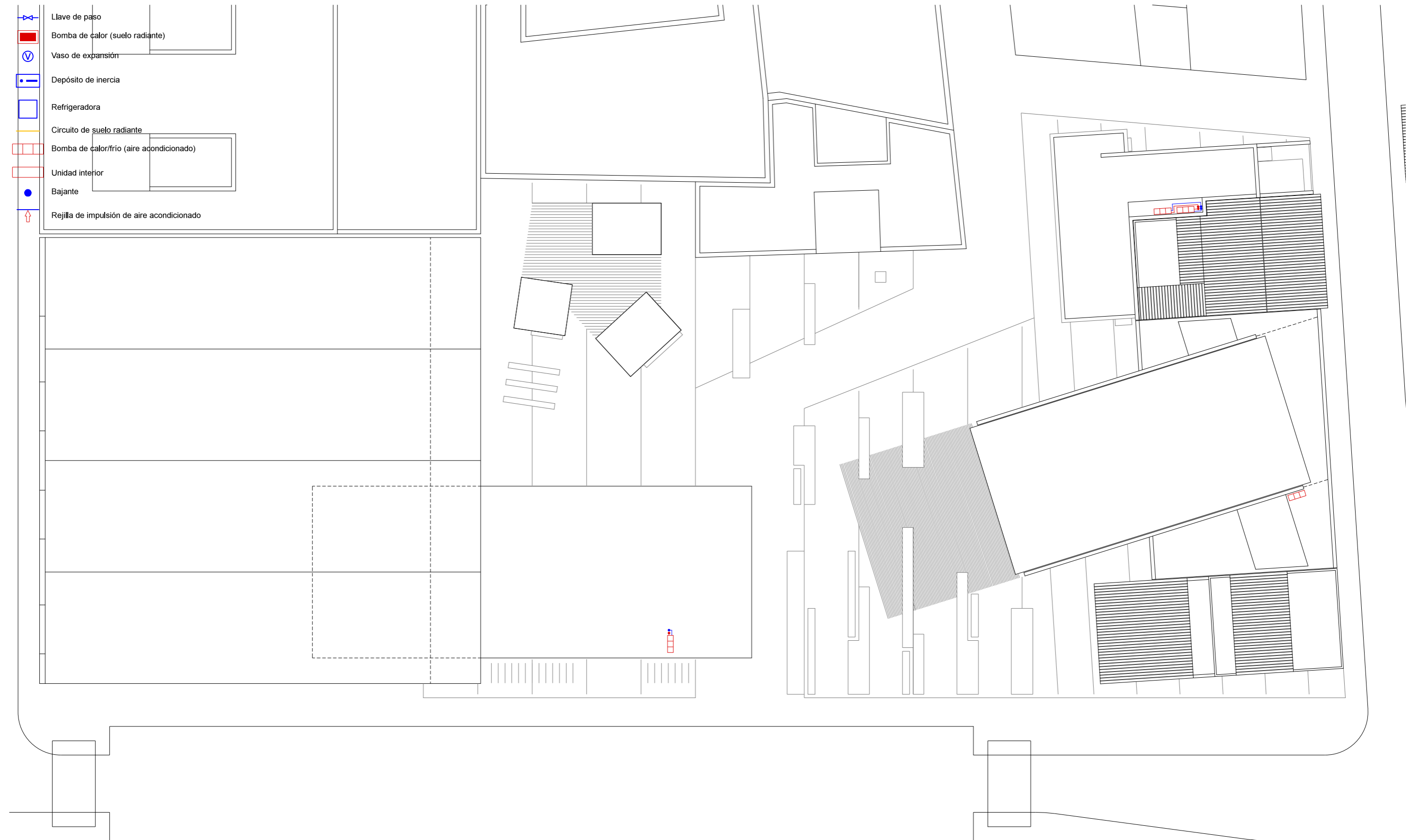


6.4.1. CLIMATIZACIÓN - planta baja (escala 1:250)





6.4.2. CLIMATIZACIÓN - planta primera (escala 1:250)



6.4.3. CLIMATIZACIÓN - planta de cubiertas (escala 1:250)

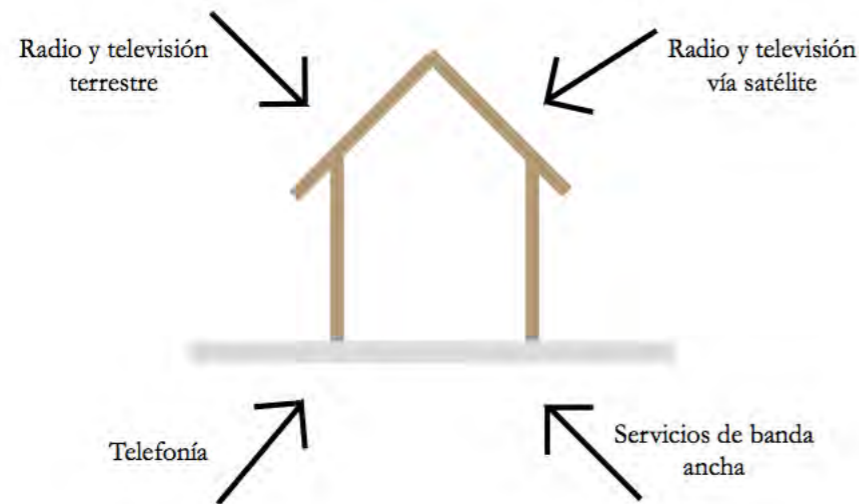
## 7. TELECOMUNICACIONES

## 7.1. INTRODUCCIÓN

La Infraestructura Común de Telecomunicación (ICT) es el conjunto de equipos, cables y medios técnicos que transportan los servicios de comunicaciones desde los puntos de interconexión o de terminación de red de los diferentes servicios (radio y televisión, teléfono y comunicaciones de banda ancha) hasta las tomas de usuario. También comprende las canalizaciones por donde discurren los cables y los armarios de distribución o registro en los que se instala el equipamiento técnico.

La ICT proporciona los siguientes servicios (funciones de la ICT):

- Servicio de radio y televisión (RTV): captar, adaptar y distribuir las señales de radio y televisión que llegan hasta el edificio, para que puedan ser interpretadas por los receptores de los usuarios.
- Servicio de telefonía (TB + RDSI): proporcionar el acceso a los servicios de telefonía y transmisión de datos a través de la red telefónica básica (TB) o la red de servicios integrados (RDSI).
- Servicio de comunicaciones por cable (TLCA + SAFI): proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha (televisión, datos, etc.), por cable (TLCA) o mediante un acceso fijo inalámbrico (SAFI).



Para desarrollar dichas funciones, las infraestructuras respetan una serie de normas técnicas que garantizan la calidad de los servicios que prestan y de los que se puedan incorporar en el futuro. En su diseño y cálculo se aplica la siguiente normativa:

- Infraestructuras Comunes en los edificios para el acceso a los servicios de Telecomunicación (ICT).
- Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, por el que se aprueba el reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones (ICT) para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

Se trata de una instalación de telecomunicaciones tipo A: infraestructuras de telecomunicación en edificios o inmuebles. En este grupo se incluyen todas aquellas instalaciones que, si bien pueden tener relación con el exterior, sirven exclusivamente para la distribución de señales de telecomunicación dentro de edificios. Se incluye en este grupo a instalaciones, incluida su puesta a punto (captación, adaptación y distribución) y mantenimiento:

- destinadas a la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión, procedentes de emisiones terrenales, incluida la Televisión Terrenal Terrestre (TDT) y de satélite.
- destinadas a la distribución de Señales de Telefonía Disponible al Público, desde el distribuidor del edificio hasta los puntos de conexión de los aparatos (STDP).
- destinadas a la distribución de señales de Telecomunicaciones de Banda Ancha (TBA).

## 7.2. RECINTOS

Una de las ventajas de las ICT es que, mediante la organización del cableado de las diferentes instalaciones, facilitan que cada usuario reciba las líneas de telefonía, radio y televisión y servicios de banda ancha de forma ordenada.

Para llevar dichos servicios de usuarios, los edificios deben disponer de diversos recintos, donde se alojan los equipos de tratamiento y distribución de las señales y se realizan las conexiones necesarias.

Para la interconexión de los recintos se utilizan canalizaciones por cuyo interior discurren los cables y las líneas de transmisión.

### Características de los recintos:

- Alejados 2 m de centro de transformación, caseta de ascensor, máquinas de aire acondicionado.
- Puertas metálicas hacia el exterior con llave.
- Pavimento rígido que disipe cargas electrostáticas.
- Paredes portantes.
- Ventilación directa o tubo y aspirador estático. Si es forzada, 2 renovaciones/hora.

En el proyecto se situará, en los cuartos técnicos habilitados para instalaciones, un equipo dando servicio al coworking, otro a la cafetería - ludoteca, y otro para la tienda y el apartamento.



**MEMORIA NORMATIVA**  
COWORKING FACTORY  
PFC Taller 2 - 2014

Maria José Gaspar Clemente  
Tutor: Alberto García Burgos

## MEMORIA NORMATIVA

### 1. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

- 1.1. Introducción
- 1.2. Propagación interior
- 1.3. Propagación exterior
- 1.4. Evacuación de ocupantes
- 1.5. Instalaciones de protección contra incendios
- 1.6. Intervención de bomberos
- 1.7. Planos

### 2. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

- 2.1. Introducción
- 2.2. Riesgo de caídas
- 2.3. Riesgo de impacto o atrapamiento
- 2.4. Riesgo de aprisionamiento en recintos
- 2.5. Riesgo por iluminación inadecuada
- 2.6. Riesgo por la acción del rayo
- 2.7. Accesibilidad

### 3. SALUBRIDAD

- 3.1. Introducción
- 3.2. Protección frente a la humedad
- 3.3. Recogida y evacuación de residuos
- 3.4. Calidad del aire interior
- 3.5. Suministro de agua
- 3.6. Evacuación de agua

### 4. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

- 4.1. Introducción
- 4.2. Caracterización y cuantificación de las exigencias
- 4.3. Diseño y dimensionado
- 4.4. Productos de construcción

### 5. AHORRO ENERGÉTICO

- 5.1. Introducción
- 5.2. Limitación de demanda energética

- 5.3. Rendimiento de instalaciones térmicas
- 5.4. Eficiencia energética de las instalaciones de la iluminación
- 5.5. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- 5.6. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

## 1. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este estudio es el de certificar que el edificio se proyectará, se construirá, se mantendrá y se utilizará de tal manera que se reduzca a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental.

Este estudio se basa en las directrices que el Código Técnico de la Edificación expone en el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio, CTE-DB-SI.

### 1.2. PROPAGACIÓN INTERIOR

#### 1.2.1. COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIOS

Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 (condiciones de compartimentación en sectores de incendios) de esta sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

Dada la extensión de la tabla 1 no se recoge en el presente documento, pero puede consultarse en el DB-SI 1-1.

Compartimentación del proyecto en sectores de incendios:



- Zona 1: Coworking (1.480 m<sup>2</sup> < 2.500 m<sup>2</sup> de zona de pública concurrencia)
- Zona 2: núcleo de comunicación vertical y salida de emergencia (94 m<sup>2</sup> de zona de pública concurrencia)
- Zona 3: sala de reuniones (54 m<sup>2</sup> < 2.500 m<sup>2</sup> de zona de pública concurrencia)
- Zona 4: cafetería - ludoteca (278 m<sup>2</sup> < 2.500 m<sup>2</sup> de zona de pública concurrencia y < 4.000 m<sup>2</sup> de uso docente)
- Zona 5: tienda - espacio expositivo (191 m<sup>2</sup> < 2.500 m<sup>2</sup> de zona de pública concurrencia y < 2.500 m<sup>2</sup> de uso comercial)
- Zona 6: apartamento temporal (30 m<sup>2</sup> < 2.500 m<sup>2</sup> de uso residencial)

La resistencia al fuego de los elementos separadores de las zonas 1 y 2, 2 y 3, y 4 y 5 es:

- Paredes y techos: EI-90 (Uso de pública concurrencia y h < 15 m)
- Puertas de paso: EI2 t-C5 (entre 1 y 2), siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio <sup>(1)(2)</sup>

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos <sup>(3)</sup> que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: <sup>(4)</sup>				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 <sup>(5)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento <sup>(6)</sup>	EI 120 <sup>(7)</sup>	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI <sub>2</sub> t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

#### 1.2.2. LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

Según la tabla 2.1. (Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios), los locales y zonas de riesgo especial en el proyecto son:

- Cocina (cafetería)
- Sala de máquinas de instalaciones.
- Local de contadores de electricidad.
- Cuadros generales de distribución y centro de transformación.

Estudiados los posibles espacios de riesgo especial, resultan todos ellos de riesgo bajo, con lo que los locales deberían cumplir las condiciones siguientes, especificadas en la tabla 2.2:



**Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios <sup>(1)</sup>**

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante <sup>(2)</sup>	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos <sup>(3)</sup> que separan la zona del resto del edificio <sup>(2),(4)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI <sub>2</sub> 45-C5	2 x EI <sub>2</sub> 30 -C5	2 x EI <sub>2</sub> 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local <sup>(5)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>

- Resistencia al fuego de la estructura portante: R 90.
- Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio: EI-90.
- Puertas de comunicación con el resto del edificio: EI<sub>2</sub> 45-C5.
- Máximo recorrido hasta alguna salida del local ≤ 25 m.

1.2.3. ESPACIOS OCULTOS

La compartimentación contra incendios en los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto a los primeros, al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Se limita el desarrollo vertical a tres plantas y 10 m (no estancas).

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de instalaciones (compuerta cortafuegos automática, dispositivos intumescentes de obturación, o elementos pasantes de igual resistencia que el elemento atravesado).

1.2.4. REACCIÓN AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y DE MOBILIARIO

Los elementos constructivos cumplirán las siguientes condiciones de reacción al fuego:

Situación del elemento	Techos - paredes	Suelos
Zonas ocupables	C-s2,d0	E <sub>FL</sub>
Escaleras protegidas	B-s1,d0	C <sub>FL</sub> -s1
Recintos de riesgo especial	B-s1,d0	B <sub>FL</sub> -s1
Espacios ocultos no estancos	B-s3,d0	B <sub>FL</sub> -s2

1.3. PROPAGACIÓN EXTERIOR

1.3.1. MEDIANERAS Y FACHADAS, DISTANCIA ENTRE HUECOS

El proyecto está formado por un edificio preexistente y por construcciones de nueva planta, algunas de ellas entre medianeras. Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera protegida o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia d en proyección horizontal que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo α formado por los planos exteriores de dichas fachadas.

Cuando se trate de edificios diferentes y colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado que no sean al menos EI 60 cumplirán el 50% de la distancia d hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

α	0° <sup>(1)</sup>	45°	60°	90°	135°	180°
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

<sup>(1)</sup> Refleja el caso de fachadas enfrentadas paralelas

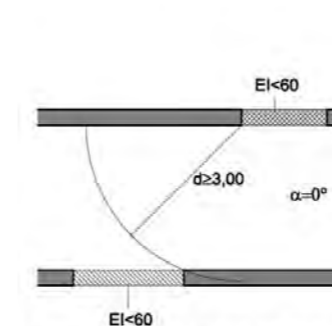


Figura 1.1. Fachadas enfrentadas

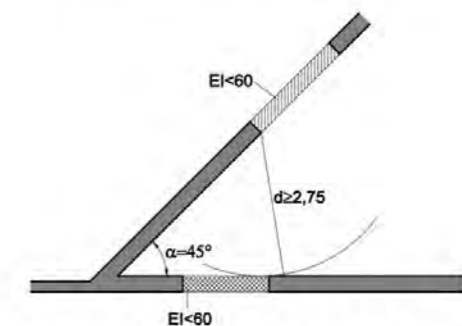


Figura 1.2. Fachadas a 45°

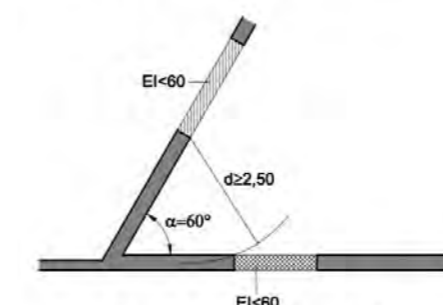


Figura 1.3. Fachadas a 60°

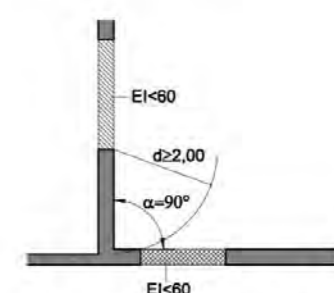


Figura 1.4. Fachadas a 90°

1.3.2. CUBIERTAS

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

## 1.4. EVACUACIÓN DE OCUPANTES

## 1.4.1. COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

Acorde con este apartado, ninguna de las zonas del proyecto precisa que sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estén situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste. Esto se debe a que ninguno de sus usos supera los 1.500 m<sup>2</sup>.

## 1.4.2. CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Para el cálculo de la ocupación, se han tenido en cuenta los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona.

Zona	Planta	Uso	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nº personas
Zona 1	Baja	Vestíbulo	2	70	35
		Espacio de trabajo	10	742	75
		Meeting point	1	90	90
	Primera	Espacio de trabajo	10	578	58
Total:					258
Zona 2	Baja	Aseos	3	12	4
Zona 3	Primera	Sala de reuniones	5	54	11
Zona 4	Baja	Cafetería - Ludoteca	2	257	129
		Cocina	2	10	5
		Aseos	3	10	4
Total:					138
Zona 5	Baja	Establecimiento comercial	2	67	34
	Primera	Establecimiento comercial	3	70	24
Total:					58
Zona 6	Baja	Apartamento	20	30	2
TOTAL:					471

## 1.4.3. NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

A continuación, justificaremos que el número de salidas de cada zona es el adecuado para los parámetros que se estudian en la tabla 3.1, así como la longitud de recorridos de evacuación hasta ellas, la ocupación y altura de evacuación.

Zona	Planta	Evacuación
Zona 1	Baja	8 salidas de recinto (2 obligatorias)
		Recorrido más desfavorable: 37 m a espacio exterior seguro (máximo 50 m)
		Ocupación: 200 personas
		Altura de evacuación: 0 m

Zona	Planta	Evacuación
Zona 1	Primera	1 salida de recinto (1 obligatoria)
		Recorrido más desfavorable: 25 m a escalera compartimentada como sector de incendio independiente (máximo 50 m) / 41 a espacio exterior seguro (máximo 50 m)
		Ocupación: 58 personas < 100 personas
		Altura de evacuación: 3,45 m
Zona 2	Baja	1 salida de recinto (1 obligatoria)
		Recorrido más desfavorable: 12 m a espacio exterior seguro (máximo 25 m)
		Ocupación: 4 personas < 100 personas
		Altura de evacuación: 0 m
Zona 3	Primera	1 salida de recinto (1 obligatoria)
		Recorrido más desfavorable: 13 m a escalera compartimentada como sector de incendio independiente (máximo 25 m)
		Ocupación: 11 personas < 100 personas
		Altura de evacuación: 3,45 m
Zona 4	Baja	7 salidas de recinto (2 obligatorias)
		Recorrido más desfavorable: 16 m a espacio exterior seguro (máximo 50 m)
		Ocupación: 138 personas > 100 personas
		Altura de evacuación: 0 m
Zona 5	Baja + Primera	2 salidas de recinto (1 obligatoria)
		Recorrido más desfavorable: 24,4 m a espacio exterior seguro (máximo 50 m)
		Ocupación: 58 personas < 100 personas
		Altura de evacuación: 3,10 m
Zona 6	Baja	1 salida de recinto (1 obligatoria)
		Recorrido más desfavorable: 8,80 m a espacio exterior seguro (máximo 25 m)
		Ocupación: 2 personas < 100 personas
		Altura de evacuación: 0 m

## 1.4.4. DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

## -Puertas:

Para el dimensionado de los medios de evacuación, se considerará la distribución de los ocupantes entre las salidas; y, suponiendo inutilizada una de ellas, se realizará bajo la hipótesis más desfavorable.

Zona	Planta	Uso	Personas	Puertas	Puertas - paso	Anchura (cm)
Zona 1	Baja	Salida a espacio exterior seguro	200	8	$A = 25/200 = 0,125 < 0,8$	90
	Primera	Salida a escalera en sector independiente	58	1	$A = 58/200 = 0,29 < 0,8$	90
Zona 2	Baja	Salida a espacio exterior seguro	73	1	$A = 73/200 = 0,37 < 0,8$	90
Zona 3	Primera	Salida a escalera en sector independiente	11	1	$A = 11/200 = 0,06 < 0,8$	90
Zona 4	Baja	Salida a espacio exterior seguro	138	7	$A = 20/200 = 0,10 < 0,8$	90
		Cocina	5	1	$A = 5/200 = 0,03 < 0,8$	90
		Aseos	4	3	$A = 2/200 = 0,01 < 0,8$	90
Zona 5	Baja	Salida a espacio exterior seguro	58	2	$A = 29/200 = 0,15 < 0,8$	90
	Primera	Almacén	0	1	-	90
Zona 6	Baja	Baño	2	1	$A = 2/200 = 0,01 < 0,8$	90
		Salida a espacio exterior seguro	2	1	$A = 2/200 = 0,01 < 0,8$	90

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación (sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo).

Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida prevista para más de 50 ocupantes del recinto.

#### - Escaleras:

El cálculo de la capacidad de evacuación y la distribución de los ocupantes entre las escaleras se realiza, en todo caso, sin suponer inutilizada alguna de ellas, ya que se trata de escaleras protegidas.

En la planta de desembarco de escalera, el flujo de personas que la utiliza se añade a la salida de planta que le corresponda (criterio para dimensionar su anchura). Dicho flujo debe ser  $160 \times A$  (siendo  $A$  la anchura de desembarco de la escalera, en metros) o el número concreto que utiliza la escalera si supera la condición anterior.

La única escalera protegida del proyecto es la que se encuentra en el núcleo de comunicación vertical que configura el sector de incendio de la Zona 2. Debe cumplir:

$$E \leq 3S + 160 A_s$$

donde:

$E$  = Suma de los ocupantes asignados a la escalera.

$S$  = Superficie útil del recinto de la escalera, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

$A_s$  = Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio.

$$73 \leq 3 \cdot 17,6 + 160 \cdot 1,40 = 276,8$$

En realidad no es necesario que esta escalera sea protegida, pues su altura de evacuación es menor de 10 m (para uso de pública concurrencia), y además una escalera no protegida de 1,40 m de anchura podría evacuar descendentemente a un máximo de 224 personas, según las tablas 4.2 y 5.1. Sin embargo, dada la sectorización de incendio que se establece, la escalera cumple los requisitos de una escalera protegida.

#### - Señalización de los medios de evacuación:

Tendrán una señal con el rótulo "SALIDA" los edificios vinculados con las zonas 1, 2, 3, 4 y 5 por no ser uso residencial y por superar los 50 m<sup>2</sup>.

Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

#### - Control de humo del incendio:

Debido a la ausencia de espacios de aparcamiento y de usos de pública concurrencia con una ocupación mayor de 1.000 personas, no es de obligado cumplimiento la instalación de un sistema de ventilación para la extracción de humos de incendio.

## 1.5. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 1.5.1. DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Existirán extintores portátiles 21A-113B cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

El coworking (zonas 1, 2 y 3) estará dotado de un sistema de detección y alarma de incendio por superar los 500 m<sup>2</sup> de superficie construida. Además, la zona 1 dispondrá de una boca de incendio equipada.

### 1.5.2. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales, cuyo tamaño depende de la distancia de observación (visibles incluso en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal).

## 1.6. INTERVENCIÓN DE BOMBEROS

### 1.6.1. APROXIMACIÓN A LOS EDIFICIOS

Los viales de aproximación de los vehículos de bomberos a los espacios de maniobra deben cumplir:

- Anchura mínima libre  $\geq 3,5$  m
- Altura libre o gálibo  $\geq 4,5$  m
- Capacidad portante vial  $\geq 20$  KN/m<sup>2</sup>

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para la circulación de 7,20 m.

### 1.6.2. ENTORNO DE LOS EDIFICIOS

Dado que ningún edificio super la altura de evacuación de 9 m, no será necesario disponer de un espacio de maniobra especial para los bomberos.

### 1.6.3. ACCESIBILIDAD POR FACHADA

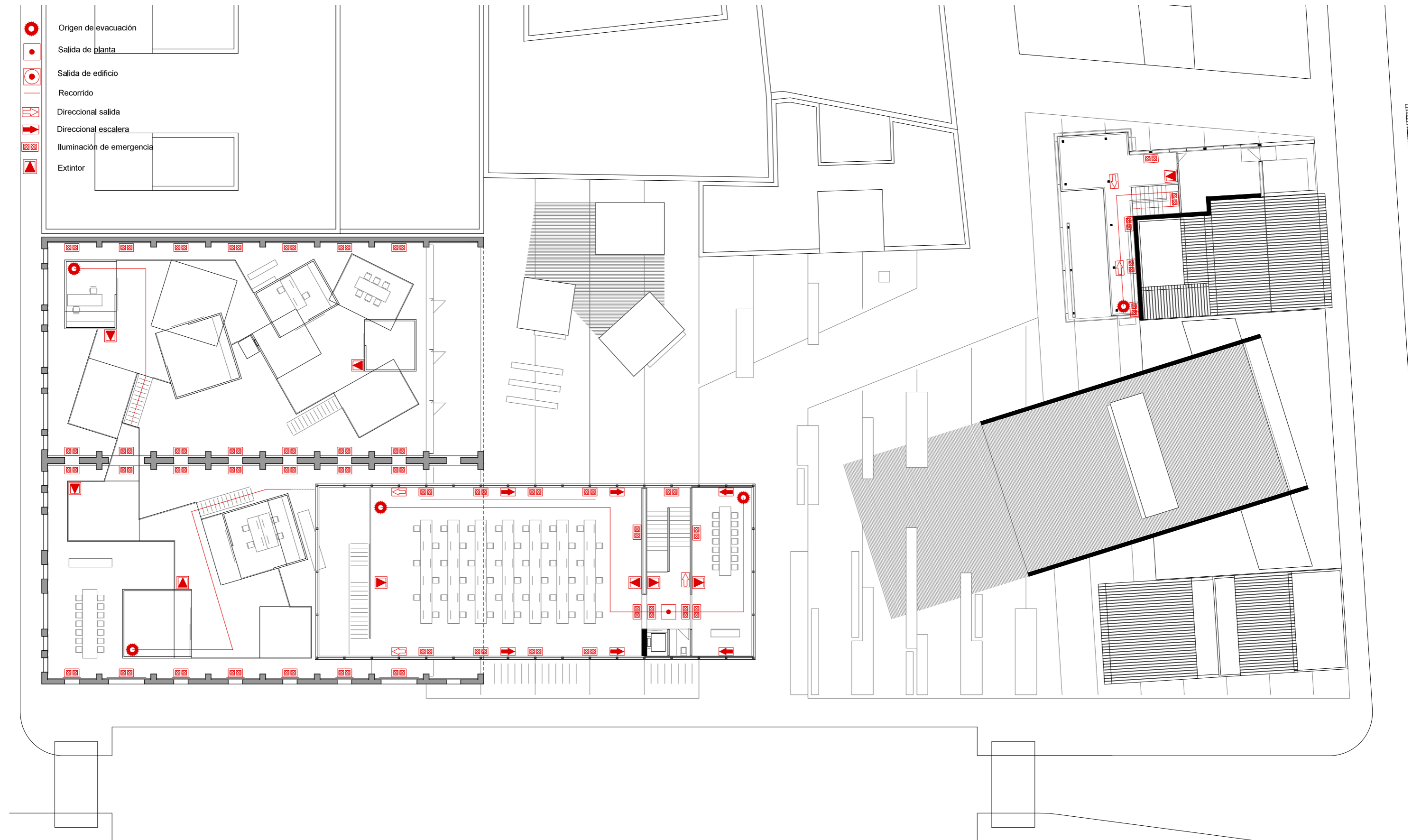
En todos los edificios se contempla la posibilidad de acceso por fachada del equipo de bomberos en caso de incendio. Se dispone en todos los casos de aberturas de dimensiones superiores a las mínimas, que son 0,80 x 1,20 m.

1.7. PLANOS



1.7.1. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO - planta baja (escala 1:250)





1.7.2. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO - planta primera (escala 1:250)

## 2. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

## 2.1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este estudio es el de establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. El documento básico que comprende es el DB-SUA, cuyos objetivos y exigencias son las siguientes:

- 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.

- 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.

- El Documento Básico DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad.

## 2.2. 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.

### 2.2.1. RESBALABILIDAD DE LOS SUELOS

Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$ , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

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

La tabla 1.2. indica 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 <sup>(1)</sup> , 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 <sup>(2)</sup> . Duchas.	3

<sup>(1)</sup> Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

<sup>(2)</sup> 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.

Atendiendo a lo recogido en la tabla 1.2, el pavimento en las zonas interiores secas será de clase 1. El pavimento en las zonas interiores húmedas (aseos, cocinas y las zonas de acceso a la totalidad de los edificios), será de clase 2. Y en los patios exteriores será de clase 3.

### 2.2.2. DISCONTINUIDADES EN EL PAVIMENTO

Excepto en zonas de uso restringido o exteriores y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de trapiés o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.

- Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%.

- En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo.

En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes:

- en zonas de uso restringido.
- en las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda.
- en los accesos y en las salidas de los edificios.
- en el acceso a un estrado o escenario.

En estos casos, si la zona de circulación incluye un itinerario accesible, el o los escalones no podrán disponerse en el mismo.

### 2.2.3. DESNIVELES

#### Protección de los desniveles:

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc., con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

En las zonas de uso público se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 55 cm y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil. La diferenciación comenzará a 25 cm del borde, como mínimo.

#### Características de las barreras de protección:

- Altura:

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 0,90 m cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1,10 m en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 40 cm, en los que la barrera tendrá una altura de 0,90 m, como mínimo (véase figura 3.1).

La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera.

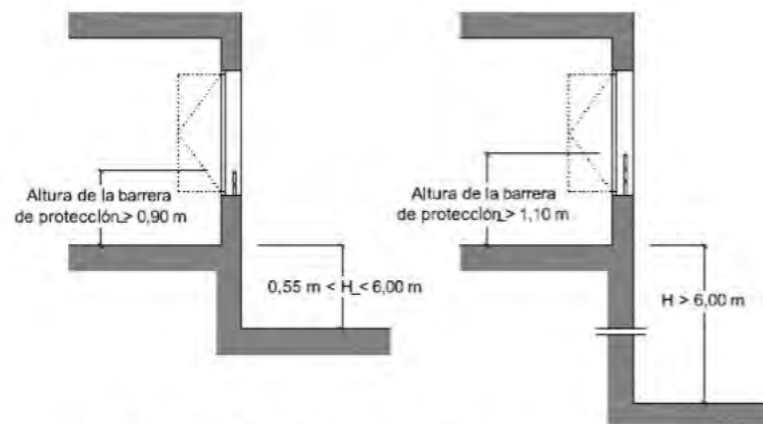


Figura 3.1 Barreras de protección en ventanas.

**- Resistencia:**

Las barreras de protección tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.

**- Características constructivas:**

En cualquier zona de los edificios de uso Residencial Vivienda o de escuelas infantiles, así como en las zonas de uso público de los establecimientos de uso Comercial o de uso Pública Concurrencia, las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, estarán diseñadas de forma que:

a. No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:

- En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
- En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.

b. No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm (véase figura 3.2).



Figura 3.2 Línea de inclinación y parte inferior de la barandilla

Las barreras de protección situadas en zonas de uso público en edificios o establecimientos de usos distintos a los citados anteriormente únicamente precisarán cumplir la condición b) anterior, considerando para ella una esfera de 15 cm de diámetro.

2.2.4. ESCALERAS

**Peldaños:**

En tramos rectos, la huella medirá 30 cm como mínimo. En tramos rectos o curvos la contrahuella medirá 13 cm como mínimo y 17,5 cm, como máximo. La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente:  $54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm}$ .

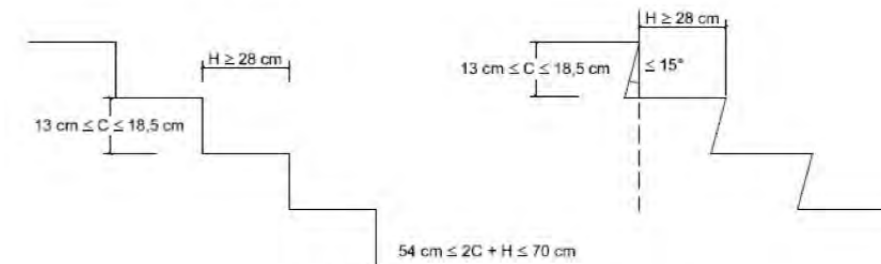


Figura 4.2 Configuración de los peldaños.

**Tramos:**

Cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo. La máxima altura que puede salvar un tramo es 2,25 m, en zonas de uso público.

Entre dos plantas consecutivas de una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella.

La anchura útil del tramo se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada en la tabla 4.1.

La anchura de la escalera estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos siempre que estos no sobresalgan más de 12 cm de la pared o barrera de protección. En tramos curvos, la anchura útil debe excluir las zonas en las que la dimensión de la huella sea menor que 17 cm.

Tabla 4.1 Escaleras de uso general. Anchura útil mínima de tramo en función del uso

Uso del edificio o zona	Anchura útil mínima (m) en escaleras previstas para un número de personas:			
	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100
Residencial Vivienda, incluso escalera de comunicación con aparcamiento	1,00 <sup>(1)</sup>			
Docente con escolarización infantil o de enseñanza primaria Pública concurrencia y Comercial	0,80 <sup>(2)</sup>	0,90 <sup>(2)</sup>	1,00	1,10
Sanitario Zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros de 90° o mayores	1,40			
Otras zonas	1,20			
Casos restantes	0,80 <sup>(2)</sup>	0,90 <sup>(2)</sup>	1,00	

<sup>(1)</sup> En edificios existentes, cuando se trate de instalar un ascensor que permita mejorar las condiciones de accesibilidad para personas con discapacidad, se puede admitir una anchura menor siempre que se acredite la no viabilidad técnica y económica de otras alternativas que no supongan dicha reducción de anchura y se aporten las medidas complementarias de mejora de la seguridad que en cada caso se estimen necesarias.

<sup>(2)</sup> Excepto cuando la escalera comunique con una zona accesible, cuyo ancho será de 1,00 m como mínimo.



Mesetas:

Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1 m, como mínimo.

Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la escalera no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB-SI.

En las mesetas de planta de las escaleras de zonas de uso público se dispondrá una franja de pavimento visual y táctil en el arranque de los tramos, según las características especificadas en el apartado 2.2 de la Sección SUA 9. En dichas mesetas no habrá pasillos de anchura inferior a 1,20 m ni puertas situados a menos de 40 cm de distancia del primer peldaño de un tramo.

Pasamanos:

Las escaleras que salven una altura mayor que 55 cm dispondrán de pasamanos al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1,20 m, así como cuando no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, dispondrán de pasamanos en ambos lados.

Se dispondrán pasamanos intermedios cuando la anchura del tramo sea mayor que 4 m. La separación entre pasamanos intermedios será de 4 m como máximo, excepto en escalinatas de carácter monumental en las que al menos se dispondrá uno.

En escaleras de zonas de uso público o que no dispongan de ascensor como alternativa, el pasamanos se prolongará 30 cm en los extremos, al menos en un lado.

El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. En escuelas infantiles y centros de enseñanza primaria se dispondrá otro pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 cm.

El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

## 2.2.5. RAMPAS

Los itinerarios cuya pendiente exceda del 4% se consideran rampa a efectos de este DB-SUA, y cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto los de uso restringido y los de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas.

Pendiente:

Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto:

- Las que pertenezcan a itinerarios accesibles, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable.

- Las de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas, y no pertenezcan a un itinerario accesible, cuya pendiente será, como máximo, del 16%.

La pendiente transversal de las rampas que pertenezcan a itinerarios accesibles será del 2%, como máximo.

Tramos:

Los tramos tendrán una longitud de 15 m como máximo, excepto si la rampa pertenece a itinerarios accesibles, en cuyo caso la longitud del tramo será de 9 m, como máximo.

La anchura de la rampa estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos, siempre que estos no sobresalgan más de 12 cm de la pared o barrera de protección.

Si la rampa pertenece a un itinerario accesible, los tramos serán rectos o con un radio de curvatura de al menos 30 m y de una anchura de 1,20 m como mínimo. Asimismo, dispondrán de una superficie horizontal al principio y al final del tramo con una longitud de 1,20 m en la dirección de la rampa como mínimo.

Mesetas:

Las mesetas dispuestas entre los tramos de una rampa con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la rampa y una longitud, medida en su eje, de 1,50 m como mínimo.

No habrá pasillos de anchura inferior a 1,20 m ni puertas situados a menos de 40 cm de distancia del arranque de un tramo. Si la rampa pertenece a un itinerario accesible, dicha distancia será de 1,50 m como mínimo.

Pasamanos:

Las rampas que salven una diferencia de altura de más de 550 mm y cuya pendiente sea mayor o igual que el 6%, dispondrán de un pasamanos continuo al menos en un lado.

Las rampas que pertenezcan a un itinerario accesible, cuya pendiente sea mayor o igual que el 6% y salven una diferencia de altura de más de 18,5 cm, dispondrán de pasamanos continuo en todo su recorrido, incluido mesetas, en ambos lados. Asimismo, los bordes libres contarán con un zócalo o elemento de protección lateral de 10 cm de altura, como mínimo. Cuando la longitud del tramo exceda de 3 m, el pasamanos se prolongará horizontalmente al menos 30 cm en los extremos, en ambos lados.

El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. Las rampas situadas en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria, así como las que pertenecen a un itinerario accesible, dispondrán de otro pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 cm.

El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

2.3. RIESGO DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO

2.3.1. IMPACTO CON ELEMENTOS FIJOS

La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, de 2,10 m en zonas de uso restringido y de 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será de 2 m como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2 m, tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos y permitirán su detección por los bastones de personas con discapacidad visual.

2.3.2. IMPACTO CON ELEMENTOS PRACTICABLES

Excepto en zonas de uso restringido, las puertas de recintos que no sean de ocupación nula situadas en el lateral de los pasillos cuya anchura sea menor que 2,50 m se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo (véase figura 1.1). En pasillos cuya anchura exceda de 2,50 m, el barrido de las hojas de las puertas no debe invadir la anchura determinada, en función de las condiciones de evacuación, conforme al apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI.



Figura 1.1 Disposición de puertas laterales a vías de circulación

Las puertas, portones y barreras situados en zonas accesibles a las personas y utilizadas para el paso de mercancías y vehículos tendrán marcado CE de conformidad con la norma UNE-EN 13241-1:2004 y su instalación, uso y mantenimiento se realizarán conforme a la norma UNE-EN 12635:2002+A1:2009.

Se excluyen de lo anterior las puertas peatonales de maniobra horizontal cuya superficie de hoja no exceda de 6,25 m<sup>2</sup> cuando sean de uso manual, así como las motorizadas que además tengan una anchura que no exceda de 2,50 m.

2.3.3. IMPACTO CON ELEMENTOS FRÁGILES

Los vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto que se indican en el punto siguiente de las superficies acristaladas que no dispongan de una barrera de protección conforme al apartado 3.2 de SUA 1, tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE EN 12600:2003 cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1. Se excluyen de dicha condición los vidrios cuya mayor dimensión no exceda de 30 cm.

Tabla 1.1 Valor de los parámetros X(Y)Z en función de la diferencia de cota

Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
Mayor que 12 m	cualquiera	B o C	1
Comprendida entre 0,55 m y 12 m	cualquiera	B o C	1 ó 2
Menor que 0,55 m	1, 2 ó 3	B o C	cualquiera

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase figura 1.2):

- En puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m a cada lado de esta.
- En paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m.

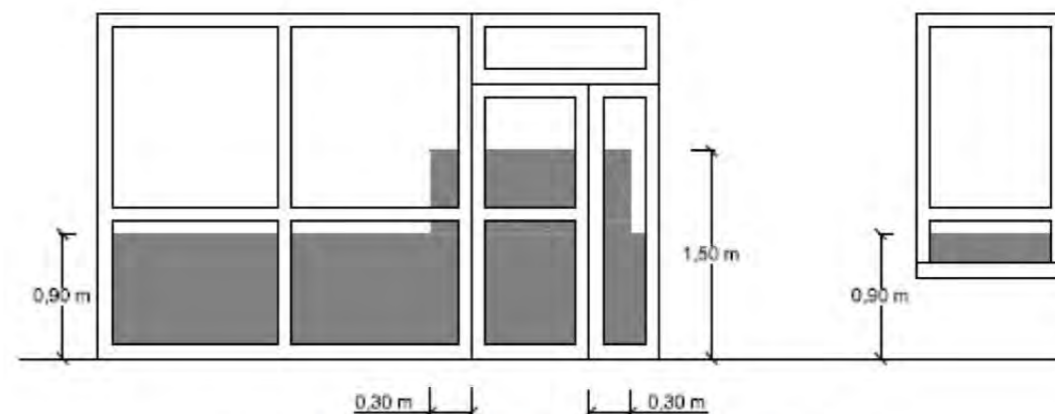


Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto

Las partes vidriadas de puertas y de cerramientos de duchas y bañeras estarán constituidas por elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.

2.3.4. IMPACTO CON ELEMENTOS INSUFICIENTEMENTE PERCEPTIBLES

Las grandes superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas (lo que excluye el interior de viviendas) estarán provistas, en toda su longitud, de señalización visualmente contrastada situada a una altura inferior comprendida entre 0,85 y 1,10 m y a una altura superior comprendida entre 1,50 y 1,70 m. Dicha señalización no es necesaria cuando existan montantes separados una distancia de 0,60 m, como máximo, o si la superficie acristalada cuenta al menos con un travesaño situado a la altura inferior antes mencionada.

Las puertas de vidrio que no dispongan de elementos que permitan identificarlas, tales como cercos o tiradores, dispondrán de señalización conforme al apartado 1 anterior.

2.3.5. ATRAPAMIENTO

Con el fin de limitar el riesgo de atrapamiento producido por una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia a hasta el objeto fijo más próximo será 20 cm, como mínimo.

## 2.4. RIESGO DE APRISIONAMIENTO EN RECINTOS

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

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

En zonas de uso público, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.

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

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

## 2.5. RIESGO 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.

### 2.5.1. ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores, excepto aparcamientos interiores en donde será de 50 lux, medida a nivel del suelo.

El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

En las zonas de los establecimientos de uso Pública Concurrencia en las que la actividad se desarrolle con un nivel bajo de iluminación, como es el caso de los cines, teatros, auditorios, discotecas, etc., se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

### 2.5.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

#### Dotación:

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas las propias zonas de refugio, según definiciones en el Anejo A de DB-SI.
- Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial, indicados en DB-SI 1.
- Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
- Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- Las señales de seguridad.
- Los itinerarios accesibles.

#### Posición y características de las luminarias:

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
- Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  - En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
  - En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
  - En cualquier otro cambio de nivel.
  - En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

#### Características de la instalación:

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura como máximo.
- En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra



incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux como mínimo.

- A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

- Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

**Iluminación de las señales de seguridad:**

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

- La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes.

- La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.

- La relación entre la luminancia Lblanca, y la luminancia Lcolor >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.

- Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

**2.6. RIESGO POR LA ACCIÓN DEL RAYO**

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

**2.6.1. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN**

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2, cuando la frecuencia esperada de impactos Ne sea mayor que el riesgo admisible Na.

La frecuencia esperada de impactos, Ne, puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} \text{ (N}^\circ \text{ impactos/año)}$$

donde:

Ng: densidad de impactos sobre el terreno (N° impactos/año, km<sup>2</sup>), obtenida según la figura 1.1. Para Valencia Ng = 2.



Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno Ng

Ae: superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

C1: coeficiente relacionado con el entorno. Según la tabla 1.1:

Situación del edificio	C1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

El riesgo admisible, Na, se determina mediante la expresión:

$$N_a = (5,5 / (C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5)) \times 10^{-3},$$

donde:

C2: coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2.

C3: coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3.

C4: coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4.

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

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1



Edificio	Ae (m <sup>2</sup> )	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	Ne	Na
Naves	5.325	0,5	2,5	1	3	1	5,325 · 10 <sup>3</sup>	0,73 · 10 <sup>3</sup>
Volumen	3.320	0,5	0,5	1	3	1	3,320 · 10 <sup>3</sup>	3,66 · 10 <sup>3</sup>
Cafetería - ludoteca	2.483	0,5	0,5	1	3	1	2,483 · 10 <sup>3</sup>	3,66 · 10 <sup>3</sup>
Tienda - apartamento	2.630	0,5	0,5	1	3	1	2,630 · 10 <sup>3</sup>	3,66 · 10 <sup>3</sup>

Na < Ne, por lo tanto, ningún edificio necesita dispositivo de protección contra el rayo.

## 2.7. ACCESIBILIDAD

### 2.7.1. ACCESIBILIDAD EN EL EXTERIOR DEL EDIFICIO

La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique una entrada principal de cada edificio con la vía pública y con las zonas comunes exteriores.

### 2.7.2. ACCESIBILIDAD EN LAS PLANTAS DEL EDIFICIO

Los edificios de usos diferentes a Residencial Vivienda dispondrán de un itinerario accesible que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible, rampa accesible) con las zonas de uso público, con todo origen de evacuación de las zonas de uso privado exceptuando las zonas de ocupación nula, y con los elementos accesibles, tales como plazas de aparcamiento accesibles, servicios higiénicos accesibles, plazas reservadas en salones de actos con asientos fijos, alojamientos accesibles, puntos de atención accesibles, etc.

### 2.7.3. DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES

#### Servicios higiénicos accesibles:

Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos:

- Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.
- En cada vestuario, una cabina de vestuario accesible, un aseo accesible y una ducha accesible por cada 10 unidades o fracción de los instalados. En el caso de que el vestuario no esté distribuido en cabinas individuales, se dispondrá al menos una cabina accesible.

#### Mobiliario fijo:

El mobiliario fijo de zonas de atención al público incluirá al menos un punto de atención accesible. Como alternativa a lo anterior, se podrá disponer un punto de llamada accesible para recibir asistencia.

#### Mecanismos:

Excepto en el interior de las viviendas y en las zonas de ocupación nula, los interruptores, los dispositi

vos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán mecanismos accesibles.

### 2.7.4. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN Y SEÑALIZACIÓN PARA LA ACCESIBILIDAD

#### Dotación:

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios, se señalarán los elementos que se indican en la tabla 2.1, con las características indicadas en el apartado siguiente, en función de la zona en la que se encuentren.

Elementos accesibles	En zonas de uso privado	En zonas de uso público
Entradas al edificio accesibles	Cuando existan varias entradas al edificio	En todo caso
Itinerarios accesibles	Cuando existan varios recorridos alternativos	En todo caso
Ascensores accesibles,		En todo caso
Plazas reservadas		En todo caso
Zonas dotadas con bucle magnético u otros sistemas adaptados para personas con discapacidad auditiva		En todo caso
Plazas de aparcamiento accesibles	En todo caso, excepto en uso Residencial Vivienda las vinculadas a un residente	En todo caso
Servicios higiénicos accesibles (aseo accesible, ducha accesible, cabina de vestuario accesible)	---	En todo caso
Servicios higiénicos de uso general	---	En todo caso
Itinerario accesible que comunique la vía pública con los puntos de llamada accesibles o, en su ausencia, con los puntos de atención accesibles	---	En todo caso

#### Características:

Las entradas al edificio accesibles, los itinerarios accesibles, las plazas de aparcamiento accesibles y los servicios higiénicos accesibles (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.

Los ascensores accesibles se señalarán mediante SIA. Asimismo, contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.

Los servicios higiénicos de uso general se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.

Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura 3±1 mm en interiores y 5±1 mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera.

Las exigidas para señalar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.

Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.

### 3. SALUBRIDAD

### 3.1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se basa en el cumplimiento del DB-HS, el cual tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. La correcta aplicación de este documento básico supone satisfacer el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".

### 3.2. 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 impedirán su penetración o, en su caso, que permitan su evacuación sin producir daños.

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Los suelos elevados se consideran suelos que están en contacto con el terreno. Las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de las mismas excede a las de las colindantes se consideran fachadas. Los suelos de las terrazas y los de los balcones se consideran cubiertas.

La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB-HE Ahorro de energía.

#### 3.2.1. DISEÑO

##### Muros:

- Grado de impermeabilidad:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua se considera:

- a) Baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.
- b) Media cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.
- c) Alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

En este proyecto no se disponen sótanos ni garajes, por lo que no se construyen muros en contacto con el suelo, más allá de la cimentación superficial de los muros portantes. Como el nivel freático es muy alto será necesario garantizar una adecuada impermeabilización.

##### Suelos:

- Grado de impermeabilidad:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

- Condiciones de las soluciones constructivas:

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad, se obtienen en la tabla 2.4.

Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y las casillas en blanco a soluciones a las que no se les exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

Grado de impermeabilidad	Muro flexorresistente o de gravedad								
	Suelo elevado			Solera			Placa		
	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
≤1			V1		D1	C2+C3+D1		D1	C2+C3+D1
≤2	C2		V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1
≤3	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D3+D4	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+I2+D1+D2+S1+S2+S3
≤4	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D4		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3
≤5	I2+S1+S3+V1+D3	I2+P1+S1+S3+V1+D3		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3		C2+C3+D1+D2+I2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3

A continuación se describen las condiciones agrupadas en bloques homogéneos:

C) Constitución del suelo:

- C1: Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo de elevada compacidad.
- C2: Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.
- C3: Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

## I) Impermeabilización:

I1: Debe impermeabilizarse el suelo externamente mediante la disposición de una lámina sobre la capa base de regulación del terreno. Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella. Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento. Cuando el suelo sea una placa, la lámina debe ser doble. Documento Básico HS Salubridad HS1-8.

I2: Debe impermeabilizarse, mediante la disposición sobre la capa de hormigón de limpieza de una lámina, la base de la zapata en el caso de muro flexorresistente y la base del muro en el caso de muro por gravedad. Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella. Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento. Deben sellarse los encuentros de la lámina de impermeabilización del suelo con la de la base del muro o zapata.

## D) Drenaje y evacuación:

D1: Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un enchado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

D2: Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en el terreno situado bajo el suelo y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

D3: Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en la base del muro y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique. En el caso de muros pantalla los tubos drenantes deben colocarse a un metro por debajo del suelo y repartidos uniformemente junto al muro pantalla.

D4: Debe disponerse un pozo drenante por cada 800 m<sup>2</sup> en el terreno situado bajo el suelo. El diámetro interior del pozo debe ser como mínimo igual a 70 cm. El pozo debe disponer de una envolvente filtrante capaz de impedir el arrastre de finos del terreno. Deben disponerse dos bombas de achique, una conexión para la evacuación a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y un dispositivo automático para que el achique sea permanente.

## P) Tratamiento perimétrico:

P1: La superficie del terreno en el perímetro del muro debe tratarse para limitar el aporte de agua superficial al terreno mediante la disposición de una acera, una zanja drenante o cualquier otro elemento que produzca un efecto análogo.

P2: Debe encastrarse el borde de la placa o de la solera en el muro.

## S) Sellado de juntas:

S1: Deben sellarse los encuentros de las láminas de impermeabilización del muro con las del suelo y con las dispuestas en la base inferior de las cimentaciones que estén en contacto con el muro.

S2: Deben sellarse todas las juntas del suelo con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.

S3: Deben sellarse los encuentros entre el suelo y el muro con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio, según lo establecido en el apartado.

El grado de impermeabilidad mínimo exigido es 4, lo que dispondría dos tipos de impermeabilización mínima:

-Solera: C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3

-Placa: C1+C2+C3+D1+D2+D3+D4+I1+I2+P1+P2+S1+S2+S3

Sin embargo, como se ha comentado con anterioridad, la cimentación y arranque de muros van a estar prácticamente sumergidos bajo el nivel freático, por lo que la disposición del drenaje no realizaría ninguna función.

Sí se debe garantizar una buena impermeabilización de losas y soleras mediante la disposición de una lámina externa sobre el terreno de regularización, una sobre la capa de hormigón de limpieza, y una sobre la losa, bajo la preparación del suelo para recibir el mortero de cemento del pavimento.

## Fachadas:

- Grado de impermeabilidad:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio. Estos parámetros se determinan de la siguiente forma:

a) la zona pluviométrica de promedios se obtiene de la figura 2.4.

b) el grado de exposición al viento se obtiene en la tabla 2.6 en función de la altura de coronación del edificio sobre el terreno, de la zona eólica correspondiente al punto de ubicación, obtenida de la figura 2.5, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será E0 cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos, según la clasificación establecida en el DB-SE:

- Terreno tipo I: Borde del mar o de un lago con una zona despejada de agua (en la dirección del viento) de una extensión mínima de 5 km.
- Terreno tipo II: Terreno llano sin obstáculos de envergadura.
- Terreno tipo III: Zona rural con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones de pequeñas dimensiones.
- Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal.
- Terreno tipo V: Centros de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura.

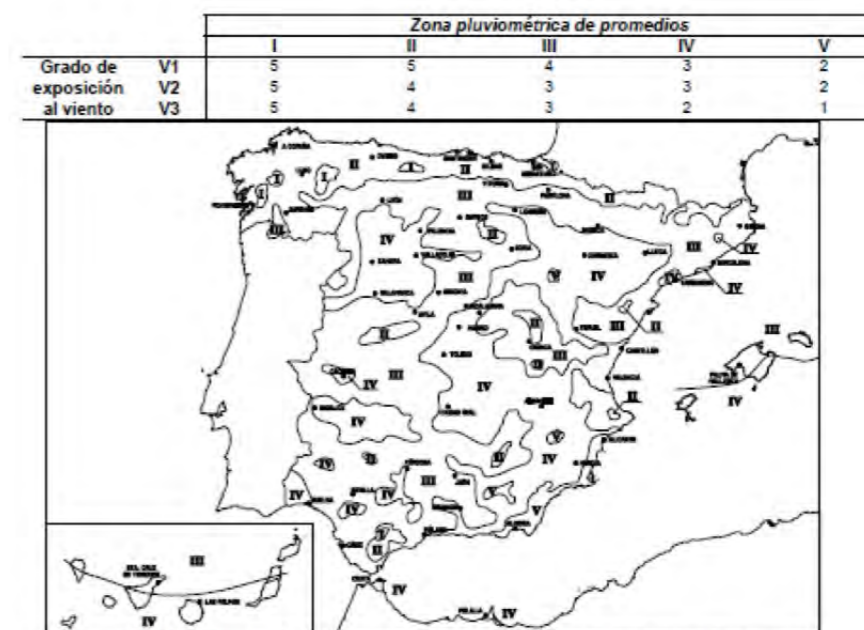


Figura 2.4 Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual



Tabla 2.6 Grado de exposición al viento

		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
		A	B	C	A	B	C
Altura del edificio en m	≤15	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16 - 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 - 100 <sup>(1)</sup>	V2	V2	V2	V1	V1	V1

<sup>(1)</sup> Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.

De las anteriores tablas, se obtienen los siguientes datos:

- Zona pluviométrica: IV
- Altura máxima de los edificios: <15 m
- Zona eólica: A
- Clase del entorno en el que está situado el edificio: IV
- Grado de exposición al viento: V3
- Grado de impermeabilización: 2



Figura 2.5 Zonas eólicas

- Condiciones de las soluciones constructivas:

Las condiciones exigidas a cada solución constructiva en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad se obtienen en la tabla 2.7. En algunos casos estas condiciones son únicas y en otros se presentan conjuntos optativos de condiciones.

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

Grado de impermeabilidad	Con revestimiento exterior				Sin revestimiento exterior			
≤1	R1+C1 <sup>(1)</sup>				C1 <sup>(1)</sup> +J1+N1			
≤2					B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2	C1 <sup>(1)</sup> +H1+J2+N2
≤3	R1+B1+C1	R1+C2		B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2	
≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 <sup>(1)</sup>	B2+C2+H1+J1+N1	B2+C2+J2+N2		B2+C1+H1+J2+N2	
≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1			

<sup>(1)</sup> Cuando la fachada sea de una sola hoja, debe utilizarse C2.

En el caso de las naves preexistentes, las fachadas están compuestas por muros de ladrillo portante sin revestimiento exterior. De entre las condiciones de solución para un grado de impermeabilidad 2 se escoge la solución C2 + J2 + N2, siendo:

C2 : Debe utilizarse una hoja principal de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente.
- 24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

J2 : Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja.
- juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta.
- cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

N2: Debe utilizarse un revestimiento en la cara interior de la hoja principal de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.

- Condiciones de los puntos singulares:

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben:

- a) ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos.
- b) disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate.
- c) disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.

En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

La junta de las piezas con goterón deben tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

#### Cubiertas:

- Grado de impermeabilidad:

Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

- Condiciones de las soluciones constructivas:

Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:

- a) un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.
- b) una barrera contra el vapor inmediatamente debajo del aislante térmico cuando, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB-HE, se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento.
- c) capa separadora bajo el aislante térmico, para evitar el contacto de materiales químicamente incompatibles.
- d) un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB-HE "Ahorro de energía".
- e) una capa separadora bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.
- f) una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida en la tabla 2.10 o el solapo de las piezas de la protección sea insuficiente

g) una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando:

- deba evitarse la adherencia entre ambas capas.
- la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático.
- se utilice como capa de protección solado flotante colocado sobre soportes, grava, una capa de rodadura de hormigón, una capa de rodadura de aglomerado asfáltico dispuesta sobre una capa de mortero o tierra vegetal; en este último caso además debe disponerse inmediatamente por encima de la capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante; en el caso de utilizarse grava la capa separadora debe ser antipunzonante.

h) una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico, cuando:

- se utilice tierra vegetal como capa de protección; además debe disponerse inmediatamente por encima de esta capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante.
- la cubierta sea transitable para peatones; en este caso la capa separadora debe ser antipunzonante.
- se utilice grava como capa de protección; en este caso la capa separadora debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de áridos finos y antipunzonante.

i) capa de protección, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprottegida.

j) un tejado, cuando la cubierta sea inclinada.

k) un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

#### Sistema de formación de pendientes:

El sistema de formación de pendientes debe tener cohesión y estabilidad suficientes frente a las solicitudes mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la tabla 2.9 en función del uso de la cubierta y del tipo de protección.

Uso	Protección	Pendiente en %	
Transitables	Peatones	1-5 <sup>(1)</sup>	
	Vehículos	Solado fijo	1-5
		Solado flotante	1-15
No transitables	Capa de rodadura	1-5	
	Grava	1-15	
Ajardinadas	Lámina autoprottegida	1-5	
	Tierra vegetal	1-5	

<sup>(1)</sup> Para rampas no se aplica la limitación de pendiente máxima.

El sistema de formación de pendientes en cubiertas inclinadas, cuando éstas no tengan capa de impermeabilización, debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua mayor que la obtenida en la tabla 2.10 en función del tipo de protección.

Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas

		Pendiente mínima en %	
Teja <sup>(3)</sup>	Teja curva	26	
	Teja mixta y plana monocanal	30	
	Teja plana marsellesa o alicantina	40	
	Teja plana con encaje	50	
Pizarra		60	
Protección <sup>(1)/(2)</sup>	Cinc	10	
	Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande	10
		Placas asimétricas de nervadura grande	10
		Placas asimétricas de nervadura media	25
	Sintéticos	Perfiles de ondulado grande	10
		Perfiles de ondulado pequeño	15
		Perfiles de grecado grande	5
	Placas y perfiles	Perfiles de grecado medio	8
		Perfiles nervados	10
		Galvanizados	Perfiles de ondulado pequeño
	Perfiles de grecado o nervado grande		5
	Perfiles de grecado o nervado medio		8
	Perfiles de nervado pequeño		10
	Paneles		5
	Aleaciones ligeras	Perfiles de ondulado pequeño	15
Perfiles de nervado medio		5	

En el proyecto se observan cuatro tipos de cubierta: inclinada de teja plana alicantina con más de un 32% de pendiente, en las naves preexistentes; y cubierta deck plana en el volumen que sale de las naves; inclinada de panel sandwich metálico con un 7 % de pendiente en el la cafetería; y plana tradicional sobre forjado de hormigón en la ludoteca y en el edificio de la tienda y el apartamento.

#### Aislante térmico:

El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las solicitaciones mecánicas.

Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

#### Capa de impermeabilización:

Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.

En la impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados, considerar lo siguiente:

- Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
- Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
- Cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre 5 y 15%, deben utilizarse sistemas adheridos.
- Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
- Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

#### Tejado:

Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

- Condiciones de los puntos singulares:

#### Cubiertas planas:

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

##### a) Juntas de dilatación:

Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. Siempre que exista un encuentro con un paramento vertical o una junta estructural debe disponerse una junta de dilatación coincidiendo con ellos. Las juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente.

Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45º aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.

En las juntas debe colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

##### b) Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

El encuentro con el paramento debe realizarse redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.

Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:

- mediante una roza de 3 x 3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30º con la horizontal y redondeándose la arista del paramento.
- mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm.
- mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.



## c) Encuentro de la cubierta con el borde lateral

El encuentro debe realizarse mediante una de las formas siguientes:

- Prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento.
- Disponiéndose un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm, anclada al faldón de tal forma que el ala vertical descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón y prolongando la impermeabilización sobre el ala horizontal.

## d) Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón

El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.

El sumidero o el canalón debe estar provisto de un elemento de protección para retener los sólidos.

En los rincones y las esquinas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta. que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables, este elemento debe estar enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento debe sobresalir de la capa de protección.

El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización debe rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (Véase la figura 2.14) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.

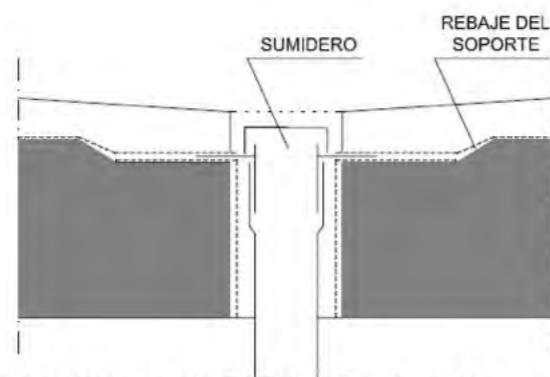


Figura 2.14 Rebaje del soporte alrededor de los sumideros

La impermeabilización debe prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas.

La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón debe ser estanca.

Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, debe situarse separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.

El borde superior del sumidero debe quedar por debajo del nivel de esorrentía de la cubierta.

Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, el sumidero debe tener sección rectangular. Debe disponerse un impermeabilizante que cubra el ala vertical, que se extienda hasta 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta y cuyo remate superior se haga según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.

Cuando se disponga un canalón su borde superior debe quedar por debajo del nivel de esorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.

Cuando el canalón se disponga en el encuentro con un paramento vertical, el ala del canalón de la parte del encuentro debe ascender por el paramento y debe disponerse una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.

## e) Rincones y esquinas

En los rincones y las esquinas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

## Cubiertas inclinadas:

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

## a) Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas.

Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón y realizarse según lo dispuesto en el apartado 2.4.4.2.9.

Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro (Véase la figura 2.16).

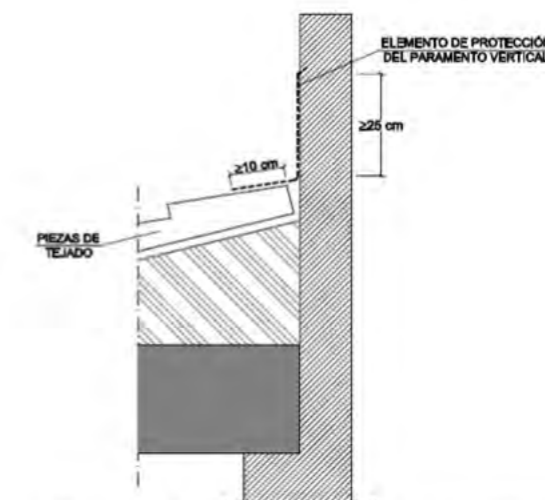


Figura 2.16 Encuentro en la parte superior del faldón



## b) Alero

Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero.

Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalce de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o debe adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

## c) Borde lateral

En el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

## d) Limahoyas

En las limahoyas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya. La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones debe ser 20 cm como mínimo.

## e) Cumbresas y limatesas

En las cumbresas y limatesas deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones.

Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbresa y la limatesa deben fijarse.

Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbresa en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbresas este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

## f) Canalones

Para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.

Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.

Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.

Cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse:

- Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (Véase la figura 2.17).
- Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (Véase la figura 2.17).
- Elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas (Véase la figura 2.17).

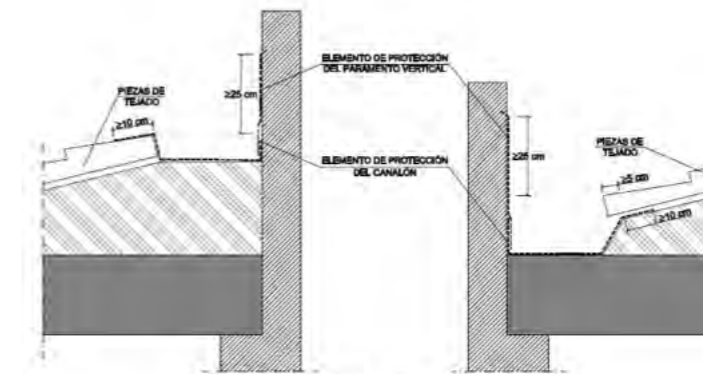


Figura 2.17 Canalones

## 3.3. 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.

## 3.4. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

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.

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.

Se dispondrá de una instalación de renovación del aire con la finalidad de conseguir el confort deseado. La distribución de aire tratado en cada uno de los recintos del edificio, se realizará canalizándolo a través de conductos provistos de rejillas o aerodifusores.

El acabado interior del conducto impedirá el desprendimiento de fibras y la absorción o formación de esporas o bacterias y su cara exterior estará provista de revestimiento estanco al aire y al vapor de agua.

Deben realizarse las operaciones de mantenimiento, según la periodicidad establecida y las correcciones pertinentes, en el caso de que se detecten defectos.

## 3.5. SUMINISTRO DE AGUA

El cálculo de la instalación de suministro de agua, para el cumplimiento de esta parte del DB-HS, aparece previamente en la memoria de instalaciones.

## 3.6. EVACUACIÓN DE AGUA

El cálculo de la instalación de evacuación de agua, para el cumplimiento de esta parte del DB-HS, aparece previamente en la memoria de instalaciones.

## 4. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

### 4.1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realiza como comprobación y cumplimiento del DB-HR, el cual tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido.

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.

- Deben alcanzarse los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo y no superarse los valores límite de nivel de presión de ruido de impactos (aislamiento acústico a ruido de impactos) que se establecen en el apartado 2.1.
- No deben superarse los valores límite de tiempo de reverberación que se establecen en el apartado 2.2.
- Deben cumplirse las especificaciones del apartado 2.3. referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

### 4.2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

Para satisfacer las exigencias básicas contempladas en el artículo 14 de este Código deben cumplirse las condiciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que estas condiciones se aplicarán a los elementos constructivos totalmente acabados, es decir, albergando las instalaciones del edificio o incluyendo cualquier actuación que pueda modificar las características acústicas de dichos elementos.

Con el cumplimiento de las exigencias anteriores se entenderá que el edificio es conforme con las exigencias acústicas derivadas de la aplicación de los objetivos de calidad acústica al espacio interior de las edificaciones incluidas en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y sus desarrollos reglamentarios.

#### 4.2.1. AISLAMIENTO ACÚSTICO AL RUIDO AÉREO

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

En los recintos protegidos (oficinas, talleres...):

a) Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma unidad de uso en edificios de uso residencial privado: el índice global de reducción acústica, ponderado A, R, de la tabiquería no será menor que 33 dBA.

b) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso: el aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , entre un recinto protegido y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea recinto de instalaciones o de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 50 dBA, siempre que no compartan puertas o ventanas.

Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, ponderado A, R, de éstas no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, del cerramiento no será menor que 50 dBA.

c) Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad: el aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.

d) Protección frente al ruido procedente del exterior:

- El aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Atr}$ , entre un recinto protegido y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día,  $L_d$ , definido en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Atr}$ , en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día,  $L_d$ .

$L_d$ dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario <sup>(1)</sup> , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

<sup>(1)</sup> En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

- El valor del índice de ruido día,  $L_d$ , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido. En el caso de que un recinto pueda estar expuesto a varios valores de  $L_d$ , como por ejemplo un recinto en esquina, se adoptará el mayor valor.

- Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día,  $L_d$ , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. Para el resto de áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- Cuando se prevea que algunas fachadas, tales como fachadas de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como fachadas exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día,  $L_d$ , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.

- Cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Atr}$ , obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 dBA.

En los recintos habitables:

a) Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma unidad de uso, en edificios de uso residencial privado: el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, de la tabiquería no ser menor que 33 dBA.

b) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso: el aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , entre un recinto habitable y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea recinto de instalaciones o de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 45 dBA, siempre que no compartan puertas o ventanas.

c) Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad: el aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , entre un recinto habitable y un recinto de instalaciones, o un recinto de actividad, colindantes vertical u horizontalmente con él, siempre que no compartan puertas, no será menor que 45 dBA. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, ponderado A,  $RA$ , de éstas, no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R$ , del cerramiento no será menor que 50 dBA.

En los recintos habitables y recintos protegidos colindantes con otros edificios:

El aislamiento acústico a ruido aéreo ( $D_{2m,nT,Atr}$ ) de cada uno de los cerramientos de una medianería entre dos edificios no será menor que 40 dBA o alternativamente el aislamiento acústico a ruido aéreo ( $D_{nT,A}$ ) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.

#### 4.2.2. AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDOS DE IMPACTO

Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

En los recintos protegidos:

- Protección frente al ruido procedente generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso: el nivel global de presión de ruido de impactos,  $L'_{nT,w}$ , en un recinto protegido colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio, no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea recinto de instalaciones o de actividad, no será mayor que 65 dB. Esta exigencia no es de aplicación en el caso de recintos protegidos colindantes horizontalmente con una escalera.

- Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones o en recintos de actividad: el nivel global de presión de ruido de impactos,  $L'_{nT,w}$ , en un recinto protegido colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB.

En los recintos habitables:

- Protección frente al ruido generado de recintos de instalaciones o en recintos de actividad: el nivel global de presión de ruido de impactos,  $L'_{nT,w}$ , en un recinto habitable colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB.

#### 4.2.3. VALORES LÍMITE DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN

En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y revestimientos que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:

a) El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,7 s.

b) El tiempo de reverberación en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,5 s.

c) El tiempo de reverberación en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9 s.

Para limitar el ruido reverberante en las zonas comunes los elementos constructivos, los acabados superficiales y los revestimientos que delimitan una zona común de un edificio de uso residencial público, docente y hospitalario colindante con recintos protegidos con los que comparten puertas, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que el área de absorción acústica equivalente,  $A$ , sea al menos 0,2 m<sup>2</sup> por cada metro cúbico del volumen del recinto.

#### 4.2.4. RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES

Se limitarán los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc.) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

### 4.3. DISEÑO Y DIMENSIONADO

#### 4.3.1. AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO Y A RUIDO DE IMPACTOS

Una solución de aislamiento es el conjunto de todos los elementos constructivos que conforman un recinto (tales como elementos de separación verticales y horizontales, tabiquería, medianerías, fachadas y cubiertas) y que influyen en la transmisión del ruido y de las vibraciones entre recintos adyacentes o entre el exterior y un recinto.

Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, deben elegirse:

- La tabiquería
- Los elementos de separación horizontales y los verticales:
  - entre unidades de uso diferentes o entre una unidad de uso y cualquier otro recinto del edificio que no sea de instalaciones o de actividad.
  - entre un recinto protegido o un recinto habitable y un recinto de actividad o un recinto de instalaciones.
- Las medianerías
- Las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior.



Definición y composición de los elementos de separación:

Los elementos de separación verticales son aquellas particiones verticales que separan una unidad de uso de cualquier recinto del edificio o que separan recintos protegidos o habitables de recintos de instalaciones o de actividad.

En esta opción se contemplan los siguientes tipos:

- Tipo 1: elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados (Eb), sin trasdosado o con un trasdosado por ambos lados (Tr).

- Tipo 2: elementos de dos hojas de fábrica o paneles prefabricados pesados (Eb), con bandas elásticas en su perímetro dispuestas en los encuentros de, al menos, una de las hojas con forjados, suelos, techos, pilares y fachadas.

- Tipo 3: elementos de dos hojas de entramado autoportante (Ee).

En todos los elementos de dos hojas, la cámara debe ir rellena con un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones.

Los elementos de separación horizontales son aquellos que separan una unidad de uso, de cualquier otro recinto del edificio o que separan un recinto protegido o un recinto habitable de un recinto de instalaciones o de un recinto de actividad. Los elementos de separación horizontales están formados por el forjado (F), el suelo flotante (Sf) y, en algunos casos, el techo suspendido (Ts).

La tabiquería está formada por el conjunto de particiones interiores de una unidad de uso. En esta opción se contemplan los tipos siguientes:

a) Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado, sin interposición de bandas elásticas.

b) Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas dispuestas al menos en los encuentros inferiores con los forjados, o apoyada sobre el suelo flotante.

c) Tabiquería de entramado autoportante.

Las soluciones de elementos de separación de este apartado son válidas para los tipos de fachadas y medianerías siguientes:

a) de una hoja de fábrica o de hormigón

b) de dos hojas: ventilada y no ventilada:

- con hoja exterior, que puede ser:
  - pesada: fábrica u hormigón.
  - ligera: elementos prefabricados ligeros como panel sándwich o GRC.
- con una hoja interior, que puede ser de:
  - fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados, ya sea con apoyo directo en el forjado, en el suelo flotante o con bandas elásticas;
  - entramado autoportante.

En todos los casos de los tabiques dispuestos en el proyecto se trata de de una hoja exterior de elementos prefabricados ligeros y una interior de elementos prefabricados (pladur).

Condiciones mínimas de la tabiquería:

En la tabla 3.1 se expresan los valores mínimos de la masa por unidad de superficie, m, y del índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, que deben tener los diferentes tipos de tabiquería.

Tipo	m kg/m <sup>2</sup>	RA dBA
Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo	70	35
Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	65	33
Entramado autoportante	25	43

Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales:

En la tabla 3.2 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación verticales. De entre todos los valores de la tabla 3.2, aquéllos que figuran entre paréntesis son los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que delimitan un recinto de instalaciones o un recinto de actividad. Las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con guión se refieren a elementos de separación verticales que no necesitan trasdosados.

En el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el trasdosado debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base. Si no fuera posible trasdosar por ambas caras y la transmisión de ruido se produjera principalmente a través del elemento de separación vertical, podrá trasdosarse el elemento constructivo base solamente por una cara, incrementándose en 4 dBA la mejora  $\Delta R_A$  del trasdosado especificada en la tabla 3.2.

En el caso de que una unidad de uso no tuviera tabiquería interior puede elegirse cualquier elemento de separación vertical de la tabla 3.2.

Tipo	Elementos de separación verticales			
	Elemento base <sup>(1)(2)</sup> (Eb - Ee)		Trasdosado <sup>(3)</sup> (Tr) (en función de la tabiquería)	
	m kg/m <sup>2</sup>	RA dBA	Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados <sup>(4)</sup> $\Delta R_A$ dBA	Tabiquería de entramado autoportante $\Delta R_A$ dBA
<b>TIPO 1</b> Una hoja o dos hojas de fábrica con Trasdosado	67	33		16 <sup>(6)(11)</sup>
	120	38		14 <sup>(6)(11)</sup>
	150 <sup>(7)</sup>	41 <sup>(7)</sup>	16 <sup>(6)</sup>	13 <sup>(11)</sup>
	180	45	13	9 <sup>(11)</sup> (12) <sup>(11)</sup>
	200	46	11 <sup>(11)</sup>	10 <sup>(13)</sup> (10) <sup>(11)</sup>
	250	51	6 <sup>(13)</sup>	4 <sup>(13)</sup> (8) <sup>(13)</sup>
	300	52	3 <sup>(13)</sup> 8 (9)	3 <sup>(13)</sup> (8) <sup>(13)</sup>
	300 <sup>(7)</sup>	55 <sup>(7)</sup>	-	-
	350	55	5 <sup>(13)</sup> (8) <sup>(11)</sup>	0 <sup>(13)</sup> (6) <sup>(13)</sup>
	400	57	0 <sup>(13)</sup> 2 <sup>(13)</sup> (6) <sup>(13)</sup>	0 <sup>(13)</sup> (6) <sup>(13)</sup>
<b>TIPO 2</b> Dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimétricas	130 <sup>(8)</sup>	54 <sup>(8)</sup>	-	-
	170 <sup>(8)</sup>	54 <sup>(8)</sup>	-	-
	(200) <sup>(8)</sup>	(61) <sup>(8)</sup>	-	-
<b>TIPO 3</b> Entramado autoportante	44 <sup>(12)</sup>	58 <sup>(12)</sup>		
	(52) <sup>(9)</sup>	(64) <sup>(9)</sup>		
	(60) <sup>(10)</sup>	(68) <sup>(10)</sup>		





Condiciones mínimas de las medianerías:

El parámetro que define una medianería es el índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_{A}$ . El valor del índice global de reducción acústica ponderado,  $R_{A}$ , de toda la superficie del cerramiento que constituya una medianería de un edificio, no será menor que 45 dBA.

Condiciones mínimas de las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior:

En la tabla 3.4 se expresan los valores mínimos que deben cumplir los elementos que forman los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior indicados en la tabla 2.1 y del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido.

El parámetro acústico que define los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior es el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves,  $R_{A, tr}$ , de la parte ciega y de los elementos que forman el hueco.

Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega 100 % $R_{A, tr}$ dBA	Parte ciega ≠ 100 % $R_{A, tr}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A, tr}$ de los componentes del hueco <sup>(2)</sup> dBA					
			Porcentaje de huecos					
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%	
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33	
		40	25	28	30	31		
		45	25	28	30	31		
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35	30	32	34	34	35	
		40	27	30	32	34		
		45	26	29	32	33		
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36	
		45	29	32	34	36		
		50	28	31	34	35		
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(1)}$	38	40	33	35	37	38	38	
		45	31	34	36	37		
		50	30	33	36	37		
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39	
		45	32	35	37	38		
		50	31	34	37	38		
$D_{2m,nT,Atr} = 41^{(1)}$	43	45	39	40	42	43	43	
		50	36	39	41	42		
		55	35	38	41	42		
$D_{2m,nT,Atr} = 42$	44	50	37	40	42	43	44	
		55	36	39	42	43		
		60	36	39	42	43		
$D_{2m,nT,Atr} = 46^{(1)}$	48	50	43	45	47	48	48	
		55	41	44	46	47		
		60	40	43	46	47		
$D_{2m,nT,Atr} = 47$	49	55	42	45	47	48	49	
		60	41	44	47	48		
$D_{2m,nT,Atr} = 51^{(1)}$	53	55	48	50	52	53	53	
		60	46	49	51	52		

Condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos:

Deben cumplirse las siguientes condiciones relativas a las uniones entre los diferentes elementos constructivos, para que junto a las condiciones establecidas en cualquiera de las dos opciones y las condiciones de ejecución establecidas en el apartado 5, se satisfagan los valores límite de aislamiento especificados en el apartado 2.1.

## - Elementos de separación verticales de tipo 1

En los encuentros de los elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica con fachadas de dos hojas, debe interrumpirse la hoja interior de la fachada, ya sea ésta de fábrica o de entramado y en ningún caso, la hoja interior debe cerrar la cámara del elemento de separación vertical o conectar sus dos hojas.

En los encuentros con la tabiquería, ésta debe interrumpirse de tal forma que el elemento de separación vertical sea continuo. En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica, la tabiquería no conectará las dos hojas del elemento de separación vertical, ni interrumpirá la cámara. Si fuera necesario anclar o trabar el elemento de separación vertical por razones estructurales, solo se trabará la tabiquería a una sola de las hojas del elemento de separación vertical de fábrica o se unirá a ésta mediante conectores.

## - Encuentros con los conductos de instalaciones

Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y garantice continuidad de la solución constructiva.

## - Encuentro con los elementos verticales

Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los elementos de separación verticales, pilares y tabiques con apoyo directo; para ello, se interpondrá entre ambos una capa de material elástico o del mismo material aislante a ruido de impactos del suelo flotante.

Los techos suspendidos o los suelos registrables no serán continuos entre dos recintos pertenecientes a unidades de uso diferentes. La cámara de aire entre el forjado y un techo suspendido o un suelo registrable debe interrumpirse o cerrarse cuando el techo suspendido o el suelo registrable acometa a un elemento de separación vertical entre unidades de uso diferentes.

## - Encuentros con los conductos de instalaciones

En el caso de que un conducto de instalaciones, por ejemplo, de instalaciones hidráulicas o de ventilación, atraviese un elemento de separación horizontal, se recubrirá y se sellarán las holguras de los huecos efectuados en el forjado para paso del conducto con un material elástico que garantice la estanquidad e impida el paso de vibraciones a la estructura del edificio.

Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los conductos de instalaciones que discurran bajo él. Para ello, los conductos se revestirán de un material elástico.

#### 4.3.2. RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES

Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes.

En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, o aparatos de aire acondicionado, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.

Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.

##### Instalaciones hidráulicas:

Las conducciones colectivas del edificio deberán ir tratadas con el fin de no provocar molestias en los recintos habitables o protegidos adyacentes. En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos y abrazaderas desolidarizadoras.

El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m<sup>2</sup>.

En los cuartos húmedos en los que la instalación de evacuación de aguas esté descolgada del forjado, debe instalarse un techo suspendido con un material absorbente acústico en la cámara.

La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.

La grifería situada dentro de los recintos habitables será de Grupo II como mínimo, según la clasificación de UNE EN 200.

Se evitará el uso de cisternas elevadas de descarga a través de tuberías y de grifos de llenado de cisternas de descarga al aire.

Las bañeras y los platos de ducha deben montarse interponiendo elementos elásticos en todos sus apoyos en la estructura del edificio: suelos y paredes. Los sistemas de hidromasaje deberán montarse mediante elementos de suspensión elástica amortiguada.

No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente, salvo que la pared esté apoyada en el suelo flotante.

##### Aire acondicionado:

Los conductos de aire acondicionado deben ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiera y deben utilizarse silenciadores específicos.

Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

##### Ventilación:

Los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos

constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_{A,1}$ , sea al menos 33 dBA, salvo que sean de extracción de humos de garajes en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_{A,1}$ , sea al menos 45 dBA.

En el caso de que dos unidades de uso colindantes horizontalmente compartieran el mismo conducto colectivo de extracción, se cumplirán las condiciones especificadas en el DB HS3.

##### Ascensores y montacargas:

Los sistemas de tracción de los ascensores y montacargas se anclarán a los sistemas estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones. El recinto del ascensor, cuando la maquinaria esté dentro del mismo, se considerará un recinto de instalaciones a efectos de aislamiento acústico. Cuando no sea así, los elementos que separan un ascensor de una unidad de uso deben tener un índice de reducción acústica,  $R_A$ , mayor que 50 dBA.

Las puertas de acceso al ascensor en los distintos pisos tendrán topes elásticos que aseguren la práctica anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.

El cuadro de mandos, que contiene los relés de arranque y parada, estará montado elásticamente asegurando un aislamiento adecuado de los ruidos de impactos y de las vibraciones.

## 4.4. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

### 4.4.1. CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS PRODUCTOS

Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.

Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por:

- La resistividad al flujo del aire,  $r$ , en kPa s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE EN 29053, y la rigidez dinámica,  $s'$ , en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052-1 en el caso de productos de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación.

- La rigidez dinámica,  $s'$ , en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE, en el caso de productos aislantes de ruido de impactos utilizados en suelos flotantes y bandas elásticas.

-el coeficiente de absorción acústica,  $\alpha$ , al menos, para las frecuencias de 500, 1.000 y 2.000 Hz y el coeficiente de absorción acústica media  $\alpha_m$ , en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos.

En caso de no disponer del valor del coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$ , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $\alpha_w$ .

En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.



## 4.4.2. CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Los elementos de separación verticales se caracterizan por el índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_{A,v}$ , en dBA; los trasdosados se caracterizan por la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A,  $\Delta R_{A,v}$ , en dBA.

Los elementos de separación horizontales se caracterizan por:

- El índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_{A,h}$ , en dBA.
- El nivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ , en dB.

Los suelos flotantes se caracterizan por:

- La mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A,  $\Delta R_{A,s}$ , en dBA.
- La reducción del nivel global de presión de ruido de impactos,  $\Delta L_w$ , en dB.

Los techos suspendidos se caracterizan por:

- La mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A,  $\Delta R_{A,t}$ , en dBA.
- La reducción del nivel global de presión de ruido de impactos,  $\Delta L_w$ , en dB.
- El coeficiente de absorción acústica medio,  $\alpha_m$ , si su función es el control de la reverberación.

La parte ciega de las fachadas y de las cubiertas se caracterizan por:

- El índice global de reducción acústica,  $R_w$ , en dB.
- El índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_{A,f}$ , en dBA.
- El índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles,  $R_{A,tr}$ , en dBA.
- El término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB.
- El término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves,  $C_{tr}$ , en dB.

El conjunto de elementos que cierra el hueco (ventana, caja de persiana y aireador) de las fachadas y de las cubiertas se caracteriza por:

- El índice global de reducción acústica,  $R_w$ , en dB.
- El índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_{A,w}$ , en dBA.
- El índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles,  $R_{A,tr}$ , en dBA.
- El término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB.
- El término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves,  $C_{tr}$ , en dB.
- La clase de ventana, según la norma UNE EN 12207.

En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.

Los aireadores se caracterizan por la diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para ruido de automóviles,  $D_{n,e,Atr}$ , en dBA. Si dichos aireadores dispusieran de dispositivos de cierre, este índice caracteriza al aireador con dichos dispositivos cerrados.

Los sistemas, tales como techos suspendidos o conductos de instalaciones de aire acondicionado o ventilación, a través de los cuales se produzca la transmisión aérea indirecta, se caracterizan por la diferencia de niveles acústica normalizada para transmisión indirecta, ponderada A,  $D_{n,s,A}$ , en dBA.

Cada mueble fijo, tal como una butaca fija en una sala de conferencias o un aula, se caracteriza por el área de absorción acústica equivalente medio,  $AO_m$ , en  $m^2$ .

En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos

y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

## 4.4.3. CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA DE LOS PRODUCTOS

En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los elementos constructivos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.

Deberá comprobarse que los productos recibidos:

- Corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Están caracterizados por las propiedades exigidas.
- Han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.

## 5. AHORRO ENERGÉTICO

## 5.1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realiza como comprobación y cumplimiento del DB-HE, el cual tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía.

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.

## 5.2. LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

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

Esta sección es de aplicación en:

- Edificios de nueva construcción.
- Modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1.000 m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.

Se excluyen del campo de aplicación:

- Aquellas edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas.
- Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
- Edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas.
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.

### 5.2.1. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

#### Demanda energética:

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida, y de la carga interna en sus espacios.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica sean los valores límites establecidos.

Los parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en los siguientes tipos:

- Transmitancia térmica de muros de fachada UM
- Transmitancia térmica de cubiertas UC
- Transmitancia térmica de suelos US
- Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno UT

- Transmitancia térmica de huecos UH
- Factor solar modificado de huecos FH
- Factor solar modificado de lucernarios FL
- Transmitancia térmica de medianerías UMD

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

En edificios de viviendas, las particiones interiores que limitan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a 1,2 W/m<sup>2</sup>K.

#### ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Factor solar modificado límite de lucernarios  $F_{Lim}: 0,30$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

#### Condensaciones:

Las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de moho en su superficie interior.

Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

Permeabilidad al aire:

Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) y lucernarios de los cerramientos se caracterizan por su permeabilidad al aire.

La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos que limitan los espacios habitables de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1.

La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a los siguientes:

- para las zonas climáticas A y B: 50 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>;
- para las zonas climáticas C, D y E: 27 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>.

## 5.2.2. CÁLCULO Y DIMENSIONADO

Clasificación de los espacios:

Los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios habitables y espacios no habitables.

A efectos de cálculo de la demanda energética, los espacios habitables se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

a) Espacios con carga interna baja: espacios en los que se disipa poco calor. Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

b) Espacios con carga interna alta: espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

Métodos de cálculo:

Existen dos métodos de cálculo para la obtención de la demanda energética de los edificios:

- Método simplificado:

Tiene como objeto limitar la demanda energética de los edificios, de una manera indirecta, mediante el establecimiento de determinados valores límite de los parámetros de transmitancia térmica, limitar la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos, limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios; y limitar en los edificios de viviendas la transmisión de calor entre las unidades de uso calefactadas y las zonas comunes no calefactadas.

Puede utilizarse la opción simplificada cuando simultáneamente la superficie de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie; y cuando la superficie de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

Sin embargo, esta opción no contempla la inercia térmica, factor fundamental en los edificios preexistentes, puesto que su espesor, junto con la ventilación cruzada que ofrecen los huecos, confiere al interior unas condiciones de confort adecuadas.

- Método general:

Comprende los siguientes aspectos:

- Limitar la demanda energética de los edificios de una manera directa, evaluando dicha demanda mediante el método de cálculo especificado en 3.3.2 del CTE-DB-HE.
- Limitar la presencia de condensaciones en la envolvente térmica, según el apartado 2.2 del CTE-DB-HE.
- Limitar las infiltraciones de aire para las condiciones establecidas en 2.3.

El método de cálculo que se utilice para demostrar el cumplimiento de la opción general se basará en cálculo hora a hora, en régimen transitorio, del comportamiento térmico del edificio, teniendo en cuenta de manera simultánea las sollicitaciones exteriores e interiores y considerando los efectos de masa térmica.

El método de cálculo de la opción general se formaliza a través de un programa informático oficial o de referencia que realiza de manera automática los aspectos mencionados en el apartado anterior, previa entrada de los datos necesarios.

Para la utilización del método de cálculo, es necesaria la descripción del edificio. Se debe disponer de los siguientes datos:

- Situación, forma, dimensiones de los lados, orientación e inclinación de todos los cerramientos de espacios habitables y no habitables. De igual manera se precisará si están en contacto con aire o con el terreno.
- Longitud de los puentes térmicos, tanto de los integrados en las fachadas como de los lineales procedentes de encuentros entre cerramientos.
- Para cada cerramiento, la situación, forma y las dimensiones de los huecos (puertas, ventanas, lucernarios y claraboyas) contenidos en el mismo.
- Para cada hueco, la situación, forma y las dimensiones de los obstáculos de fachada, incluyendo retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales y cualquier otro elemento de control solar exterior al hueco.
- Para las persianas y cortinas exteriores no se definirá su geometría sino que se incluirán coeficientes correctores de los parámetros de caracterización del hueco.
- La situación, forma y dimensiones de aquellos obstáculos remotos que puedan arrojar sombra sobre los cerramientos exteriores del edificio.

## 5.2.3. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

Características exigibles a los productos:

Los edificios se caracterizan térmicamente a través de las propiedades higrotérmicas de los productos de construcción que componen su envolvente térmica.

Se distinguen los productos para los muros y la parte ciega de las cubiertas, de los productos para los huecos y lucernarios.

Los productos para los muros y la parte ciega de las cubiertas se definen mediante las siguientes propiedades higrotérmicas:

- la conductividad térmica  $\lambda$  (W/mK);
  - el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ .
- En su caso, además se podrán definir las siguientes propiedades: - la densidad  $\rho$ (kg/m<sup>3</sup>);
- el calor específico  $C_p$  (J/kg·K).



Los productos para huecos y lucernarios se caracterizan mediante los siguientes parámetros:

- La parte semitransparente del hueco queda definida por:
  - la transmitancia térmica  $U$  ( $W/m^2K$ )
  - el factor solar,  $g$ .
- Marcos de huecos (puertas y ventanas) y lucernarios por:
  - la transmitancia térmica  $U$  ( $W/m^2K$ )
  - la absortividad  $a$

Los valores de diseño de las propiedades citadas se obtendrán de valores declarados para cada producto, según marcado CE, o de Documentos Reconocidos para cada tipo de producto.

En el pliego de condiciones del proyecto debe expresarse las características higrotérmicas de los productos utilizados en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio. Si éstos están recogidos de Documentos Reconocidos, se podrán tomar los datos allí incluidos por defecto. Si no están incluidos, en la memoria deben incluirse los cálculos justificativos de dichos valores y consignarse éstos en el pliego.

En todos los casos se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001. En general, y salvo justificación los valores de diseño, serán los definidos para una temperatura de  $10^{\circ}C$  y un contenido de humedad correspondiente al equilibrio con un ambiente a  $23^{\circ}C$  y 50 % de humedad relativa.

#### Características exigibles a los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica:

Las características exigibles a los cerramientos y particiones interiores son las expresadas mediante los parámetros característicos de acuerdo con lo indicado en el apartado 2 del Documento Básico.

El cálculo de estos parámetros deberá figurar en la memoria del proyecto. En el pliego de condiciones del proyecto se consignarán los valores y características exigibles a los cerramientos y particiones interiores.

#### Control de recepción en obra de los productos:

En el pliego de condiciones del proyecto se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.

Debe comprobarse que los productos recibidos:

- corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto
- disponen de la documentación exigida
- están caracterizados por las propiedades exigidas
- han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.

En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

### 5.3. RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

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

### 5.4. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE LA ILUMINACIÓN

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

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

- Edificios de nueva construcción.
- Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a  $1.000 m^2$ , donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- Edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificios independientes con una superficie útil total inferior a  $50 m^2$ .
- Interiores de viviendas.

En los casos excluidos en el punto anterior, en el proyecto se justificarán las soluciones adoptadas, en su caso, para el ahorro de energía en la instalación de iluminación.

Se excluyen, también, de este ámbito de aplicación los alumbrados de emergencia.

#### 5.4.1. SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización; para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos.

- Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario.

#### 5.4.2. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEL, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras acciones, las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, la limpieza de luminarias con la metodología prevista y la limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria. Dicho plan también deberá tener en cuenta los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

#### 5.5. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

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

Estas consideraciones se tienen en cuenta en la memoria de instalaciones en el apartado de agua caliente sanitaria.

#### 5.6. CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

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

Estas consideraciones se tienen en cuenta en la memoria de instalaciones en el apartado de electrotecnia.