

INTRODUCCIÓN

El tema a desarrollar en este Proyecto Final de Carrera es una Biblioteca Municipal en Borbotó, pedanía ubicada en L'Horta Nord de Valencia.

El entorno inmediato de Borbotó es de huerta, y al Oeste con con Burjassot, al Norte con Moncada, al Sur con Valencia y al Este con Carpesa, separada por la carretera de Moncada. El núcleo urbano de Borbotó se puede considerar como una isla tranquila, con silencio en sus calles y familiaridad entre sus habitantes, rodeada de huerta, aunque esta circunstancia podría verse modificada por el crecimiento urbano descontrolado, especialmente de la capital por el sur.

Borbotó carece de equipamientos dotacionales, depende de otros núcleos para la vida cotidiana de sus habitantes, al igual que Carpesa. Con este programa de este proyecto se pretende dar respuesta a las necesidades de índole lúdico-cultural de la zona, implementando Borbotó como foco cultural de la zona.

La parcela del proyecto es un área de aproximadamente 8.200 m², situada al este de Borbotó, en el límite del tejido urbano con la huerta. Conectada por medio de viales secundarios con la carretera de Moncada.

Así el proyecto ha de dar respuesta a diferentes escalas. Como equipamiento cultural de la zona a la conectividad y la escala territorial. Como edificación que se inserta en un núcleo urbano, a la relación con el tejido preexistente, y la transición o límite de éste con la huerta, la escala urbana. Y en sí mismo, el proyecto ha de trabajarse en las diferentes escalas arquitectónicas para que cumpla dignamente su función de servicio comunitario.

Además, ya que es un proyecto teórico y de ámbito académico, he querido investigar las posibilidades que ofrece la madera como material estructural bajo el marco legislativo de España, específicamente el Código Técnico de la Edificación.

A large, light gray, stylized number '2' graphic that serves as a background for the page content. It is composed of two main curved shapes: a large loop on the left and a smaller loop on the right, both with a thick, uniform stroke.

ARQUITECTURA Y LUGAR

- 2.1 Análisis del territorio
- 2.2 Idea, medio e implantación
- 2.3 El entorno. Construcción de la cota 0

2.1. ANÁLISIS DEL TERRITORIO

Borbotó es una pedanía de Valencia, situada a unos 6 Km al norte de ésta, y se accede a ella a través del camino de Moncada. Limita con las pedanías de Benifaraig (norte), Carpesa (este), Poble Nou (sur) y los municipios Godella y Burjasot (oeste). Se encuentra dentro de lo que se denomina L'Horta Nord de Valencia.

Según los datos del INE, en 2009 Borbotó tenía 742 habitantes. Su extensión es de 141 Ha, que prácticamente en su totalidad son huertas, lo que confiere al pueblo de una riqueza extraordinaria de colorido y un paisaje horizontal tranquilo y sosegado.



2.1.1 ANÁLISIS TERRITORIAL

El entorno de trabajo está situado en la zona de L'Horta Nord, incluida dentro del área metropolitana de Valencia. Carpesa, Borbotó, Benifaraig y Poble Nou son pequeños núcleos urbanos que están aislados y rodeados de huerta, y han sufrido un escaso desarrollo urbano. Esto se debe a la falta de un viario conector importante y de infraestructuras dotacionales.

Otros poblados del entorno han tenido un mayor crecimiento, debido a la implantación de equipamientos y mejora de las infraestructuras conectoras con Valencia, y tienen una estructura y jerarquía viaria más clara. Son los casos de Moncada, Alfara del Patriarca, Godella y Burjassot donde existen instalaciones universitarias.



La huerta es un paisaje horizontal, de grandes visuales, que está dividido en pequeñas parcelas pertenecientes a muchos propietarios. Así la huerta se percibe como un tapiz con gran variedad cromática y texturas variadas, que cambian según la época del año y sus cultivos correspondientes. Creando un paisaje cambiante dentro de un orden.

En la actualidad el crecimiento urbano de Valencia y los pueblos adyacentes se ha producido sobre el tejido de la huerta, con la consecuente extinción de esta. En el caso de Borbotó y Carpesa, la huerta se ha mantenido prácticamente intacta.

C) Red de acequias

Existe una gran red de acequias que da la cobertura a los distintos huertos que definen el tapiz agrícola existente. Las acequias se ordenan por una jerarquía en sección, habiendo tanto acequias principales como secundarias, al igual que en los viarios. La real acequia de Moncada, riega la mayor parte de la orilla izquierda del río Turia, desde Paterna hasta Puzol. De ella proceden las principales ramales que riegan las huertas de las pedanías de Carpesa y Borbotó, como la acequia de la Font o la de Tormos, que atraviesa el norte de Borbotó y bordea el núcleo principal de Carpesa.

El paisaje de la huerta se rompe por este sistema de acequias, cuya existencia es indispensable para los cultivos. Esta infraestructura es muy importante, ya que condiciona el parcelario de cultivo, la ubicación de las alquerías y núcleos dispersos.



A) Clima

El clima es mediterráneo debido a su localización geográfica cercana a la costa Mediterránea. Se trata de un clima templado, que se caracteriza por un intenso y largo período estival. Las precipitaciones medias anuales varían entre los 400-600 mm./m². El período seco dura unos 5-6 meses. Las temperaturas son moderadas y la oscilación térmica anual escasa. La temperatura más fría suelen darse en enero con una media de 11°C, mientras que el mes más cálido es en agosto con una temperatura media de 28 °C. La temperatura media es de 19 °C.

B) Unidad Paisajística: La huerta

El clima templado, la topografía llana y la abundancia de regadíos, implantados durante el período musulmán, son las causas de una agricultura hortícola de frutos tempranos, a base de patatas, lechugas, alcachofas, acelgas, cebollas...

Los cultivos de huerta se logran en rotaciones intensivas muy variadas que producen tres cosechas anuales, lo que exige muchas labores, frecuentes riegos y un escrupuloso abonado. El aspecto del campo en cualquier tiempo es un mosaico de variadas formas y colores en los que alternan coles, alcachofas, patatas, cebollas, tomates, pimientos, judías, lechugas, melones, sandías y una gran variedad de todas éstas. Ocasionalmente se ha cultivado también tabaco, algodón y en algunas zonas chufa o cacahuete. Actualmente también hay parcelas destinadas al cultivo de árboles frutales, especialmente cítricos. Además existe una vegetación adventicia muy variada en la que destacan el cardo espinoso, la borraja (*Borraja officinalis*), la escroglaria, el hinojo (*Foeniculum vulgare*) el sondus o el llieso.

2.1.2. ANÁLISIS HISTÓRICO - EVOLUCIÓN

Antiguamente fue una alquería musulmana conquistada por el Rey Jaime I en 1238 y entregada al caballero Guillem de Caportella con el nombre de "Borbatur". Este la donó a la Orden del Temple en 12 de noviembre de ese mismo año. Años más tarde, el 30 de agosto de 1265, los caballeros templarios otorgaron la Carta Puebla a unos familias cristianas para repoblar, cultivar los campos y atender las casas donadas. Entre estas familias destaca la de Guillem Miró.

En el 1312, se disuelve la Orden del Temple y sus posesiones, entre las que estaba el señorío de Borbotó, pasaron a formar parte de la Orden de Montesa. Así, el Mestre de Montesa tendría la jurisdicción civil y criminal sobre este hasta 1812, cuando las Cortes de Cádiz suprimieron los señoríos.

El 12 de diciembre de 1888, por deseo de los vecinos, Borbotó se integra al término municipal de la ciudad de Valencia. Quedando así enclavado entre Godella y Carpesa, cerca del camino de Moncada y rodeado completamente por la huerta valenciana.



A) Economía

La ocupación de la mayoría de la población se dedica a la agricultura. La huerta de Borbotó es regada por la real acequia de Moncada, y en ella se cultivan cebollas, tomates, patatas, pimientos, melones, lechugas, zanahorias, calabazas, y cítricos, especialmente el naranja.

B) Crecimiento Demográfico

Históricamente, ha sido un núcleo poco poblado, pero siempre vinculado a Carpesa. En 1646 Borbotó tenía 50 casas, número que se duplicó a finales del siglo XVIII, contando con unos 600 habitantes. La población de Borbotó ha ido manteniéndose, con pequeños altibajos, a lo largo de todo del siglo XX, pero en la actualidad tiene una ligera tendencia a la baja.

AÑO	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1981	1986	2001	2005	2009
POBLACIÓN	655	631	604	765	927	806	697	758	772	800	791	742

2.1.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

A) Viario

Se distingue claramente un viario principal norte-sur, el antiguo camino de Moncada, que une dicho municipio con Valencia. Las poblaciones que se encuentran próximas al camino son pequeños núcleos, como Borbotó y Carpesa, que deben su existencia a las antiguas alquerías musulmanas.

El trazado urbano de Borbotó se caracteriza por un tejido medieval de calles estrechas y retorcidas, con manzanas compactas, que se genera por los caminos de huerta, condicionados por el parcelario y la red de acequias. Aunque podemos observar las primeras trazas de regularización viaria, que no se han consolidado debido a la escasa construcción y crecimiento en la pedanía.

La jerarquía viaria se establece por la localización, que no corresponde con los tipos de secciones. Por ejemplo, el Camino de Moncada tiene dos carriles de sección variable, el mismo tipo que los viarios secundarios que pinchan a aquel para acceder tanto a Borbotó como a Carpesa. En el núcleo urbano de Borbotó tampoco encontramos de ejes claros de trazado observando secciones de los viarios, pues estas cambian sin que se produzcan cruces de calles. Si estudiamos el origen de los viales podemos saber cuales son los principales, ya que estos nacen en las plazas y conectan con el exterior.

Así, podemos decir que existen dos ejes:



- *Este - Oeste*: formado por las calles Doctor Constantino Gómez, la plaza Moreral y el camino Borbotó-Godella.

- *Norte - Sur*: formado por el camino a Massarrochos, calle Marqués de Laconi quebrada para unir las dos plazas del pueblo, la del Moreral y la de la Patrona.

B) Usos del Suelo

Hay dos usos bien diferenciados, el residencial que prácticamente ocupa todas las parcelas edificadas, aunque presenta equipamientos puntuales, y el uso de cultivo, que existe en aquellas parcelas en las que no se tiene edificación. También hay pequeñas áreas con uso industrial y dotacional.

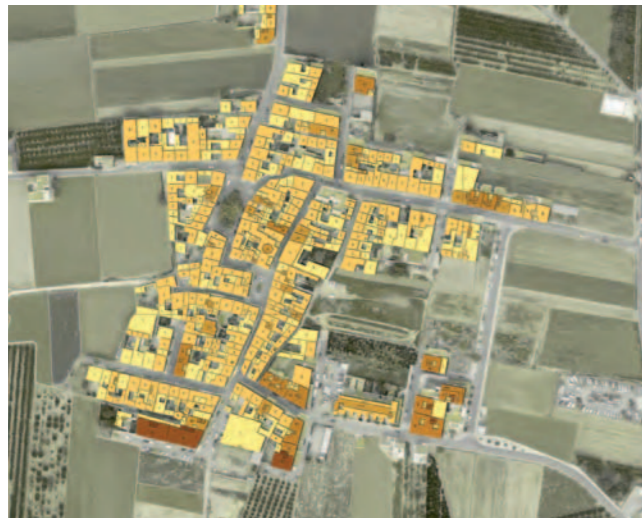
C) Parcelación

Existen dos tipos de parcelaciones, la urbana y la de la huerta. La *parcelación urbana* es rectangular, de 10 m de fachada por treinta metros de profundidad, con patios interiores centrales. La *parcelación de la huerta* es también rectangular, de aproximadamente treinta y cinco por noventa, siendo característico en este paisaje las alquerías, que salpican el terreno, siempre próximas a las parcelas, y formando, en determinadas ocasiones agrupaciones de escasa entidad.



D) Edificación

Se trata de un núcleo muy reducido, con grandes espacios vacíos céntricos, que acogerían el futuro crecimiento, hoy en día muy escaso, si no nulo.



La morfología es irregular en su mayoría, respondiendo al sistema de crecimiento musulmán de adición (se añaden viviendas, se toman prestados espacios y se crea con ello un trazado desordenado). Se puede establecer la hipótesis de que el origen de Borbotó se produjo entorno a alguna alquería, cuyos patios o accesos se transformaron en plazas, conforme se fue edificando en su perímetro.

Pero hay claras intenciones de regularización morfológica, como se puede ver en cambio de escala en los nuevos viarios y edificaciones más recientes.

Tipologías edificatorias existentes:

- Casas tipo alquería
- Viviendas de ladrillo, tipología de huerta valenciana
- Viviendas adosadas en hilera.
- Bloques de vivienda en manzana compacta

E) Equipamientos

El pueblo consta de muy pocos servicios, y depende principalmente de Valencia. Como equipamientos podemos destacar la oficina municipal y la Iglesia, cada una sita en una plaza.



CONCLUSIONES

Debilidades

- Carencia de borde urbano nítido.
- Falta de equipamientos básicos (educación y salud) y la dependencia de otros núcleos urbanos.

Amenazas

- La transformación de Borbotó en pueblo dormitorio de Valencia y el desarrollo urbanístico.

Fortalezas

- Economía basada en la huerta, lo que hace que esta pueda seguir manteniéndose intacta como tal.
- Proximidad a Valencia
- Centro histórico homogéneo
- Entorno de huerta.

Oportunidades

- En estos momentos de crisis, se puede reflexionar sobre el futuro de Borbotó y las medidas a tomar, con el fin de crear un modelo de desarrollo urbanístico, que sea sostenible social, económica y medioambientalmente.
- La existencia de vacíos urbanos que pueden soportar las edificaciones necesarias.



2.2. IDEA, MEDIO E IMPLANTACIÓN

El edificio de la biblioteca se plantea como un detonante de actividad social y urbana en Borbotó, así como un referente para la población.

Se ha elegido para su implantación un gran vacío urbano muy próximo al centro urbano, de modo que toda la edificación quede dentro de los límites urbanos y no invada las parcelas de uso agrícola. Para conectar dicho espacio con el centro urbano se propone la apertura de una calle, por el punto elegido sólo se vería afectada una propiedad privada.

El edificio se concibe como un elemento independiente que pone orden, serenidad y armonía en un entorno caótico, heterogéneo y carente de interés arquitectónico, para ello he recurrido a un volumen sencillo y compacto. Este volumen se erige como un hito que articula el espacio urbano para crear diversos espacios cívicos, con diversas proporciones, usos y contención.

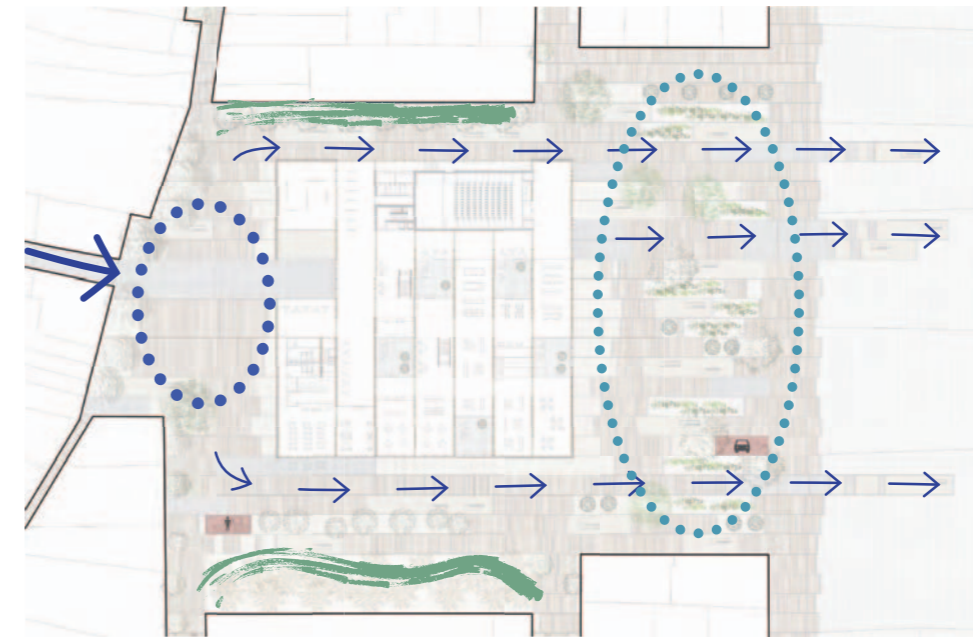


Con la inserción del edificio se pretende acotar los espacios urbanos colindantes, con el fin de generar una plaza cívica, a modo de réplica y seriación con las dos existentes, y crear un cuarto espacio de colmatación de espacio urbano, que a la vez se relacione con la huerta, poniéndose en valor mutuamente. quedan dos ámbitos de transición con carácter propio.

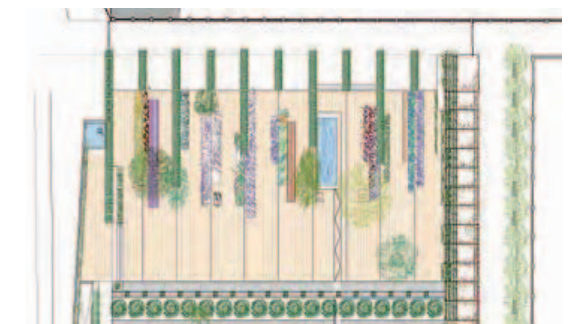
El proyecto urbano que acompaña al proyecto de la biblioteca se expande hacia el interior de Borbotó, de modo que sea una intervención conjunta y que mediante una estrategia se resuelven los puntos de contacto. Así, en todos los puntos de acceso hacia lo que es el casco histórico se coloca un pimentero, identificando así los accesos. El tratamiento del pavimento y vegetación caracteriza los distintos espacios creando una gradación desde lo urbano a lo natural.

A nivel urbanístico cabe destacar la intención de crear diferentes tipos de espacios en torno al edificio. Se crean una serie de plazas que se destinan a diferentes usos en función de la orientación de las mismas, del uso que se quieren dar y de los límites con nuestro edificio, pero en todas ellas utilizando el mismo tipo de pavimento y vegetación.

En el acceso principal del edificio, que se produce al este de la parcela se crea una plaza dura, recogiendo a la gente que accede de forma peatonal por 3 puntos (norte, sur y este), dándole una mayor importancia a la este porque es la calle que viene de la plaza central del pueblo y es la que, se supone, va a recoger mayor volumen de gente.



En la zona oeste de la parcela, se produce una paulatina transición entre la plaza dura y urbana con el verde de la huerta introduciéndose en ella como parte de su misma retícula. Se plantean diferentes estancias, intercalando zonas de sombra con bancos, como zona más tranquila, con zonas de juegos infantiles. Abarcando también las salidas peatonales del aparcamiento situado en el sótano de la biblioteca. Los dos referentes principales son el Parque de la barbera del aragonés, Vam 10 arquitectos. y El Jardín de las Hespérides.



Por lo que respecta a la zona sur, se ha tratado que fuera una zona dinámica de paso, ya que en ella se produce el encuentro entre el acceso principal y la terraza de la cafetería, por lo que se presupone que será una zona con gran vida, de relación social entre jóvenes y adultos.

El frente con la huerta se trata como si de un borde fluvial o marítimo se tratase, el proyecto queda a una cota superior y se proyectan unos miradores sobre la huerta. No es un río, a veces huele mal y está invadida por naves y almacenes, pero es una unidad paisajística sustentada por un recurso económico que se está perdiendo y que hay que proteger, considero que este es un modo de ponerla en valor. El referente expuesto es el Parque Verde del Mondego, Coimbra, de Camilo Cortesão.



2.3 EL ENTORNO. CONSTRUCCIÓN DE LA COTA 0.

Se ha trabajado el espacio exterior de la parcela y el entorno inmediato como una parte más del proyecto. Adoptando la misma métrica. El proyecto urbanístico está relacionado con el arquitectónico, en el que hay que armonizar las distintas realidades existentes y crear espacios con carácter propio que se identifiquen dentro del conjunto de la propuesta. El edificio servirá como referente de orientación en todo caso.

Con pocos elementos y una estrategia se generan los diferentes espacios, siempre identificables como parte de la propuesta. El origen de cada uno de estos espacios es dar respuesta a las diversas situaciones y problemas, además de la generación de áreas que por si solas puedan acoger actividades.

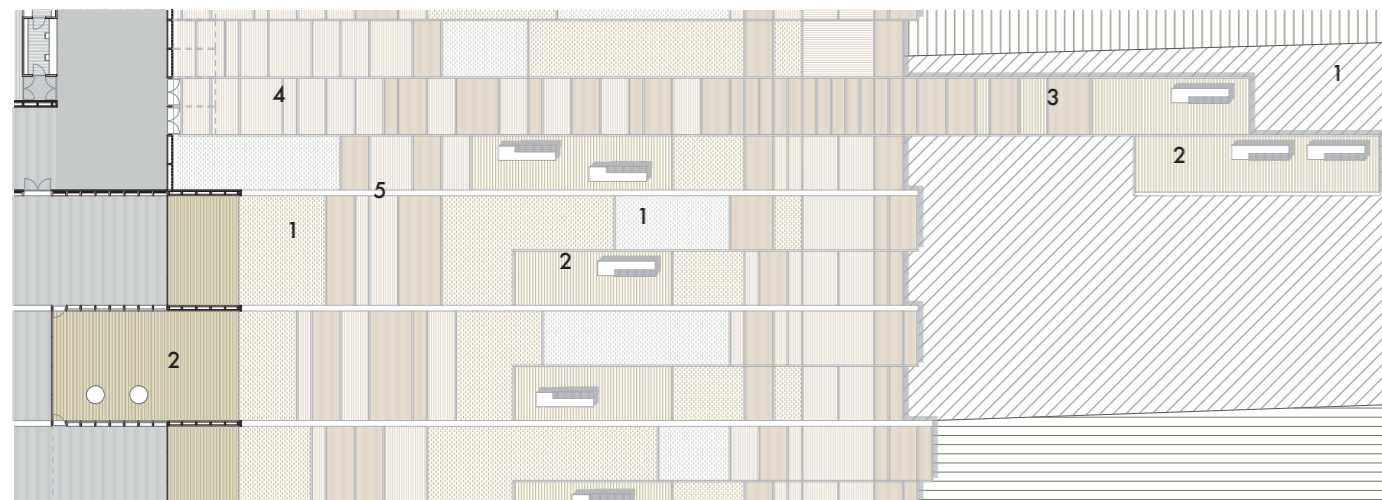
Así, con las diferentes texturas, la disposición y características de la vegetación, la implementación de mobiliario urbano se pretende crear espacios con caracter propio, que se identifiquen dentro del conjunto de la propuesta.

La pamiento se compone con bandas de 8 y 4 metros de ancho, que direccionan la intervención hacia la huerta, con el fin de conectar esta con el tejido urbano. En el interior de cada banda y con modulo de 1 m, se genera un ritmo de diversas texturas, que se adaptan a la función o características deseadas para cada lugar. Así, con las diferentes texturas, la disposición y características de la vegetación, la implementación de mobiliario urbano se consigue crear espacios con caracter propio, que se identifiquen dentro del conjunto de la propuesta.

2.3.1. PAVIMENTACIÓN

El proyecto urbano pretende crear una transición de lo natural a lo artificial, y para ello empleo cinco materiales que van pautando y delimitando las diferentes situaciones de espacio público. La tierra se encuentra presente en todo el entorno de la huerta, y considero adecuado introducirla en el proyecto como un elemento más digno de contemplación y no reducida a pequeños alcorques que en algunos casos ni siquiera satisface su propósito. Para el conjunto del proyecto se ha optado por el uso de hormigón por su economía y buena adecuación a las necesidades requeridas. Utilizo dos acabados diferentes, lavado y rallado, para dar ritmo a los espacios de transición e indicar la gradación natural-artificial, empleando más el lavado al aproximarnos a la huerta, ya que tiene un grano similar a esta y en el centro histórico el rallado. En los lugares singulares se dispone piedra calcarea gris, ya que tiene un color similar al hormigón empleado, pero con un acabado de despiece que se utiliza a modo de alfombra para recoger a los usuarios de la biblioteca. Este material también lo empleamos para marcar los ejes (10+20+10) y despieces del hormigón (10).

En los espacios que son de contemplación, lectura, conversación he empleado tarima de lapacho (ipé), la misma que en los patios de la biblioteca, creando rincones que recogen funciones similares a la biblioteca. Relacionándolos a esta tanto funcional como estéticamente.



2.3.2. ILUMINACIÓN

La iluminación se dispone sobre las bandas longitudinales de piedra calcarea gris de 10 y 40 cm de ancho.

Poste y luminaria de la serie Lavinia de iGuzzini

Se elige tan solo esta luminaria por la versatilidad que aporta. Ya que el poste puede dar servicio a 1 o 2 luminaria Lavinia, que a su vez se pueden inclinar con el grado deseado, y cuya altura es variable. Con este modelo podemos resolver los diferentes casos de nuestro proyecto.

Baliza Midipoll de LED de Erco (33334)

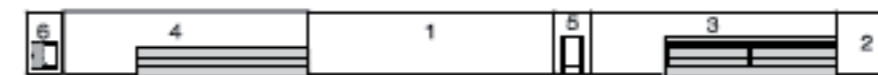
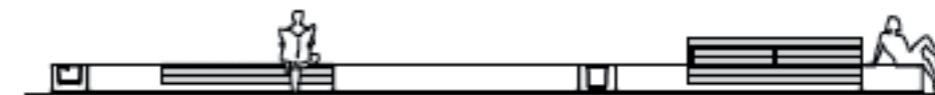
La baliza Midipoll ilumina garantiza la iluminación del suelo de los recorridos y caminos, pero también sirve como elemento guía y estructurador del espacio tanto de día como de noche, porque el soporte de aluminio está formado por cuatro parabolos, que reciben una luz tenue. Irradia hacia abajo, distribuyéndose en sobre el suelo en un haz extensivo de 360°, evitando el deslumbramiento al no emitir luz dispersa por encima del plano del horizonte. 9W 580 lm 300K blanco cálido.



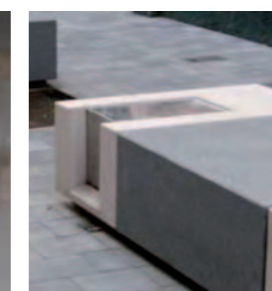
2.3.3 MOBILIARIO URBANO

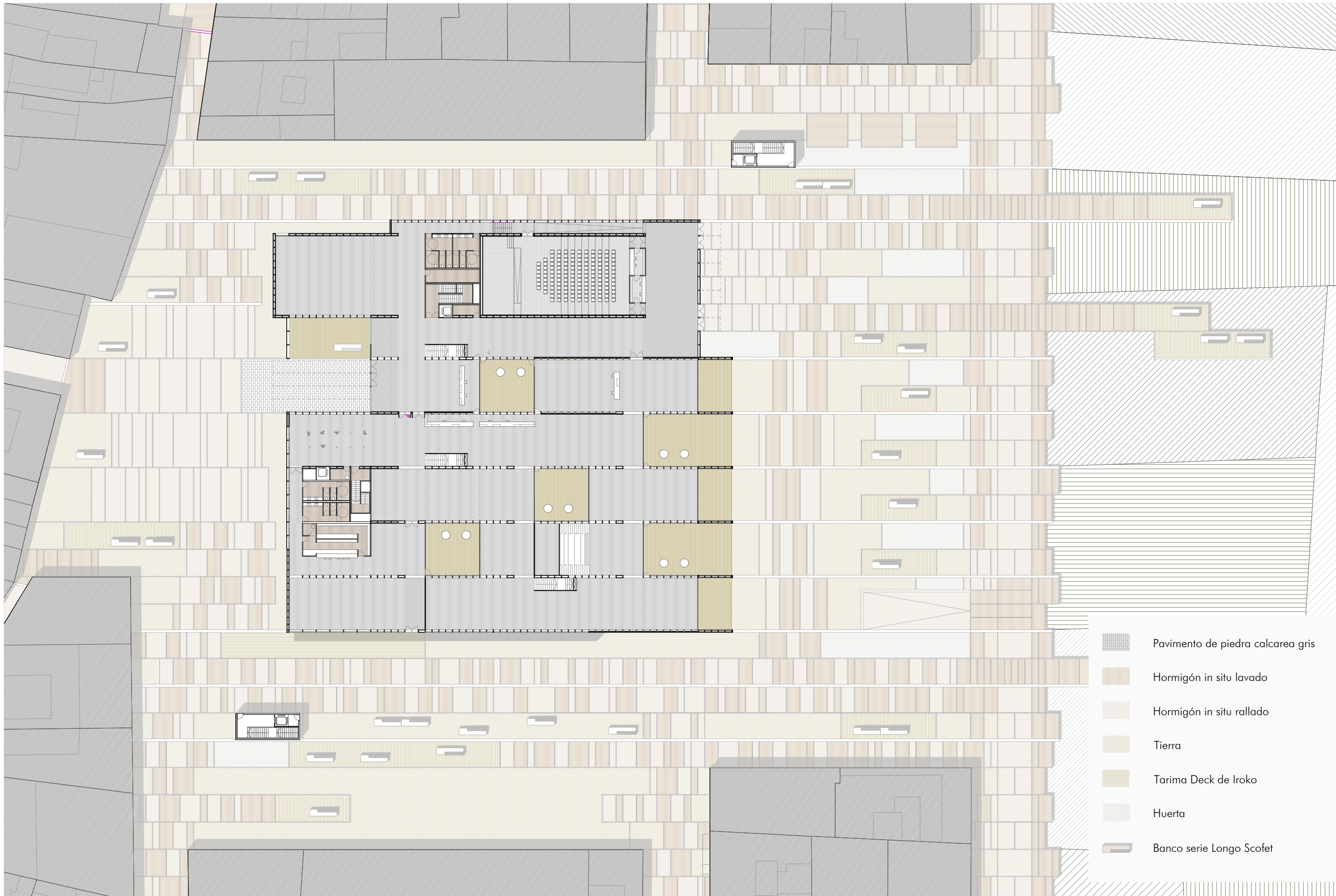
Bancos, papeleras, fuentes de la serie Longo de Ecofet








SOPORTE	hormigón
COLOR	gris CA / beige
ACABADO	decapado
ASIENTO	madera de bolondo / Pino de Flandes
ACABADO	pino tratado al autoclave
COLOCACION	apoyado sin anclajes
PESO	banca 2650 kg / banca madera 2660 kg
	banco madera 2670 kg
	cubo 660 kg
	papelera 555 kg
	cenicero 575 kg



- 1 BANCA
- 2 CUBO
- 3 BANCO MADERA
- 4 BANCA MADERA
- 5 PAPELERA
- 6 CENICERO
- 7 FUENTE (externa)





-  Pavimento de piedra calcarea gris
-  Hormigón in situ lavado
-  Hormigón in situ rallado
-  Tierra
-  Tarima Deck de Iroko
-  Huerta
-  Banco serie Longo Scofet

1 : 500 0M 5M 10M 20M 30M 40M 50M ☺ N

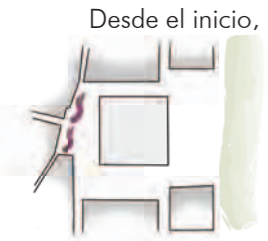
2.3.4 VEGETACIÓN

Este apartado surge como consecuencia de considerar las zonas verdes como un elemento más, que contribuye a la definición del proyecto.

En la elección de las distintas especies vegetales en el proyecto se ha tenido en cuenta la no exigencia de un mantenimiento especializado de cada tipo de vegetación, su adaptación al suelo, al clima mediterráneo y a las condiciones de riego, así como la pretensión de crear con los espacios verdes una red de estímulos aromáticos y cromáticos. Las especies seleccionadas para este proyecto son especies autóctonas de esta zona o de fácil adaptabilidad a él.

La descripción de las especies vegetales abarca tanto las características morfológicas y ornamentales. En el apartado de exigencias, se indican las necesidades de tierra, agua, temperatura y soleamiento de la especie a la que se hace referencia. En el apartado hojas, color, altura y diámetro, se intenta dar la máxima información con el fin de visualizar la forma global de cada una de las especies. Por otro lado, en el apartado de crecimiento se hace referencia al tiempo necesario para que la planta alcance su desarrollo máximo, siendo un desarrollo rápido entre 5 y 15 años, uno medio entre 15 y 25, y uno lento de más de 25 años.

A) Plaza Cívica



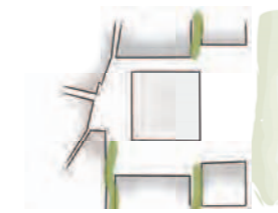
Desde el inicio, la intervención fue considerada como el remate de la secuencia generada por los espacios públicos más importantes de Borbotó. De esta manera, el entorno del proyecto formaría parte del conjunto constituido por la plaza de la Oficina de Registro, la plaza de la Iglesia y el espacio público de la Biblioteca.

Para marcar el acceso a la nueva intervención, se ha creado un pórtico vegetal a base de **Jacarandas**. La copa del jacarandá no es completamente densa, convirtiéndose en un singular filtro de luz natural, matizada por las tonalidades azul-violáceas de su floración. Es una especie caduca, generando semisombra en los meses más cálidos y siendo reconocida en invierno por su fruto, en forma de cápsulas redondeadas.

Se crea una transición desde un espacio comprimido en horizontal, formado por las calles urbanas de Borbotó y un tamiz comprimido verticalmente por los jacarandás; a un espacio dilatado, que conforma la plaza cívica, donde se descubre el edificio de la biblioteca en toda su amplitud.

Al sur de esta plaza cívica se encuentra un **Falso pimentero**, especie utilizada para generar fondos de perspectiva importantes para la intervención. El falso pimentero es perenne y de rápido crecimiento, por lo que logra cumplir la función a que ha sido destinado con prontitud. Es un árbol de gran porte, ornamental y que dota de sombra, convirtiéndose en un punto de referencia de la plaza en los meses de verano.

B) Accesos secundarios

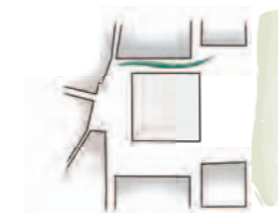


Para estos recorridos se ha optado por la combinación de dos especies caducifolias: el **ciruelo rojo** y la **acacia de tres espinas**. Durante los meses más fríos, las dos especies pierden su follaje lo que favorece la entrada de sol en las calles de menor anchura.

El ciruelo rojo es uno de los primeros árboles europeos en florecer. Su floración es muy abundante y se cubre de tonos rosáceos al final del invierno, convirtiéndose en un verdadero espectáculo.

Por otro lado, la acacia de tres espinas es un árbol de crecimiento rápido que florece en invierno., aunque a finales de la primavera aparecen las flores color crema; de forma que junto con el prunus, se crea una dinámica alternada de color y textura en los meses cálidos. La gleditsia es una especie de altura, por lo que aporta sombra a los recorridos.

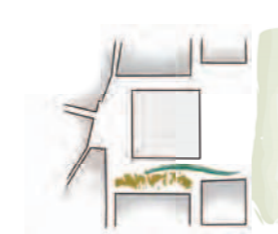
C) Transición norte



Este recorrido lateral de la biblioteca se vegeta con una única especie, la **acacia de tres espinas**, utilizada también en los accesos secundarios. Al utilizar la misma especie, el usuario asocia este espacio como una transición hacia accesos principales, dispuestos a este y oeste del edificio.

Como función secundaria, debido a su frondosidad, la acacia cubre la medianera de los edificios preexistentes.

D) Transición sur



La peculiaridad de este espacio es la presencia del **palmeral existente**. La intención ha sido en todo momento, preservar este palmeral y su cualidad, al ser considerado un elemento de valor preexistente.

Por este motivo se ha elegido trabajar con una única especie, el **ciruelo rojo**, con el fin de generar una escenografía visual que no compita con el palmeral, sino que lo refuerce y matice. Por la altura del ciruelo se genera una perspectiva a dos niveles visuales. El palmeral, telón de fondo de la visual, ayuda a exaltar el colorido del ciruelo y ofrece al usuario unas condiciones ambientales muy diferentes a las del resto de la actuación.

E) Parque urbano



































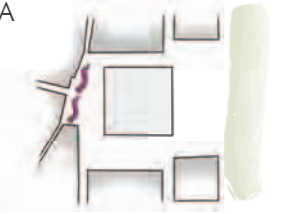
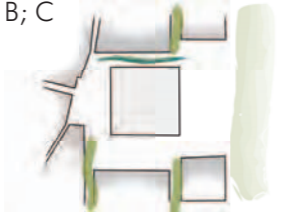
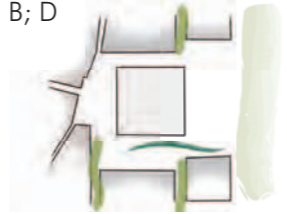


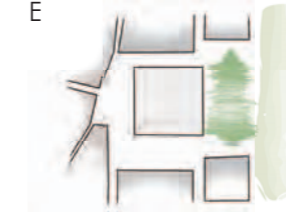

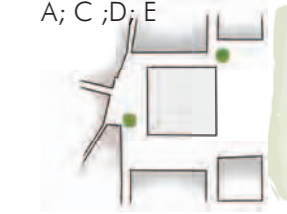
















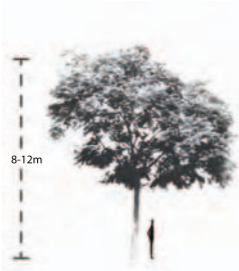
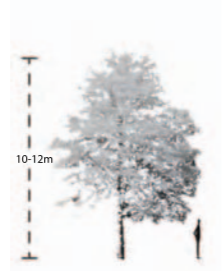

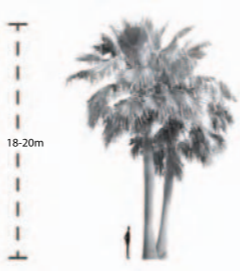
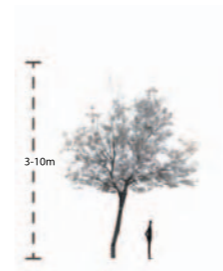
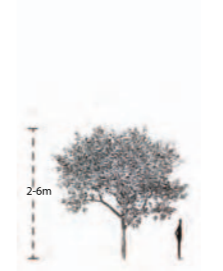
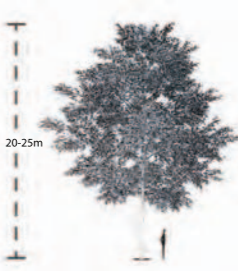
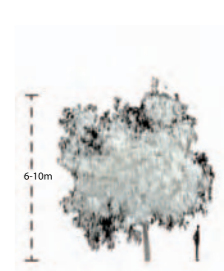

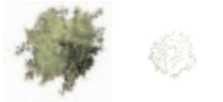




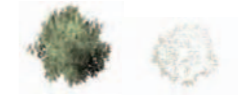

La transición entre el espacio público urbano y el paisaje cultural de la huerta es sin duda fundamental en el proyecto.

La zona este de la parcela no es únicamente por donde podemos acceder al salón de actos, sino que es el espacio que con su pavimentación y vegetación invita al visitante a aproximarse a la huerta, a conocer sus especies y cualidades.

La actuación propone una mezcla de especies que cumplen diversas funciones. Como ya se ha comentado anteriormente, ciertas especies vegetales dotan al espacio de un hito, de un elemento de referencia visual. En este sentido, aparecen especies como el **Falso Pimentero**, la **Tilo Europeo**, y la **Mimosa**. Estos tres ejemplares aportan condiciones de sombra, color y frescura diferentes, de forma que el amplio parque urbano va matizándose y generando pequeños rincones.

Aparecen otro tipo de especies que nos acercan al concepto de matriz agrícola mediterránea: el **Naranja dulce**, tan propio de la agricultura valenciana; y una serie de arbustivas aromáticas que aluden al **sotobosque y matorral mediterráneo**: la lavandula angustifolia (espliego), el Rosmarinus officinalis (romero), el Teucrium fruticans (olivilla, salvia) y el Nerium oleander (adelfa), ruga, entre otras.



Especie	Jacaranda <i>Jacarandas mimosifolias</i>	Acacia tres espinas <i>(Gleditsia triacanthos)</i>	Ciruelo rojo <i>(Prunus cerasifera)</i>	Palmera datilera <i>Phoenix dactylifera</i>	Mimosa común <i>(Acacia dealbata)</i>	Naranja Dulce <i>Citrus sinensis</i>	Tilo <i>Tilia cordata</i>	Falso Pimiento <i>Schinus molle</i>
Origen	América del Sur	América del Norte	Europa Central, Oeste Asia	Norte de África	Australia	China	Europa	América del Sur
Crecimiento	Mediano - Rápido ↑↑	Rápido ↑↑↑	Rápido ↑↑↑	Lento ↑↑	Rápido ↑↑↑	Lento ↑	Lento ↑	Rápido ↑↑↑
Hoja	Caduca 	Caduca 	Caduca 	Perenne 	Perenne 	Perenne 	Caduca 	Perenne 
Altura (m)	8 - 12	4 - 6	4 - 6	18 - 20	3 - 10	3 - 6	20 - 25	6 - 10
Diámetro (m)	4 - 6	4	8 - 10	8	4	2 - 4	20 - 25	4 - 6
Sombra	Sombra semidensa 	Densa 	Semidensa 	Semidensa 	Densa 	Poco densa 	Densa 	Sombra densa 
Soleamiento	Alta Exposición 	Semisol 	Semisombra 	Alta Exposición 	Alta Exposición 	Alta exposición 	Exposición media 	Alta Exposición 
Color	Flor: azul violáceo 	Verde y amarillento (segunda floración) Fruto: marrón 	Hoja: Rojo Flor: rosáceo 	Verde 	Flor: Amarillo 	Flor: Blanca Fruto: Naranja 	Verde 	Verde Flor: blanca Fruto: rojo 
Zona de uso	A 	B; C 	B; D 	D 	E 	E 	E 	A; C ;D; E 
								
								
Imagen	 8-12m	 10-12m	 4-6m	 18-20m	 3-10m	 2-6m	 20-25m	 6-10m
								



-  Jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*)
-  Falso pimentero (*Schinus molle*)
-  Tilo (*Tilia cordata*)
-  Mimosa (*Acacia Dealbata*)
-  Acacia de tres espinas (*Gleolitia triacanthos*)
-  Ciruelo (*Prunus cercisifera*)
-  Naranja dulce (*Citrus sinensis*)
-  Palmera canaria (*Phoenix canariensis*)
-  Plantas arbustivas y aromáticas



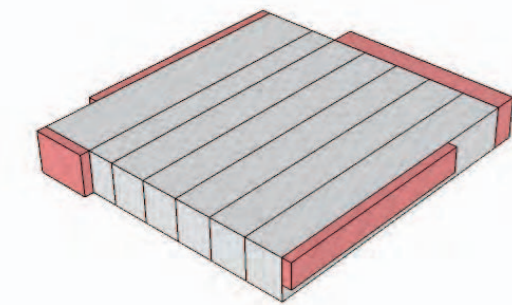
ARQUITECTURA · FORMA Y FUNCIÓN

- 3.1 Organización espacial, formas y volúmenes
- 3.2 Programa, usos y organización funcional
- 3.3 Análisis y acondicionamiento acústico del salón de actos.

3.1 ORGANIZACIÓN ESPACIAL, FORMAS Y VOLÚMENES

He considerado oportuno explicar primero la organización formal, ya que es la base para comprender la organización funcional del proyecto. Aunque durante proceso proyectual ambas se han trabajado al mismo tiempo y de forma integral. Ya que uno de los objetivos ha sido resolver la estructura, instalaciones, cerramientos, particiones y almacenamiento en un mismo sistema.

El proyecto se ha concebido como un elemento independiente que pone orden, serenidad y armonía en un entorno caótico, heterogéneo y carente de interés arquitectónico. He optado por un volumen sencillo y compacto. Este volumen se erige como un hito que articula el espacio urbano para crear diversos espacios cívicos, con diversas proporciones, usos y contención. Algunos de los referentes consultados son la Biblioteca de Rodovre de Arne Jacobsen, la mediateca de Perrault, el centro REHAB de Herzog y de Meuron, el museo de Zumthor y la escuela de diseño de SANAA.

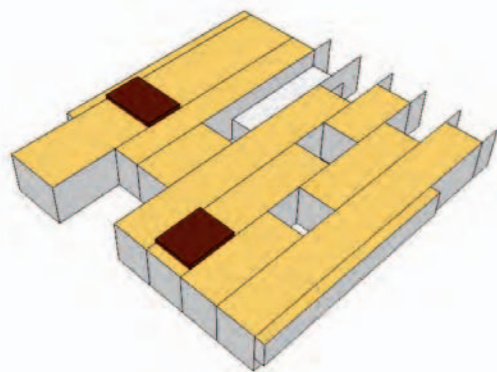


Para adecuar el volumen a la escala urbana he procedido a añadir elementos en los laterales de forma rítmica para mantener el concepto del cuadrado. A Sur el elemento que añado solo afecta a la planta superior, pero sirve de protección solar para ambas plantas y, a Este, el elemento añadido consiste en unas terrazas a modo de balcones sobre el parque.

Al introducir la estructura en nuestro volumen, el espacio queda dividido en franjas orientadas hacia el espacio abierto, permitiendo gran flexibilidad en la sección longitudinal de cada una de ellas, aportando al proyecto gran riqueza espacial. Con este sistema podemos situar patios en las bandas interiores para una óptima iluminación natural.

Por motivos de racionalidad estructural y funcional, a estas franjas les superponemos una estructura funcional que pautе y limite las variables de sección longitudinal. Que a su vez se subdivide para aplicar el módulo estructural y de almacenamiento.

Con este proceso hemos obtenido espacios longitudinales orientados Este-Oeste, persiguiendo la relación huerta-pueblo, en coherencia con el sistema de parcelación de Borbotó y la adecuación con los condicionantes del entorno. Estos espacios se relacionan transversalmente mediante las circulaciones principales y las relaciones visuales que la construcción del proyecto consigue.



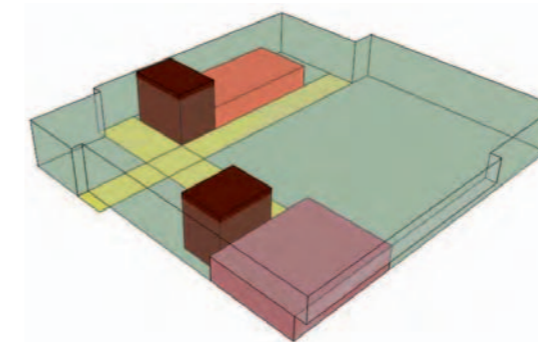
3.2 PROGRAMA, USOS Y ORGANIZACIÓN FUNCIONAL

El programa del proyecto es una biblioteca pública. Se trataría de la biblioteca más importante de la zona, que daría servicio a los pueblos próximos. Por lo que entendemos el proyecto como un equipamiento necesario dentro de una intervención a mayor escala estudiada desde el taller vertical.

Fundamentalmente, el proyecto se ha centrado en la respuesta funcional, a partir de unas condiciones limitadas y un entorno urbano. Se ha diseñado dando respuesta a las necesidades del usuario y favoreciendo su accesibilidad, integración y relación con los profesionales.

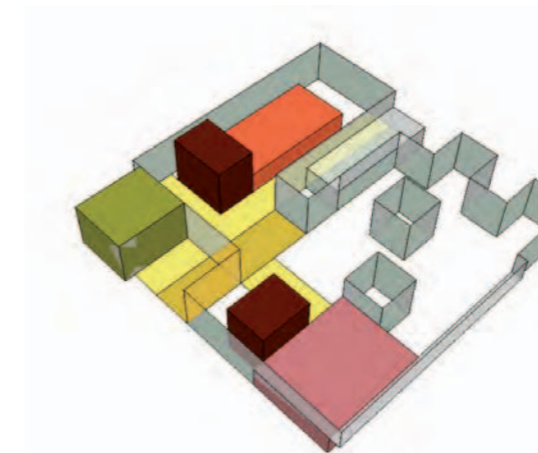
De acuerdo con el enunciado del taller, el programa básico de la biblioteca se compone de las siguientes áreas:

- ocio: cafetería y zona de internet
- divulgación: aulas multifunción, salón de actos y sala de exposiciones
- biblioteca: infantil, teen y adultos
- administración y catalogación de libros



CAFETERÍA: Es un uso autónomo del resto del programa, es un foco de actividad que acoge todo tipo de público. Puesto que es un uso de interacción social se opta por situarla en la esquina del proyecto con más tránsito y actividad exterior. Tendrá un acceso independiente desde el exterior, las medidas adecuadas de seguridad e instalaciones para funcionar tanto si el resto del edificio está en funcionamiento o no.

SALÓN DE ACTOS: Acoge un uso puntual pero de gran afluencia, destinado para todo tipo de público, por lo que podemos considerarlo el segundo foco de actividad social importante del programa. Puede darse el caso de que éste se use estando la biblioteca cerrada (por ejemplo, la proyección de una película el domingo por la tarde), por lo que se independiza de esta. Como va a crear atracción de público, lo he situado en la esquina opuesta a la cafetería, para crear un flujo interno y al mismo tiempo disponer de un hall relacionado con el espacio exterior que da a la huerta.



SALA DE EXPOSICIONES: Espacio que ha de tener riqueza espacial y un minucioso control solar que permitan que el espacio se adapte en función de la exposición que acoge, que presumiblemente estará relacionada con el pueblo y sus gentes. Así que considero adecuado darle protagonismo situandola junto al hall, pero con independencia, que se pueda ver desde la plaza y el hall exterior, y que disponga de al menos dos paredes lisas y continuas que sirvan de soporte para cuadros y fotografías y fondo homogéneo para resaltar las posibles esculturas. Por ello se coloca en la esquina superior izquierda, como un espacio a doble altura de 14x12m separado de la circulación por un espacio intermedio, donde se puede colocar la introducción a la exposición, el catering de las inauguraciones, etc. La situación próxima a los aseos no es perjudicial, ya que no tienen relación visual, y todo usuario que va a los aseos está en un momento de desconexión con su actividad y una rápida visita a la exposición puede acompañar a un momento de descanso individual.

HALL PRINCIPAL: Se accede a él desde la plaza más cívica a través de un hall exterior. Este se ha situado entre los dos usos ya mencionados y articula las circulaciones principales. Desde este punto el usuario se ha de orientar claramente para utilizar el edificio de acuerdo a sus necesidades, por lo que es un punto donde se tienen visuales permeables de todo el edificio y sus elementos de circulación.

SALAS MULTIUSOS: Aulas de proporciones y dimensiones adecuadas para albergar usos diversos. Se orientan a norte, para tener una luz difusa constante. Ya que su uso puede ser diverso y no continuo se disponen en la planta primera.

ADMINISTRACIÓN: Zona de trabajo, que esté fácilmente relacionada con recepción y la biblioteca, pero sea independiente. Será un lugar de trabajo diario, y por ello sus características han creado un entorno agradable de trabajo. En este contexto la situación ideal es con vistas al espacio abierto, a los árboles, con luz natural, y cierto aislamiento del tráfico de los usuarios, no es un lugar de paso.

BIBLIOTECA INFANTIL: Espacio con una escala reducida, con un único punto de acceso para poder tener un buen control. Se quiere vincular con la biblioteca de adultos, para fomentar la convivencia, pero manteniendo cierta autonomía y aislamiento. Para acceder a ella se ha de pasar el control general y el específico, aumentando así la seguridad. Se sitúa en planta baja para mejorar su accesibilidad. Podrá acoger actividades como cuentacuentos.

INTERNET: zona interactiva que puede funcionar tanto para ocio como para consulta. Así que se distingue un espacio para cada modalidad con el mobiliario adecuado para ello. Está junto a las zonas de paso ya que hoy en día internet se utiliza poco rato cada cierta frecuencia, un ejemplo serían las redes sociales. Pero para aquellos que requieren de internet como medio de investigación y estudio se destinan unos espacios específicos en la planta superior, más aislada.

HEMEROTECA: zona de consulta de periódicos y revistas, proxima al acceso y relacionada con la cafetería, suponiendo que el mayor uso que va a tener será el de las personas que vayan a leer el periódico y a tomarse un café. Esta zona tendrá parte de almacenamiento, un espacio para lectura distendida y otro para las consultas más minuciosas.

BIBLIOTECA TEEN: se considera como una sección de la biblioteca de adultos, que tenga el dinamismo de la juventud y al mismo tiempo invite al silencio, difícil de conseguir en la adolescencia.

BIBLIOTECA DE ADULTOS: planta baja se destina a lectura, y almacenamiento de libros de genero narrativo, tales como novelas y poesía. La planta superior alberga las lecturas más específicas y técnicas, junto con los espacios de estudio.

AUDIOVISUALES: Zona dinámica de planta superior para la consulta y disfrute de medios digitales como DVDs y CDs.

CONTROL: El control y punto de información principal se sitúa junto en el hall de forma frontal, de modo que todo aquel que entre lo vea. No es un control restrictivo, actúa más como centralita del edificio.

PUNTOS DE ATENCIÓN: Son los destinados al funcionamiento de la biblioteca, se sitúan junto al acceso de esta por ambas plantas, es le punto de referencia para el usuario de la biblioteca y es ahí donde debe dirigirse para cualquier consulta, préstamo o devolución.

NÚCLEOS Y CIRCULACIONES VERTICALES: se disponen dos núcleos verticales cerrados, uno para cada parte y circulación del edificio (correspondiéndose estos con cada sector de incendios), que agrupan los tendidos verticales, ascensor, escaleras protegidas, aseos, cuarto de limpieza y de instalaciones. Al margen de estos se ha considerado oportuno colocar tres escaleras lineales, que refuercen la estructura lineal del edificio, situadas junto a espacios singulares a doble altura, que además, aporten un ágil y fluido uso del edificio.

ESPACIOS EXTERIORES: son espacios que prolongan el uso interior, que permiten una fluidez espacial e introducen luz natural desde el exterior a todo punto del edificio. Además tenemos el hall exterior del acceso, sobre el que vuelcan la sala de exposiciones, el hall y circulaciones principales, y las zonas dinámicas de internet y audiovisuales. En planta superior las terrazas disfrutan del asoleamiento de sur (protegiendo el interior de la luz directa) y de la contemplación del espacio abierto.

Como resultado tenemos la siguiente distribución del programa:



RECEPCIÓN	HALL Y CIRCULACIÓN HORIZONTAL
SALÓN DE ACTOS	RECEPCIÓN
SERVICIOS	SALÓN DE ACTOS
REPROGRAFÍA	SERVICIOS
ADMINISTRACIÓN Y CATALOGACIÓN	REPROGRAFÍA
COCINA	ADMINISTRACIÓN Y CATALOGACIÓN
RESTAURANTE	COCINA
ESPACIOS EXTERIORES	RESTAURANTE
COMUNICACIÓN VERTICAL	ESPACIOS EXTERIORES
ZONA DE LECTURA	COMUNICACIÓN VERTICAL
ÁREA INFANTIL	ZONA DE LECTURA
ÁREA TEEN	ÁREA INFANTIL
AUDIOVISUALES	ÁREA TEEN
HEMEROTECA	AUDIOVISUALES
ZONA DE ESTUDIO	HEMEROTECA
AULA MULTIUSOS	ZONA DE ESTUDIO
ZONA DE ESTUDIO	AULA MULTIUSOS
AULAS MULTIUSOS	ZONA DE ESTUDIO
AULA INFORMÁTICA	AULAS MULTIUSOS
SALA EXPOSICIONES	AULA INFORMÁTICA

ACCESOS Y CIRCULACIONES

El edificio consta de 3 accesos por planta baja:

principal desde la plaza del pueblo, se hace a través de un espacio exterior, tratado con un pavimento específico, y con un espacio contiguo de reunión

en el hall del salón de actos hay un acceso secundario, que puede estar cerrado cuando no se use el salón de actos, y será controlado desde el punto de información de éste.

El acceso de la cafetería se sitúa en la zona de tránsito orientada a sur, y da servicio a la cafetería de forma independiente.

De los dos accesos secundarios, vinculados a los dos focos de actividad multitudinaria, parten las dos circulaciones principales que articulan el edificio. Cada una se apoya con un núcleo vertical, e intersectan en el punto de acceso principal.

En la parte de biblioteca aparecen unos ejes secundarios paralelos al principal (cada 16m), conectados entre sí por uno perpendicular, donde se sitúan los puntos de atención. Las escaleras lineales conectan un eje de planta baja con el consecutivo en planta superior.

CIRCULACIONES

ACCESO AL EDIFICIO PARA PEATONES	ACCESO AL EDIFICIO PARA PEATONES
CIRCULACIÓN ACCESOS Y ÁREA DE DIVULGACIÓN	CIRCULACIÓN ACCESOS Y ÁREA DE DIVULGACIÓN
ACCESOS Y ÁREA DE OCIO Y DIVULGACIÓN	ACCESOS Y ÁREA DE OCIO Y DIVULGACIÓN
ACCESO BIBLIOTECA	ACCESO BIBLIOTECA
CIRCULACIÓN BIBLIOTECA	CIRCULACIÓN BIBLIOTECA
BIBLIOTECA	BIBLIOTECA



Las superficies resultantes son:

• Cafetería	280 m ²
• Salón de actos	288 m ²
• Sala de exposiciones	264 m ²
• Aulas multifunción (92 m ² x 3)	276 m ²
• Internet	176 m ²
• Área Audiovisuales	128 m ²
• Biblioteca Adultos (704 + 384)	1088 m ²
• Biblioteca Infantil	192 m ²
• Biblioteca Teen	256 m ²
• Administración y catalogación	157 m ²
• Zonas exteriores	752 m ²
• Aseos (40 m ² x 4)	160 m ²
• Aparcamiento	3220 m ²
• Almacén	492 m ²

3.3 ANÁLISIS Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO SALA DE USOS MÚLTIPLES

Se considera recomendable en este caso, realizar un pequeño estudio del acondicionamiento acústico de la sala de usos múltiples, dado que se constituye como uno de los puntos clave del proyecto, asegurándonos de esta manera que no exista ningún problema de audición en la sala i por tanto comprobando que las dimensiones resultantes del proyecto son adecuadas.

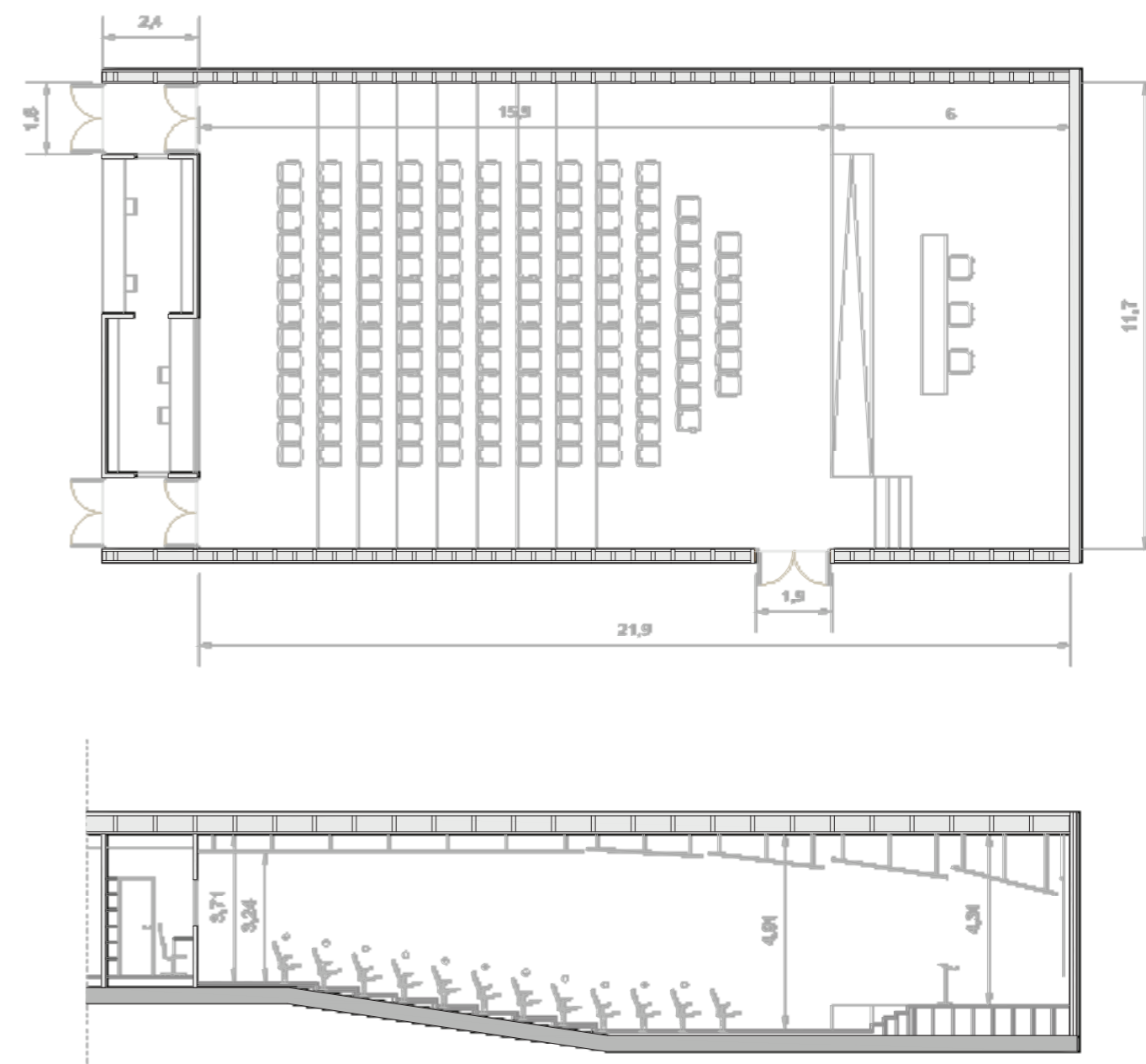
1. DESCRIPCIÓN DE LA SALA (OBSERVACIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS)

- Se trata de una sala destinada para usos múltiples, principalmente se prevé su uso para la palabra, música y proyecciones audiovisuales.
- Sala de dimensiones (11,7 x 21,9 x 5,0 m)
- Se garantiza el acondicionamiento del acceso de la sala mediante la realización de una doble puerta, constituyendo un túnel absorbente, aislando del sonido exterior (correspondiente con la zona de acceso desde el exterior, recepción y reunión previa al acceso a la sala), frente al requerimiento del alto nivel de silencio al interior de esta.
- Paredes laterales de la sala paralelas. Necesidad de estudiar y variar la geometría de dichos laterales para un mejor acondicionamiento.
- Aforo con capacidad para 147 personas con butacas dispuestas de forma paralela al escenario. Debido a sus dimensiones (profundidad 21,9 m) y que la longitud que separa al emisor del receptor más alejado no sobrepasa los 30m (máximos estipulados para una mejor audición del sonido directo), no se requiere la disposición de las butacas de forma ligeramente cóncava con la finalidad de acercar i disminuir la distancia emisor-receptor.
- Disposición de las butacas con un ligero escalonamiento, con la finalidad de mejorar la visibilidad del espectador al receptor y favorecer i reforzar la llegada del sonido directo al mayor número de espectadores posible. En este sentido, las butacas de las dos primeras filas se sitúan al trespelillo, para mejorar la visibilidad de estas filas y reforzar el sonido directo.
- Sala de altura adecuada, dejándonos de este modo total libertad para introducir elementos en el techo, que mejoren la audición de los espectadores.

2. VOLUMEN Y PROPORCIONES DE LA SALA

- Aforo: 147 espectadores
- Volumen total de la sala: 1.180,3 m³
- Volumen por espectador: $1.180,3 \text{ m}^3 / 130 = 9,08 \text{ m}^3 / \text{espectador}$

Como conclusión después de estudiar el volumen por espectador presente en la sala multifunciones, podemos decir que su geometría es correcta para el uso que se prevé de dicha sala. Para una sala multifunciones destinada principalmente a la palabra, música y proyecciones audiovisuales, se estipula como mínimo de volumen por espectador en 6m³/esp., por tanto estamos por encima del valor y consideramos la sala óptima para la función para la que ha sido proyectada.



3. ESTUDIO DE LA VISIBILIDAD

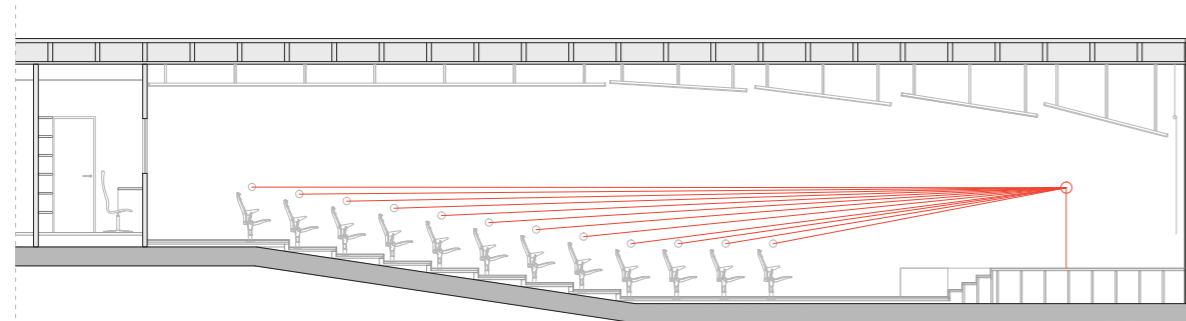
Respecto del estudio de visibilidad de la sala, observamos que esta es totalmente apta en su totalidad, dado que el 100% de sus espectadores pueden ver el 100% del escenario, favoreciendo al mismo tiempo la llegada del sonido directo emisor-receptor, mejorando la audición al interior de la sala.

Se han estudiado las dos situaciones (emisor sentado y de pie), aunque tomaremos especial atención al caso del emisor sentado, dado que es la posición más desfavorable, en relación al uso de la sala multifunciones. Por tanto, para el emisor de pie, esta cumplirá sin ningún problema.

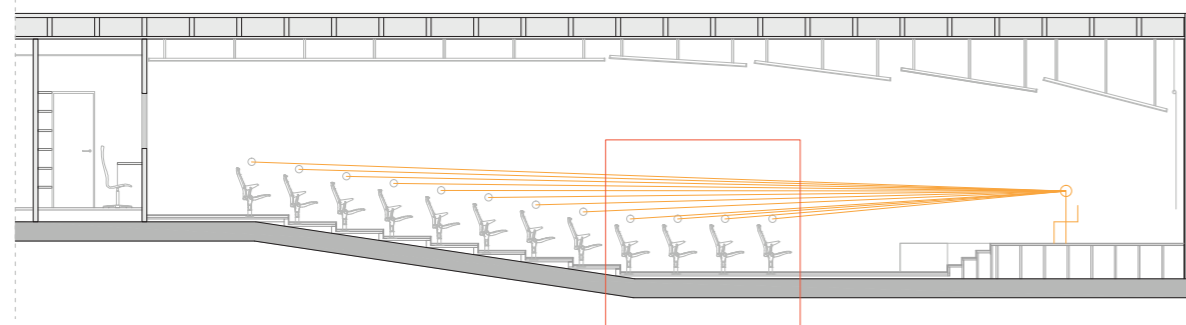
3. ESTUDIO DE LA VISIBILIDAD

Respecto del estudio de visibilidad de la sala, observamos que esta es prácticamente apta en su totalidad, dado que el 80% de sus espectadores pueden ver el 100% del escenario, favoreciendo al mismo tiempo la llegada del sonido directo emisor-receptor, mejorando la audición al interior de la sala. El 20% restante son los espectadores situados en las filas 2ª, 3ª y 4ª, estos no pueden ver el 100% del escenario, aunque hemos tratado de optimizar su visibilidad con la disposición de las butacas al tresbolillo entre dichas filas. La razón de que esta sala no sea totalmente óptima para lo que al sonido directo se refiere, se debe principalmente a razones de diseño debido a que estas primeras filas se encuentran al mismo nivel, sin verse afectadas por el escalonamiento de las filas posteriores.

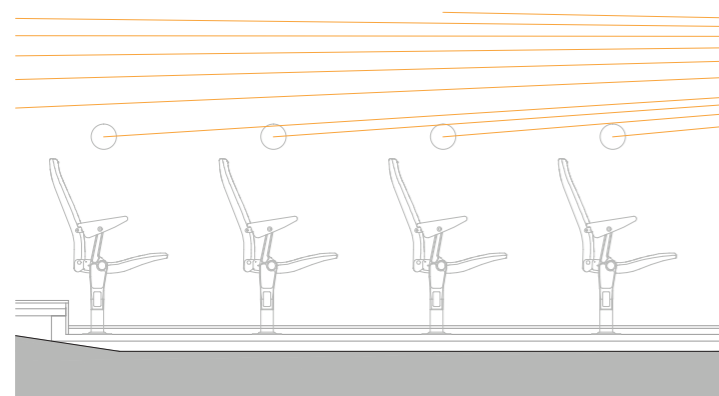
Se han estudiado las dos situaciones (emisor sentado y de pie), aunque tomaremos especial atención al caso del emisor sentado, dado que es la posición más desfavorable, en relación al uso de la sala multifunciones. Por tanto, para el emisor de pie, esta cumplirá sin ningún problema.



estudio visibilidad emisor de pié



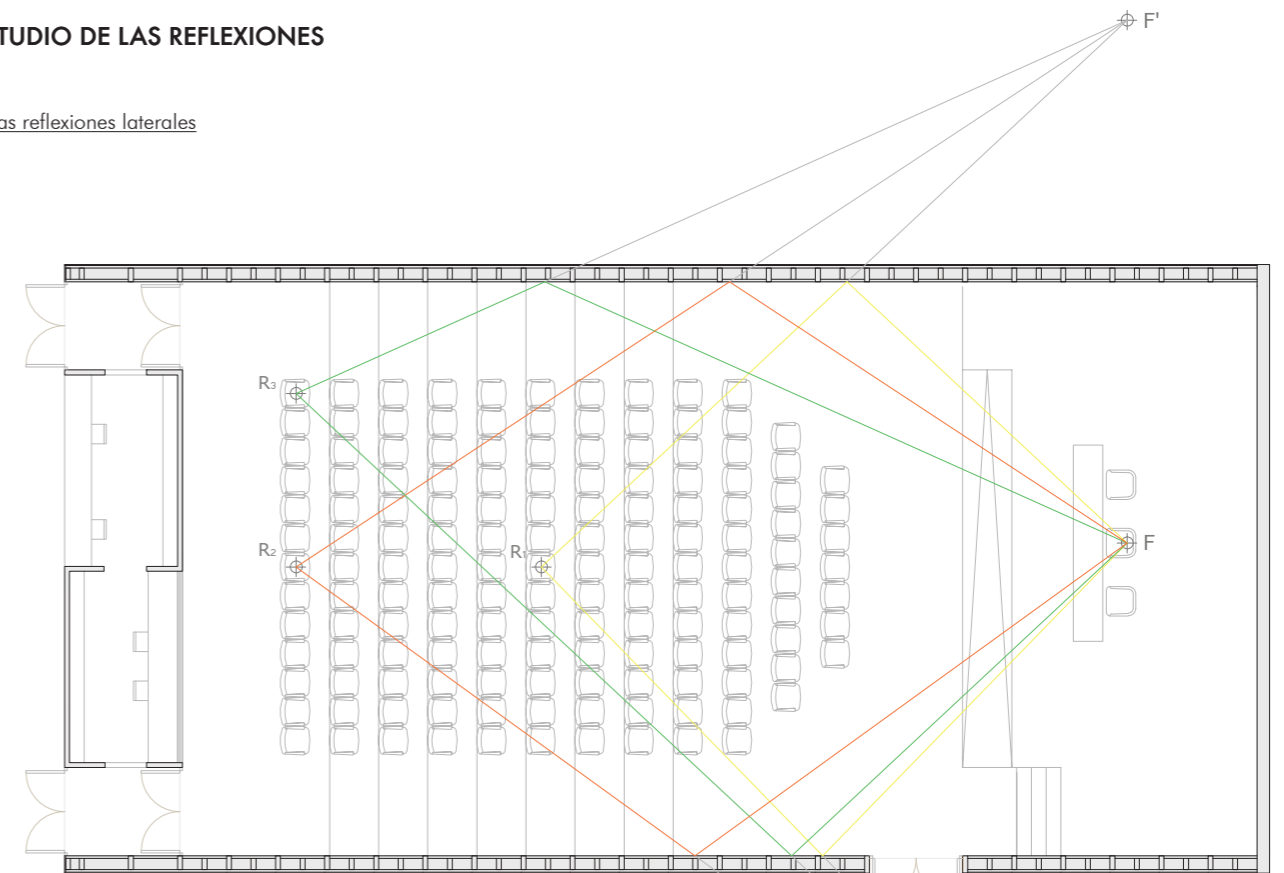
estudio visibilidad emisor sentado



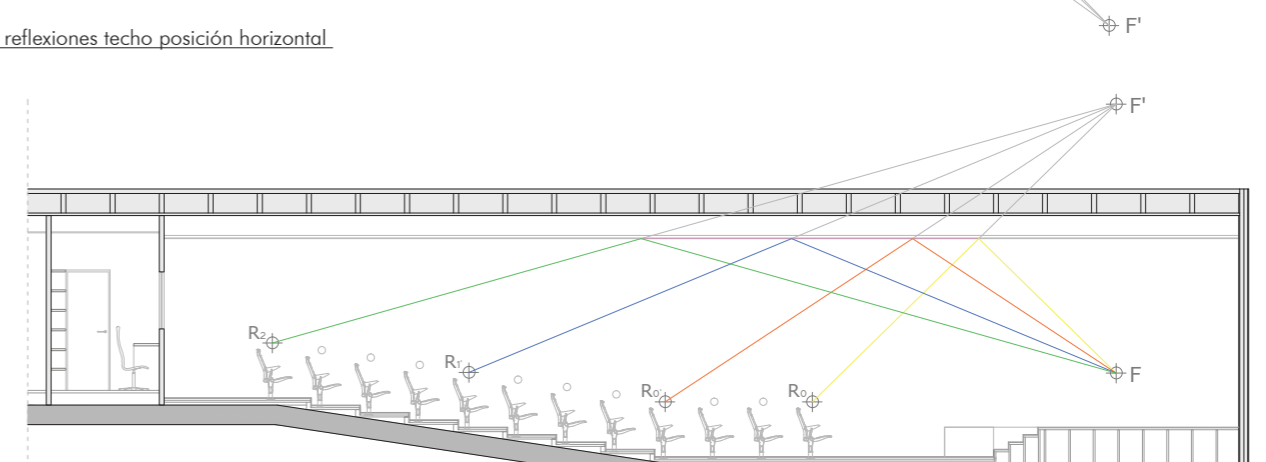
Este alcance de la buena situación de visibilidad, se debe a la transformación del proyecto inicial, el que presentaba una sala sin ninguna inclinación. Después del estudio se ha optado por atender a aspectos principalmente acústicos i realizar la variación del proyecto con la realización de una inclinación mediante un pequeño escalonamiento en la zona donde se sitúan los espectadores. Del mismo modo, se prevé que el posible emisor o emisores se sitúen en los laterales del escenario, para reforzar también la visibilidad de las primeras filas de espectadores, en que a optimización de la llegada del sonido directo se refiere.

4. ESTUDIO DE LAS REFLEXIONES

primeras reflexiones laterales

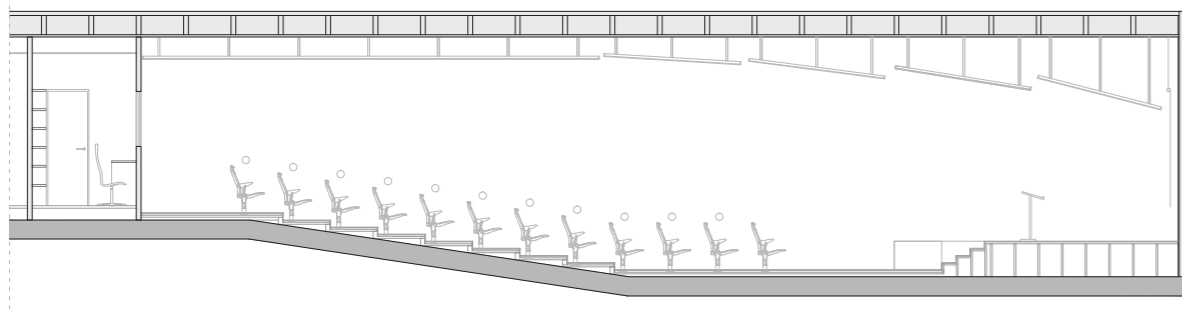


primeras reflexiones techo posición horizontal



Después de realizar la representación de las primeras reflexiones de los laterales y techo de la sala, podemos observar que la sala presenta una buena distribución del sonido reflejado en toda su superficie. Por tanto, podemos concluir diciendo que no es necesario completar el proyecto con ningún elemento de refuerzo de reflexiones. Además, el techo no necesita de elementos en forma de concha, aunque estas se realizarán en la zona donde se producen la mayor parte de las reflexiones, con la finalidad de reforzar el sonido reflejado en el fondo de la sala (zona más débil de sonido directo) y zona de escenario, realizando una repartición más uniforme de este.

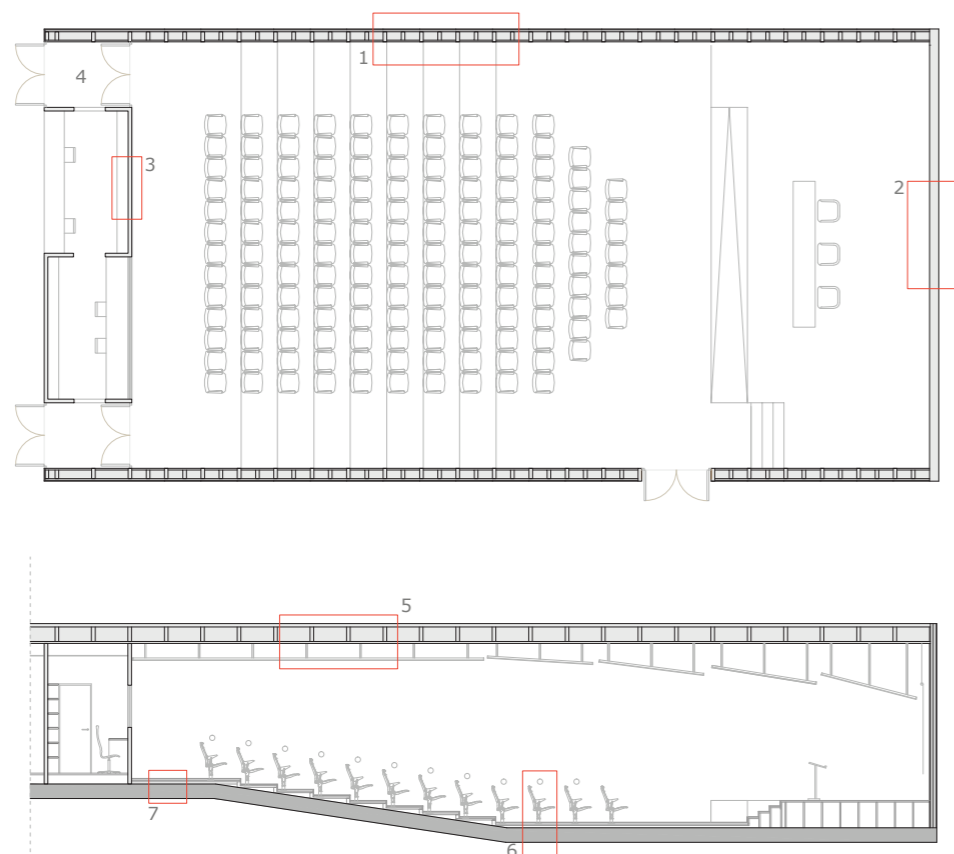
Las conchas mas cercanas al escenario, refuerzan el sonido en esta zona y las otras dos refuerzan el sonido de las filas situadas del centro hacia el fondo de la sala.



5. ESTUDIO DE LA REVERBERACIÓN Y ADECUACIÓN AL USO PREVISTO

5.1. Estudio de los materiales

En el caso concreto de la sala, dedicada principalmente a la palabra i proyecciones audiovisuales, se establecen los criterios de proyectar todas sus superficies con carácter reflectante, excepto en fondo de la sala i las butacas, consideradas como totalmente absorbentes si se encuentran ocupadas.



1. Superficies laterales de la sala formadas por paneles de madera natural, grosor 20mm sobre espacio de aire variable, montados mediante un sistema de fijación oculta a base de subestructura de aluminio formada por guías continuas y perfiles de cuelgue. Superficie reflectante.
2. Superficie de fondo de escenario de la sala formada por paneles de madera natural, grosor 20mm sobre espacio de aire variable, montados mediante un sistema de fijación oculta a base de subestructura de aluminio formada por guías continuas y perfiles de cuelgue. Superficie reflectante.
3. Superficie de fondo de sala formada por paneles acústicos de madera natural DekusticPlus, espesor 16mm y plenum posterior de 50mm, montados sobre material de soporte con tablero de fibras tipo MDF, incorpora velo acústico por la parte superior para mejorar las cualidades fonoabsorbentes, ranurado 28/4 superficie perforada 7,5%. Superficie absorbente.
4. Superficies puertas entrada sala i formación túnel absorbente formada por paneles acústicos de madera natural DekusticPlus, espesor 16mm y plenum posterior de 50mm, montados sobre material de soporte con tablero de fibras tipo MDF, incorpora velo acústico por la parte superior para mejorar las cualidades fonoabsorbentes, ranurado 28/4 superficie perforada 7,5% . Superficie absorbente.
5. Superficie de techo de la sala formada por paneles de madera natural, grosor 20mm sobre espacio de aire variable, montados mediante un sistema de fijación oculta a base de subestructura de aluminio formada por guías continuas y perfiles de cuelgue. Superficie reflectante.
6. Butacas totalmente tapizadas. Consideradas como superficie totalmente absorbente si están ocupadas.
7. Superficie de suelo de la sala construido mediante tarima de madera sobre espacio de aire variable. Superficie reflectante.

En este caso, en concreto para las salas proyectadas para la audición verbal, se requiere poca absorción en altas frecuencias dado que por el contrario se produciría la pérdida de la inteligibilidad de la palabra. Por este motivo, se deben preservar los espectros de los diversos sonidos, especialmente a altas frecuencias. Por otro lado, se consideran menos importantes las bajas frecuencias, aunque en esta región es dónde se pueden producir resonancias aisladas.

5.2. Estudio de la reverberación

SUPERFICIES EN PLANTA	256,23 m2
ALTURA	5 m
VOLUMEN	1.180,3 m3
801,828	

	MATERIALES	SUPERFICIES
SUP. TECHO	panel madera natural, sobre espacio de aire variable. Sujeto mediante subestructura metálica de perfiles tubulares fijados al falso techo.	256,23 m2
SUP. LATERALES	panel madera natual sobre plenum 50mm	192,258 m2
SUP. FONDO TARIMA	panel madera natual sobre plenum 50mm	58,5 m2
SUP. FONDO SALA	Panelado acústico con tablero de fibras MDF, Dekustic Plus, ranurado 28/4 superficie perforada 7,5%, con velo acústico por la parte posterior para mejorar cualidades fonoabsorbentes	38,61 m2
BUTACAS	Asientos tapizados 100% ocupados	85,0622 m2
SUP. SUELO	tarima de madera sobre espacio de aire variable	171,1678 m2
SUPERFICIE TOTAL:		801,828 m2

COEFICIENTES DE ABSORCIÓN

125	250	500	1000	2000	4000
0,19	0,14	0,09	0,6	0,06	0,05
0,3	0,25	0,2	0,17	0,15	0,1
0,3	0,25	0,2	0,17	0,15	0,1
0,4	0,7	0,8	0,75	0,65	0,65
0,53	0,51	0,51	0,56	0,56	0,59
0,2	0,15	0,12	0,1	0,1	0,07

ABSORCIÓN TOTAL

48,6837	35,8722	23,0607	153,738	15,3738	12,811	
57,6774	48,0645	38,4516	32,68386	28,8387	19,225	
17,55	14,625	11,7	9,945	8,775	5,85	
15,444	27,027	30,888	28,9575	25,0965	25,0965	
45,082966	43,381722	43,381722	47,634832	47,63483	50,1866	
34,23356	25,67517	20,540136	17,11678	17,1167	11,9817	
0	0	0	26,99304	26,9930	26,9930	Absorció aire
218,6716	194,6455	168,0221	317,0690	169,8286	152,1452	TOTAL

COEFICIENTE ABSORCIÓN MEDIA

0,2727163	0,2427523	0,2095488	0,3954327	0,2118018	0,189748
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------

Tr FÓRMULA DE SABINE

0,833226	0,936075	1,084398	0,574647	1,072863	1,197559	Tr mid Sabine	0,9497953
----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------------	-----------

Tr FÓRMULA DE EYRING

0,7135894	0,8171997	0,966332	0,4515410	0,9547438	1,0799607	Tr mid Eyring	0,8305612
-----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	---------------	-----------

Tr mid	0,8295232	[0,70 - 1,00]	OK
Calidez	1,0664573	[1,00 - 1,10]	OK
Brillo	1,3685108	> 0,85	OK

Conclusiones: de los resultados obtenidos podemos observar que tanto el Tr mid, calidez y brillo, cumplen con los intervalos de los valores estipulados para la validez de la sala de audición. Por tanto, después del presente análisis, podemos concluir diciendo que la sala analizada (sala polivalente), destinada principalmente a la palabra, se adecua a los valores requeridos, considerandola óptima para el uso para el que ha sido proyectada.

ARQUITECTURA · CONSTRUCCIÓN

- 4.1 Materialidad
- 4.2 Seguridad Estructural
- 4.3 Instalaciones y normativa
 - 4.3.1 Electricidad, iluminación y telecomunicaciones
 - 4.3.2 Climatización y renovación de aire
 - 4.3.3 Saneamiento y fontanería
 - 4.3.4 Protección contra incendios
 - 4.3.5 Accesibilidad y eliminación de barreras

ARQUITECTURA · CONSTRUCCIÓN

“En cada una de mis obras los materiales han ido dictando sus propias leyes (...). Los proyectos nacen de una idea y esta idea, en mi caso, viene siempre acompañada de un material. No concibo un modo de proyectar en el que se decida primero la forma y luego el material”. Estas palabras de Peter Zumthor resumen lo que he aprendido al desarrollar el presente proyecto.

Tomé como referente proyecto de AFT Arquitectos, ganador del concurso Biblioteca del Bicentenario de Rosario, Argentina (diseñado constructivamente con madera), e intenté trabajar los aspectos de materialidad, estructura e instalaciones al mismo tiempo, como un todo, pero resistiéndome a utilizar la madera, dada mi nula formación en este tipo estructural y la poca práctica con ella en España. Así, planteé el proyecto con tipos estructurales y soluciones constructivas basadas en el hormigón y el acero, con los que me encuentro muy familiarizada, pero no conseguía obtener resultados sencillos y coherentes con la idea del proyecto, hasta que acepté la madera como solución estructural y constructiva para mi proyecto. El proyecto necesitaba ser de madera, estaba en su esencia, sus leyes eran las de la madera. Desde este momento, en que asumí la materialidad del proyecto y la llevé a la estructura, el proyecto se solucionaba solo.

Hasta ahora, las soluciones estructurales y constructivas con que yo había trabajado se basaban en el uso del hormigón y el acero. Por lo que, el empleo de la madera en este proyecto, ha hecho que tuviese que investigar y analizar ejemplos construidos, estudiar las normativas... e ir aplicando los conocimientos que adquiría paulatinamente. Este proyecto ha sido más un proyecto de investigación que de demostración de los conocimientos adquiridos a lo largo de mi paso por la universidad. Ha sido muy gratificante descubrir el aspecto estructural de la madera e integrarlo a mi modo de proyectar.



Primer Premio Biblioteca del Bicentenario, Rosario - AFT Arquitectos

4.1 MATERIALIDAD

La materialidad del proyecto está basada en la madera, el hormigón y el vidrio. La madera como material de estructura, cerramientos y mobiliario, ya que se resuelven como un solo ente, el hormigón para los pavimentos y estructura enterrada y el vidrio para los cerramientos verticales no opacos.

El edificio desde el exterior se percibe como una caja de madera, apoyada sobre el terreno directamente. En el exterior de tierra, utilizando la misma modulación del edificio se ha dispuesto pavimento de hormigón rallado y lavado.

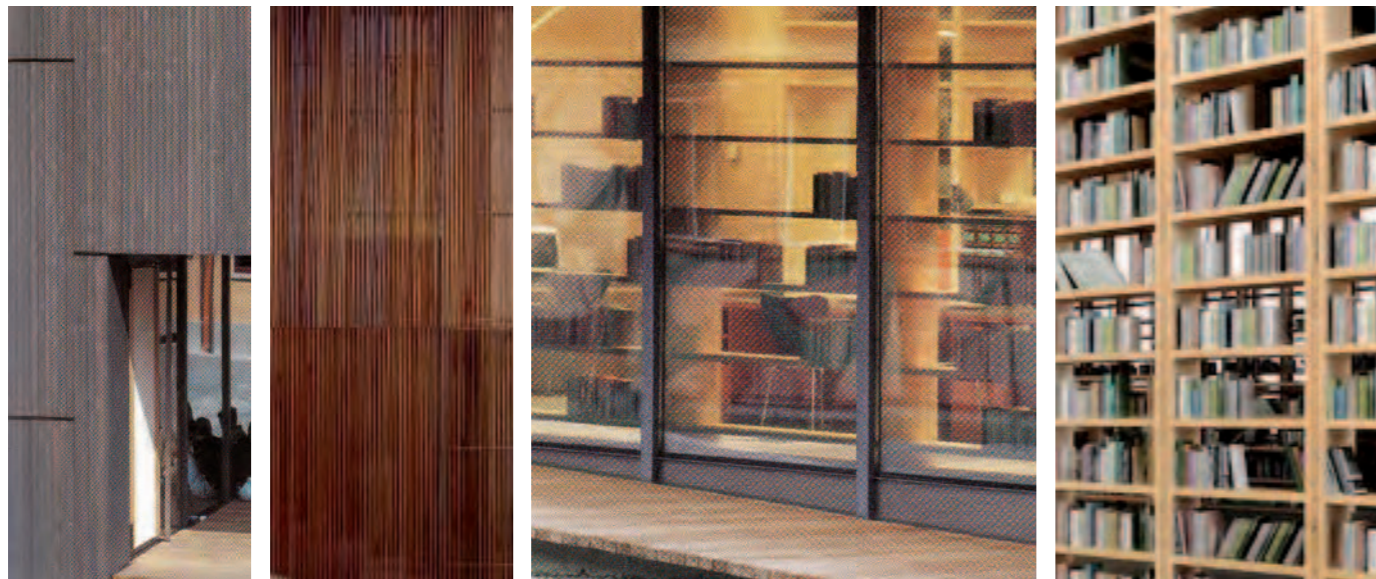
CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Cubierta ajardinada tipo extensiva con sedum tapizante y gravas, deck de Lapacho



CERRAMIENTO VERTICAL

Tanto cerramientos opacos, celosías, y protección de montates de madera se realizan con madera maciza de pino (madera balnda), empleando despiece de 10 cm. Las juntas horizontales se dispondrán siguiendo el orden establecido de las estanterías, para leer una continuidad interior-exterior.



PAVIMENTO EXTERIOR

Deck de Lapacho (lpe) · Tierra · Hormigón rallado · Hormigón lavado · Piedra calcárea gris



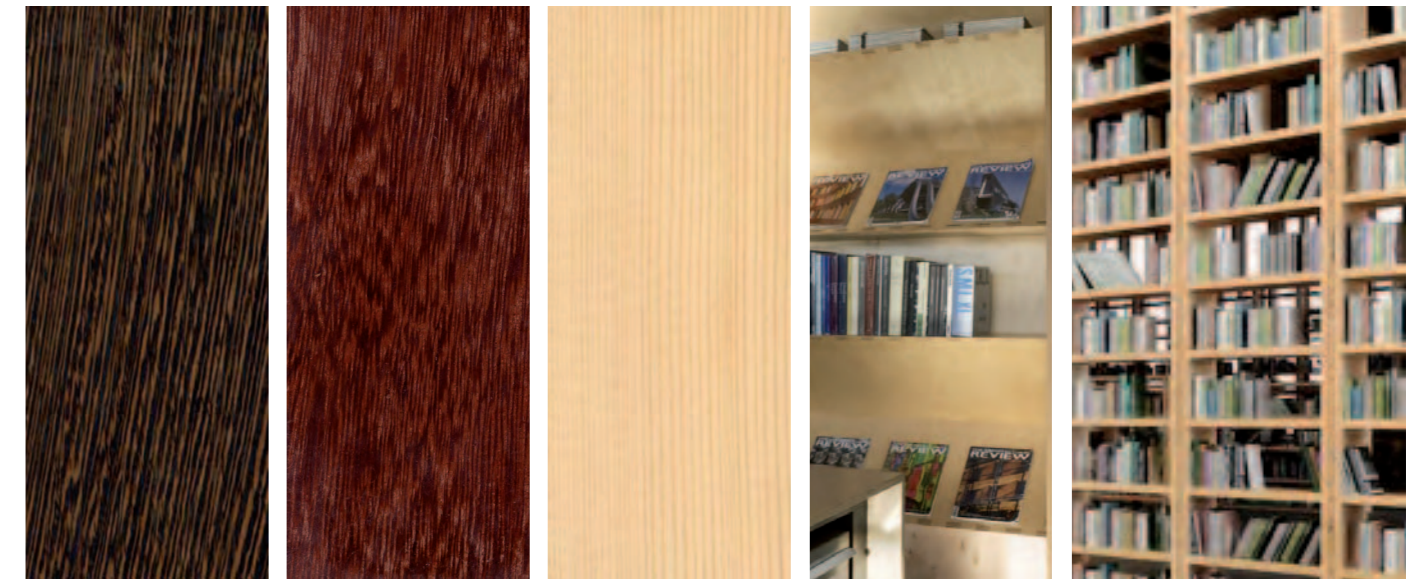
FALSO TECHO

Tablero contrachapado de chopo rechapado con madera de haya (casa Garnica Plywood). Tablero B,s1,d0 para uso interior.



ACABADOS INTERIORES - ESTANERÍAS - ESTRUCTURA

Plywood chapado con Wenge (África) - Wacapou (Guayana francesa) - Abeto rojo (Europa) - Para los montantes se utiliza Madera Lamina Encolada de abeto rojo y las estanterías de madera maciza de abeto. El wenge reviste los núcleos verticales de comunicación y aseos. El wacapou para destacar los elementos singulares en planta, que no forman parte de la estructura principal (tabiques y escaleras).



PAVIMENTO INTERIOR

Pavimento continuo de vinilo reforzado Allura Stone Concrete Anthracita y pavimento de protección en las zonas de acceso Coral Duo Black 9830 de la casa Forbo (rollo de 1m ancho), sobre suelo técnico de sulfato cálcico de la casa Knauf de 60x60cm.



MOBILIARIO

Pacios, Terrazas y Audiovisuales - banco Koishi diseñado por Naoto Fukusawa para la marca italiana Driade. Silla Pastil de Eero Aarnio, diseño de antes de 1967, también conocida como Gyro o Pastilli chair. Recibió el Premio de Diseño Industrial Americano de 1968. (blanco)

Accesos y espacios de transición - Pouf de cuero de la mediateca de Shangai de Toyo Ito (negro)



Cafetería - Mesa H50 Fred para Arper (2007) y silla Krzesto de Eames para Vitra (1950).



Salón de Actos: Modelo Micro Lyon 5069 de la casa Figueras.



Oficinas - mesa TEC de Lluís Peiró para Dynamobel. (Blanco) y sillas Soft Pad Group EA 219 y EA 217 de Charles Eames (negro)



Zonas de lectura - Sillas Egg de Arne Jacobsen de 1958, y mesa circular negra de Eero Saarinen de 1956 para Knoll. Silla Barcelona de Mies van der Rohe de 1929. Silla IBIZA de Santa&Cole, diseñada en 1959 por Germán Rodríguez Arias.



Zona de estudio - Mesas TEC de Lluís Peiró para Dynamobel. (Blanco) y silla 7 de Arne Jacobsen (negro, 1955)



Zona Infantil - Mesa 90A de Alvar Aalto de Artek (1935) y silla 7 tamaño infantil de Arne Jacobsen de (1955)



CUBIERTA AJARDINADA EXTENSIVA

En coherencia con el edificio se ha optado por una cubierta ajardinada, ya que, al margen de criterios de sostenibilidad, esta tiene una buena inercia térmica, que mejora el comportamiento térmico del edificio.

Con un espesor aproximado de 15 cm, volumen de retención de agua aproximado de 50 l/m² y un peso saturado de 100 - 150 Kg/m².

Componentes

1. Especies vegetales (familia sedum)

Album Coral Carpet · Florefeum · Hybridum Immergrünchen · Reflexum · Sexangulare · Spurium



2. Capa de sustrato - capa de protección de tierra

La composición debe variar para ajustarse exactamente a las necesidades particulares de la vegetación de la cubierta, para garantizar su máximo desarrollo.

3. Capa filtrante

evitan que los granos finos de la capa adhesiva superior se corraan y aseguran al mismo tiempo una capa portante estable y un funcionamiento seguro del drenaje.

4. Capa drenante

almacenan agua de la lluvia y del riego en las cavidades superiores de las placas y conducen el agua sobrante de manera rápida y segura a los sumideros de la cubierta a través de sus canaletas inferiores. Al tiempo que aseguran una adecuada oxigenación de la tierra vegetal y de las plantas.

5. Manta protectora

protegen las láminas antirraíz de daños producidos por golpes y retienen agua y nutrientes para las plantas.

6. Lámina antirraíz

protegen la impermeabilización de perforaciones por las raíces.

7. Capa de impermeabilización

8. Capa separadora

Para evitar la adherencia y el contacto entre capas.

9. Aislante

10. Soporte resistente - formación de pendiente

Es el mismo forjado el que forma la pendiente, para ello se colocan como elemento de entrevigado, piezas de LME a dos aguas con una pendiente del 1%.

SUELO TÉCNICO



Componentes

1. Revestimiento vinílico continuo

Eternal Concrete fabricado por Forbo, de 2.0 mm de espesor, en rollos de 25 m de largo por 2 metros de ancho, compuesto por una capa de pvc puro de 0,7 mm de grosor (Grupo T de abrasión) y clase 2 de resbaladidad. Reforzado con una estructura de fibra de vidrio garantizando su estabilidad dimensional con un revés de pvc reciclado y alandrado. Reacción al fuego B_{FL}-s1 (EN 13501) soportando tráfico intenso incluyendo las sillas de ruedas. Reducción de 4dB a ruido de impacto. Modelo:

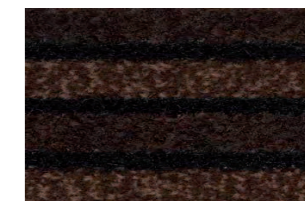
Eternal Concrete Anthracita (13032)

Eternal Concrete Neutral (13012) en zona de Aseos y Cocina



2. Pavimento de protección en zonas de acceso

Coral Duo FR Autum (9830) de la casa Forbo; felpudo de pelo cortado de dos filamentos de primera calidad, con diseño estriado y base Everfort, de Poliéster liso, con una densidad de fibra de 670m grs./m² y peso total de 3.400 grs/ m², y un espesor total de 7 mm. Con un revés de latex ignífugo. Se instala sobre un sustrato absorbente con poliuretano adhesivo. En rollo de 27,5 m. de largo por 1,9 m. de ancho. Absorción de impacto $\Delta L_w =$ aprox. 32 dB

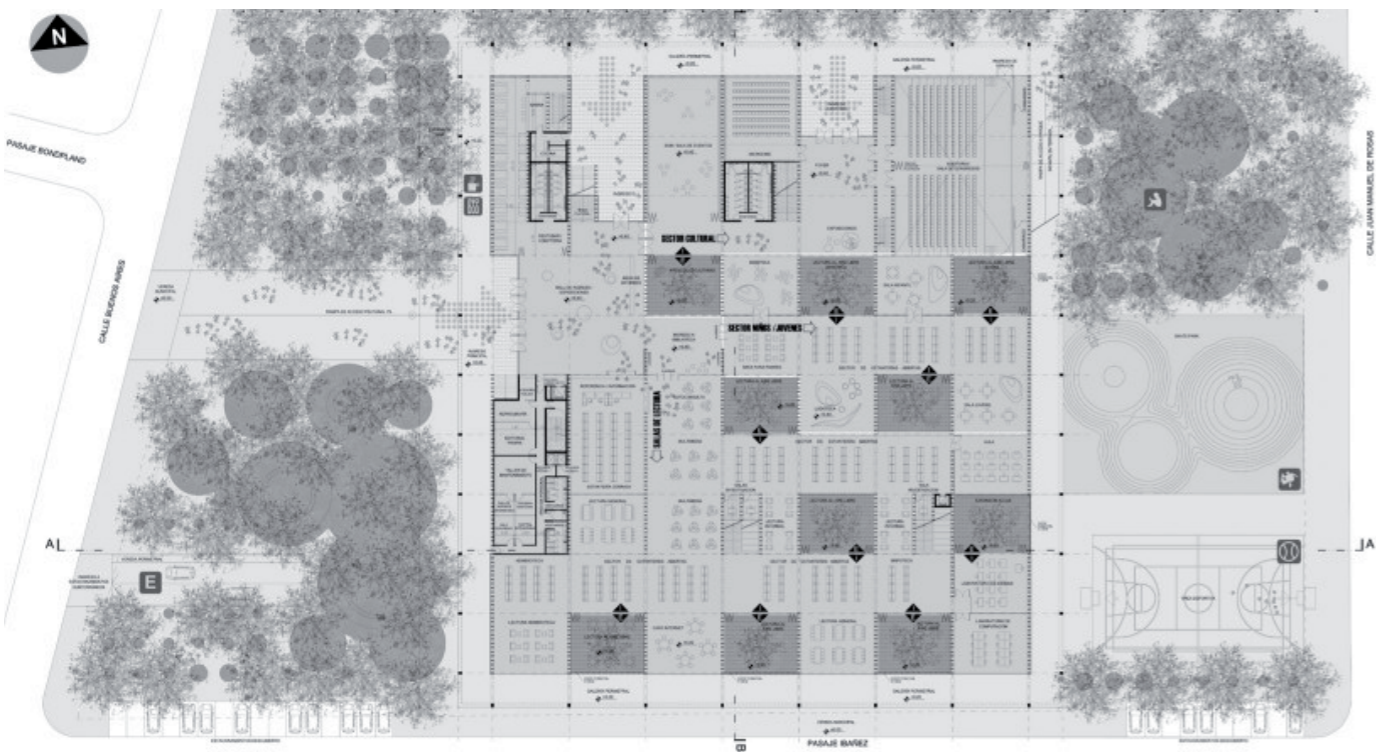
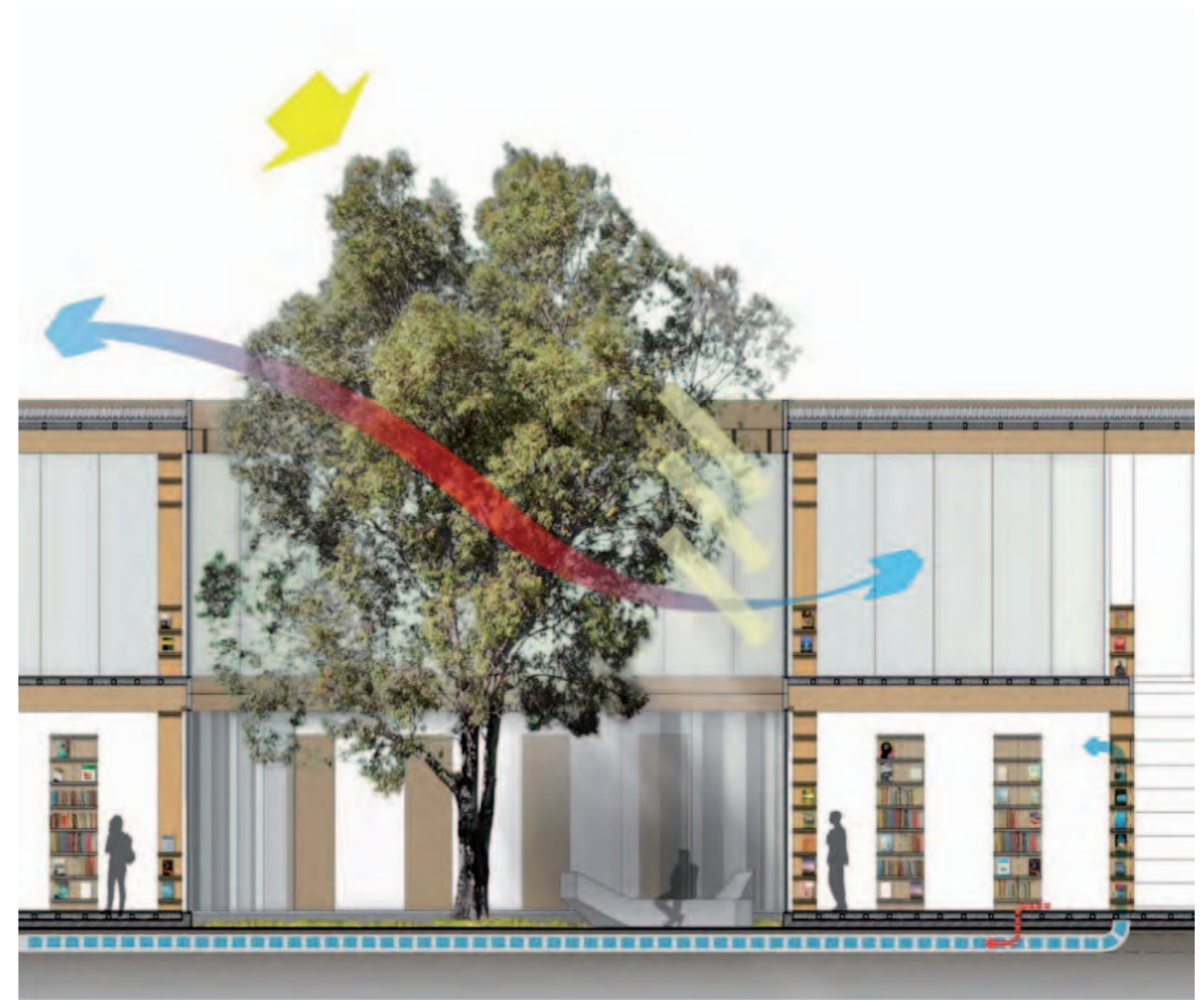
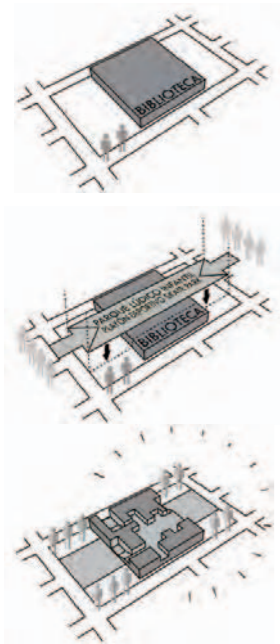


3. Sistema de suelo registrable

El suelo continuo F18 Tecnosol de Knauf, de sulfato cálcico, que tiene una resistencia al fuego de al menos clase REI_{min} 30, tipo A1 (no inflamable). Permite el montaje de sistemas de albañilería seca y la posibilidad de colocar rampas, pendientes y gradas. Con sistema de neutralización acústica. Se pueden instalar registros de inspección, compartimentos de distribución eléctrica y otras salidas en cualquier punto del suelo. Es combinable con los suelos técnicos Tecno de Knauf. Dimensiones de paneles 120 x 60 cm, con bordes machihembrados, con espesor de 32 mm. Densidad máxima de 1.500 Kg/m³, y un peso de 4,8 Kg/m². Preparadas para estar recubiertas con cualquier sistema.

4. Deck de Lapacho (lpe)

AFT Arquitectos _ Primer Premio Concurso Biblioteca del Bicentenario, Rosario, Argentina. (en proyecto)



Bérix & Consolascio - Mediateca de la Escuela Cantonal de Küssnacht, Suiza



Herzog & De Meuron - Centro REHAB, Basel, Suiza (2002)



Sean Godsell - Casa Península en Mornington Peninsula, Victoria, Australia (2002)



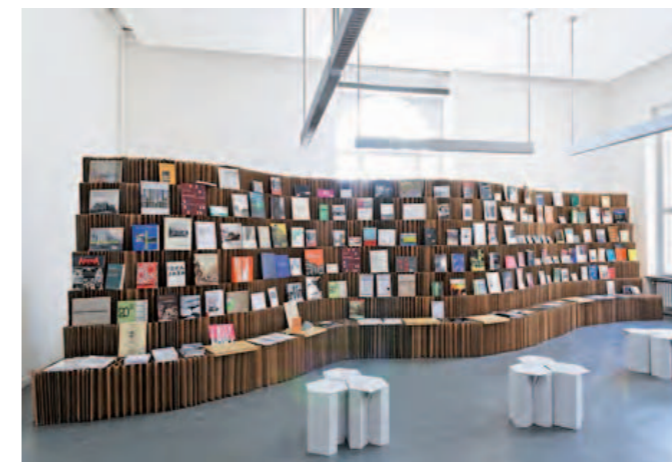
Dietrich | Untertrifaller Architekten ZT GmbH - Hauptschule Klaus-Weiler-Fraxern (2003)



Renzo Piano - Fundación Beyeler, Basel, Suiza (1997) y ampliación del Art Institute of Chicago, EEUU (2009)



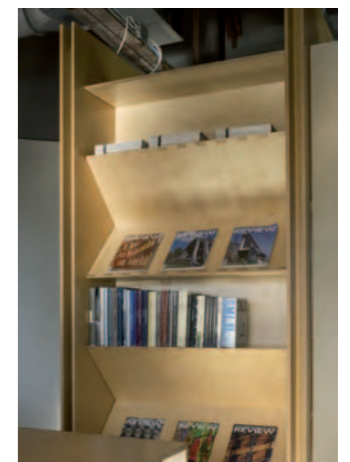
dzn - Librería UdK



dzn - Librería Foldaway



Substance - Studio



Materialidad resultante

De acuerdo a lo descrito anteriormente se han realizado tres imágenes que pretenden mostrar las relaciones entre los diferentes elementos y materiales que componen y materializan el proyecto. Son de carácter orientativo, por ejemplo, el despiece del vidrio no aparece, pero se pueden ver en las secciones; respecto a la iluminación, se han colocado las luminarias que en cada caso son más significativas.



4.2 SEGURIDAD ESTRUCTURAL

La solución estructural adoptada va directamente ligada a la materialidad y construcción del proyecto. Se ha diseñado la estructura de una forma integral, paralelamente a la concepción y desarrollo del proyecto. Ya que es la estructura la divide el espacio, organiza las circulaciones, resuelve el almacenamiento y exposición de libros, dota de materialidad al proyecto y trabaja la luz y filtros del mismo.

Se trata de una estructura que combina dos sistemas:

- *Estructura enterrada*: Estructura de Hormigón Armado con forjado unidireccional aligerado y cimentación de Hormigón Armado por zapatas y losa de cimentación.
- *Estructura aérea*: Estructura de porticos de Madera Laminada Encolada y forjado de losa maciza de tres capas de la casa Dataholz.



NORMATIVA

CTE_DB_SE	Seguridad Estructural: Bases de Cálculo
CTE_DB_SE_AE	Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación
CTE_DB_SE_C	Seguridad Estructural: Cimentaciones
CTE_DB_SE_A	Seguridad Estructural: Acero
CTE_DB_SE_M	Seguridad Estructural: Madera
CTE_DB_SI	Seguridad en Caso de Incendio
EHE-08	Instrucción del Hormigón Estructural
NCSE-02	Norma de la Construcción Sismoresistente Española
Eurocódigo 5	Proyecto e estructuras de madera. (norma europea)
Normas UNE	Una Norma Española: conjunto de normas tecnológicas creadas por los Comités Técnicos de Normalización, publicadas en el BOE

Normativa del CTE que afecta a las construcciones con madera:

DB	Exigencia	Elemento						
		Fachadas	Medianerías	Particiones Interiores Verticales	Particiones Interiores horizontales	Cubiertas	Suelos en contacto con cámaras sanitarias	Suelos en contacto con el aire exterior
SE	SE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	SE 2			✓	✓		✓	✓
SE-AE	SE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	SE 2			✓	✓		✓	✓
SE-M	SE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	SE 2			✓	✓		✓	✓
SA-A ⁽¹⁾	SE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SI	SI 1	✓	✓	✓	✓	✓		
	SI 2	✓	✓			✓		
	SI 6	✓	✓	✓	✓	✓		✓
SUA	SUA 1	✓				✓ ⁽²⁾	✓	✓
HS	HS 1	✓	✓ ⁽³⁾			✓	✓	
HE	HE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
HR		✓	✓	✓	✓	✓	✓ ⁽⁴⁾	✓

SE 1 Resistencia y estabilidad

SE 2 Aptitud de servicio

(1) Afecta a las uniones metálicas

(2) Afecta solo a cubiertas practicables

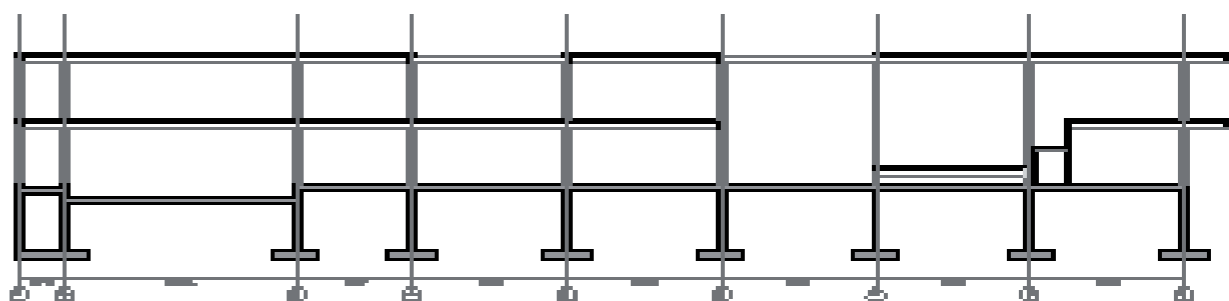
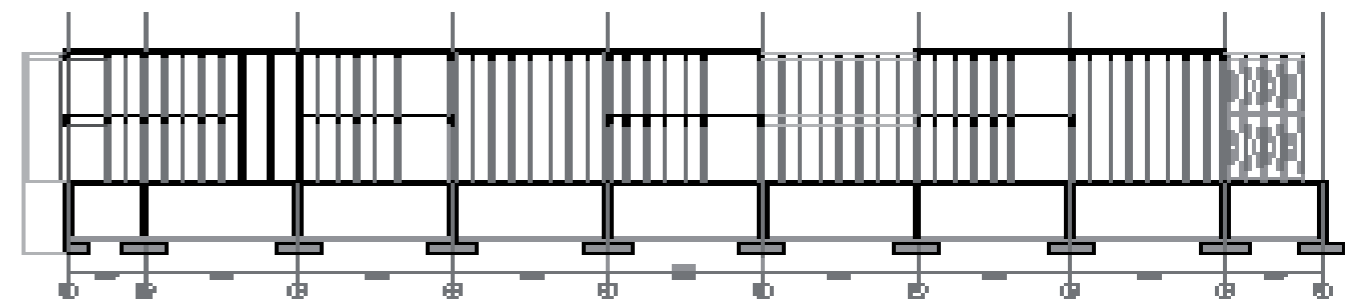
(3) Afecta solo a las medianerías que vayan a quedar descubiertas.

(4) Afecta solo en los siguientes casos:

- Entre recintos protegidos colindantes horizontales, pertenecientes a distintas unidades de uso.
- Entre un recinto protegido colindante horizontal con un recinto de instalaciones o recinto de actividades.

CARGAS GRAVITATORIAS CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO

ACCIONES	kN/m ²	Coef. parcial de seguridad para las acciones γ	Coeficiente de simultaneidad			Coeficiente parcial de seguridad de los materiales para ELU		CTE_DB_M - clase de servicio 2 Madera maciza, MLE, Microlaminada, Tablero contrachapado Tipo EN636-3		
			Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	γ_c	γ_s	Clases de duración de las acciones	Factor modificación K_{mod}	
CONCARGAS cargas permanentes	G1 Peso propio falso techo (plywood 4cm/escayola)	0,2	1,35	1	1	1	1,5	1,15	Permanentes	0,6
	G2 Peso propio instalaciones colgadas	0,25								
	G3 Peso propio cubierta ajardinada	1,5								
	G4 Peso propio suelo técnico Tecnosol Sulfato Cálcico (32mm) revestimiento vinílico	0,4								
	G5 Peso propio deck de lapacho	0,45								
	G6 Peso propio forjado unidireccional de hormigón armado de nervios in situ (40 cm)	4								
	G7 Peso propio forjado de entrevigado de MLE y tablero estructural									
	G8 Tabiquería (15 cm; 3,5+8+3,5)	1,4								
SOBRECARGAS cargas variables	Q1 Sobrecarga de uso (C3: pública concurrencia)	4	1,5	0,7	0,7	0,6	1,3	1	Permanentes	0,6
	Q2 Sobrecarga lineal en bordes de voladizos	2								
	Q3 Sobrecarga de uso cubierta (G1: accesibles para conservación y pendiente <20%)	1								
	Q4 Sobrecarga de nieve (altitud inferior 200m)	0,4								
OTRAS	q _w Viento q _b = 0,5, c _e = 2, c _p = 0,8 - (-0,4) = 1,2KN/m ² q _e = q _b x c _e x c _p = 0,5 x 2 x 1,2	1,2	1,35	0,6	0,5	0				
	Sobre barandillas y otros elementos divisorios	1,6	1,35	1	1	1	1,5			
	Sismo (aceleración sísmica básica: ab/g=0,06)	no se considera							Instantánea	1,1
	Impacto	no se considera								



4.2.1 ESTRUCTURA AÉREA (CTE_SE_M)

Como resultado de un diseño integral del proyecto, la estructura aérea se realiza con productos derivados de la madera, elegidos de acuerdo a su función y sollicitación estructural. Se ha elegido realizar esta estructura en madera, por sus criterios de sostenibilidad y respeto al medioambiente, y por su integración con el proyecto, definiendo la métrica y la materialidad del proyecto, dotando a éste de un carácter propio.

4.2.1.1 SOLUCIÓN ESTRUCTURAL ADOPTADA

Dentro de una primera clasificación de los sistemas constructivos de madera, atendiendo a las escuadrías y tipos de elementos estructurales, la solución adoptada se encuentra entre las denominadas "Grandes escuadrías".

Las grandes escuadrías son sistemas formados por elementos estructurales de gran espesor (superior a 80 mm), normalmente colocados con distancias mayores a un metro entre ellos. Es habitual que en este sistema estructural se presenten elementos estructurales primarios y secundarios (pudiendo ser, estos últimos, de pequeña escuadría). La madera puede estar vista, y por tanto, en estos casos este elemento debe asegurar su capacidad portante en situaciones de incendio durante el tiempo exigido por la normativa. Con elementos estructurales de gran escuadría se pueden salvar grandes luces (pudiendo llegar a más de 100 metros).

Los sistemas de grandes escuadrías están formados por elementos que se clasifican en:

Estructura principal: formada por las vigas, pórticos, arcos o cerchas que cubren la luz principal.

Estructura secundaria: formada por correas o paneles portantes.

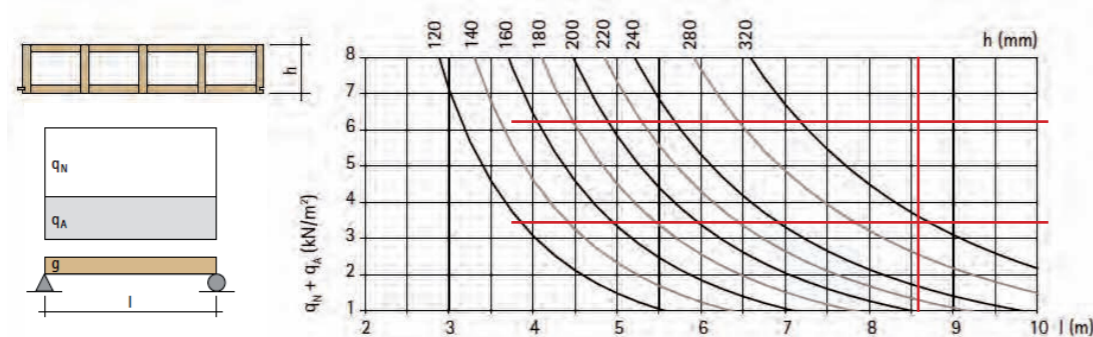
Arriostramiento lateral: formado por un sistema de barras en el plano de la cubierta y en las paredes, que forman una viga de celosía que tienen el objeto de resistir la acción del viento en la dirección perpendicular a la estructura principal y aportar estabilidad lateral a las piezas principales, reduciendo el posible efecto de vuelco o pandeo lateral. Generalmente estas vigas contraviento se sitúan en los vanos extremos del edificio, y si este tiene una longitud superior a 60 m será necesario disponer de otro intermedio.

En nuestro proyecto tenemos los siguientes niveles de estructura, que se desarrollarán a continuación:

Estructura principal: Formada por vigas tipo Vierendel, con montantes de madera microlaminada cada 1 m (en ocasiones cada 2, 3 o 4 metros) y travesaños de madera laminada encolada, con uniones de chapa galvanizada protegida.

Estructura secundaria: Formada por:

- 1ª opción: bloques Lignatur, para salvar luces de 8 y 12 metros, por su rápida colocación y buenos resultados, pero que como se observa en la gráfica de predimensionado estático no cumple las sollicitaciones de nuestro proyecto. → **no cumple**



- 2ª opción: viguetas de madera con tablero estructural macizo.
- Correas de atado y solidarización de pórticos.
- Estanterías de 250-400 x 40 mm que rigidizan la estructura principal en horizontal.

Arriostramiento lateral: Realizado en el interior de los cerramientos opacos, que se disponen en los vanos extremos del edificio, con paneles de OSB en horizontal fijados a los paneles portantes Lignatur en el forjado de cubierta.

Tras comprobar que la estructura propuesta inicialmente no resistía bien, se ha propuesto un segundo modelo, que cumple tanto a nivel estructural como en caso de incendio. Tan solo, como se observará más adelante, los montantes no cumplen a fuego, por lo que se les aplicaría un tratamiento de mortero de vermiculita y revestimiento de placas de proyección de la casa Promat, para garantizar la resistencia a fuego de 90 min para todos los elementos de la estructura.

Cabe decir, que las uniones mediante placas de acero galvanizado embebidas y vistas también deberán cumplir la resistencia a fuego de acuerdo al CTE, pero que en nuestro caso no hemos analizado, dada la complejidad que supone para el presente ejercicio. De todas formas, he adoptado la solución para cada unión que he considerado más adecuada, de acuerdo a los referentes y casas comerciales consultadas (Simpson y T&T).

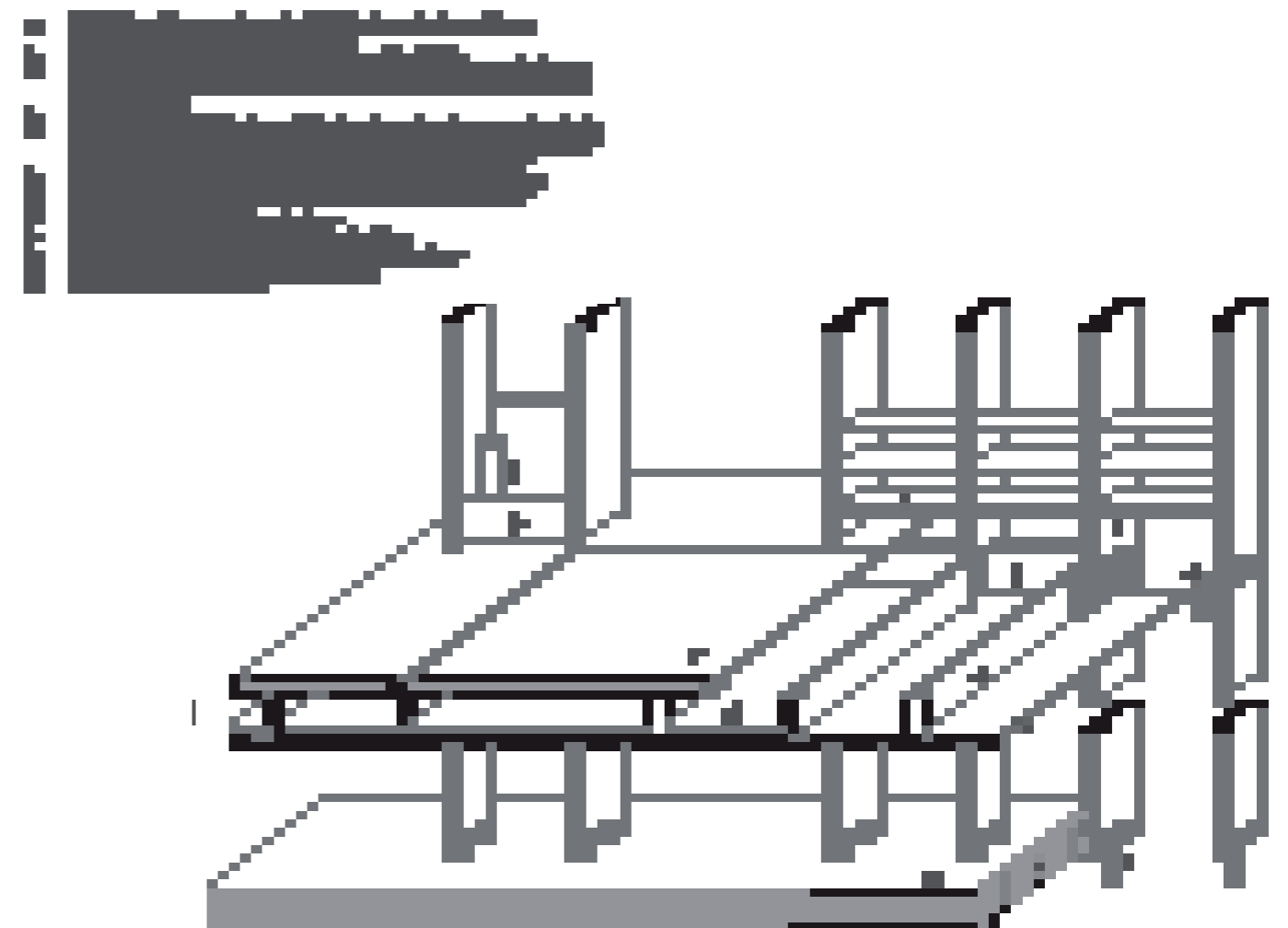
La estructura llegados al punto de la entrega del proyecto es:

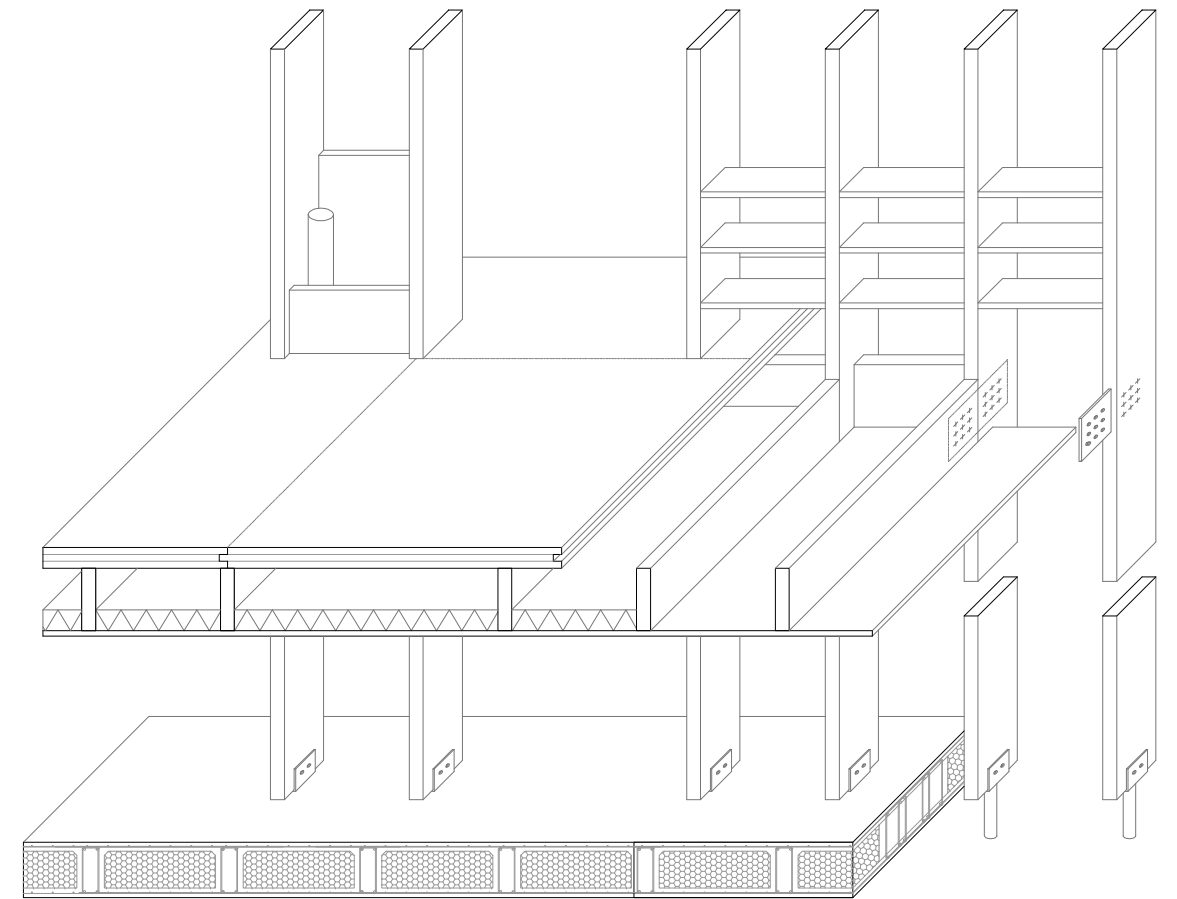
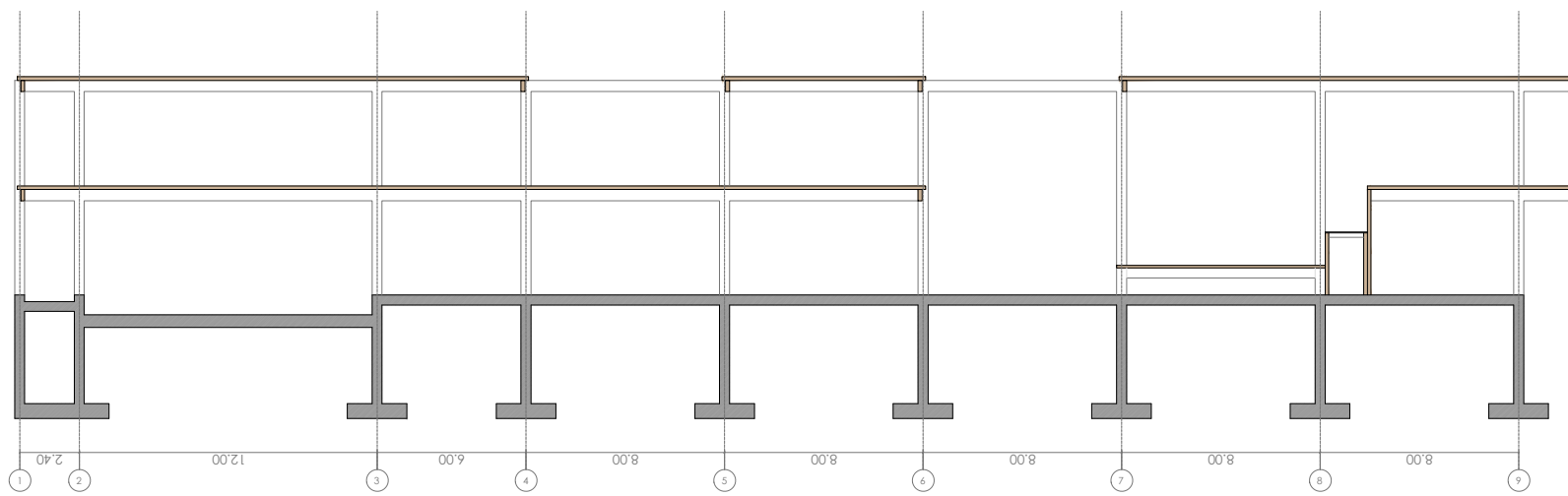
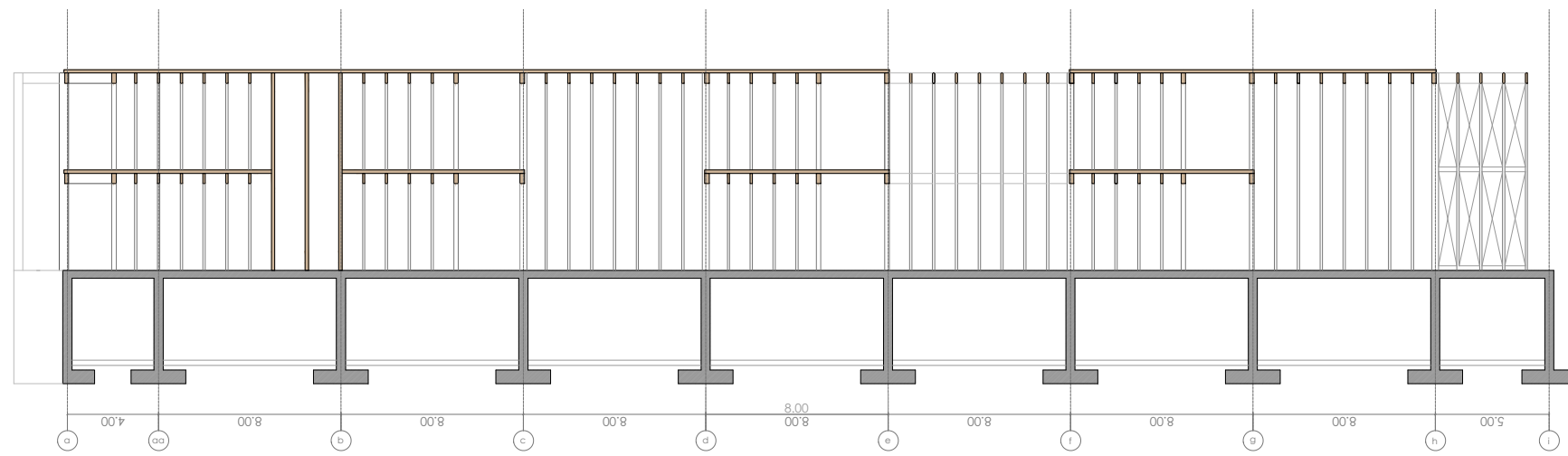
Estructura principal: Formada por montantes y vigas (en pórtico) de madera laminada encolada, que salvan una luz de 8 -12 metros, y cuya cruja es de 1 metro, salvo en las zonas de circulación principales que es de 3 metros.

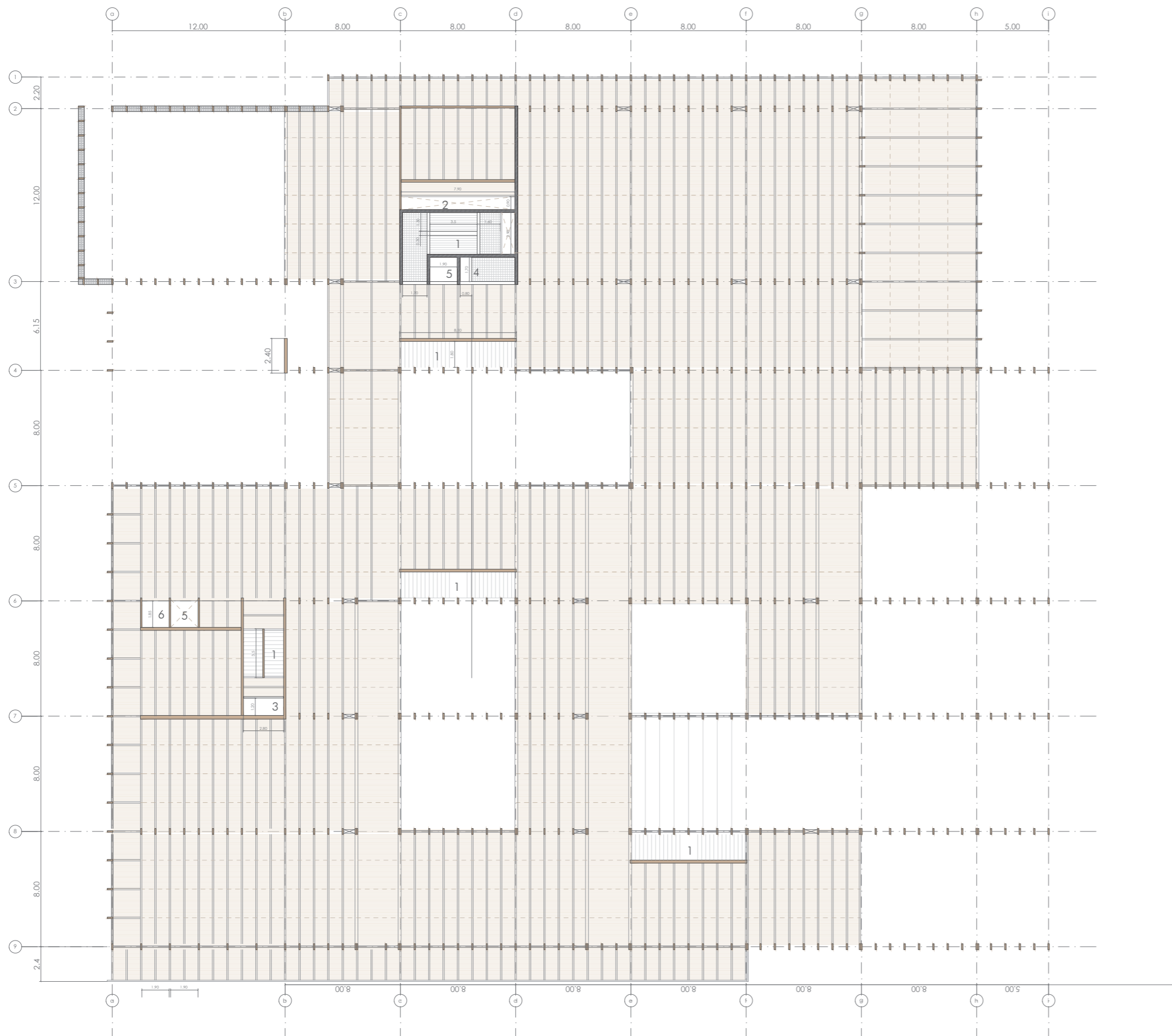
Estructura secundaria: Losa estructural de madera de 3 capas de la casa Dataholz. Esta va apoyada cada metro sobre vigas, excepto en ocasiones cada 3 metros (distancia más desfavorable para cálculo) y ha de soportar 5'5 KN/m2, por lo que según los datos proporcionados por el fabricante con un espesor de 78 mm tendríamos una resistencia al fuego de 90 minutos.

El forjado resultante de las vigas y la losa estructural se refuerza con un tablero inferior para la protección al fuego y se rellena con lana de roca, para evitar el efecto de ruido cajón. Sobre el forjado se coloca una lámina antivibraciones de la casa Ucersa.

Arriostramiento lateral: Para hacer frente a las sollicitaciones de cargas horizontales, como el viento. Se realiza mediante la fijación de la losa estructural a los pórticos, y se refuerza mediante tirantes metálicos en el interior de cerramientos opacos (como se ve en la sección estructural).







	0%	5 - 12 m	10 - 30 m	$h = L/17$
	3% - 15%	5 - 12 m	10 - 30 m	$h = L/30$ $H = L/15$
	3% - 15%	5 - 12 m	10 - 35 m	$h = L/30$ $H = L/15$
	0%	5 - 12 m	10 - 35 m	$h = L/20$

Acciones - Forjado de planta primera (MLE)		kN / m^2
G1	Peso propio falso techo (plywood 4cm/escayola)	0,2
G2	Peso propio instalaciones colgadas	0,25
G4	Peso propio suelo técnico Tecnosol Sulfato Cálculo (32mm) revestimiento vinílico	0,4
Carga Permanente Total: G		0,85
Q1	Sobrecarga de uso (C3: pública concurrencia)	4
Carga variable total: Q		4

- Pasos
1. Paso de escaleras
 2. Paso del núcleo principal de instalaciones
 3. Paso del núcleo secundario de instalaciones
 4. Paso de instalaciones eléctricas, telecomunicaciones, seguridad y control.
 5. Paso de ascensor
 6. Paso de instalación de ventilación del aparcamiento
 7. Paso de bajantes pluviales, y otros

Estructura de hormigón armado

- Muro RF 120
- Viga de canto
- Losa maciza bidireccional, no vista
- Losa maciza unidireccional inclinada, no vista

Estructura de madera

- Montantes madera microlaminada
- Travesaño, viga vierendeel
- Paneles estructurales BBS
- Viguetas de Madera Laminada Encolada, formación de forjado
- Panel estructural BBS formación de forjado, RF 90
- Elementos estructurales en otro plano

4.2.1.2 BASES DE CÁLCULO

Como valores característicos de las propiedades de los materiales, X_k , se tomarán los establecidos en el correspondiente apartado del Capítulo 4, teniendo en cuenta los factores correctores que se establecen a continuación:

Factores de corrección de resistencia en estructuras de MLE

A) factor de altura K_h

$$K_h = (600/h)^{0,1} \leq 1,1$$

siendo h = canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción (mm)

si el canto en flexión o la mayor dimensión de la sección en tracción paralela es menor que 600 mm, los valores característicos $f_{m,g,k}$ y $f_{t,o,g,k}$ pueden multiplicarse por el factor K_h .

B) factor volumen

No se considera, porque no existen tensiones de tracción perpendiculares a la fibra.

C) Factor de carga compartida $K_{sys} = 1,1$

Cuando un conjunto de elementos estructurales a flexión similares, dispuestos a intervalos regulares se encuentre, transversalmente conectado a través de un sistema continuo de distribución de carga, las propiedades resistentes características de los elementos del conjunto pueden multiplicarse por un factor denominado de carga compartida k_{sys} .

Factores que afectan al comportamiento estructural de la madera

A) Clases de duración de las acciones

Permanente, larga, media, corta e instantánea

B) Clases de servicio

- 1 → temperatura 20 ± 2 °C y HR > 65 %, pocas semanas
- 2 → temperatura 20 ± 2 °C y HR > 85 %, pocas semanas
- 3 → temperatura 20 ± 2 °C y HR > 85 %

En la clase de servicio 2 la humedad de equilibrio higroscópico media de la mayoría de las coníferas no excede el 20 %.

Estructuras de madera a cubierto, pero abiertas y expuestas al ambiente exterior.

C) Cálculo de las propiedades del material y uniones

- Valor característico de la propiedad del material

$$X_d = K_{mod} (X_k / \gamma_M)$$

X_k → valor característico de la propiedad del material

γ_M → coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material (tabla 2.3)
 MLE → 1,25 M. microlaminada → 1,2
 Uniones → 1,3 Placas clavo → 1,25

K_{mod} → factor modificación (tabla 2.4) (si es una combinación de acciones tomaremos el más desfavorable)

Estructura	Clase de servicio	Clase duración					Norma
		Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea	
M. maciza	2	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	UNE-EN 14081-1
MLE	2	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	UNE-EN 14080
M. microlaminada	2	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	UNE-EN 14279/14374

- Valor de la capacidad de carga de cálculo

$$R_d = K_{mod} (R_k / \gamma_M)$$

R_k → valor de la capacidad de carga de cálculo

γ_M → coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material (tabla 2.3)

K_{mod} → factor modificación (tabla 2.4)

LOSA DE FORJADO

El forjado se compone de una losa estructural de madera de 3 capas de la casa Dataholz. Esta va apoyada cada metro sobre viguetas, y ha de soportar 5'5 KN/m², por lo que según los datos proporcionados por el fabricante con un espesor de 78 mm tendríamos una resistencia al fuego de 90 minutos.

g ₁ +g ₂	span width longer field													
	3.0 m		3.5 m		4.0 m		4.5 m		5.0 m		5.5 m		6.0 m	
	permitted deflection													
	i250	i350	i250	i350	i250	i350	i250	i350	i250	i350	i250	i350	i250	i350
2.0					78				100-5s				110-5s	130-5s
2.5				78			90		110-5s				130-5s	147
3.0		78							100-5s	100-5s				
3.5			78											
4.0				90					110-5s	110-5s	130-5s			
4.5													147	
5.0			90		100-5s									
5.5									130-5s					
6.0		90			110-5s									
6.5														
7.0									130-5s					
7.5	90									147				
8.0		100-5s									147			

R00 3s... 3-layers
R00 5s... 5-layers
R90

BARRAS DE ESTRUCTURA

Para su predimensionado se adoptan los valores de la siguiente tabla, incluida en el CTE.

SISTEMA ESTRUCTURAL	PENDIENTE	SEPARACIÓN	LUCES	PREDIMENSIONADO
Viga recta de canto constante 	0%	5 - 12 m	10 - 30 m	$h = L/17$
Viga de canto variable a un agua 	3% - 15%	5 - 12 m	10 - 30 m	$h = L/30$ $H = L/15$
Viga de canto variable a dos aguas 	3% - 15%	5 - 12 m	10 - 35 m	$h = L/30$ $H = L/15$
Viga continua de canto constante 	0%	5 - 12 m	10 - 35 m	$h = L/20$
Viga en voladizo 	2% - 12%	5 - 10 m	K = 5 - 20 m	$h = K/45$ $H = K/10$ $L/K = 1/3$

4.2.1.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL - sistema de barras

Para el análisis relativo a situaciones de dimensionado transitorias y permanentes se considerarán los siguiente valores:

en Estados Límites de Servicio y Estados Límites Últimos en régimen lineal (sin analizar la estabilidad global o local, y en el análisis relativo a situaciones de dimensionado extraordinarias se considerarán los mismos valores:

$$E_d - \text{módulo de elasticidad longitudinal} \quad E_d = E_{\text{medio}} \quad E_{\text{medio}} ; G_{\text{medio}} \rightarrow \text{valores medios del material}$$

$$G_d - \text{módulo de elasticidad transversal} \quad G_d = G_{\text{medio}}$$

en Estados Límites Últimos relativas a estabilidad o en general en comprobaciones realizadas en segundo orden:

$$E_d - \text{módulo de elasticidad longitudinal} \quad E_d = E_k \quad E_k ; G_k \rightarrow 5\% \text{ percentil de la propiedad de rigidez}$$

$$G_d - \text{módulo de elasticidad transversal} \quad G_d = G_k$$

Puesto que en nuestra estructura predomina una dirección sobre las otras con una relación mínima entre largo y canto de δ , podemos modelizar la estructura como un **sistema de barras** formando nudos rígidos o semirrígidos. Considerando válida la hipótesis de que el **material es isótropo, elástico y lineal**, para el cálculo de solicitaciones globales (cortante, momento y axil)

En nuestro caso no vamos a considerar por ahora ninguna reducción de sección, por lo que obtendremos la dimensión de la sección eficaz reducida. Será más adelante cuando estudiemos la seguridad estructural en caso de incendio cuando aumentemos a esta la reducción prevista en caso de incendio, cuando obtengamos las dimensiones nominales.

Estudio del comportamiento de las barras

- análisis en primer orden, considerando que la madera es un material homogéneo e isótropo, tomando como parámetro básico del material el módulo de deformación, E, longitudinal (según la dirección de la fibra). La verificación de la estabilidad se realiza a través del método de la longitud de pandeo equivalente.
- análisis en primer orden similar al anterior salvo en la verificación de la estabilidad, que se realiza mediante un análisis global en segundo orden.

Estudio de las uniones de apoyo y empalme

- en el caso de uniones articuladas se considerará que en la unión no hay deslizamiento alguno.
- en el caso de uniones en las que se pretenda conseguir un empotramiento se considerará el rigidez eficaz de la unión en función del deslizamiento de las uniones. La mayoría de las uniones rígidas con clavijas son a lo sumo semiempotramientos, y en muchos casos llegan a comportarse casi como articulaciones.

De acuerdo con las tablas:

CTE-SE-AE	4.1 Coeficientes parciales de seguridad para las acciones
CTE-SE-AE	4.2 Coeficientes de simultaneidad
CTE-SE-M	E.3 Clases Resistentes - Madera laminada encolada homogénea.
CTE-SE-M	C.2 Asiganción de clase resistente a partir de la especie arbórea

En nuestro caso, mediante la aplicación no profesional desarrollada por Ángel M. Cea Suberviola ¹ con licencia Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons, comprobaremos:

Estados Límites Ultimos de:

Viguetas a flexión simple $\tau_{md} \leq f_{md}$ (tensión de cálculo \leq resistencia de cálculo a flexión)

Vigas a flexión simple $\tau_{md} \leq f_{md}$ (tensión de cálculo \leq resistencia de cálculo a flexión)

Soporte a compresión uniforme paralela a la fibra $\tau_{c,o,d} \leq f_{c,o,d}$ (tensión de cálculo \leq resistencia de cálculo)

¹ (www.maab.info - angel@maab.info)

Cargas y Longitud en Vigas

En esta sección hay que introducir el peso debido a la sobrecarga de uso y las debidas a peso propio, como pp del forjado, pavimentos y tabiquería. En el caso de vigas inclinadas en cubierta, puede existir una componente axil.

q _{su} =	0,85	KN/ml
q _{pp} =	4,00	KN/ml
q _{ppv} =	4,16	KN/ml, sumando el pp de la viga
L =	8,00	m, longitud de cálculo de la viga

Elegir el tipo de viga de entre los siguientes: VIGA 1 - Biapoyada

Vigas de un vano

TIPO 1 - Viga biapoyada

M _{su} =	6,80	m·KN
M _{pp} =	33,31	m·KN

V _{su} =	3,40	KN
V _{pp} =	16,66	KN

COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE VIGAS DE MADERA MACIZA Y LAMINADA SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO

Flexión simple y compuesta

Obra :	Biblioteca Municipal de Borbotó
Tipo de pieza :	Vigueta (ambito 8 m2)

Clase de madera:	GL28	LAMINADA HOMOGÉNEA
-------------------------	------	--------------------

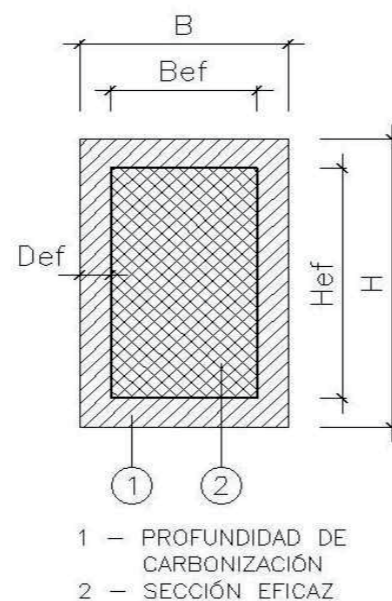
$f_{m,k}$	28,0	N/mm2	Resistencia característica a flexión
$f_{v,k}$	3,2	N/mm2	Resistencia característica a cortante
E_m	12,6	KN/mm2	Módulo elasticidad medio
ρ_m	4,1	KN/m3	Densidad media

Resist. al fuego :	R-90
---------------------------	------

D_{ef}	70,0	mm	Profundidad de carbonización
----------	------	----	------------------------------

Caras expuestas:	Todas
-------------------------	-------

Clase de servicio:	CS 1	Interior seco (Temp > 20°, Humedad < 65%)
---------------------------	------	---



Propiedades de la sección

B =	10	cm	I =	53.333	cm4	Momento de inercia (de la sección completa)
H =	40	cm	W =	2.667	cm3	Momento resistente (de la sección completa)
Area =	8,0	cm2				
Peso =	0,16	KN/ml				

B_{ef}	-4,0	cm	I_{ef}	-5.859	cm4	Momento de inercia (de la sección eficaz)
H_{ef}	26,0	cm	W_{ef}	-451	cm3	Momento resistente (de la sección eficaz)
A_{ef}	-104,0	cm2				

Cargas y coeficientes

Cargas permanentes

N_{pp}		KN
N_{pp}^*	0,00	KN
M_{pp}^*	33,31	m·KN
V_{pp}^*	16,66	m·KN
γ_{pp}	1,00	

Sobrecargas de uso

N_{su}		KN	Axil
N_{su}^*	0,00	KN	Axil mayorado
M_{su}^*	6,80	m·KN	Momento flector mayorado
V_{su}^*	3,40	m·KN	Cortante mayorado
γ_{su}	1,00		Coef. Mayoración cargas

k_{cr}	1,00	Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante
k_{fi}	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
K_{mod}	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
K_h	1,04	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
Y_m	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio

Estado límite último flexión

$f_{m,d}$	33,5	N/mm2	>	σ_d	-89,0	N/mm2
Capacidad resistente máxima a flexión del material				Tensión aplicada en la sección eficaz		
				-265%		

$$f_{md} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

Estado límite último cortante

$f_{v,d}$	3,7	N/mm2	>	τ_d	-2,9	N/mm2
Capacidad resistente máxima a cortante del material				Cortante aplicada en la sección eficaz		
				-79%		

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left(1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$f_{m,d} > \sigma_d$
 $f_{v,d} > \tau_d$

CUMPLE

COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE SECCIONES DE MADERA SOMETIDAS A CARGA DE FUEGO Comprobación de flecha

La flecha de un elemento estructural se compone de dos términos, la instantánea y la diferida, causada por la fluencia del material, que en el caso de la madera es bastante apreciable

La flecha instantánea, se calcula con la formulación tradicional de la resistencia de materiales; al tratarse de un Estado Límite de Servicio y no Estado Límite último, las cargas NO se mayoran

$$\delta = \delta' \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$$

$\delta' = 0,01302$

Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:

$$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Dónde: $K_{def} = 0,60$ es el factor de fluencia para CS 1
Dónde: $\psi_2 = 0,30$ para cargas de corta duración

$\delta_{pp} =$	33,05 mm	Flecha instantánea debida a carga permanente
$\delta_{su} =$	6,75 mm	Flecha instantánea debida a sobrecarga de uso

Triple Condición de cumplimiento

Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia, más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:

$$K_{def} \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su} < \frac{L}{500} \text{ Con luces grandes, pav. Rígidos sin juntas y tabiques frágiles}$$

$27,79 \text{ mm} = L/288 > L/500 = 16,00 \text{ mm}$

Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350

$$\delta_{su} < \frac{L}{350}$$

$6,75 \text{ mm} = L/1186 < L/350 = 22,86 \text{ mm}$

La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga

$$(1 + K_{def}) \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su} \cdot \psi_2 < \frac{L}{300}$$

$55,26 \text{ mm} = L/145 > L/300 = 26,67 \text{ mm}$

NO CUMPLE

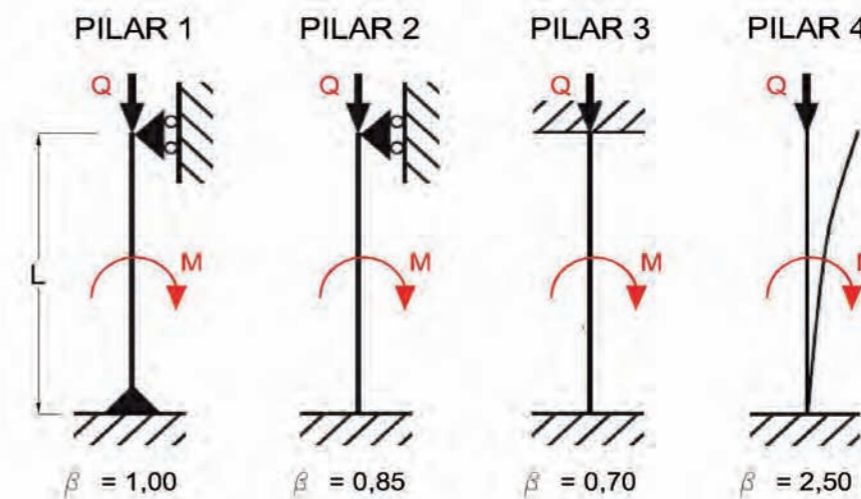
Cargas y Longitud en Pilares

Aquí debemos introducir las cargas axiales en el pilar y el momento (si lo hubiera) actuante en la sección a comprobar. Recordemos que puede haber varias secciones críticas en cada tramo. Las acciones se dividirán en peso propio (pp) y sobrecarga de uso (su)

$Q_{su} =$	43,20 KN	$M_{su} =$	0,00 m·KN	$\beta =$	1,00
$Q_{pp} =$	22,40 KN	$M_{pp} =$	0,00 m·KN		
$L =$	4,20 m,	longitud de cálculo del pilar			

Elegir el tipo de pilar, s/ sus apoyos: **PILAR 1 - Biarticulado**

PILARES



COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE PILARES DE MADERA MACIZA Y LAMINADA SOMETIDOS A CARGA DE FUEGO

Compresión simple y compuesta

Obra :	Biblioteca Municipal en Borbotó
Tipo de pieza :	Montante tipo (cada 1 m, ambito 8 m2)

Clase de madera:	GL28	LAMINADA HOMOGÉNEA
------------------	------	--------------------

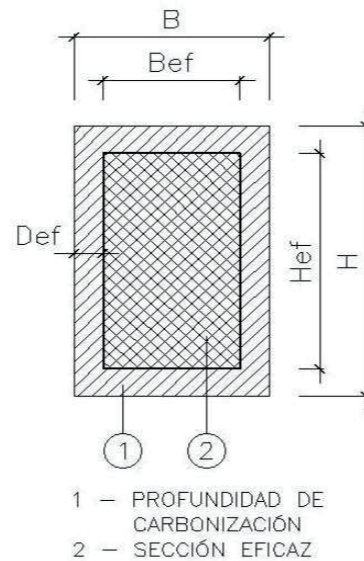
$f_{c,0,k}$	26,5	N/mm ²	Resistencia característica a compresión
$E_{0,k}$	10,2	KN/mm ²	Módulo elástico característico
ρ_m	4,1	KN/m ³	Densidad característica

Resist. al fuego :	R-90
--------------------	------

D_{ef}	70,0	mm	Profundidad de carbonización
----------	------	----	------------------------------

Caras expuestas:	2H	+	2B
------------------	----	---	----

Clase de servicio:	CS 1
	Interior seco (Temp > 20°, Humedad < 65%)



Propiedades de la sección

H =	40	cm	I =	5.760	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección completa)
B =	12	cm	W =	960	cm ³	Momento resistente (de la sección completa)
Area =	480,0	cm ²				

H _{ef} =	26,0	cm	I _{ef} =	-17	cm ⁴	Momento de inercia (de la sección eficaz)
B _{ef} =	-2,0	cm	W _{ef} =	17	cm ³	Momento resistente (de la sección eficaz)
Area _{ef} =	-52,0	cm ²				

Cargas y coeficientes

Cargas permanentes		Sobrecargas de uso				
N_{pp}^*	22,40	KN	N_{su}^*	43,20	KN	Axil mayorado
M_{pp}^*	0,00	m·KN	M_{su}^*	0,00	m·KN	Momento flector mayorado
Y_{pp}	1,00		Y_{su}	1,00		Coef. Mayoración

k_{fi}	1,15	Factor de modificación en situación de incendio
K_{mod}	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
K_h	1,30	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
Y_m	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio
β_v	1,00	Coef de pandeo que depende de los apoyos del pilar
β_c	0,10	Coef de pandeo que depende del material

Inestabilidad de soportes

Se definen la esbeltez (λ) y la esbeltez relativa (λ_{rel}) y a través de ellos los coeficiente K_v y X_c para evaluar el efecto del pandeo en la estructura

Esbeltez mecánica

$\lambda =$	727,46
-------------	--------

$$\lambda = \frac{\beta_v \cdot L}{\sqrt{I_{ef} / A_{ef}}}$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Esbeltez relativa

$\lambda_{rel} =$	11,80	>	0,30	Hay que comprobar pandeo
-------------------	-------	---	------	--------------------------

$K_v =$	70,73
---------	-------

$$k_v = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3)) + \lambda_{rel}^2$$

$X_c =$	0,007
---------	-------

$$X_c = \frac{1}{k_v + \sqrt{k_v^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Estado límite último compresión

$f_{c,0,d} =$	0,2	N/mm ²	>	$\sigma_{c,0,d} =$	-12,6	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a compresión del material				Tensión aplicada en la sección eficaz		

-5815%

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot X_c \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{c,0,k}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{w_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$f_{c,0,d} > \sigma_{c,0,d}$

CUMPLE

COMPORTAMIENTO DE LA MADERA FRENTE AL FUEGO

Frente al fuego la madera tiene dos foras diferentes de comportamiento:

- Reacción¹: En lo que respecta a la reacción al fuego de la madera, ésta es más favorable en elementos con espesores mayores y de densidad alta. Existen, además, sistemas de ignifugación, en profundidad o superficial, mediante los cuales puede retrasarse el proceso de combustión, mejorando así el comportamiento frente al fuego de la madera.

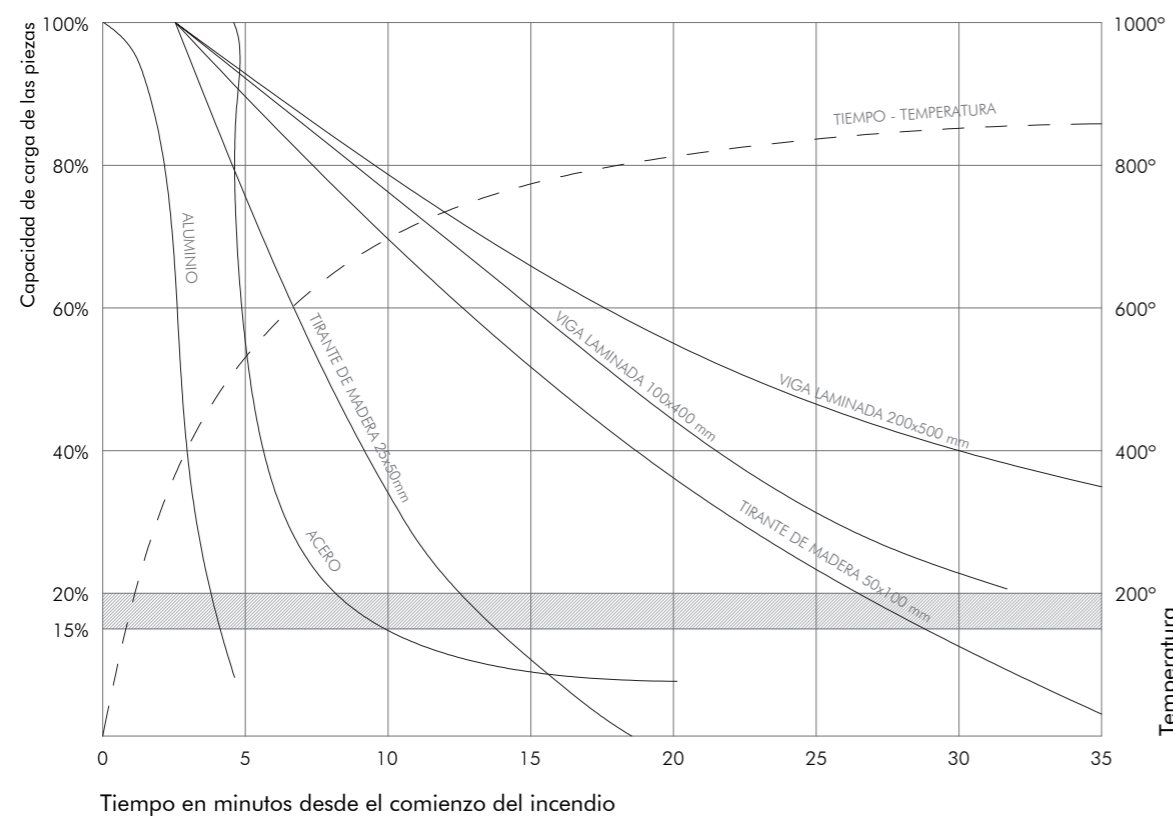
- Resistencia al fuego²: se destaca que cuando un elemento constructivo de madera se encuentra expuesto a un incendio, se genera en su superficie una capa carbonizada que aporta protección como aislante a las capas interiores. Esta característica hace que la pérdida de capacidad portante del elemento se deba, principalmente, a la reducción de su sección y no tanto al deterioro de las propiedades del material.



Los elementos constructivos de madera también se pueden proteger con otros materiales con mejor comportamiento frente al fuego, como es el caso del yeso, aumentando así la resistencia al fuego del sistema y retardar el desarrollo y propagación de un posible incendio.

Existen materiales con una reacción al fuego muy buena, pero las construcciones con estos materiales tienen mala resistencia al fuego, tales como el acero, cuyos pilares y vigas transmiten rápidamente el calor, se deforman y pierden su resistencia mecánica; o el hormigón, que con el aumento de temperatura, dilata, resquebrajándose y colapsando con el enfriamiento rápido de las mangueras de bomberos.

En la siguiente gráfica se compara la estabilidad al fuego de estructuras de distintos materiales:



Madera Laminada Encolada

En la madera laminada se utilizan colas termoendurecibles para evitar el desencolado del material y una mejor propagación de la llama. Una cola termoendurecible será más eficaz para mantener en contacto las partes encoladas carbonizadas, cuanto mayor duración del fuego. La mejor es la cola de resorcina- fenol, que mantiene la integridad de los planos de encolado incluso después de la acción del fuego.

¹ comportamiento ante una fuente de calor de una intensidad determinada, según ciertas normas, midiéndose unos parámetros determinados (tiempo de emisión de las primeras fracciones de gases inflamables, inflamabilidad, llamas, persistencia, etc.)
² tiempo durante el cual la madera, expuesta a una fuente de calor conserva sus propiedades físico-químicas, mecánicas, estanqueidad a las llamas y ausencia de emisión de gases inflamables.

CLASIFICACIÓN EUROPEA DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES

según el RD 312/2005 y la norma UNE-EN 13501-1:2002.

Las nuevas clases son:

- A1 No Combustible. Sin contribución en grado máximo al fuego
- A2 No Combustible. Sin contribución en grado menor al fuego
- B Combustible. Contribución muy limitada al fuego
- C Combustible. Contribución limitada al fuego
- D Combustible. Contribución media al fuego
- E Combustible. Contribución alta al fuego
- F Sin clasificar

Clasificaciones adicionales de carácter obligatorio en la mayoría de clases:

- Opacidad de los humos (s, smoke): **s1, s2, s3** → baja, media, alta
- Caída de gotas o partículas inflamadas (d, drop): **d0, d1, d2** → nula, media, alta

La clasificación también ha de tener en cuenta la forma en que los materiales se colocan sobre los soportes, ya que los ensayos de un mismo material sobre diferentes aplicaciones finales puede dar distintas clasificaciones. Por lo que los materiales deben clasificarse según su **aplicación final**:

- Paredes y techos → sin subíndice
- Suelos → subíndice FL
- Productos lineales para aislamientos de tuberías → subíndice L

COMUSTIBILIDAD	APLICACIÓN FINAL			COMBUSTIBLE	CONTRIBUCIÓN AL FUEGO	
	paredes techo	suelos	prod. lineales para aisl. térmico de tuberías			
A1		A1 _{FL}	A1 _L	NO	NO	grado máximo
A2		A2 _{FL}	A2 _L	NO	NO	grado menor (duración de la llama ≤ 20 s)
B		B _{FL}	B _L	SI	SI	Muy limitada
C		C _{FL}	C _L	SI	SI	Limitada
D		D _{FL}	D _L	SI	SI	Media
E		E _{FL}	E _L	SI	SI	Alta
F		F _{FL}	F _L	Sin clasificar, sin comportamiento determinado		
OPACIDAD DE HUMOS	Cantidad y velocidad de emisión			Baja	s1	Observaciones: Las clases A1, A1 _{FL} y A1 _L ; E, E _{FL} y E _L ; F, F _{FL} y F _L no se clasifican bajo este concepto.
				Media	s2	
				Alta	s3	
CAÍDA DE GOTAS O DE PARTÍCULAS INFLAMADAS	Sin caída (UNE-EN 13823:2002) en 600s.				d0	Observaciones: Las clases A1, A1 _{FL} y A1 _L y F, F _{FL} y F _L no se clasifican bajo este concepto.
	Sin caída (UNE-EN 13823:2002) en 10s.				d1	
	Ni d0, ni d1				d2	

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego establecidas en la tabla 4.1 del CTE_DB_S1

Situación del elemento	Revestimientos ¹	
	De techos y paredes ²	De suelos ³
Zonas ocupables	C-s2,d0	E _{FL}
Pasillos y escaleras protegidas	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Recintos de riesgo especial	B-s1,d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados...	B-s3,d0	B _{FL} -s2

¹) Siempre que superen el 5% de la superficie total del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.
²) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego.
³) Incluye aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

RESISTENCIA AL FUEGO DE LA MADERA. CAPACIDAD PORTANTE

Generalidades

En el caso de comprobaciones de las exigencias relativas al Requisito Básico de Seguridad en caso de Incendio, el procedimiento es muy parecido al que debe seguirse para las comprobaciones de Seguridad Estructural a temperatura ambiente.

De nuevo, se trata de comparar el efecto de las acciones con la resistencia en caso de incendio. El caso del fuego es un poco diferente al del resto de acciones accidentales, ya que no se trata de una acción en sí misma, sino que lo que produce es una pérdida en las capacidades resistentes de los materiales, pérdida de sección en el caso de la madera. En cualquier caso, se trata de verificar la inequación:

$$E_{fi,d} < R_{fi,d}$$

Para determinar la resistencia de una estructura o elemento estructural de madera, la norma EN-1995-1-2 (Eurocódigo 5) propone dos métodos (ambos similares al método de la isoterma 500 en las estructuras de hormigón armado):

- el método de la sección residual
- el método de la resistencia y rigidez reducidas

En ambos casos, hay que determinar un límite de la zona carbonizada, para posteriormente evaluar la resistencia de la zona sin carbonizar, que se hará de manera distinta según el método empleado. En general, para escuadrías grandes (mayores de 5cm) se pueden emplear ambos métodos.

Efecto de las acciones

Se debe calcular el efecto de las acciones en caso de situación extraordinaria, por lo que los coeficientes parciales de seguridad de las acciones se igualan a 1.

$$\sum_{j \geq i} G_{k,i} + \Psi_{1,i} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

En nuestro caso la sobre carga de uso es siempre la misma, por lo que $\Psi_2=0$. Considerando así la sobrecarga de uso como la acción principal, multiplicada por su coeficiente de simultaneidad, sin acciones concomitantes.

Capacidad resistente - Propiedades de los materiales

En caso de incendio, se considera que las características mecánicas de los materiales en la parte no carbonizada de la madera permanecen constantes durante el incendio. Además, tanto la resistencia como el módulo de elasticidad a considerar en caso de incendio es la resistencia (o módulo) característica multiplicada por un coeficiente k_{fi} .

Por otro lado, el coeficiente de modificación, k_{mod} , debe sustituirse por el coeficiente de modificación en caso de incendio, $k_{mod,fi}$, que depende del tipo de método empleado para determinar la capacidad resistente. El valor que adoptará este coeficiente se describe más adelante, según cada caso. El coeficiente parcial de seguridad del material en situaciones accidentales es $\gamma_{M,fi} = 1$.

Cualquier resistencia de la madera (a flexión, a compresión, a tracción, etc.) se calculará como:

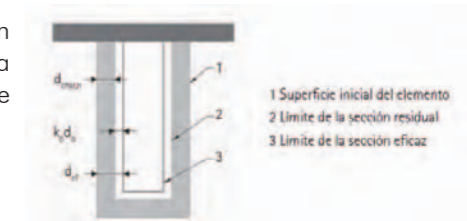
$$f_{d,fi} = K_{mod,fi} (K_{fi} \cdot f_k) / (\gamma_{M,fi})$$

Tipo de madera	k_{fi}
Madera maciza	1,25
Madera laminada encolada	1,15
Tableros derivados de la mad.	1,15
Madera microlaminada	1,10
Uniones con elem.laterales de madera y tableros derivados	1,15
Uniones con placas de acero externas.	1,05

MÉTODO DE LA SECCIÓN EFICAZ

Es el método propuesto en el anejo E del DB_Sl. La idea fundamental es que en el transcurso del incendio, se carboniza una parte de la sección de madera, cuya resistencia se despreja, quedando una parte de la sección "sana", de la que se considera que no ha perdido propiedades resistentes.

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$



$d_{char,n}$ profundidad carbonizada nominal de cálculo (apartado E.2.2. del CTE_DB_Sl)

d_0 de valor igual a 7mm.

k_0 en superficies no protegidas o con protecciones con $t_{ch} \leq 20$ min., $k_0=1$ para tiempos superiores a 20 min y $k_0 = t/20$ para tiempos entre $t = 0$ y $t = 20$ min.

en superficies protegidas con $t_{ch} > 20$ min., $k_0 = 1$ para tiempos superiores a t_{ch} y $k_0 = t/t_{ch}$ para tiempos entre $t = 0$ y $t = t_{ch}$

La resistencia de cálculo y los parámetros de cálculo de la rigidez se consideran contantes durante el incendio

El factor de modificación será $K_{mod} = 1$

Profundidad de la zona carbonizada, d_{char}

Se entiende como la distancia entre la superficie exterior de la sección inicial y la línea que define el frente de acarbonización para un tiempo de exposición al fuego determinado, que incluye el efecto del redondeo de la aristas.

La profundidad carbonizada depende del tiempo (t) que dure el incendio y la velocidad de carbonización de la madera, β :

$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t$$

A su vez, la velocidad de carbonización depende del tipo de madera, de si la exposición se produce por uno o varios lados, y de si el elemento estructural está o no protegido, y del tipo de protección. En el caso de elementos protegidos, la carbonización puede empezar porque falle el elemento de protección, o bien porque éste sea consumido por el propio incendio. El instante en que el elemento protegido comienza a carbonizarse se denomina t_{char} , y el instante en que falla la protección recibe el nombre de t_f .

El valor de velocidad nominal de cálculo para maderas sin protección se determina en la tabla E.1 del CTE_DB_Sl.

	β_n (mm/min)
Coníferas y haya: Madera laminada encolada con densidad característica ≥ 290 kg/m ³	0,70
Madera microlaminada: Con una densidad característica ≥ 480 kg/m ³	0,70

4.2.2 ESTRUCTURA ENTERRADA

Está formada por el forjado de planta baja, soportes de sótano y cimentación. Todos los elementos se resuelven con un sistema estructural de hormigón armado, con el fin de obtener una base homogénea y monolítica que reciba las cargas de la estructura aérea y las transmita adecuadamente al terreno.

solución adoptada: FORJADO PLANTA BAJA

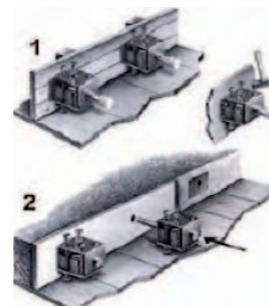
Se utiliza un **forjado aligerado unidireccional con nervios realizados "in situ" y bovedillas de poliestireno expandido**, con un espesor total de 40 cm. Esta solución de nervios realizados "in situ", por su total ejecución en obra, tanto en el armado como en el hormigonado, mejora el grado de rigidez y monolitismo respecto a los forjados resueltos mediante viguetas semiresistentes, el intereje será de 80 cm. El ajuste de las piezas a las zonas macizas se resuelve, cómoda y precisamente, seccionando las piezas de poliestireno expandido con una simple cuchilla. Las bovedillas de poliestireno expandido mejoran las condiciones de aislamiento acústico y térmico.



Mediante este sistema de forjado, los nervios son los elementos que reciben las cargas de la planta baja y los encargados de transmitir los esfuerzos a las vigas, y éstas a los pilares. Las cargas de cubierta, planta primera y estructura aérea se aplican de forma puntual cada metro (salvo excepciones de 2 o 3 metros) sobre las vigas del forjado. Por lo que se considera más adecuado disponer las vigas colgando del forjado, para aumentar su inercia, ya que la transmisión de cargas de las plantas superiores no se hace directamente sobre los pilares de sótano, sino sobre las vigas ya mencionadas. Todo el forjado quedará visto por su cara inferior que da al aparcamiento. El perímetro se rematará mediante un zuncho de atado al igual que el resto del perímetro de la estructura no ocupado por vigas.

Los zunchos de atado se construirán mediante el conveniente dimensionado para cumplir la función de atado del forjado y soportar el peso del cerramiento de fachada que gravita sobre él.

Dadas las dimensiones del edificio el forjado requiere de juntas de dilatación. Las juntas se encuentran a los 32 m, coincidiendo con nudos de vigas y pilares. Las juntas de dilatación impiden la fisuración incontrolada y los daños resultantes de los mismos (falta de estanqueidad, corrosión). Disponiendo una junta de dilatación, se puede reducir considerablemente el armado mínimo necesario con tal de limitar el ancho de las fisuras en los forjados donde el acortamiento queda impedido. Las juntas se resuelven mediante conectores para juntas de dilatación entre dos elementos estructurales, pilares y forjado de hormigón armado con las vigas. Se trata del **sistema goujon-cret** que consigue no duplicar los pilares y que se explicará más adelante.



solución adoptada: SOPORTES DE SÓTANO

Se resuelve con pilares de hormigón in situ dispuestos cada 8m, siendo su ámbito de carga de 64m² y con muros de sótano en el perímetro. La estructura de la sala de exposiciones y del salón de actos se apoya sobre muros de sótano, delimitando estos los espacios de almacenaje y resolviendo de una manera sencilla la pendiente del salón de actos.

solución adoptada: CIMENTACIÓN

Respecto a la cimentación, se propone una cimentación superficial. Se ha optado por una cimentación de zapatas aisladas centradas bajo pilares y zapatas corridas para los muros de carga en planta sótano sobre los que apoya el forjado de planta baja. Tras los cálculos realizados y la dimensión de las zapatas obtenidas, considero que una solución mediante losa de cimentación habría sido más adecuada y coherente con la estructura.

Según la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02), al estar la edificación localizada en Borbotó, se ha considerado, con el fin de calcular la aceleración sísmica de cálculo, el valor de la aceleración sísmica básica (ab) de Moncada, localidad muy cercana a Borbotó y que sí aparece en el listado del anejo de esta norma. Así, podemos observar que la ab/g considerada es de 0.06, resultando la aceleración sísmica de cálculo ac con un valor inferior a 0.16g, como justificaremos en el apartado 4.5 (Cumplimiento de la norma sismorresistente). Siendo éste el resultado, no es necesaria la unión de las zapatas aisladas, si fuera el caso, ya que se puede considerar que la solera de hormigón constituye el elemento de atado. A pesar de ello, la buena práctica constructiva y la minimización de los asentamientos diferenciales aconseja disponer vigas de atado de hormigón armado al menos en el perímetro de la estructura. En el caso del presente proyecto esto queda resuelto mediante las zapatas corridas de muro de sótano, atándose el perímetro de la estructura con las mismas.

TIPO	CARACTERÍSTICAS	INTEREJE [m]	LUZ L [m]	CANTO H [m]	PESO P [kN/m²]	COSTE C [EUR/m²]
Nervios in situ	Valores posibles	0.50 - 0.80	< 10.00	0.20 - 0.40	2.50 - 4.00	50 - 90
UNIDIRECCIONAL	Valores más habituales (recomendables)	0.60 - 0.70	6.00 - 9.00	0.25 - 0.35	3.00 - 3.50	60 - 70
Es el equivalente a las viguetas, pero con hormigón in situ. Es el equivalente al forjado reticular, pero unidireccional. Permite una mayor adaptación a geometrías complejas al no ser prefabricado. Permite vuelos entre 8 y 10 veces el canto. Funciona de forma adecuada con vanos continuos. Se puede emplear con vigas planas o de canto, pero siempre de hormigón armado. Siempre necesita apuntalamiento.				H = L / [23 - 27]	P = H * [10 - 12]	C = H * [200 - 250]

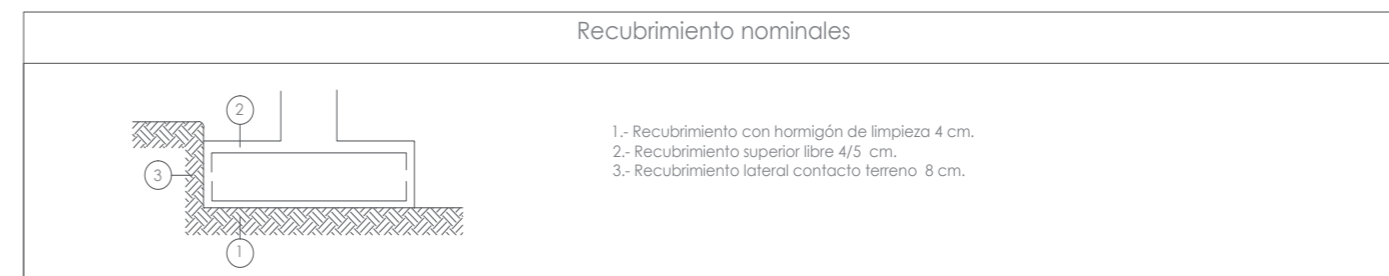


Características de los materiales

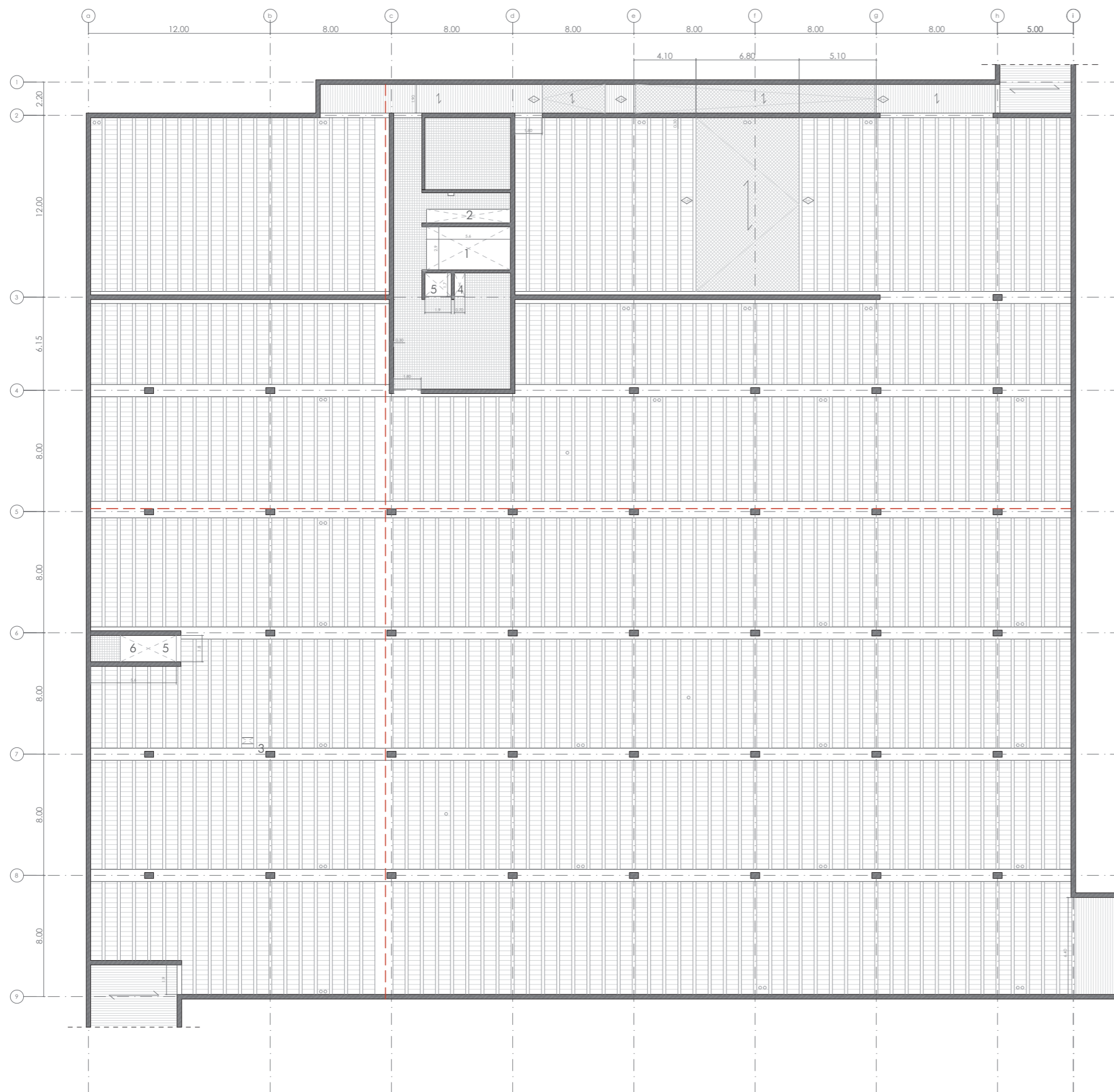
- Clase de exposición de la zona donde se construye el edificio → **IIb**
- Resistencia característica del hormigón a compresión, **f_{ck}**
 Adoptaremos una resistencia característica del hormigón a compresión de **25 MPa**, porque la norma EHE-08 recomienda que la resistencia característica a compresión en zonas de exposición IIb sea: $25 \leq f_{ck} < 40$ MPa
- Recubrimiento mecánico mínimo de las armaduras
 De esta manera y siguiendo las consideraciones anteriores también estipulan el **30 mm**.

Materiales	Hormigón						Acero		
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tam. máx. árido	Exposición ambiente	Nivel Control	Coefficiente de Ponderación	Tipo
Hormigón de limpieza	Estándar	(Yc) = 1,50	HM-10/B/40/IIb	Blanda (9-15 cm.)	30/40 mm.	IIb			
Hormigón de cimentación	Estándar	(Yc) = 1,50	HA-25/B/40/IIb	Blanda (9-15 cm.)	30/40 mm.	IIb	Normal	(Ys) = 1,15	B-500 S
Soleras	Estándar	(Yc) = 1,50	HA-25/B/40/IIb	Blanda (9-15 cm.)	30/40 mm.	IIb	Normal	(Ys) = 1,15	B-500 T

Ejecución (Acciones) residencial público	Coefficiente de Ponderación	Notas
Concargas	(Y _s) = 1.35	-Control Estadístico en EHE, equivale a control normal -Solapes según EHE -El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE,...
Sobrecargas	(Y _s) = 1.50	
total concargas + sobrecargas		



-Tensión admisible del terreno considerada = 1.5 kg/cm ²



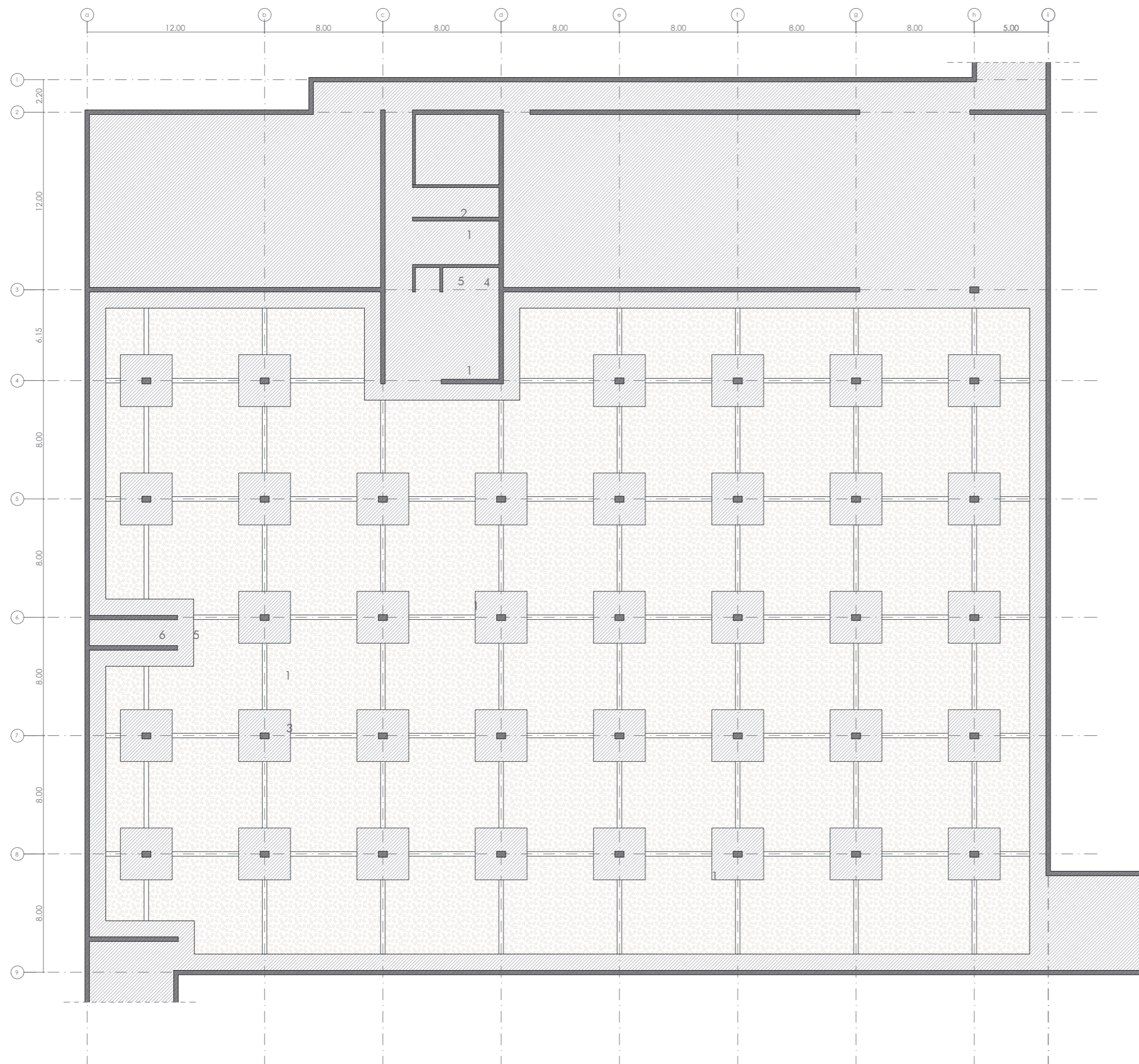
Características de los materiales - Forjado unidireccional de nervios in situ						
Elemento	Nivel Control	Coef. de ponderación	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición ambiente
Hormigón	Estandar	$\gamma_c = 1,5$	HM-10/B/40/IIb	Blanda (9-15cm)	30/40 mm	IIb
Acero	Normal	$\gamma_s = 1,15$	B-500 S	-	-	-

Forjado unidireccional aligerado de nervios in situ				
Intereje	Luz L (m)	Canto H (m)	Entrevigado	Peso P (kN/m ²)
0,8 m	8/12	0,35 / 0,45	Bloques de EPS	3,5 / 4,5

Acciones - Forjado de planta baja (Hormigón Armado)		kN / m ²
G6	Peso propio de forjado unidireccional nervios in situ (40 cm)	4
G2	peso propio instalaciones colgadas	0,25
G4	Peso propio suelo técnico Tecnosol Sulfato Cálcico (32mm) revestimiento vinílico	0,4
Carga Permanente Total: G		4,65
Q1	Sobrecarga de uso (C3: pública concurrencia)	4
Carga variable total: Q		4

- Pasos
1. Paso de escaleras
 2. Paso del núcleo principal de instalaciones
 3. Paso del núcleo secundario de instalaciones
 4. Paso de instalaciones eléctricas, telecomunicaciones, seguridad y control.
 5. Paso de ascensor
 6. Paso de instalación de ventilación del aparcamiento
 - o Paso de bajantes pluviales

- Muros sótano de hormigón armado
- Pilares de hormigón armado 40 x 60 cm
- Viga plana 40 x 90 cm
- Nervios in situ, con entrevigado de EPS (intereje: 0,8m)
- Junta estructural (sistema Goujon-Cret)
- Losa maciza bidireccional, acabado no visto
- Losa maciza unidireccional vista
- Losa maciza unidireccional vista, en pendiente



Estructura de hormigón armado

■ Pilar 40 x 60 cm

▬ Muro de sótano 30 cm

▬ Viga riostra 30 cm

▨ Cimentación: zapatas centradas y corridas

▨ Relleno

1 : 300

AYELÉN SEMPERE DELGADO

⊙N

Forjado MLE 01 · Planta 1 · ESTRUCTURA

BIBLIOTECA MUNICIPAL DE BORBOTÓ

4.2.2 PREDIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA ENTERRADA

El predimensionado se ha realizado con un sistema de forjado unidireccional de nervios in situ en el forjado de planta baja, siendo estos nervios los elementos que reciben las cargas de la planta baja y los encargados de transmitir los esfuerzos a las vigas, y éstas a los pilares. Las cargas de cubierta, planta primera y estructura aérea se aplican de forma puntual cada 2 metros (salvo excepciones de 4 metros) sobre las vigas del forjado. Por lo que se considera más adecuado disponer las vigas colgando del forjado, para aumentar su inercia, ya que la transmisión de cargas de las plantas superiores no se hace directamente sobre los pilares de sotano, sino sobre las vigas ya mencionadas. Todo el forjado quedará visto por su cara inferior que da al aparcamiento. El perímetro se rematará mediante un zuncho de atado al igual que el resto del perímetro de la estructura no ocupado por vigas.

Este predimensionado se realizó en un fase anterior del proyecto, cuando las vigas iban en dirección Norte-Sur, y los montantes de MLE ejercían fuerzas puntuales cada 2 metros. Pese a que ahora las vigas van de Este a Oeste y los montantes cada metro, los valores obtenidos han servido para tomar ciertas decisiones al girar la estructura. Como disponer de un pilar intermedio en las luces de 12m (4+8), reducir la separación de montantes superiores para una mejor distribución de las cargas de la estructura aérea.

Hemos tomado un pórtico tipo de 8m de luz de viga y 8m de luz de forjado; y un pórtico con viga de 12m de luz correspondiendo al único tramo de esta longitud. Además se realizará el predimensionado del forjado de la sala multifunciones, con 12m de luz realizado mediante nervios de hormigón in situ. Este sistema de predimensionado es útil en fase de diseño y admite una pequeña desviación del resultado, siempre del lado de la seguridad. Son cálculos aproximados realizados a mano, utilizando y siguiendo los métodos de la publicación "Números Gordos" en el cálculo de estructuras. En un proyecto real se procedería a un cálculo más detallado mediante algún programa informático.

Acciones consideradas para el cálculo

Las acciones tomadas se determinaron en una fase previa del proyecto, pero podemos tomarlas como válidas porque son mayores que las actuales, por lo que todos los datos están del lado de la seguridad.

- forjado Hormigón Armado

0,5 KN/m ²	Suelo técnico con revestimiento de suelo vinílico.
5,00 KN/m ²	Peso propio del forjado HA. Forjado aligerado unidireccional con nervios realizados "in situ" y bovedillas de poliestireno expandido (45 cm)
0,25 KN/m ²	Peso propio de instalaciones.
8,50 KN/m²	Total carga permanente
5,00 KN/m ²	Sobrecarga de uso
5,00 KN/m²	Total carga variable

- cargas puntuales transmitidas a vigas de planta baja (forjado de Hormigón Armado), las cuales proceden de la estructura aérea de madera de las plantas superiores.

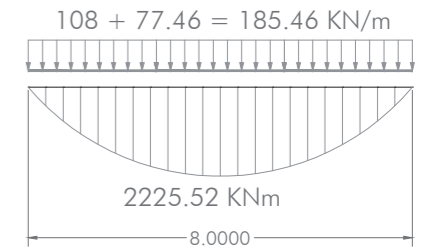
carga puntual transmitida desde los dos pisos superiores: 92.08 KN

carga puntual transmitida desde uno de los pisos superiores (doble altura): 66.14 KN

1. PREDIMENSIONADO DE VIGAS

1.1. Viga tipo 1 (luz=8 m)

Calculamos la viga tipo del forjado de planta baja de Hormigón Armado. Esta constará de ámbito de carga de 8m considerando las cargas permanentes y variables correspondientes al forjado más las cargas puntuales transmitidas por la estructura aérea, consideradas para la simplificación del cálculo como cargas repartidas en la longitud de la viga.



Viga biapoyada $L = 8$ m

Datos:

ámbito de carga = 8 m

$$q = (8.50 + 5.00 \text{ KN/m}^2) \cdot 8 \text{ m} = 108 \text{ KN/m}$$

q estructura aérea. Carga puntual cada 2m aplicada sobre viga de $q = (104.16 + 102.4 \text{ KN}) = 206.56 \text{ KN}$

q estructura aérea repartida = $(206.56 \cdot 3) / 8 = 77.46 \text{ KN/m}$

$$q_{\text{total}} = 108 + 77.46 = 185.46 \text{ KN/m}$$

- Momento de cálculo

$$M_d = 1,5 \cdot (q \cdot L^2 / 8) = 1,5 \cdot (185.46 \cdot (8)^2 / 8) = 2225.52 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

- Cálculo de la sección de la viga (b x h)

Para no tener que realizar la comprobación a flecha, atendiendo al artículo 50.2.2.1. de la norma EHE-08:

$$h = L/20 = 8/20 = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm} \rightarrow \text{tomaremos } h = 80 \text{ cm}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

- Cálculo armadura A_s

$$A_s = M_d / (0,8 \cdot h \cdot F_{yd}) = 2225.52 / (0,8 \cdot 0,80 \cdot 500 / 1,15) \times 10 = 79.97 \text{ cm}^2 \rightarrow 10 \text{ } \varnothing 25 \text{ (49 cm}^2\text{)}$$

- Armadura de compresión A_c

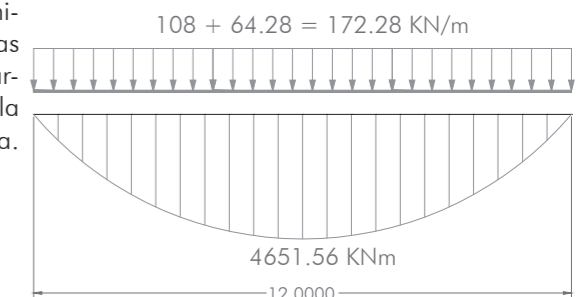
$$M_{lim} = 0,37 \cdot F_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 0,37 \cdot (25 / 1,5) \cdot 0,40 \cdot 0,80^2 = 1,58 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$M_d = 2225.52 \text{ KN}\cdot\text{m} \gg M_{lim} \rightarrow \text{Debemos disponer armadura de compresión}$$

$$\text{Disponemos la armadura mínima de compresión} = 30\% A_s = 0,3 \cdot 79.97 = 24 \text{ cm}^2 \rightarrow 5 \text{ } \varnothing 25 \text{ (24.5 cm}^2\text{)}$$

1.2. Viga tipo 2 (luz=12 m)

Calculamos la viga de 12m de luz del forjado de planta baja de Hormigón Armado. Esta constará de ámbito de carga de 10m considerando las cargas permanentes y variables correspondientes al forjado más las cargas puntuales transmitidas por la estructura aérea, consideradas para la simplificación del cálculo como cargas repartidas en la longitud de la viga.



Viga biapoyada $L = 12$ m

Datos:

ámbito de carga = 10 m

$$q = (8.50 + 5.00 \text{ KN/m}^2) \cdot 10 \text{ m} = 135 \text{ KN/m}$$

q estructura aérea. Carga puntual cada 2m aplicada sobre viga de $q = (86.28 + 68 \text{ KN}) = 154.28 \text{ KN}$

$$q \text{ estructura aérea repartida} = (154.28 \cdot 5) / 12 = 64.28 \text{ KN/m}$$

$$q_{\text{total}} = 108 + 64.28 = 172.28 \text{ KN/m}$$

- Momento de cálculo

$$M_d = 1,5 \cdot (q \cdot L^2 / 8) = 1,5 \cdot (172.28 \cdot (12)^2 / 8) = 4651.56 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

- Cálculo de la sección de la viga (b x h)

Para no tener que realizar la comprobación a flecha, atendiendo al artículo 50.2.2.1. de la norma EHE-08:

$$h = L/20 = 12/20 = 0.6 \text{ m} = 60 \text{ cm} \rightarrow \text{tomaremos } h = 1.00 \text{ m}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

- Cálculo armadura A_s

$$A_s = M_d / (0.8 \cdot h \cdot F_{yd}) = 4651.56 / (0.8 \cdot 1 \cdot 500 / 1.15) \cdot 10 = 133.73 \text{ cm}^2$$

Después de los cálculos anteriormente realizados, podemos concluir que aunque aumentáramos el canto de la viga (canto ya de dimensiones considerables), seguimos obteniendo un área de armado excesivamente grande, teniendo que aumentarlo más, no recomendable por cuestiones proyectuales.

Por todo esto, se ha decidido que como el procedimiento de predimensionado de la publicación de "números gordos" utiliza unos valores muy grandes, sobre el margen de seguridad, procederemos a llevar a término el cálculo de la viga mediante el método de los ábacos adimensionales para secciones sometidas a flexión. De esta manera nos permitirá afinar más los resultados i comprobar si la viga es válida con un canto de 1.00m.

1.3. Viga tipo 2 (luz=12 m) → Método de los ábacos adimensionales

Tomamos como carga superficial, la suma de la carga variable y la permanente más la carga puntual transmitida por la estructura de madera, como hipótesis más desfavorable, mayorada.

$$q_d = (G \cdot 1.35) + (Q \cdot 1.5) = 8.50 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.5 = 19 \text{ KN/m}^2$$

$$q_d = 19 \cdot 10 = 190 \text{ KN/m}$$

$$q_d \text{ puntual estructura aérea} = (G \cdot 1.35) + (Q \cdot 1.5) = 86.28 \cdot 1.35 + 68 \cdot 1.5 = 218.5 \text{ KN}$$

$$q_d = (218.5 \cdot 5) / 12 = 91 \text{ KN/m}$$

$$q_{d \text{ final}} = 190 + 91 = 281 \text{ KN/m}$$

- Momentos de cálculo

$$1/2 M_{0d} = q_d \cdot l^2 / 16 = 281 \cdot 144 / 16 = 2529 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$M_{d(+)} = q_d \cdot l^2 / 8 = 281 \cdot 144 / 8 = 5058 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{CENTRO LUZ}$$

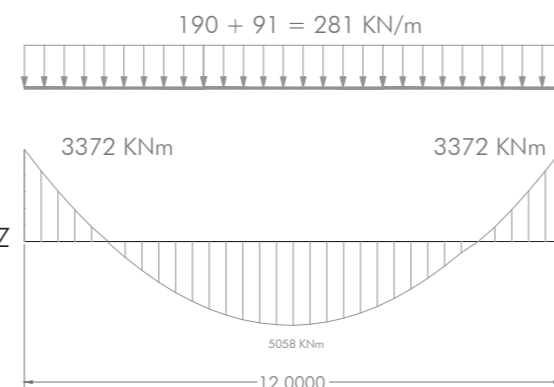
$$M_{d(-)} = q_d \cdot l^2 / 10 = 281 \cdot 144 / 12 = 3372 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{SOPORTE}$$

- Cálculo de la sección de la viga (b x h)

Para no tener que realizar la comprobación a flecha, atendiendo al artículo 50.2.2.1. de la norma EHE-08:

$$h = L/20 = 12/20 = 0.6 \text{ m} = 60 \text{ cm} \rightarrow \text{tomaremos } h = 1.00 \text{ m}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$



Consideramos que la viga sometida únicamente a flexión simple M. Cálculo del armado longitudinal. Por tanto, para el dimensionado se utilizará el método de los ábacos adimensionales para secciones a flexión.

- Valores de cálculo

$$U = M_d / b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$$

$$w = A_{s1} \cdot f_{yd} / b \cdot d \cdot f_{cd} \rightarrow U_{s1} = w \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$U_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd}$$

por tanto:

$$f_{cd} = 25 / 1.5 \cdot 10^{-3} = 0.02$$

$$b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 400 \cdot 950^2 \cdot 25 / 1.5 \cdot 10^{-3} = 6016 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$b \cdot d \cdot f_{cd} = 400 \cdot 950 \cdot 25 / 1.5 \cdot 10^{-3} = 6333.3 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

ARMADO MOMENTO NEGATIVO (soportes)

$$M_{d(-)} = 3372 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$U = M_d / b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 3372 / 6016 = 0.56 \rightarrow w = 0.60$$

$$\text{La capacidad mecánica que necesitamos en la armadura es } \rightarrow U_{s1} = w \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} = 0.60 \cdot 6333.3 = 3799.98 \text{ KN}$$

ARMADO MOMENTO POSITIVO (centro luz)

$$M_{d(+)} = 5058 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$U = M_d / b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 5058 / 6016 = 0.84 \rightarrow w = 0.70$$

$$\text{La capacidad mecánica que necesitamos en la armadura es } \rightarrow U_{s1} = w \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} = 0.7 \cdot 6333.3 = 4433.3 \text{ KN}$$

- Limitaciones

· Limitaciones geométricas

$$U_{s1} = (2.8 / 1000) b \cdot h \cdot f_{yd} = (2.8/1000) \cdot 400 \cdot 1000 \cdot (500/1.15) \cdot 10^{-3} = 487 \text{ KN}$$

$$U_{s2} = 0.3 \cdot U_{s1} = 0.3 \cdot 487 = 146.1 \text{ KN}$$

· Limitaciones mecánicas:

$$0.04 \cdot b \cdot h \cdot f_{cd} = 0.04 \cdot 400 \cdot 1000 \cdot (25/1.5) \cdot 10^{-3} = 266.7 \text{ KN}$$

Dado que el valor anterior es inferior a la capacidad mecánica obtenida por cálculo en zonas de máximo momento flector, no es necesario tener en cuenta ninguna limitación mecánica.

- Cálculo de la armadura longitudinal

En el esquema adjunto se indican los resultados y las armaduras longitudinales que hemos dispuesto.

	10 Ø 25 + 12 Ø 20	10 Ø 25 + 12 Ø 20	12 Ø 25 + 12 Ø 20
U_{s1} (kN)	3799.98	3799.98	4433.3
w (kN·m)	0.60	0.60	0.70
U (kN·m)	0.56	0.56	0.84
M_d (kN·m)	3372	3372	5058

Para determinar la armadura de montaje o pasante debemos tener en cuenta que el ancho de la viga es b=40cm, por tanto debemos colocar los estribos en dos ramas, lo que obliga a colocar al menos dos barras longitudinales por cara.

2. PREDIMENSIONADO SALA MULTIUSOS

Para el predimensionado de la estructura de la sala multifunciones, procederemos a calcular el forjado de nervios in situ correspondiente a esta zona, con una luz de 12m.

Datos:

$$L = 12\text{m}$$

$$q = 8.50 + 5 = 13.5 \text{ kN/m}^2$$

- Cálculo de la sección del forjado de nervios in situ.

Para no tener que realizar la comprobación a flecha, atendiendo al artículo 50.2.2.1. de la norma EHE-08:

$$h = L/20 = 12/20 = 0.6 \text{ m} \rightarrow \text{tomaremos } h = 80 \text{ cm}$$

En este caso en particular, se propone un forjado de nervios in situ de $b \times h = 25 \times 80 \text{ cm}$, con un intereje de 1m.

- Carga característica q_k

$$q_k = q_{\text{forjado}} + \text{semisuma de la distancia a los nervios} = 13.5 \times 1 = 13.5 \text{ KN/m}$$

- Momento de cálculo

$$M_d = 1.5 \cdot (q \cdot L^2 / 8) = 1.5 \cdot (13.5 \cdot (12)^2 / 8) = 364.5 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

- Cálculo armadura A_s (armadura longitudinal)

$$A_s = M_d / (0.8 \cdot h \cdot F_{yd}) = 364.5 / (0.8 \cdot 0.80 \cdot 500 / 1.15) \cdot 10 = 13.1 \text{ cm}^2 \rightarrow 5 \text{ } \varnothing 20 \text{ (} 15.7 \text{ cm}^2 \text{)}$$

- Cortante de cálculo V_d

$$V_d = 1.5 (q \cdot l) / 2 = 1.5 (13.5 \cdot 12) / 2 = 121.5 \text{ KN}$$

- Cortante máximo

$$V_d < f_{cd} \cdot 1/3 \cdot b \cdot h \cdot 1000 = (25 / 1.5) \cdot 1/3 \cdot 0.25 \cdot 0.80 \cdot 1000 = 1250 \text{ KN}$$

- Cortante que resiste la sección V_{cu}

$$V_{cu} = 0.5 \cdot b \cdot d \cdot 1000 = 0.5 \cdot 0.25 \cdot 1 \cdot 1000 = 125 \text{ KN}$$

Como $V_d < V_{cu}$ (1250 < 125) \rightarrow no es necesario disponer armadura transversal A_a

3. PREDIMENSIONADO DE SOPORTES

Para el predimensionado de los soportes de planta sótano, estructura de Hormigón Armado, nos centraremos en uno de los pórticos tipo, y además calcularemos uno de los soportes en los que acometen las vigas de 12m, por ser el más desfavorable.

3.1. Soporte 1

- Datos

$$L = 2.5 \text{ m}$$

$$\text{Forjado tipo: Carga permanente (G)} = 8.50 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Carga variable (Q)} = 5.00 \text{ KN/m}^2$$

$$n = \text{número de plantas sobre el soporte considerado} = 3$$

- Esfuerzos de cálculo

$$A = \text{área de influencia del pilar} = ((L1+L2)/2) \times ((L3+L4)/2) = ((8+8)/2) \times ((8+8)/2) = 64 \text{ m}^2$$

$$\text{Axil característico: } N_k = (g+q) \cdot A \cdot n = (8.50 + 5.00) \cdot 64 \cdot 3 = 2592 \text{ KN}$$

- Momento de cálculo

$$M_d = 1.5 \cdot N_k \cdot L / 20 = 1.5 \cdot 2592 \cdot 2.5 / 20 = 486 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

- Comparación de momentos

$$M_d = 486 \text{ KN}\cdot\text{m} > 1.5 \cdot N_k \cdot e_{\text{min}} = 1.5 \cdot 2592 \cdot 0.04 = 155.52 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{flexocompresión}$$

- Comprobación de la sección del pilar por flexocompresión

$$\text{Escuadra del soporte: } 40 \times 40 \text{ cm (} 0.40 \times 0.40 \text{ m)}$$

$$\text{Armadura mínima: } A_{\text{min}} = (0.1/2) \cdot (F_{cd} \cdot b \cdot h / F_{yd}) \cdot (10^4) = (0.1/2) \cdot (25/1.5 \cdot 0.40 \cdot 0.40 / (500/1.15)) \cdot (10^4) = 3.07 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura máxima: } A_{\text{máx}} = (1/2) \cdot (F_{cd} \cdot b \cdot h / F_{yd}) \cdot (10^4) = (1/2) \cdot (25/1.5 \cdot 0.40 \cdot 0.40 / (500/1.15)) \cdot (10^4) = 30.7 \text{ cm}^2$$

- Diagrama de interacción

- Punto 1 (0 ; M1) \rightarrow Flexión simple

$$M_{a_{\text{min}}} = A_{\text{min}} \cdot F_{yd} \cdot 0.8 \cdot h \cdot (1/10) = 3.07 \cdot (500/1.15) \cdot 0.8 \cdot 0.40 \cdot (1/10) = 42.8 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$M_{a_{\text{máx}}} = A_{\text{máx}} \cdot F_{yd} \cdot 0.8 \cdot h \cdot (1/10) = 30.7 \cdot (500/1.15) \cdot 0.8 \cdot 0.40 \cdot (1/10) = 427.1 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

- Punto 2 ($N_{\text{máx}}$; 0)

$$N_{a_{\text{min}}} = A_{\text{min}} \cdot F_{yd} \cdot (1/10) + b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot (10^4) = 3.07 \cdot (500/1.15) \cdot 0.1 + 0.40 \cdot 0.40 \cdot 25/1.5 \cdot (10^4) = 2710.6 \text{ KN}$$

$$N_{a_{\text{máx}}} = A_{\text{máx}} \cdot F_{yd} \cdot (1/10) + b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot (10^4) = 30.7 \cdot (500/1.15) \cdot 0.1 + 0.40 \cdot 0.40 \cdot 25/1.5 \cdot (10^4) = 4001.5 \text{ KN}$$

- Punto 3 (N_3 ; M_{mx})

$$N_3 = 0.494 \cdot d \cdot b \cdot F_{cd} \cdot (1000) = 0.494 \cdot 0.35 \cdot 0.40 \cdot (25/1.5) \cdot 1000 = 1152.7 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned} M_{a_{\text{min}}} &= N_3 \cdot (h/2 - 0.494/2 \cdot d) + 2A_{\text{min}} \cdot F_{yd} \cdot (d - h/2) \cdot (1/10) = \\ &= 1152.7 \cdot (0.40/2 - 0.494/2 \cdot 0.35) + 2 \cdot 3.07 \cdot 500/1.5 \cdot (0.35 - 0.40/2) \cdot (1/10) = 170.9 \text{ KN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{a_{\text{máx}}} &= N_3 \cdot (h/2 - 0.494/2 \cdot d) + 2A_{\text{máx}} \cdot F_{yd} \cdot (d - h/2) \cdot (1/10) = \\ &= 1152.7 \cdot (0.40/2 - 0.494/2 \cdot 0.35) + 2 \cdot 30.7 \cdot 500/1.5 \cdot (0.35 - 0.40/2) \cdot (1/10) = 531.3 \text{ KN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

A partir de los puntos 1,2 i 3 de la sección armada se obtienen los diagramas simplificados.

- Comprobación y dimensionado

$$N_d = (g+q) \cdot A \cdot n = (8.50 + 5) \cdot 64 \cdot 3 = 2592 \text{ KN}$$

$$M_d = 1.5 \cdot N_k \cdot L / 20 = 1.5 \cdot 2592 \cdot 2.5 / 20 = 486 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

→ La pareja de axil y momento de cálculo (N_d ; M_d) cae por encima del diagrama, por tanto habrá que aumentar la sección. Aumentando dicha sección en la dirección de la viga.

→ SOPORTE 40 X 60 cm

- Comprobación de la sección del pilar por flexocompresión

Escuadra del soporte: 40 x 60 cm (0.40 x 0.60 m)

$$\text{Armadura mínima: } A_{\min} = (0.1/2) \cdot (F_{cd} \cdot b \cdot h / F_{yd}) \cdot (10^4) = (0.1/2) \cdot (25/1.5 \cdot 0.40 \cdot 0.60 / (500/1.15)) \cdot (10^4) = 4.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura máxima: } A_{\max} = (1/2) \cdot (F_{cd} \cdot b \cdot h / F_{yd}) \cdot (10^4) = (1/2) \cdot (25/1.5 \cdot 0.40 \cdot 0.60 / (500/1.15)) \cdot (10^4) = 46 \text{ cm}^2$$

- Diagrama de interacción

- Punto 1 (0 ; M_1) → Flexión simple

$$M_{a_{\min}} = A_{\min} \cdot F_{yd} \cdot 0.8 \cdot h \cdot (1/10) = 4.6 \cdot (500/1.15) \cdot 0.8 \cdot 0.60 \cdot (1/10) = 96 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$M_{a_{\max}} = A_{\max} \cdot F_{yd} \cdot 0.8 \cdot h \cdot (1/10) = 46 \cdot (500/1.15) \cdot 0.8 \cdot 0.60 \cdot (1/10) = 960 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

- Punto 2 (N_{\max} ; 0)

$$N_{a_{\min}} = A_{\min} \cdot F_{yd} \cdot (1/10) + b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot (10^4) = 4.6 \cdot (500/1.15) \cdot 0.1 + 0.40 \cdot 0.60 \cdot 25/1.5 \cdot (10^4) = 4200 \text{ KN}$$

$$N_{a_{\max}} = A_{\max} \cdot F_{yd} \cdot (1/10) + b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot (10^4) = 46 \cdot (500/1.15) \cdot 0.1 + 0.40 \cdot 0.60 \cdot 25/1.5 \cdot (10^4) = 6000 \text{ KN}$$

- Punto 3 (N_3 ; M_{mx})

$$N_3 = 0.494 \cdot d \cdot b \cdot F_{cd} \cdot (1000) = 0.494 \cdot 0.55 \cdot 0.40 \cdot (25/1.5) \cdot 1000 = 1811.3 \text{ KN}$$

$$M_{a_{\min}} = N_3 \cdot (h/2 - 0.494/2 \cdot d) + 2A_{\min} \cdot F_{yd} \cdot (d - h/2) \cdot (1/10) = 1811.3 \cdot (0.60/2 - 0.494/2 \cdot 0.55) + 2 \cdot 4.6 \cdot 500/1.5 \cdot (0.55 - 0.60/2) \cdot (1/10) = 397.3 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$M_{a_{\max}} = N_3 \cdot (h/2 - 0.494/2 \cdot d) + 2A_{\max} \cdot F_{yd} \cdot (d - h/2) \cdot (1/10) = 1811.3 \cdot (0.60/2 - 0.494/2 \cdot 0.55) + 2 \cdot 46 \cdot 500/1.5 \cdot (0.55 - 0.60/2) \cdot (1/10) = 1297.3 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

A partir de los puntos 1, 2 y 3 de la sección armada se obtienen los diagramas simplificados.

- Comprobación y dimensionado

$$\text{Esfuerzos de cálculo: } N_d = (g+q) \cdot A \cdot n = (8.50 + 5) \cdot 64 \cdot 3 = 2592 \text{ KN}$$

$$M_d = 1.5 \cdot N_k \cdot L / 20 = 1.5 \cdot 2592 \cdot 2.5 / 20 = 486 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

→ La pareja de axil y momento de cálculo (N_d ; M_d) cae entre ambos diagramas.

Dimensionamos el soporte gráficamente, aprovechando la propiedad del paralelismo de los diagramas de interacción para diferentes cuantías. Realizaremos una interpolación lineal.

$$A_d = A_{\max} \cdot a/b + A_{\min} (1 - a/b)$$

$$A_d = 46 \cdot (52/666) + 4.6 (1 - 52/666) = 8 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \text{ } \varnothing \text{ 16 (8 cm}^2 \text{)}$$

3.2. Soporte 2- Datos

$$L = 2.5 \text{ m}$$

$$\text{Forjado tipo: Carga permanente (G) = 8.50 KN/m}^2$$

$$\text{Carga variable (Q) = 5.00 KN/m}^2$$

$$n = \text{número de plantas sobre el soporte considerado} = 3$$

- Esfuerzos de cálculo

$$A = \text{área de influencia del pilar} = ((L_1 + L_2)/2) \times ((L_3 + L_4)/2) = ((12+8)/2) \times ((12+8)/2) = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{Axil característico: } N_k = (g+q) \cdot A \cdot n = (8.50 + 5.00) \cdot 100 \cdot 3 = 4050 \text{ KN}$$

- Momento de cálculo

$$M_d = 1.5 \cdot N_k \cdot L / 20 = 1.5 \cdot 4050 \cdot 2.5 / 20 = 759.4 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

- Comparación de momentos

$$M_d = 759.4 \text{ KN}\cdot\text{m} > 1.5 \cdot N_k \cdot e_{\min} = 1.5 \cdot 4050 \cdot 0.04 = 243 \text{ KN}\cdot\text{m} \rightarrow \text{a flexocompresión}$$

- Comprobación de la sección del pilar por flexocompresión

Escuadra del soporte: 40 x 60 cm (0.40 x 0.60 m)

$$\text{Armadura mínima: } A_{\min} = (0.1/2) \cdot (F_{cd} \cdot b \cdot h / F_{yd}) \cdot (10^4) = (0.1/2) \cdot (25/1.5 \cdot 0.40 \cdot 0.60 / (500/1.15)) \cdot (10^4) = 4.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura máxima: } A_{\max} = (1/2) \cdot (F_{cd} \cdot b \cdot h / F_{yd}) \cdot (10^4) = (1/2) \cdot (25/1.5 \cdot 0.40 \cdot 0.60 / (500/1.15)) \cdot (10^4) = 46 \text{ cm}^2$$

- Diagrama de interacción

- Punto 1 (0 ; M_1) → Flexión simple

$$M_{a_{\min}} = A_{\min} \cdot F_{yd} \cdot 0.8 \cdot h \cdot (1/10) = 4.6 \cdot (500/1.15) \cdot 0.8 \cdot 0.60 \cdot (1/10) = 96 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$M_{a_{\max}} = A_{\max} \cdot F_{yd} \cdot 0.8 \cdot h \cdot (1/10) = 46 \cdot (500/1.15) \cdot 0.8 \cdot 0.60 \cdot (1/10) = 960 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

- Punto 2 (N_{\max} ; 0)

$$N_{a_{\min}} = A_{\min} \cdot F_{yd} \cdot (1/10) + b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot (10^4) = 4.6 \cdot (500/1.15) \cdot 0.1 + 0.40 \cdot 0.60 \cdot 25/1.5 \cdot (10^4) = 4200 \text{ KN}$$

$$N_{a_{\max}} = A_{\max} \cdot F_{yd} \cdot (1/10) + b \cdot h \cdot f_{cd} \cdot (10^4) = 46 \cdot (500/1.15) \cdot 0.1 + 0.40 \cdot 0.60 \cdot 25/1.5 \cdot (10^4) = 6000 \text{ KN}$$

- Punto 3 (N_3 ; M_{\max})

$$N_3 = 0.494 \cdot d \cdot b \cdot F_{cd} \cdot (1000) = 0.494 \cdot 0.55 \cdot 0.40 \cdot (25/1.5) \cdot 1000 = 1811.3 \text{ KN}$$

$$M_{a_{\min}} = N_3 \cdot (h/2 - 0.494/2 \cdot d) + 2A_{\min} \cdot F_{yd} \cdot (d - h/2) \cdot (1/10) = 1811.3 \cdot (0.60/2 - 0.494/2 \cdot 0.55) + 2 \cdot 4.6 \cdot 500/1.5 \cdot (0.55 - 0.60/2) \cdot (1/10) = 397.3 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$M_{a_{\max}} = N_3 \cdot (h/2 - 0.494/2 \cdot d) + 2A_{\max} \cdot F_{yd} \cdot (d - h/2) \cdot (1/10) = 1811.3 \cdot (0.60/2 - 0.494/2 \cdot 0.55) + 2 \cdot 46 \cdot 500/1.5 \cdot (0.55 - 0.60/2) \cdot (1/10) = 1297.3 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

A partir de los puntos 1, 2 y 3 de la sección armada se obtienen los diagramas simplificados.

- Comprobación y dimensionado

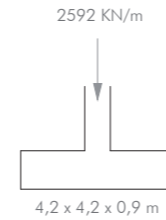
$$\text{Esfuerzos de cálculo: } N_d = (g+q) \cdot A \cdot n = (8.50 + 5) \cdot 100 \cdot 3 = 4050 \text{ KN}$$

$$M_d = 1.5 \cdot N_k \cdot L / 20 = 1.5 \cdot 4050 \cdot 2.5 / 20 = 759.4 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

→ La pareja de axil y momento de cálculo (N_d ; M_d) cae entre ambos diagramas.

4. PREDIMENSIONADO DE ZAPATAS

Dado que el edificio se encuentra aislado en la parcela, no hay ningún problema de medianera, por lo que las zapatas serán centradas. Calcularemos las zapatas atendiendo al ámbito de carga de los soportes concretos.



Zapata Za1: soporte 1

Datos necesarios:

- Diámetro de la armadura longitudinal del soporte: 16 mm
- Escuadra del soporte: 0.6m
- Axil característico: $N_k = 1.2 \cdot (g+q) \cdot A \cdot n = 1.2 \cdot (8.5 + 5) \cdot 64 \cdot 3 = 2592$ KN
- Soporte 40 x 60 cm
- Tensión admisible del terreno: 1'5 kg/cm²

- Área de la zapata

$$A = a^2 = N_k / T_{adm} = 2592 / 150 = 17.28 \text{ m}^2$$

Si queremos que la zapata tenga sección cuadrada $\rightarrow \sqrt{17.28} = 4.2 \rightarrow a = 4.20$ m

$$a \times b = 4.2 \times 4.2 \text{ m}$$

- Canto de la zapata

$$v = 2h \rightarrow h = (a - l) / 4 \geq 50\text{cm}, \text{ con } l: \text{ escuadra del soporte}$$

$$h = (420 - 60) / 4 = 90 \text{ cm} \rightarrow h = 90 \text{ cm}$$

Para garantizar el anclaje de la armadura del soporte, de debe comprobar que:

$$h > 15 \cdot \sigma^2 + 10 = 15 \cdot 1.6^2 + 10 = 48.4 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$$

- Armadura de la zapata

Momento de cálculo por metro lineal:

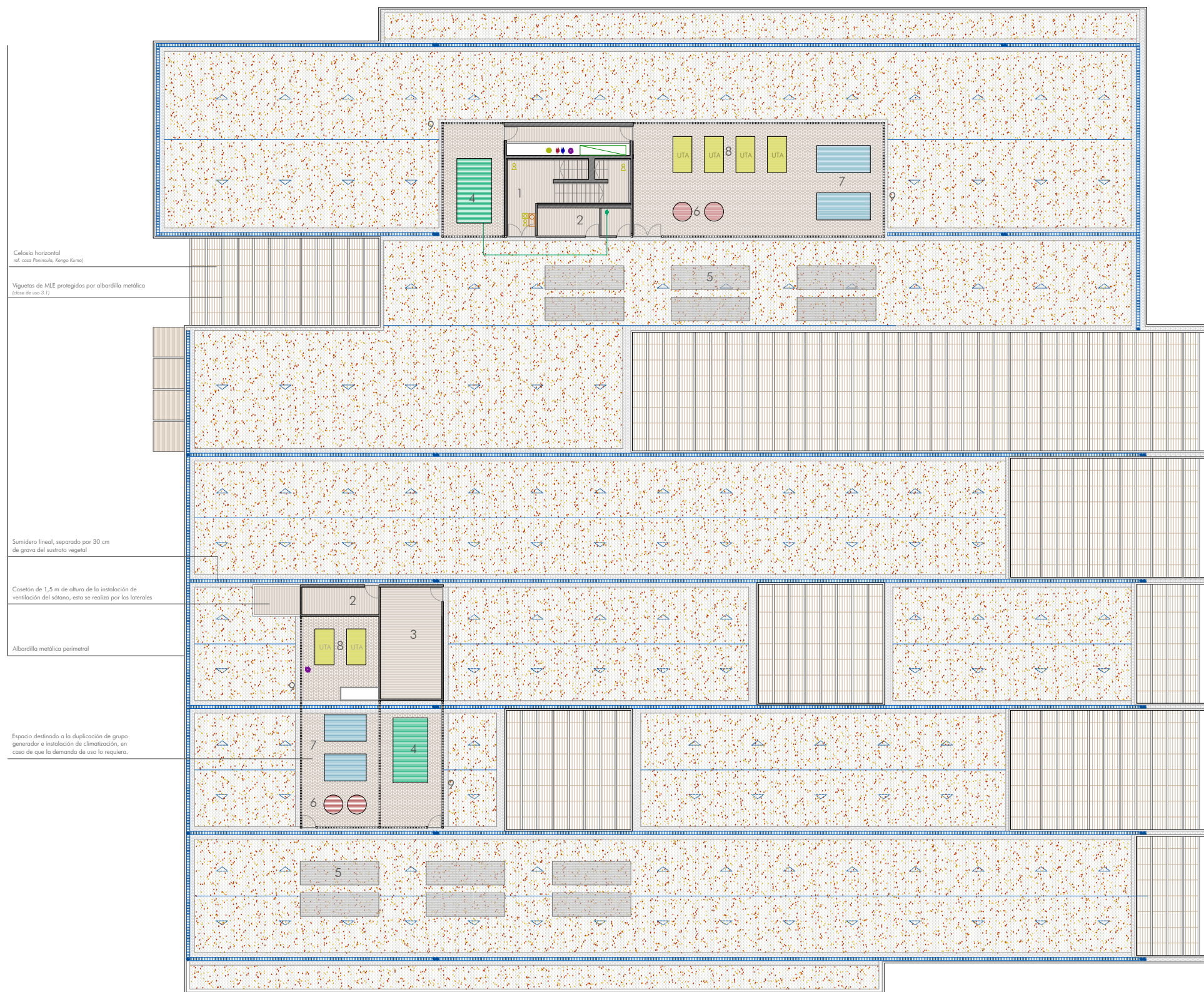
$$M_d = 1'5 \cdot T_{adm} \cdot a^2 / 8 = 1.5 \cdot 150 \cdot 4.2^2 / 8 = 497 \text{ KN}\cdot\text{m/m}$$

Armadura por metro lineal:

$$A_s = (M_d / 0.8 \cdot h \cdot f_{yd}) \times 10 = (497 / 0.8 \cdot 0.9 \cdot 500 / 1.15) \times 10 = 15.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

La armadura se dispondrá en el paramento inferior de las dos direcciones. Se recomienda disponer patilla de, al menos, la mitad del canto de la zapata.

ZAPATA: 4.2 x 4.2 x 0.9 m



Celosía horizontal
ref. casa Península, Rengo Kumei

Viguetas de MIE protegidas por albardilla metálica
(base de uso 2.1)

Sumidero lineal, separado por 30 cm
de grava del sustrato vegetal

Casatón de 1.5 m de altura de la instalación de
ventilación del sótano, esta se realiza por los laterales

Albardilla metálica perimetral

Espacio destinado a la duplicación de grupo
generador e instalación de climatización, en
caso de que la demanda de uso lo requiera.

- ▷ Pendiente 1%
 - ▬ Rejilla lineal con sumidero sifónico
 - Bajante aguas pluviales PVC Ø110
 - Chimenea de ventilación de saneamiento
 - Montante Agua Fría
 - Montante ACS
 - Montante Circuito Incendios
 - Boca de Incendios Equipada
 - ⚠ Extintor
 - ⊠ Pulsador de alarma de incendios
 - Conductos distribución renovación aire
 - ▭ Conductos renovación aire a UTA
 - Enfriadoras
 - Unidad de Tratamiento de Aire
 - Acumuladores de ACS
 - Grupo electrógeno
 - Tendido vertical de electricidad autogenerada
 - Tendido vertical de alimentación eléctrica
 - Montante de gasoil
 - Tendido vertical de control
1. Acceso a planta de cubierta
 2. Cuarto de máquina de ascensores
 3. Cuarto de mantenimiento
 4. Grupo electrógeno
 5. Colectores solares
 6. Acumuladores
 7. Refrigeradoras
 8. Unidades de tratamiento del aire UTA
 9. Elementos pantalla elevados para permitir el paso del agua

▬ Celosía horizontal sobre patios

■ Grava

■ Cubierta ajardinada

1 : 300 0M 5M 10M 20M 30M ☉N



Tubo de drenaje hormigón poroso pendiente

Tendidos verticales

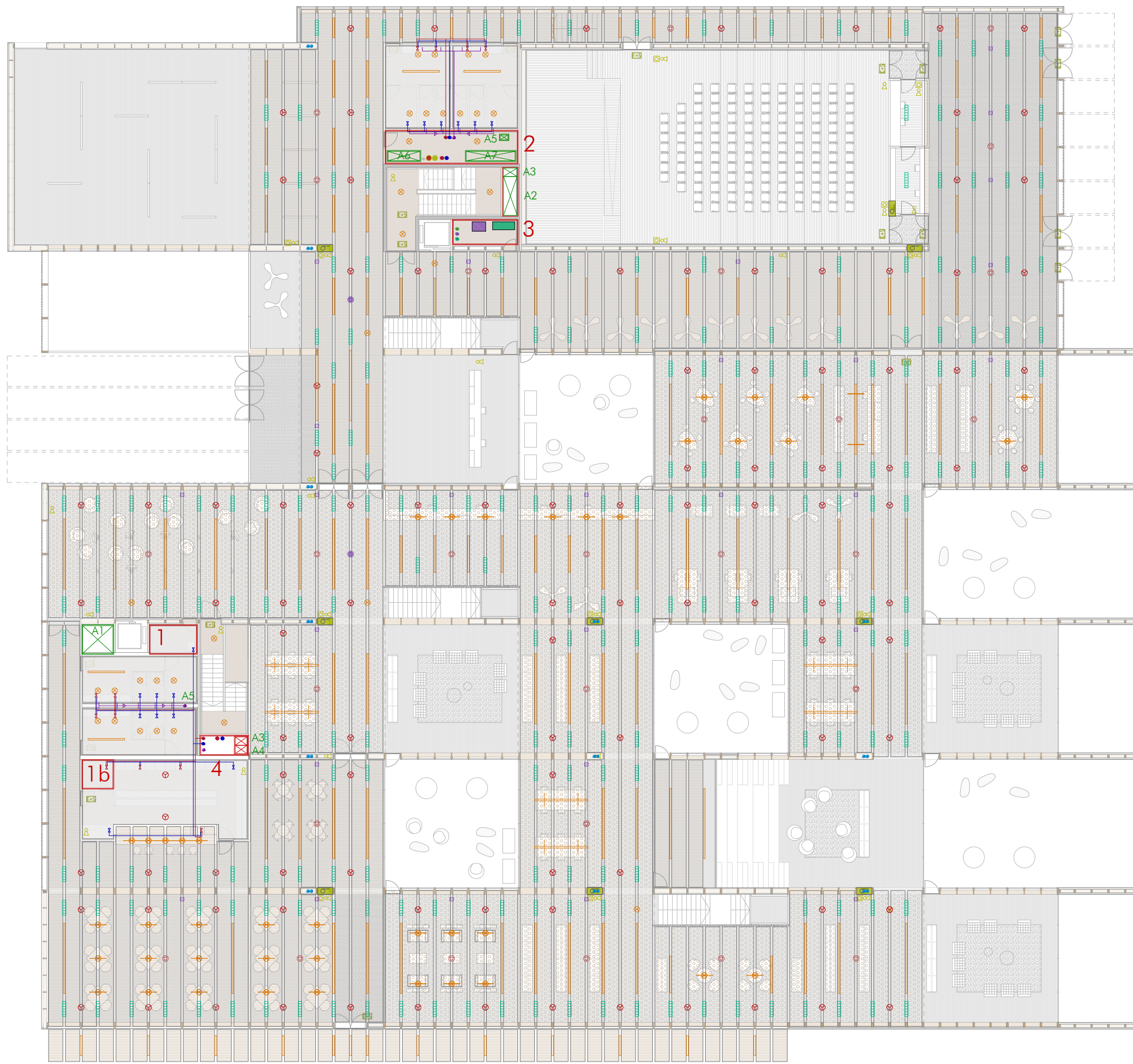
- Tendido vertical de alimentación eléctrica
- Tendido vertical de electricidad autogenerada
- Montante suministro gasoil grupo electrógeno
- Línea de Red. Telecomunicaciones
- Montante agua fría
- Bajante de aguas residuales
- Bajante de aguas pluviales
- Montantes de circuito de autoextinción
- Montantes de suministro BIEs

Ventilación y extracción

- A1 Extracción del aparcamiento en sótano
- A2 Ventilación de vestíbulos de independencia y almacenes del sótano
- A3 Instalación de sobrepresión de escalera protegida

Recintos de planta

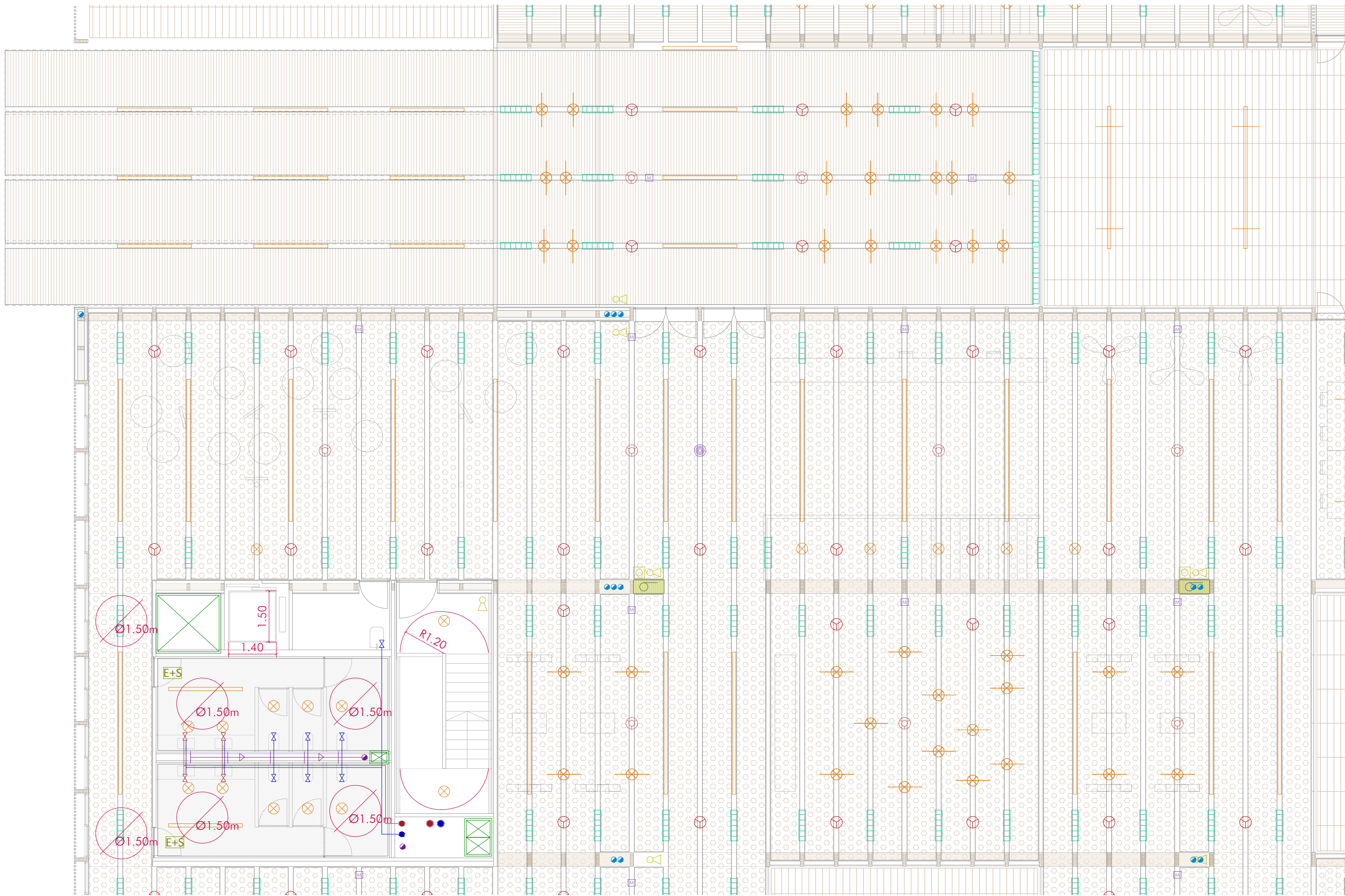
1. Cuarto de limpieza
- 1b. Cuarto de limpieza de la cafetería
2. Cuarto de paso de instalaciones: alimentación BIEs, red húmeda de rociadores, montante de gasoil, fontanería y saneamiento, conductos verticales de climatización y tendidos verticales de renovación de aire.
3. Cuarto de paso de instalaciones: telecomunicaciones, seguridad, electricidad armario Rack de datos y voz, cuadro eléctrico y Sistema de Alimentación Independiente.
4. Paso de instalaciones (registrable): fontanería y saneamiento
5. Paso de instalaciones (registrable): bajantes de aguas pluviales, colocación de BIEs, extintores, sistema de alarma de incendios, y otros.
6. Cuarto de instalación de extracción de aire de aparcamiento
7. Cuarto de motor de la puerta del aparcamiento
8. Depósito de agua de incendios y grupo de presión.
9. Almacén



- Iluminación**
 - ⊗ Luminaria Downlight
 - Luminaria Fluorescente
 - ⊕ Luminaria Downlight colgada
 - Luminaria Fluorescente colgada
 - ⚡ Luminaria de emergencia con "SALIDA"
- Electricidad**
 - Tendido vertical de alimentación eléctrica
 - Tendido vertical de electricidad autogenerada
 - Montante suministro gasoil grupo electrógeno
- Telecomunicaciones**
 - Línea de Red. Telecomunicaciones
 - SAI
 - Servidores
 - Megafonía
- Seguridad**
 - Cámaras de videovigilancia
- Fontanería**
 - Montante agua fría
 - Montantes de ACS
 - Canalización de agua fría
 - Canalización de agua caliente
 - ⊗ Llave de agua fría
 - ⊗ Llave monomando
- Saneamiento**
 - Colector de aguas residuales
 - Bajante de aguas residuales
 - Bajante de aguas pluviales
- Incendios**
 - Montantes de suministro BIEs
 - Montantes de circuito de autoextinción
 - ⊗ Rociadores
 - ⊗ Detectores de humo
- Climatización**
 - Bajantes desde enfriadoras
 - Montantes hacia enfriadoras
 - ▤ Regilla de difusión de aire desde fan-coil
- Ventilación y extracción**
 - A1 Extracción del aparcamiento en sótano
 - A2 Ventilación de vestíbulos de independencia y almacenes del sótano
 - A3 Instalación de sobrepresión de escalera protegida
 - A4 Extracción de aire de cocina
 - A5 Extracción de aseos.
 - A6 Tendidos verticales de extracción
 - A7 Tendidos verticales de impulsión de aire tratado
- Recintos de planta**
 - 1. Cuarto de limpieza
 - 1b. Cuarto de limpieza de la cafetería
 - 2. Cuarto de paso de instalaciones: alimentación BIEs, red húmeda de rociadores, montante de gasoil, fontanería y saneamiento, conductos verticales de climatización y tendidos verticales de renovación de aire.
 - 3. Cuarto de paso de instalaciones: telecomunicaciones, seguridad, elec armario Rack de datos y voz, cuadro eléctrico y Sistema de Alimentación Independiente.
 - 4. Paso de instalaciones (registrable): fontanería y saneamiento
 - 5. Paso de instalaciones (registrable): bajantes de aguas pluviales, coloc de BIEs, extintores, sistema de alarma de incendios, y otros.
- ▤ Paneles contrachapados de madera acústicos
- ▤ Paneles contrachapados de madera
- ▤ Celosía de madera
- ▤ Escayola continua



- Iluminación**
 - ⊗ Luminaria Downlight
 - Luminaria Fluorescente
 - ⊕ Luminaria Downlight colgada
 - Luminaria Fluorescente colgada
 - ⊕ Luminaria de emergencia con "SALIDA"
- Electricidad**
 - Tendido vertical de alimentación eléctrica
 - Tendido vertical de electricidad autogenerada
 - Montante suministro gasoil grupo electrógeno
- Telecomunicaciones**
 - Línea de Red. Telecomunicaciones
 - SAI
 - Servidores
 - Megafonía
- Seguridad**
 - Cámaras de videovigilancia
- Fontanería**
 - Montante agua fría
 - Montantes de ACS
 - Canalización de agua fría
 - Canalización de agua caliente
 - ⊕ Llave de agua fría
 - ⊕ Llave monomando
- Saneamiento**
 - Colector de aguas residuales
 - Bajante de aguas residuales
 - Bajante de aguas pluviales
- Incendios**
 - Montantes de suministro BIEs
 - Montantes de circuito de autoextinción
 - ⊕ Rociadores
 - ⊕ Detectores de humo
- Climatización**
 - Bajantes desde enfriadoras
 - Montantes hacia enfriadoras
 - Regilla de difusión de aire desde fan-coil
- Ventilación y extracción**
 - A1 Extracción del aparcamiento en sótano
 - A2 Ventilación de vestíbulos de independencia y almacenes del sótano
 - A3 Instalación de sobrepresión de escalera protegida
 - A4 Extracción de aire de cocina
 - A5 Extracción de aseos.
 - A6 Tendidos verticales de extracción
 - A7 Tendidos verticales de impulsión de aire tratado
- Recintos de planta**
 - 1. Cuarto de limpieza
 - 1b. Cuarto de limpieza de la cafetería
 - 2. Cuarto de paso de instalaciones: alimentación BIEs, red húmeda de rociadores, montante de gasoil, fontanería y saneamiento, conductos verticales de climatización y tendidos verticales de renovación de aire.
 - 3. Cuarto de paso de instalaciones: telecomunicaciones, seguridad, eléctrica armario Rack de datos y voz, cuadro eléctrico y Sistema de Alimentación Independiente.
 - 4. Paso de instalaciones (registrable): fontanería y saneamiento
 - 5. Paso de instalaciones (registrable): bajantes de aguas pluviales, colocación de BIEs, extintores, sistema de alarma de incendios, y otros.
- Acabados**
 - Paneles contrachapados de madera acústicos
 - Paneles contrachapados de madera
 - Celosía de madera
 - Escayola continua



4.3.1. ELECTRICIDAD, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES.

A) SUMINISTRO ELÉCTRICO

Las características principales de la presente instalación interior estarán basadas en las prescripciones de carácter general que se indican en la instrucción, entre las que corresponderá considerar lo siguiente:

- Desde el centro de transformación partirá una línea hasta la caja general de protección, y de ésta partirá la línea repartidora que señala el principio de la instalación de todo el edificio. El cuadro general de distribución se situará en el espacio destinado a la concentración de instalaciones, en planta baja.
- Los cuadros se instalarán en locales o recintos a los que no tengan acceso el público y estarán separados de locales donde exista un peligro acusado de incendio, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego.
- Del cuadro general de distribución saldrán las líneas que alimentan directamente a los cuadros secundarios o a los receptores.
- Los aparatos receptores que consumen más de 15 A, se alimentan directamente desde el Cuadro General o desde algún cuadro secundario.
- El número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal, que el corte de corriente en una cualquiera no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en una misma dependencia.

La instalación eléctrica consta de:

1. *Instalación de enlace:* une la red de distribución con las instalaciones interiores y está compuesta por:

- Conexión de servicio
- Caja General de Protección (C.G.P.)
- Línea repartidora y derivaciones
- Contador
- Cuadro General de Distribución (C.G.D.)

2. *Instalación interior*

Las instalaciones se subdividen de manera que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de estas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por eso los dispositivos de protección de cada circuito están adecuadamente coordinados con los dispositivos generales de protección que les preceden. Además, esta subdivisión se establece de forma que permita localizar las averías y controlar los aislamientos por sectores.. Se compone de los siguientes elementos

- Líneas derivadas a cuadros secundarios
- Cuadros secundarios de distribución
- Circuitos

Todos los circuitos estarán separados, alojados en tubos independientes y discurren en paralelo a las líneas verticales y horizontales que limitan el local. Las conexiones entre conductos se realizan mediante cajas de derivación de material aislante, con una profundidad mayor de 1.5 veces el diámetro mayor, y con una distancia al techo de 20 cm.

Cualquier parte de la instalación interior, quedará a una distancia superior a 5 cm de las canalizaciones de telecomunicaciones, climatización, agua y saneamiento. La separación entre los cuadros o redes eléctricas y las canalizaciones paralelas de agua será de un mínimo de 30 cm, y de 5 cm respecto de las instalaciones de telecomunicaciones. Los conductos serán de cobre electrostático, con doble capa aislante, según las normas UNE citadas en la instrucción. Los tubos protectores serán de policloruro de vinilo, aislantes y flexibles.

El sistema eléctrico está complementado por un **grupo electrógeno** situado en cubierta sobre una bancada de hormigón, adecuadamente aislada para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. El grupo electrógeno se alimenta de gasoil, cuyo depósito está incorporado en el grupo.

Para evitar falta de suministro eléctrico en el servidor, sistema de alarma y ciertos circuitos eléctricos se implementará un **Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI)**, en el recinto de instalaciones de planta baja próximo al punto de control. Los enchufes de los circuitos alimentados por SAI son aquellos que llevan carcasa roja. Estos siempre tendrán suministro, incluso si el grupo electrogeno no se activa.

B) ILUMINACIÓN

La elección de un correcto alumbrado para cada tipo de ambientes es muy importante para conseguir confort en los espacios, pudiendo destacar al mismo tiempo aspectos arquitectónicos o decorativos que deseemos.

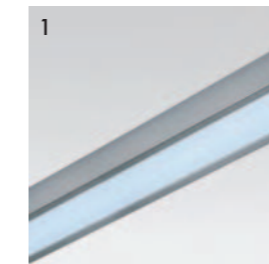
Para la instalación de la iluminación de las estancias, tendremos en cuenta los distintos tipos existentes y escogiendo aquellos que se adecuan mejor a nuestros espacios y la atmósfera deseada para cada uno de ellos.

Establecemos una clasificación de la iluminación que nos ayudará a su correcta elección:

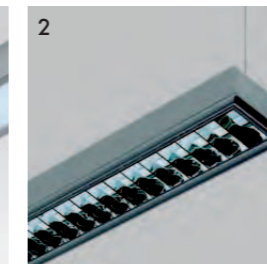
por función	general: dirigida directa, difusa directa, indirecta y directa/indirecta
	bañar superficies: bañado simétrico y bañado asimétrico
	acentuar
	orientar

TIPOS DE LUMINARIAS Se ha estudiado el tipo de luminarias para que adecuarlas a las necesidades del proyecto tanto funcionales como estéticas. Sistema que permite versatilidad. Disponemos de unos espacios cada 2 m para poner luminarias, según se quiera: proyectar, acentuar (expos), directa, indirecta, directa/indirecta... Zonas de iluminación:

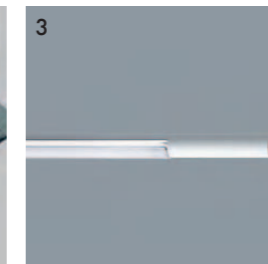
- Luz difusa directa común en todo el edificio: 1
- Puntos de estudio y oficinas: 2
- Iluminación de estanterías, bañado de paredes en todo el edificio: 3
- Iluminación para identificar los elementos de circulación vertical (ascensores, escaleras): 4
- Iluminación en baños: 5
- Iluminación específica de la sala de exposiciones y salón de actos: 6
- Puntos de información, control y atención al cliente: 7
- Puntos de lectura: 7, 8
- Iluminación específica de la cafetería: 7, 8
- Espacios singulares del edificio a doble altura: 9
- Iluminación específica en las escaleras y rampas, para orientar y cumplimiento de la normativa: 10



1
iGuzzini serie Action de suspensión doble luz general up/down con luz de emergencia permanente; con cárter superior para emisión down-light (code 6805) Jean Michel Wilmotte; code 6689



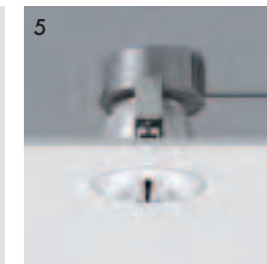
2
iGuzzini serie Action de suspensión doble Dark-VDU up/down, blanco Jean Michel Wilmotte; code 6687



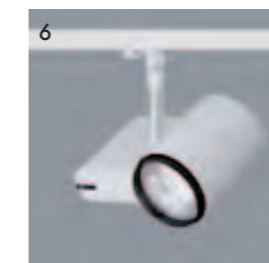
3
ERCO Monopoll bañador de pared lámparas fluorescentes, sobre railes electrificados, 1825 mm, RE 12404



4
ERCO Quintessence downlight empotrable cuadrado



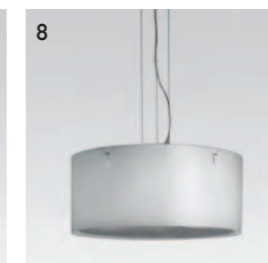
5
ERCO Quintessence downlight bañador de pared doble redondo.



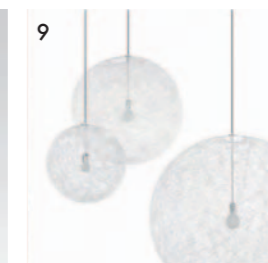
6
ERCO serie Emanon con accesorios



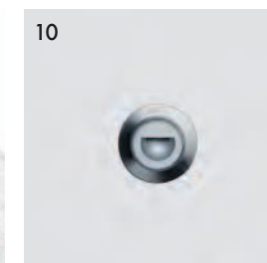
7
iGuzzini Tray SH36 G. y O. Buratti iF Design Award 2003



8
iGuzzini Tray SH 38 G. y O. Buratti iF Design Award 2003



9
Moooi_Random Light Bertjan Pot, 2001 diámetro de 50, 80 y 110 cm



10
ERCO LED de orientación IP 68 para escaleras y rampas

Instalaciones de alumbrados especiales: son aquellos que tienen por objeto asegurar, aun faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas. Todas las luminarias tendrán una autonomía de una hora. En las estancias se disponen luminarias de emergencia empotradas en los techos con dirección verticales en los recorridos y en las salidas de evacuación. Se puede subdividir en tres grupos: *Señalización* (pictogramas y textos para transmitir informaciones) y *emergencia* (para vías de escape y antipánico) y *reemplazamiento* (iluminación artificial, de modo que el servicio pueda continuar durante un espacio de tiempo limitado).

C) TELECOMUNICACIONES

El programa exige la dotación de infraestructuras tales como redes de telefonía y digitales de información. Se implementará en la biblioteca:

- Red de telefonía básica y línea ADSL
- Sistemas de alarma y seguridad
- Red privada virtual (VPN)
- Telecomunicación por cable, sistema para poder enlazar las tomas con la red exterior de los diferentes operadores del servicio que ofrecen comunicación telefónica e internet por cable.

Especial importancia tiene esta última, ya que hoy en día es indispensable en cualquier lugar de trabajo o investigación. Para ello se localiza un servidor general en el recinto al uso en planta baja.

INSTALACIÓN DE TELEFONÍA

La red de telefonía básica y línea ADSL dará servicio al área de todas las partes del edificio, ya que los usos y las particiones de los edificios pueden ser variables. La instalación estará constituida por la red de alimentación y la red de distribución, así como por bases de acceso al terminal.

El sistema podrá dar suministro a los usuarios necesarios según la ocupación del edificio.

La conexión de la instalación del edificio a la red general TB + ADSL se realizará a través de una arqueta de hormigón registrable ubicada en el exterior del edificio. Desde la arqueta, la red se introducirá en el interior del edificio por medio de una canalización externa. En el punto de entrada se dispondrá un registro de enlace, desde el que partirá la canalización de enlace, formada por conductos alojados en una canaleta adosada a la parte inferior de la carpintería, hasta el registro principal situado en el RITM (recinto modular de instalación de telecomunicación), donde se situará el punto de interconexión de la red de alimentación con la red de distribución del centro. el recinto debe contar con cuadro de protección eléctrico y alumbrado de emergencia.

INSTALACIÓN DE TELECOMUNICACIONES voz y datos

Del RITM arrancará una canalización principal, de la que partirán, a través de registros, las canalizaciones que conducirán la red hasta la base de acceso terminal, donde se conectará el equipo terminal que permitirá acceder a los servicios de telecomunicación proporcionados por la red. Las bases irán empotradas en el suelo mediante un sistema de tomas de suelo técnico compacto sistema TDM con canales de acero galvanizado de 1 mm de espesor con sección 45x136 mm. Junto a ellas se dispondrán tomas de corriente.

Se preverá la centralización y control de las instalaciones en los sistemas capaces de incorporar tecnología informática, como pueden ser climatización y ventilación automática, iluminación, agua caliente, centralización de ordenadores, servicios de fax y telefonía, telecomunicaciones, seguridad y control de acceso.

El armario RACK de la biblioteca estará ubicado en los armarios de las distintas recepciones. Estos RACKS contarán con sus correspondientes electrónica de red, desde el que se realizará la distribución principal de cableado que completa toda la instalación.

Para la instalación se deberán tener en cuenta las siguientes directrices según el tamaño y las necesidades que se requieren:

- La longitud máxima de cable entre dos puntos, es de 90 m.
- Para un máximo de 30 equipos se instalará un solo router ADSL Plus. De 30 a 50 equipos un ADSL Class. Hasta 150 equipos, se instalarán 2 routers repartidos en función de las necesidades de cada zona del centro.
- Para una instalación de hasta 50 equipos, se instalará un armario RACK en recepción, o en otra zona que quede aislada al acceso libre de los usuarios y equidistante de los puntos de conexión más alejados.
- Si la distancia entre el armario RACK y el punto de consumo más alejado, supera los 90 m de cable, se colocará otro armario que concentre un número importante de equipo ubicados en una de las zonas del centro y conectado mediante fibra óptica multimodo.

D) INSTALACIÓN DE ALARMA Y SEGURIDAD

Se dotará el edificio con una instalación de alarmas antirrobo y anti-intrusión, que cubran pasillos y accesos, así como aquellos recintos que alberguen documentación y objetos de valor. Estos espacios se sectorizan por zonas, que son controladas desde la unidad central de control de alarmas, situada en el punto de control de acceso.

Zona nº 1: zona almacenamiento, en planta sótano.

Zona nº 2: zona pública, de planta baja y planta primera.

Zona nº 3: Biblioteca

Desde la unidad de control se pueden programar los circuitos de las diferentes zonas, que además estarán identificados con indicadores luminosos. Junto a la unidad central se sitúa un teclado o llave de seguridad para la conexión/desconexión general del sistema de alarmas. Esta unidad se alimenta de tensión de alimentación primaria de 220v de corriente alterna, además de disponer de una batería de seguridad. Está protegida mediante un armario metálico y resistente con llave de seguridad, en un lugar discreto de la estancia.

Se programarán diversas salidas de aviso: activación de sirenas interiores y exteriores, y conexión a una central receptora de alarmas mediante marcador telefónico automático.

Elementos de la instalación:

- Detectores para el control antirrobo y anti-intrusión, se establecerán puntos de control de presencia mediante detectores volumétricos, siempre ubicados en puntos en los que cubran la mayor superficie posible, cubriendo zonas de paso obligado, y siguiendo en lo posible el criterio de que no puedan ser vistos sin provocar la detección. La ubicación de los detectores será en pasillos, puertas de acceso a los distintos recintos desde el exterior, establecidos en serie con cableado en circuito cerrado e instalando la correspondiente línea de alimentación en paralelo.

- Sirena de exterior: Protegidas con batería autónoma, ubicadas en posición de difícil acceso y protegidas ante posibles cortes de cables de alimentación y señal y para resistir cualquier condición atmosférica. Se instalará al menos una en la fachada del edificio.

- Batería autónoma de alimentación auxiliar, para proporcionar alimentación a las sirenas, tanto exteriores como interiores, ante posibles cortes del cableado.

- Sirena de interior se instalarán en los pasillos y hall de acceso, cubriendo toda la zona común de pasos.

- Cableado conexión mediante cable a dos hilos en circuito cerrado de los detectores de cada zona, apantallado a lo largo de toda la instalación.

4.3.2 CLIMATIZACIÓN Y RENOVACIÓN DE AIRE

El objetivo de un sistema de climatización es proporcionar un ambiente confortable. Esto se consigue mediante el control simultáneo de la humedad, la temperatura, la limpieza y la distribución del aire en el ambiente, incluyendo también otro factor, el nivel acústico. El diseño de la instalación a de cumplir las disposiciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

Instalación de Climatización

Para el diseño de la instalación de climatización es necesario determinar primero las características del edificio: ubicación, orientación, distribución, superficie, materiales de construcción y cerramientos, que ya se han explicado en apartados anteriores. Se trata de un edificio de pública concurrencia de dos plantas: planta baja y planta primera.

Las condiciones interiores de confort para las que se diseña la instalación son:

- Verano: 24°C de temperatura, en ningún caso inferior a 23°C, y 50% humedad relativa.
- Invierno 22°C de temperatura y 50% de humedad relativa.

En verano, las cargas térmicas son debidas a la transmisión, la infiltración, la ocupación, la iluminación, los equipos y principalmente, a la radiación solar, que depende de la orientación. Este último punto se ha atendido desde el punto de vista del diseño arquitectónico de las fachadas y cubierta, dotando el edificio de protecciones solares a base de lamas de madera para disminuir la radiación solar directa en las orientaciones más severas, y la creación de una cubierta ajardinada que aumenta la inercia térmica y disminuye la transmitancia.

En invierno, los factores que alteran las condiciones de confort son la transmisión y las infiltraciones, ya que el resto contribuyen a favorecer la situación. Igualmente, es necesario establecer las necesidades de ventilación en función del nivel de ocupación. Así, se irían calculando las cargas totales de verano y de invierno por cada local y zona de circulaciones, estableciendo los requisitos de potencia o de refrigeración de los equipos, según sea el caso.

En nuestro proyecto se ha decidido instalar un sistema de agua, por su adecuación eficiente a las demandas de las zonas 1 y 2, por la reducción de sección de conductos que supone este sistema frente a otros, y por su fácil integración en la solución constructiva desarrollada en el edificio. Teniendo en cuenta las orientaciones y momentos en que se producen las cargas máximas, en función de los diferentes usos y horarios dentro del edificio, se ha procedido a dividir la instalación en zonas.

Zona 1

- Usos: Acceso, circulaciones, zonas de libre acceso (exposiciones, y salas multiusos), administración y salón de Actos
- Características: Espacios que van a estar en funcionamiento siempre que el edificio esté abierto, aunque la biblioteca no, pero en el que se quieren independizar algunas estancias (salas).

Sectores: Hall, zonas de circulación, exposiciones, 3 salas multiusos, administración y salón de actos

Zona 2

- Usos: Biblioteca
- Características: Todo el espacio tiene el mismo horario, aunque es conveniente una posible sectorización según el uso y característica del espacio.

Zona 3

- Usos: Cafetería
- Características: Funcionamiento independiente del resto del edificio, tanto en uso como horario.

Solución adoptada . Sistema Aire-Agua

El sistema de climatización Aire-Agua es un sistema descentralizado, es capaz de refrigerar en verano y calefactar en invierno. Se trata de sistemas donde llega tanto agua como aire para compensar las cargas del local.

Se ha adoptado esta solución por el pequeño volumen que suponen los conductos de agua y la facilidad de sectorización, además de que resuelve la climatización tanto de verano como de invierno.

Los conductos de ida y retorno de agua discurren por el falso techo en horizontal y por el núcleo vertical principal de instalaciones. Se dispondrán en ellos válvulas cortafuegos, que funcionan a modo de compuertas para una sectorización de incendios integrada con la del edificio. Todos los conductos serán fácilmente registrables para su posible mantenimiento, y llevarán su correspondiente aislante termo acústico que minimice las pérdidas de carga.

La instalación consta de: equipos de refrigeración (Plantas Locales de Climatización de Agua), bombas de recirculación de agua, tuberías de agua, montantes de agua, conductos de aire, válvulas, unidades de fancoils.

Los fan coils captan el aire del interior del edificio por plenum (en nuestro caso es el falso techo) y lo mezclan con el de renovación que proviene de la UTA de aire primario (situada en cubierta), para expulsarlo al interior de la estancia con la temperatura adecuada a la estancia, generándose en esta una convección del aire. El modelo de **fan coil** elegido será de la **serie TFCU de la casa TROX**, sin carcasa, de tamaño 7 (1122x520x219 mm), con dos ventiladores, de ejecución horizontal, batería de dos tubos, sin batería eléctrica, sin plenum en admisión y con plenum de emisión que distribuye el aire a los puntos de expulsión

Con el fin de que dicha instalación quede oculta en el punto de expulsión se dispone una regilla retranqueada y pintada de negro. Esta se puede colocar horizontalmente en el hueco de 15 cm dejado entre los módulos del falso techo, o bien en vertical sobre el falso techo encarando el aire hacia la ventana.



Renovación de Aire

El aire exterior ha de ser filtrado y tratado térmicamente antes de su introducción en los locales, siendo las características físicas del aire del exterior las que determinan los tratamientos y tipos de filtros a emplear. En nuestro edificio, el filtrado de aire se realiza en las UTA de aire primario localizadas en cubierta, y el tratado térmico del aire se realiza en el interior del edificio, en las zonas 1 y 2 en los fancoils, y en las zonas 3 y 4 en las consolas.

La localización de las UTA la realizamos en cubierta, teniendo en cuenta los tendidos de las instalaciones y las visuales de estas desde los espacios públicos exteriores. Ya que, al no existir vías de tráfico motorizado próximas, y estar toda la cubierta igual de expuesta a la ventilación consideramos que todos los lugares son óptimos para obtener aire de la mejor calidad. El aire tratado por las UTAs circula por los núcleos verticales de tendido de instalaciones y por falso techo en horizontal hasta los fancoils, donde el aire realizará intercambio térmico con el agua, enfriándose o calentándose.

En cada zona del edificio se implementará un circuito de succión de aire, y expulsión de este al exterior, para evitar sobrepresiones y olores indeseados. La captación del aire del interior se realiza por medio de rejillas situadas en el suelo técnico entre los montantes estructurales.

4.3.3 SANEAMIENTO Y FONTANERÍA

FONTANERÍA

La instalación debe garantizar el correcto suministro y distribución de agua fría y agua caliente sanitaria.

El diseño de la red se basa en las Normas Básicas para las Instalaciones de Suministro de Agua. Para la producción de agua caliente se atenderá a lo dispuesto en el Reglamento de instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) y en sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

La instalación de abastecimiento proyectada consta de:

- Red de suministro de agua fría sanitaria.
- Red de suministro de agua caliente sanitaria.
- Red de hidrantes contra incendios (BIEs e instalación de extinción automática).
- Red de hidrantes para riego de patios y cubierta.

Se proyecta un único punto de acometida a la red general de abastecimiento. La acometida se realiza en tubo de acero hasta la arqueta general. Dispondrá de elementos de filtraje para protección de la instalación. Se supondrá una presión de suministro de 3 Kg/cm².

La red de agua dispondrá de los elementos de corte necesarios para permitir trabajos de mantenimiento en cualquier elemento, afectando lo menos posible el resto de la instalación. Al menos se dispondrá de una llave de corte por cuarto húmedo. Siguiendo estas recomendaciones, también se dispondrán llaves de vaciado de los montantes verticales.

Las tuberías serán de acero galvanizado en exteriores y cobre calorifugado en el interior, donde se protegerán con tubo corrugable flexible de PVC, azul para fría y coquillas calorífugas para agua caliente. Serán a su vez estancas a presión de 10 atm. aproximadamente el doble de la presión de uso. Los accesorios serán roscados.

El contador se colocará en el sótano, en el cuarto destinado a las instalaciones húmedas. Donde también se dispone del espacio para implementar un grupo de presión en caso de que el suministro no garantice 0,1 Kg/cm² de servicio en las llaves de corte de todos los aparatos.

De este punto parten los siguiente ramales:

- Dos ramales de agua fría que discurren colgados por el sótano, hasta alcanzar el montante vertical de cada núcleo de baños y cafetería.
- Un ramal de abastecimiento de agua fría para la generación de ACS.
- Un ramal de agua fría para las climatizadoras.

Pese a que el medio principal de producción de ACS se realiza mediante placas solares, también se implementará una caldera de producción auxiliar de ACS, situada con los acumuladores en un cuartoo de cubierta para tal fin, que dispone de la suficiente ventilación e iluminación, tal y como recomienda la norma.

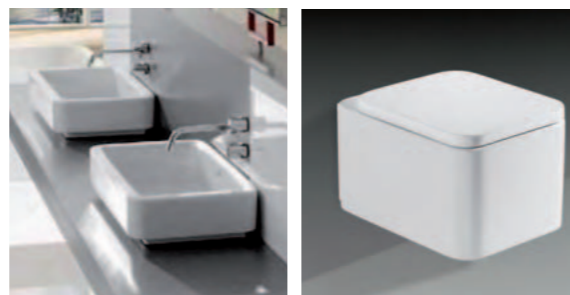
Los conductos de ACS discurrirán por encima de los de agua fría, con una separación mínima de 10 cm y protegidos con un aislante de fibra de vidrio de 1.5 cm. En aquellos puntos en que deba traspasar forjados o muros se emplearán pasamuros, así como también dilatadores cada 25 cm de recorrido y se sellarán adecuadamente las juntas. Ninguna tubería tendrá una pendiente menor de 0.5%.

Al atravesar muros y forjado se colocarán los pasamuros adecuados de manera que las tubería puedan deslizarse adecuadamente, rellenando el espacio entre ellos con material elástico. Las tuberías se sujetarán con manguitos semirrígidos interpuestos a las abrazaderas para que eviten la transmisión de ruidos.

Donde los conductos de la instalación atraviesan paredes o forjados habrá que garantizar un sellado de estos pasos que además cumpla la resistecia al fuego. Este se puede realizar con uno de los sistema Promastop.

En cuanto a grifería se adoptan los siguientes tipos:

- Lavabo y grifería de la serie Element diseñada por David Chipperfield para Roca (70 x 38 cm, sobre encimera)
- Inodoro de la serie Element diseñada por David Chipperfield para Roca, con fluxor.



SANEAMIENTO - Cumplimiento del CTE_DB_HS

La instalación de saneamiento tiene como objetivo la evacuación eficaz de las aguas pluviales y residuales generadas por el edificio y su vestido a la red de alcantarillado público.

Se plantea un sistema mixto o separativo entre aguas pluviales y residuales, antes de su salida a la red exterior. Este sistema permite un mejor dimensionamiento de ambas redes evitando sobrepresiones en el caso de red única, cuando el aporte de agua de lluvias es mayor al previsto. Además mejora el proceso de depuración de las aguas residuales y posibilita la reutilización del agua de lluvia para otros fines como el riego de huerta o zonas verdes que tan presente tenemos en nuestro proyecto.

Aguas residuales

Se recogen en cada baño, y cocina, Cada aparato tendrá un sifón para la formación de un cierre hidráulico. Las bajantes serán recibidas por arquetas a pie de bajante (registrables) que cumplirán las mismas condiciones que la red de aguas pluviales, el mismo que las de paso. Será necesario un pozo de registro para la su conexión con la red pública.

Se proyecta una red de ventilación paralela a las bajantes para equilibrar presiones en la red y eliminar olores. El diámetro del conducto de ventilación será igual a la mitad del diámetro de la bajante.

Aguas pluviales

Se recogen en tres niveles, cubierta, terraza de planta primera y patios de planta bajo. Tanto en la cubierta como en la terraza de la planta primera, la recogida de aguas se realiza en sumideros lineales, sobre los ejes estructurales del proyecto, y cuya pendiente no excede de 0,5 % (cumpliendo el CTE) hasta llegar a las bajantes adecuadamente dispuestas para su integración con el edificio.

En los patios, se ha optado por disponer dos sumideros puntuales que atraviesan el forjado de hormigón armado, y son recogidos por una red colgada, suspendida del forjado de hormigón armado.

Fontanería

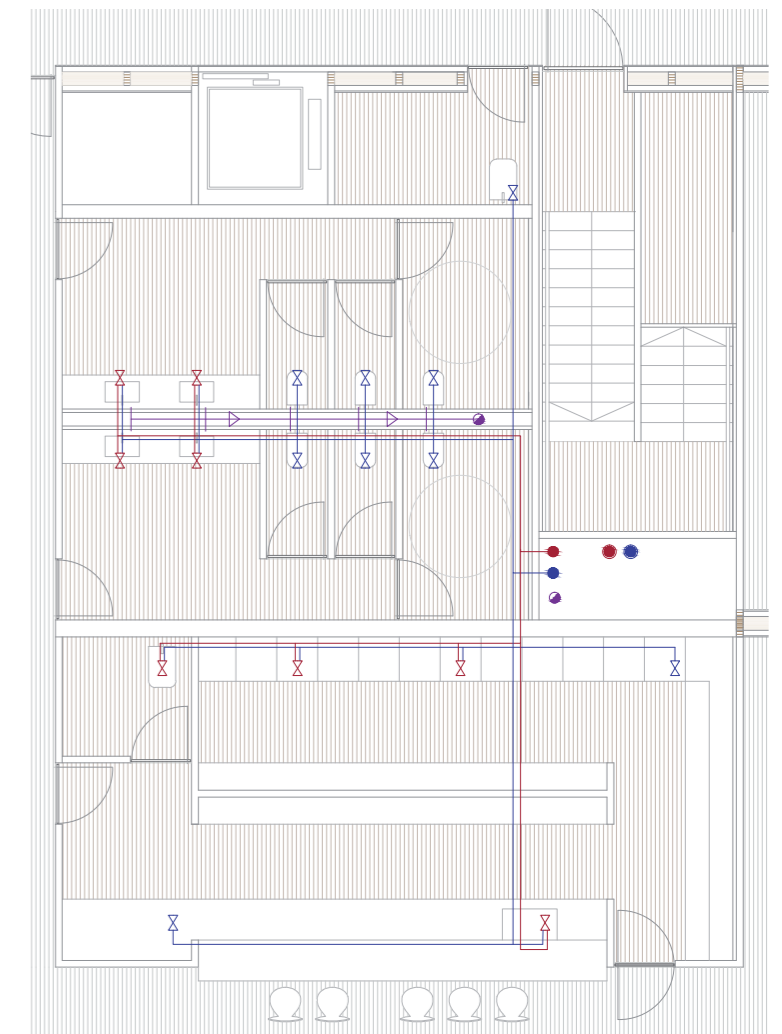
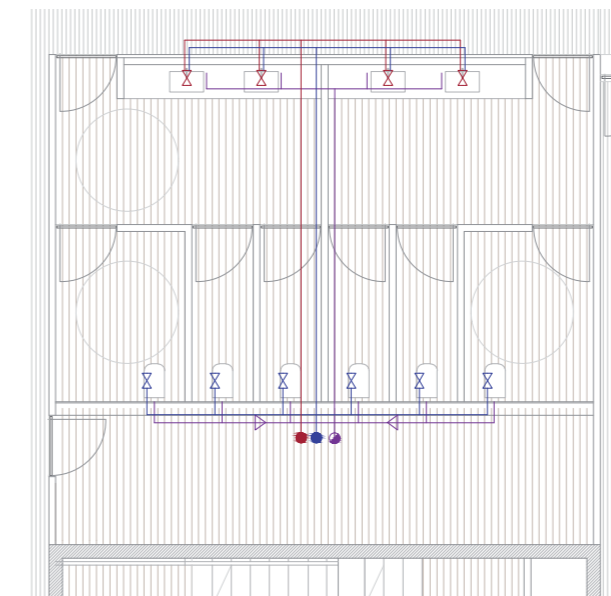
- Montante agua fría
- Montantes de ACS
- Canalización de agua fría
- Canalización de agua caliente
- Llave de agua fría
- Llave monomando

Saneamiento

- Colector de aguas residuales
- Bajante de aguas residuales

Recintos de planta

1. Cuarto de limpieza de la cafetería
2. Cuarto de paso de instalaciones: alimentación BIEs, red húmeda de rociadores, montante de gasoil, fontanería y saneamiento, conductos verticales de climatización y tendidos verticales de renovación de aire.
3. Paso de instalaciones (registrable): fontanería, saneamiento, extracción de cocina y baños
4. Paso de ventilación del aparcamiento en sótano



4.3.4 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (cumplimiento del CTE-DB-SI)

El objetivo del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio es: "reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento."

SI 1. Propagación interior



Con el objetivo de limitar el riesgo de propagación de incendio por el interior del edificio la biblioteca se ha compartimentado en sectores de incendios, siguiendo un orden de funcionamiento y estructural.

Al ser un caso de Pública Concurrencia la superficie máxima por sector será de 2.500 m², pero como está protegido con una instalación de extinción automática de incendios se admite una superficie construida máxima por sector de 5.000 m².

Las paredes, techo y puertas de cada sector tendrán la resistencia característica del sector, que por ser de uso público esta es 90 minutos, y de 120 minutos en el sótano y aparcamiento.

S1 - 2.262 m ²	EI-90	Zonas comunes
S2 - 4.160m ²	EI-90	Biblioteca
S3 - 3.220 m ²	EI-120	Aparcamiento (vestíbulo de independencia)
S4 - 492 m ²	EI-120	Almacenamiento en sótano

SI 2. Propagación exterior.

El edificio es exento por lo que **no** será necesario que su resistencia mínima sea EI-120.

Cerramientos de igual o superior resistencia a EI-90

Puertas de ascensor EI = 90

Puerta de garaje y de escalera especialmente protegida EI= 90

SI 3. Evacuación

Para el cálculo de la ocupación se toman los valores de densidad de ocupación indicados en la tabla 2.1 del CTE-DB-SI, teniendo en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas. Consideramos todo el edificio con uso simultáneo, esceptuando la ocupación alternativa que adoptamos en sanitarios, escaleras, zonas de distribución y almacenamiento.

Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Según la tabla 3.1 del CTE-DB-SI se indica el número de salidas que ha de haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los recorridos de evacuación hasta ellas. En nuestro caso tenemos 5 escaleras de evacuación, dos de ellas protegidas, que permiten en todo caso dos recorridos alternativos.

La longitud máxima hasta una salida de planta uno debe exceder los 50 m, pero como todo el edificio se está protegido con una instalación automática de extinción, aumentamos la distancia de este un 25 %, siendo entonces de 62,25m.

Dimensionado de los medios de evacuación

- Puertas y pasos: Los pasos siempre son de al menos 1,8 metros, y además se disponen de recorridos alternativos, asegurando en todo momento el cumplimiento de $A \geq P_{\max}/200 \geq 80m$. Además la anchura de la hoja de la puerta no será menor de 0,6 m ni excederá de 1,2 m

- Pasillos y rampas: $A \geq P/200 \geq 1m \rightarrow A = 2m \geq 130/200 = 0,65 \geq 1m \rightarrow OK$

- Pasos entre filas de 11 asientos fijos (salón de actos) con salida por ambos extremos: $A = 100 - 24 = 76 \geq 50cm \rightarrow OK$

- 3 Escaleras no protegidas para evacuación descendente: $A = 1,8m \geq P/160 \rightarrow$ sector 1: $(270/2)/160 = 0,85 \rightarrow OK$
 \rightarrow sector 2: $(573/3)/160 = 1,2 \rightarrow OK$

- 2 Escalera protegida descendente: $E \leq 3 S + 160 A_s$
 \rightarrow sector 1: $1,2 \leq 3 \times 23,75 + 160 \times 1,2 = 264 \text{ personas} > 270/2 \rightarrow OK$
 \rightarrow sector 2: $1,2 \leq 3 \times 18 + 160 \times 1,2 = 246 \text{ personas} > 573/3 \rightarrow OK$

Capacidad de evacuación de las escaleras

Evacuación de las zonas comunes (270 personas < 562 \rightarrow OK)

1x descendente no protegida, ancho de 1,8 m \rightarrow 288 personas

1x descendente protegida, 2 plantas, ancho 1,2m \rightarrow 274 personas

Evacuación de la biblioteca (573 personas < 1344 \rightarrow OK)

2x descendente no protegida, ancho 1,8m \rightarrow 576 personas

1x descendente no protegida, ancho 1,2m \rightarrow 192 personas

Evacuación del sótano y aparcamiento (228 personas < 822 \rightarrow OK)

3x ascendente protegida, 2 plantas, ancho 1,2m \rightarrow 822 personas

Puertas de salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas:

P1: abatibles con eje de giro vertical cuyo sistema de cierre no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar.

P2: abatibles con eje de giro vertical y sistema de cierre de fácil y rápida apertura (manilla) desde el lado del que provenga la evacuación, sin tener que utilizar una llave ni actuar sobre más de un mecanismo.

P3: abatibles con eje de giro vertical con apertura en el sentido de la evacuación con sistema de barra horizontal de empuje conforme a la norma UNE-EN 1125:2003 VC1

Protección de escaleras

Puesto que el edificio es de pública concurrencia y la altura máxima de evacuación descendente es de $4,4m \leq 10m$ no será necesario disponer de escaleras protegidas, a excepción de las escaleras que conducen a sótano y parcamiento que han de ser especialmente protegidas

Señalización de medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA".

La señal con el rótulo "Salida de emergencia" se utilizará en toda salida prevista para el uso exclusivo en caso de emergencia.

Se pondrán señales que indiquen el sentido de los recorridos, visibles desde cualquier punto origen de evacuación desde el que no se vean directamente las salidas o sus señales indicativas.

Al lado de las puertas que no tengan salida y que puedan inducir a error en la evacuación se dispondrá de la señal con rótulo "Sin salida" en un lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

Control del humo de incendio

Se instalará un sistema de control de humo en la zona de aparcamiento (ya que este no es abierto) y en el resto del edificio, ya que es un establecimiento de Pública Concurrencia y su ocupación excede de 1000 personas. Se colocarán detectores de humo en techo cada 70 m².

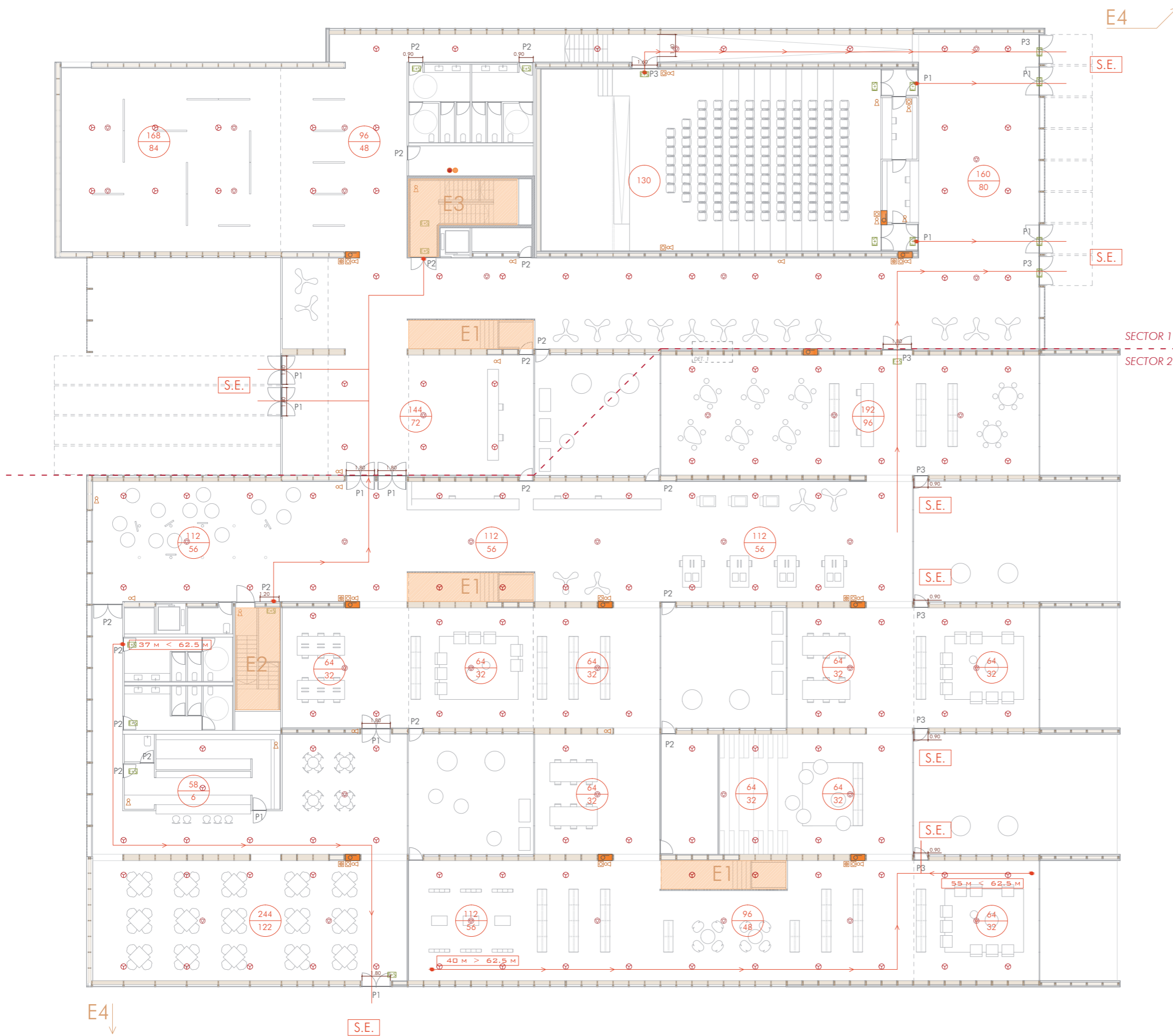
Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendios

No se ha de considerar en la biblioteca porque es de Pública Concurrencia y la altura de evacuación inferior a 10 m. Pero si se ha de considerar en la planta sótano de uso aparcamiento cuya superficie excede de 1.500 m². Pero se garantiza la salida de planta accesible por itinerario accesible desde todo origen de accesibilidad.

SI 4. Instalaciones de protección contra incendios

Se implementarán una serie de sistemas y elementos que detecten, avisen y funcionen en caso de incendio, para garantizar la evacuación de los ocupantes en condiciones de seguridad. La biblioteca de Borbotó se dota de:

1. Extintores portátiles de eficacia 21A - 113B a 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.
2. Bocas de Incendio Equipadas (BIEs), que abarquen un radio de 25 m.
3. Sistema de alarma de incendio, con señales acústicas y visuales.
4. Sistema de detección de incendio, con detectores de humo y pulsadores manuales (que da la alarma al control central activando el sistema de alarma)
5. Instalación automática de extinción (mediante rociadores, sprinklers, de activación por detección de altas temperaturas)



Sala	Superficie (m ²)	Ocupación (m ² /pers.)	Densidad de evac.(personas)
Hall principal	144	2	72
Exposiciones	264	2	132
Hall Salón de Actos	160	2	80
Salón de Actos		1 pers./asiento	130
Informática	176	2	88
Punto de atención	112	2	56
Consulta, reprografía	112	2	56
Biblio. Infantil	192	2	128
Biblioteca	720	2	360
Graderío	64	2	32
Cafetería (sentado)	260	1,5	174
Cocina	58	10	6
Total Planta Baja			1314
Circulaciones	136	2	68
Exposiciones	96	2	48
Aulas multiusos	92 x 3	2	46 x 3
Administración	157	10	16
Punto de atención	112	2	56
Teen	192	2	96
Multimedia	128	2	64
Zonas de estudio	346	2	173
Biblioteca	368	2	184
Total sector 1 (P1)			270
Total sector 2 (P1)			573
Total Planta Primera			843
Aparcamiento	3220	15	215
Almacén (S4)	492	40	13
Total Planta Sótano			228
TOTAL EDIFICIO			2385

Cumplimiento DB-SI: EVACUACIÓN

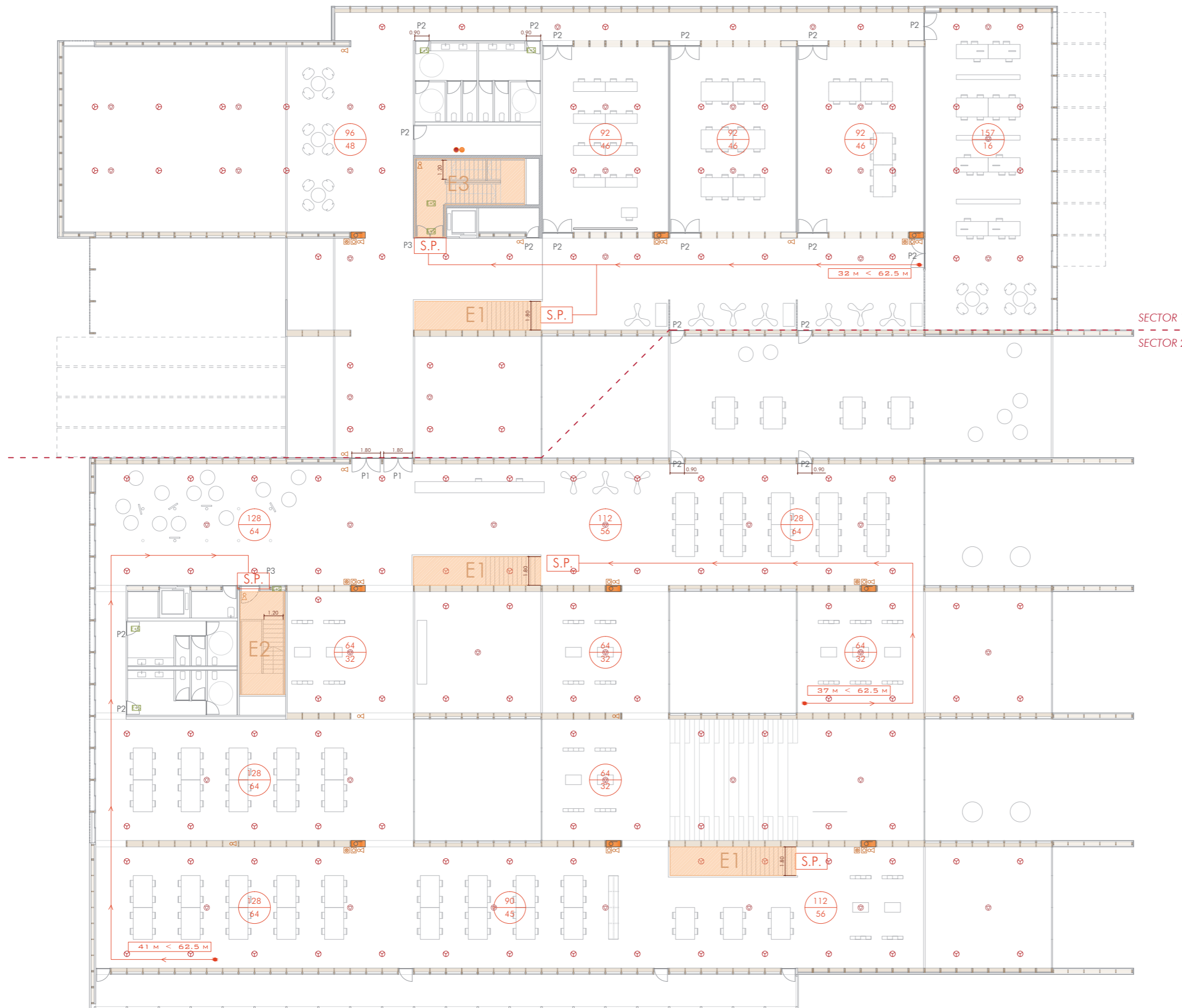
- Origen de evacuación
- Recorrido de evacuación
- S.P. Salida de planta
- S.E. Salida del edificio
- Montantes de suministro BIEs
- BIE 25mm
- Montantes de circuito de autoextinción
- Rociador de techo
- ⊙ Detector de humo
- ⊙ Extintor portátil 21A-113B
- ⊙ Pulsador de alarma de incendios
- ⊙ Sirena y aviso visual de incendio
- E-3 Indicador de salida + luz de emergencia "SALIDA"

Escaleras de evacuación

- E1 No protegida, descendente, A = 1.8 m; P = 288 personas
- E2 No protegida, descendente, A = 1.2 m; P = 274 personas
- E3 Protegida especialmente, des. y ascendente, A = 1,2m; P = 274 pers
- E4 Protegida especialmente, ascendente, A = 1.5m, P = 356 personas

- Puertas situadas en recorridos de evacuación (siempre eje de giro vertical)
- P1 Sistema de cierre desactivado mientras haya actividad.
 - P2 Sistema de cierre de manilla conforme a la norma UNE-EN 179:2003
 - P3 Dispositivo de apertura en el sentido de la evacuación conforme a la UNE-EN 179:2003 VC1, de barra horizontal de empuje.





Sala	Superficie (m ²)	Ocupación (m ² /pers.)	Densidad de evac.(personas)
Hall principal	144	2	72
Exposiciones	264	2	132
Hall Salón de Actos	160	2	80
Salón de Actos		1 pers./ asiento	130
Informática	176	2	88
Punto de atención	112	2	56
Consulta, reprografía	112	2	56
Biblio. Infantil	192	2	128
Biblioteca	720	2	360
Graderío	64	2	32
Cafetería (sentado)	260	1,5	174
Cocina	58	10	6
Total Planta Baja			1314
Circulaciones	136	2	68
Exposiciones	96	2	48
Aulas multiusos	92 x 3	2	46 x 3
Administración	157	10	16
Punto de atención	112	2	56
Teen	192	2	96
Multimedia	128	2	64
Zonas de estudio	346	2	173
Biblioteca	368	2	184
Total sector 1 (P1)			270
Total sector 2 (P1)			573
Total Planta Primera			843
Aparcamiento	3220	15	215
Almacén (S4)	492	40	13
Total Planta Sótano			228
TOTAL EDIFICIO			2385

Cumplimiento DB-SI: EVACUACIÓN

- Origen de evacuación
- Recorrido de evacuación
- S.P. Salida de planta
- S.E. Salida del edificio
- Montantes de suministro BIEs
- BIE 25mm
- Montantes de circuito de autoextinción
- ⊗ Rociador de techo
- ⊗ Detector de humo
- ⊗ Extintor portátil 21A-113B
- ⊗ Pulsador de alarma de incendios
- ⊗ Sirena y aviso visual de incendio
- ⊗ Indicador de salida + luz de emergencia "SAUIDA"

Escaleras de evacuación

- E1 No protegida, descendente, A = 1.8 m; P = 288 personas
- E2 No protegida, descendente, A = 1.2 m; P = 274 personas
- E3 Protegida especialmente, des. y ascendente, A = 1,2m; P = 274 personas
- E4 Protegida especialmente, ascendente, A = 1.5m, P = 356 personas

Puertas situadas en recorridos de evacuación (siempre eje de giro vertical)

- P1 Sistema de cierre desactivado mientras haya actividad.
- P2 Sistema de cierre de manilla conforme a la norma UNE-EN 179:2003 VC1
- P3 Dispositivo de apertura en el sentido de la evacuación conforme a la norma UNE-EN 179:2003 VC1, de barra horizontal de empuje.



4.3.5 ACCESIBILIDAD Y ELIMINACIÓN DE BARRERAS

Accesibilidad es la característica del medio, ya sea urbanismo o edificación, transporte o sistemas de comunicación que permite a personas, independientemente de las condiciones físicas o sensoriales, el acceso y utilización de los espacios, instalaciones, edificios y/o servicios.

Este apartado es recogido en el código técnico en el apartado de seguridad de uso, pero además en nuestro caso haremos referencia a dimensiones mínimas y barreras arquitectónicas, recomendadas por el REAL DECRETO 556/1989, de 19 de mayo, por el que se arbitran medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios. (B.O. E. N.O 122 de 23-05-89)

Nivel de accesibilidad

La biblioteca se considera clasificada como *edificio de pública concurrencia*, ya que se trata de un edificio público no destinado a viviendas. En él se distinguen dos tipos de uso (atendiendo a los criterios establecidos en el artículo 7):

A. Uso general: En él la concurrencia de todas las personas está garantizada. Por poseer aulas, salas de conferencias y otros espacios análogos, dispondrán de acceso señalizado y espacios reservados para personas con sillas de ruedas. Se destinan zonas específicas para personas con limitaciones auditivas o visuales. Además se reserva junto a ellas un espacio para acompañantes.

B. Uso restringido: Uso ceñido a actividades internas del edificio sin concurrencia de público. Es uso propio de trabajadores, usuarios internos, suministradores, asistencias exteriores y otros que no signifiquen asistencia sistemática e indiscriminada de personas. En estas partes del edificio el nivel de accesibilidad es practicable.

Condiciones de accesibilidad

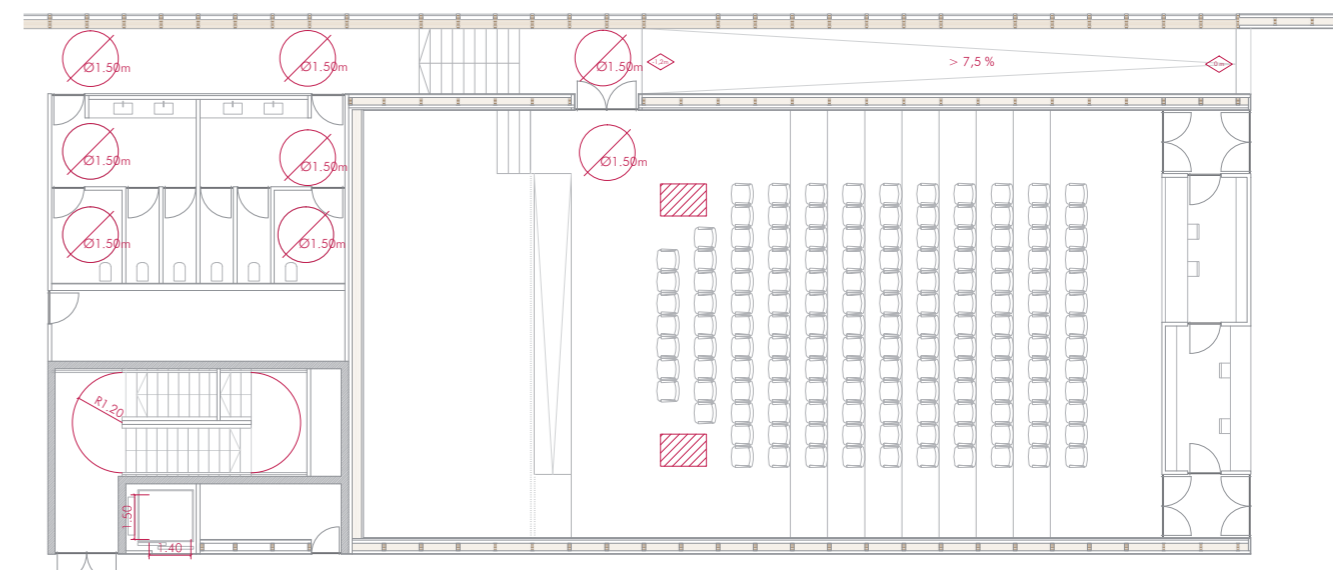
Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las siguientes condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles:

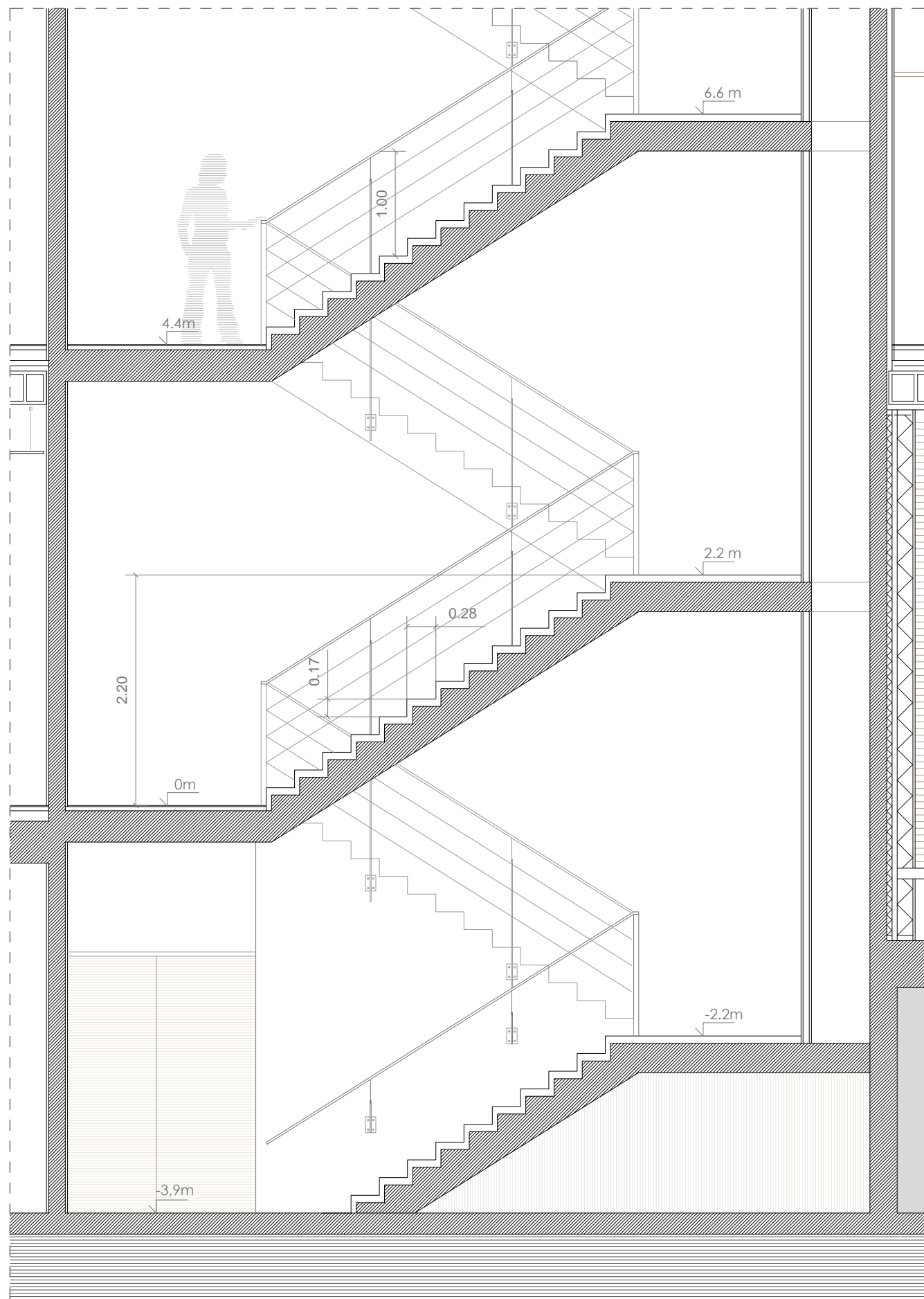
• funcionales

- 1. Accesibilidad en exterior del edificio:** la parcela dispone de todos los itinerarios accesibles, todos los que comuniquen el espacio exterior con la entrada principal al edificio.
- 2. Accesibilidad entre plantas del edificio:** en nuestro edificio se ha de salvar una planta desde la entrada principal accesible por lo tanto hemos dispuesto ascensores accesibles que comuniquen dichas plantas con la entrada accesibles.
- 3. Accesibilidad en las plantas del edificio:** disponen según la norma de un itinerario accesible que comunica, en cada planta, el acceso accesible con las zonas de uso público con todos los orígenes de evacuación. (según CTE-DB-SI) de las zonas de uso privado.

• de accesibilidad urbanas y elementos de urbanización

- 1. Itinerarios peatonales:** El trazado y diseño de los itinerarios destinados a tránsito de peatones, se realizaran de modo que resulten accesibles. También, de manera que tengan la anchura suficiente para permitir al menos el paso de una persona que circule con silla de ruedas junto a otra persona y posibilite, el de personas con limitaciones sensoriales. Los pavimentos serán antideslizantes y sin rugosidades distintas del propio grabado de las piezas; sus rejillas y registros, situados en estos itinerarios estarán en el mismo plano que el pavimento circundante.
- 2. Vados:** Son superficies inclinadas destinadas a facilitar la comunicación entre los planos horizontales de distinto nivel. Su diseño, trazado, inclinación, anchura y pavimento, queda determinado en el proyecto. Se distinguen los destinados a entradas y salidas de vehículos sobre los itinerarios peatonales, de aquellos destinados únicamente a la eliminación de barreras urbanísticas.
- 3. Parques y jardines:** Los espacios ajardinados y destinados a juegos, cumplen todos los requisitos establecidos por la normativa, a los efectos del uso por parte de las personas con discapacidad.
- 4. Aparcamientos:** En las zonas de estacionamiento se reserva permanentemente y cercana a los accesos a los itinerarios practicable, una plaza debidamente señalizada para vehículos que transportan personas con discapacidades.
- 5. Mobiliario urbano:** Cualquier señalización o elemento vertical que se coloque en un itinerario o paso peatonal, se dispondrá y se señalizará de forma que no constituya obstáculo para personas invidentes o que se desplacen en silla de ruedas. Los elementos de mobiliario urbano como bancos, papeleras y otros, se han diseñado y situado de tal modo que puedan ser utilizados por cualquier persona y no supongan obstáculo alguno para los transeúntes.





Seguridad frente al riesgo de caídas. *Cumplimiento del CTE_DB_SUA*

Las escaleras de uso general deben cumplir las siguientes características geométricas:

- **Peldaños:** "En tramos rectos, la huella medirá 28 cm como mínimo. En tramos rectos o curvos la contrahuella medirá 13 cm como mínimo, y 18,5 cm como máximo, excepto zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, en cuyo caso la contrahuella medirá 17,5 cm, como máximo. La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente: $540\text{ mm} \leq 2C + H \leq 700\text{ mm}$ "

En nuestro caso:
 Huella = 28cm >OK
 Contrahuella = 13cm \leq C=17cm \leq 18,5cm >OK
 $540\text{ mm} \leq 2C + H = 620\text{mm} \leq 700\text{ mm}$ >OK

- **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, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera y 3,20 m en los demás casos."

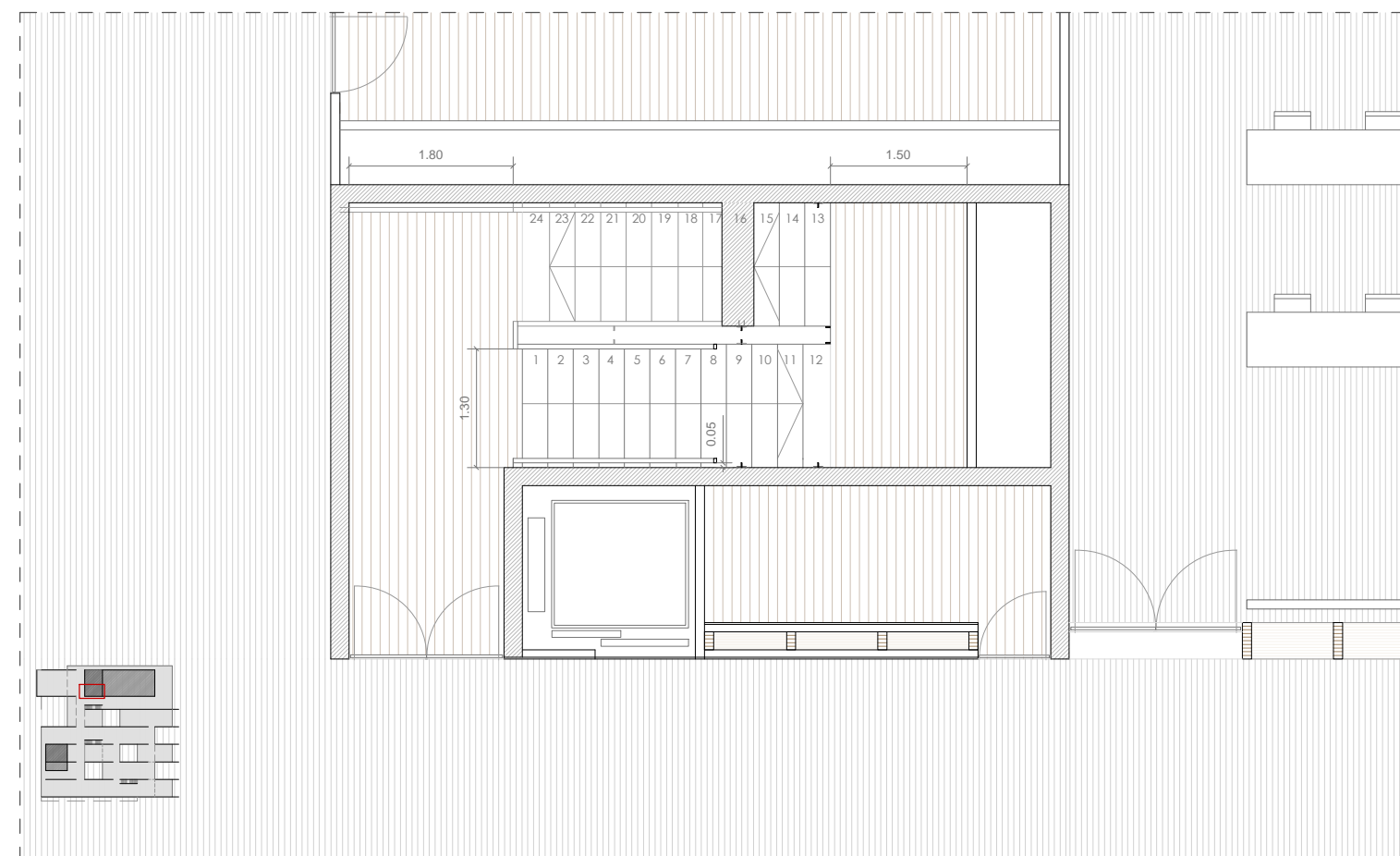
En nuestro caso con una altura máxima de 2,20m cumple la norma. Además se especifica una anchura útil mínima en función del uso siendo 1,1m el valor más restrictivo para "Pública concurrencia y comercial". Dado que disponemos una anchura útil de 1,3m, cumple la norma.

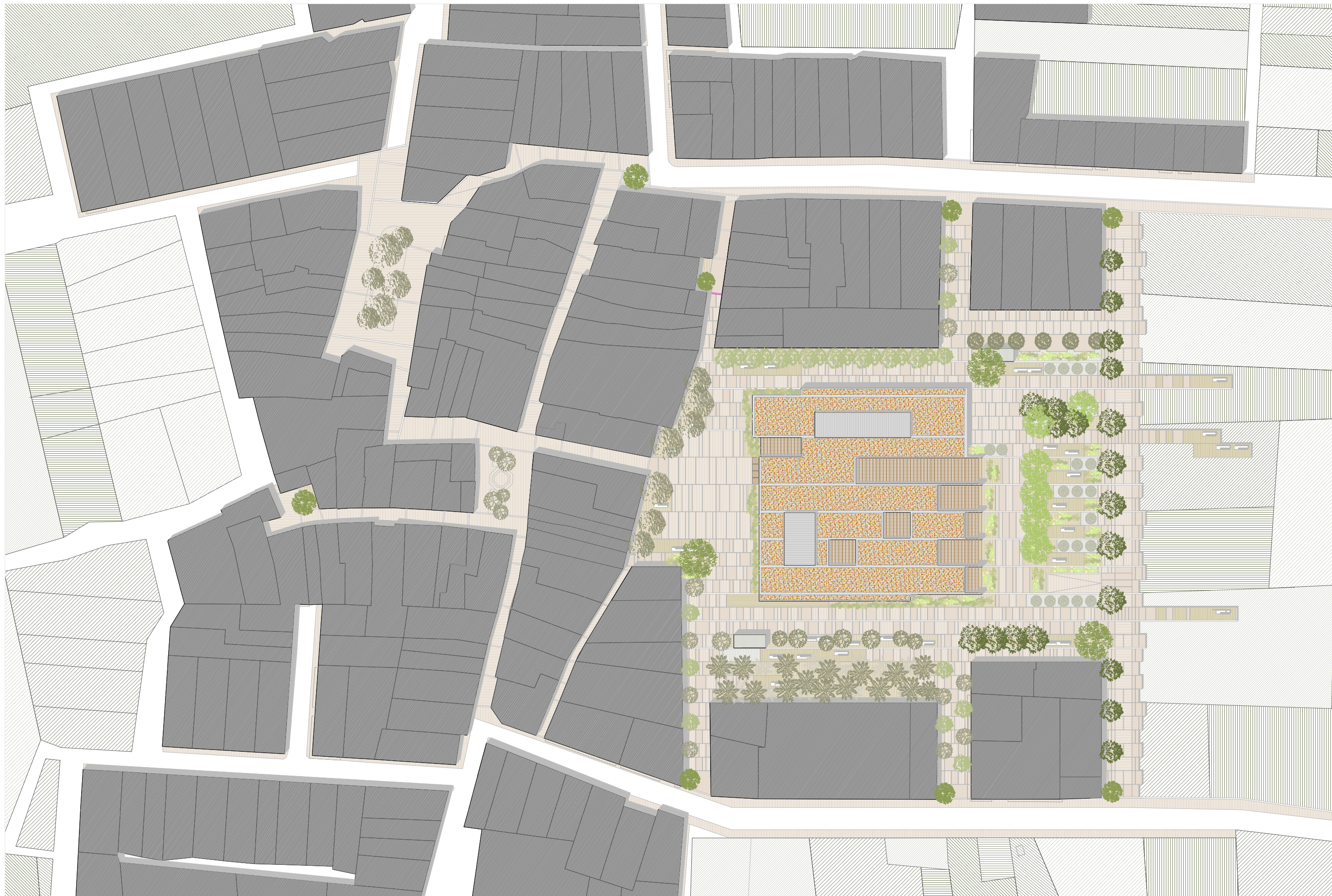
- **Mesetas:** "Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1000 mm, como mínimo." y "En dichas mesetas no habrá pasillos de anchura inferior a 1,20 m ni puertas situados a menos de 40 cm de distancia del primer peldaño de un tramo."

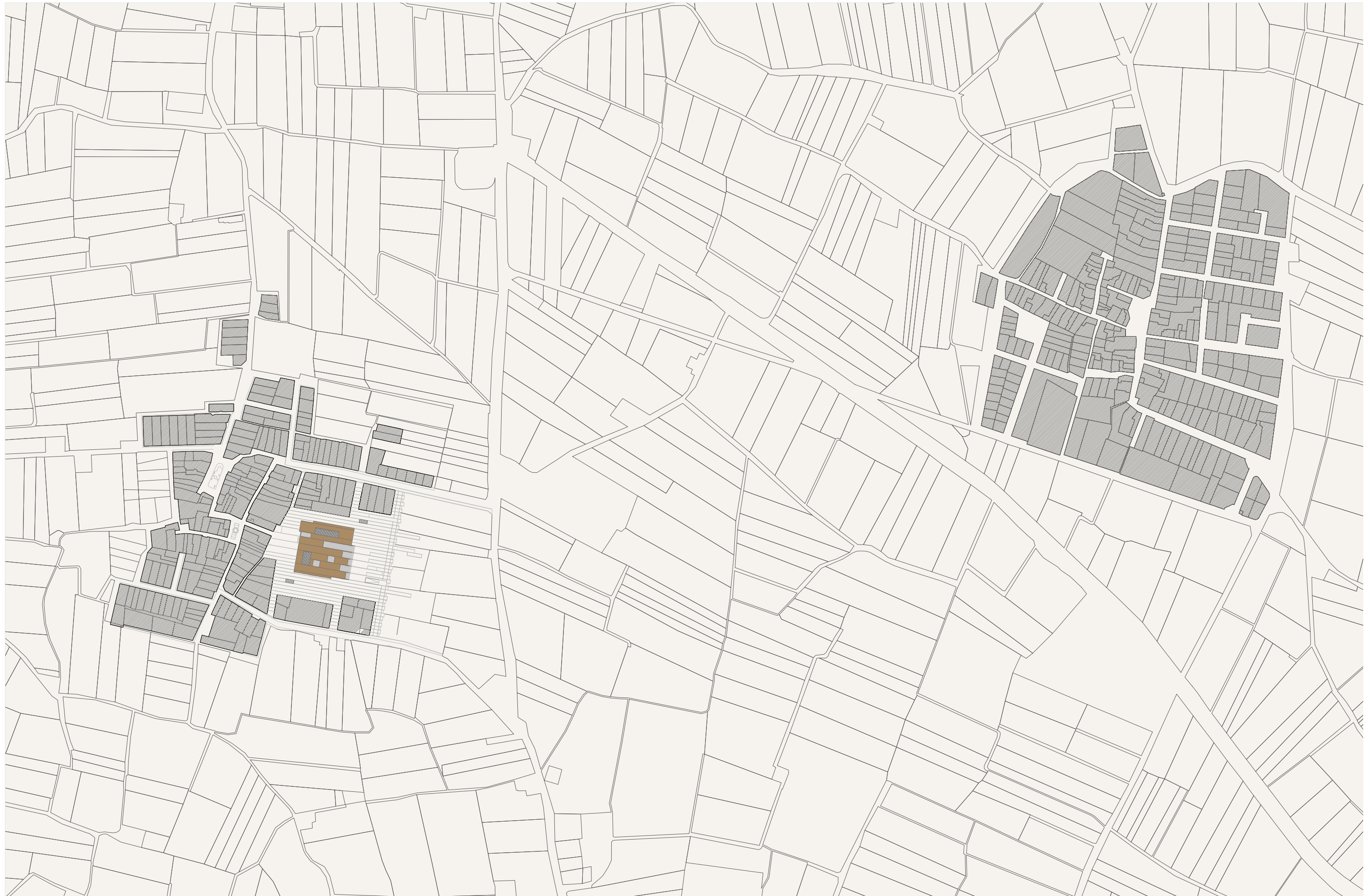
En nuestro caso las mesetas carecen de puertas y tienen una anchura de 1,5m y 1,8m en todo su recorrido, cumpliendo de este modo la norma.

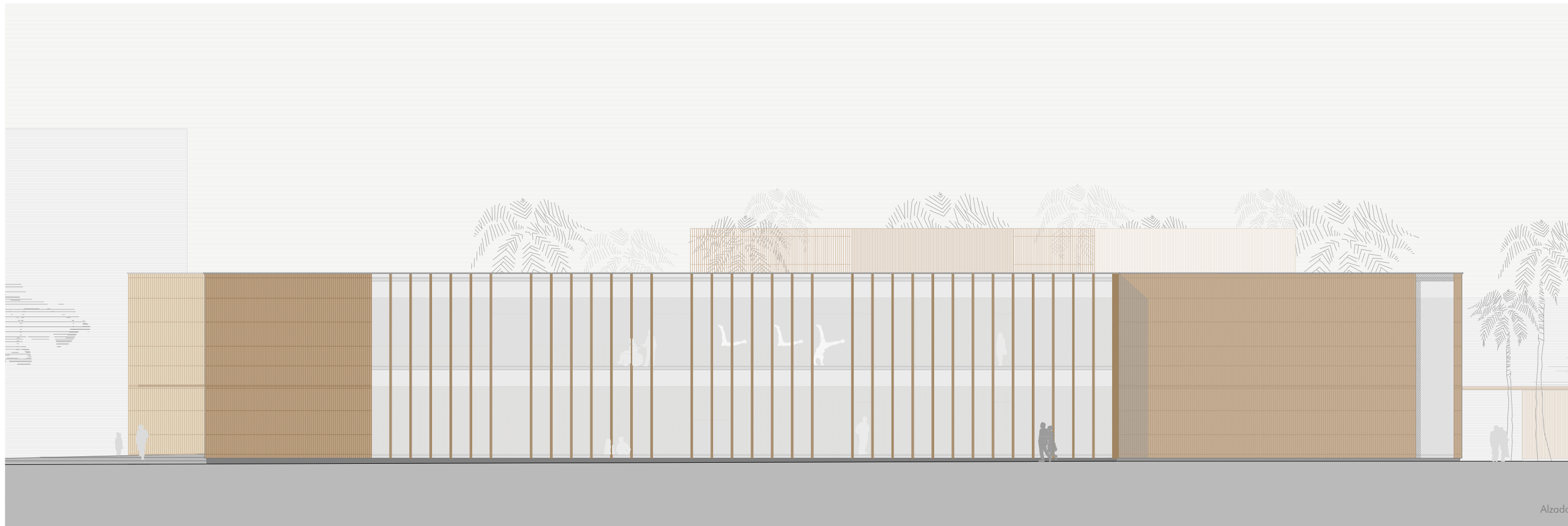
- **Pasamanos:** "Las escaleras que salven una altura mayor que 55 cm dispondrán de pasamanos al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1,20 m, [...] dispondrán de pasamanos en ambos lados.", "El pasamanos estará a una altura comprendida entre 90 y 110 cm." y "El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano."

En este caso tenemos un pasamanos a cada lado de la escalera, con una altura de 100cm y una separación con el paramento de 5cm. Ambas medidas cumplen la norma.

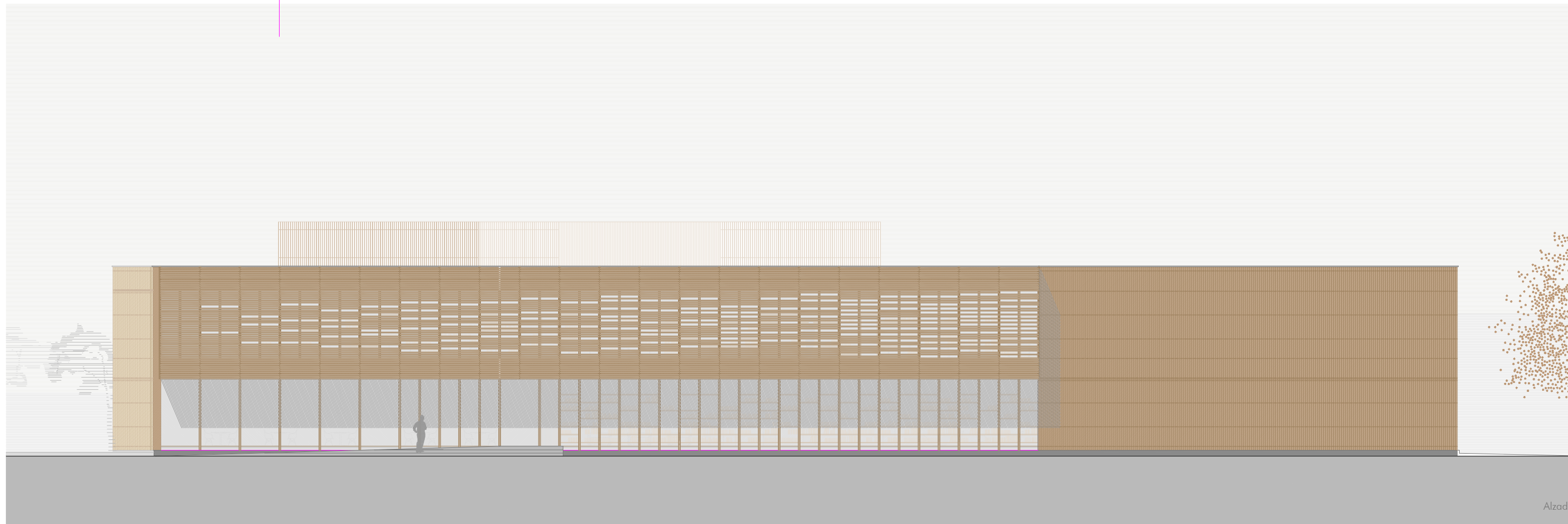




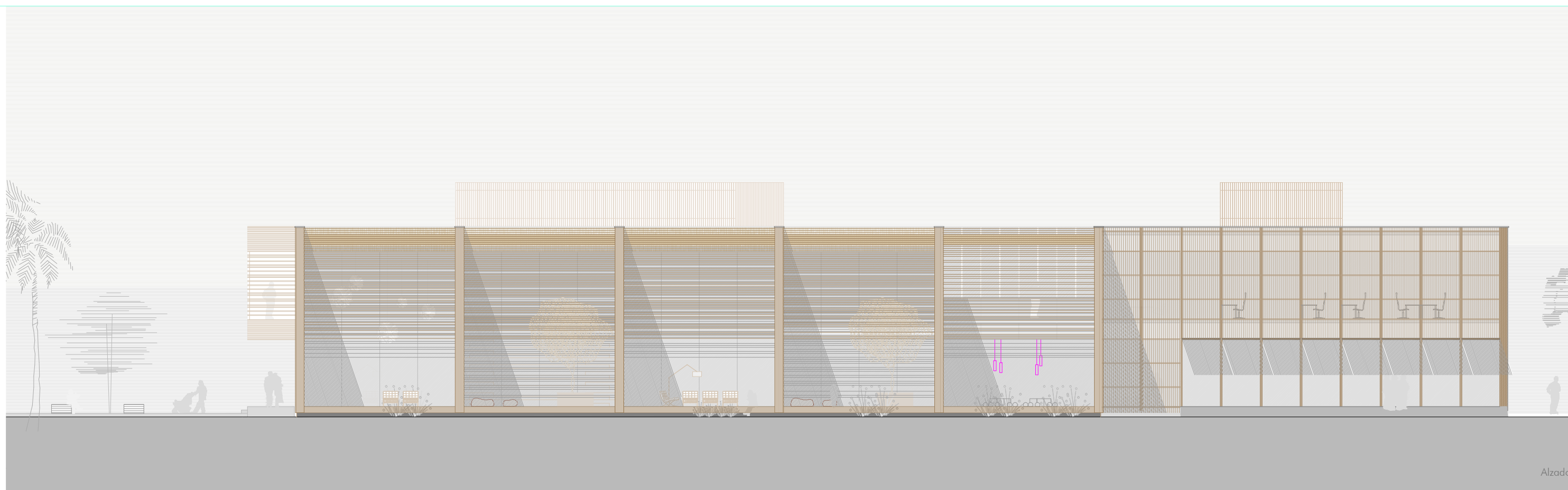




1 : 200 0M 1M 5M 10M 15M 20M

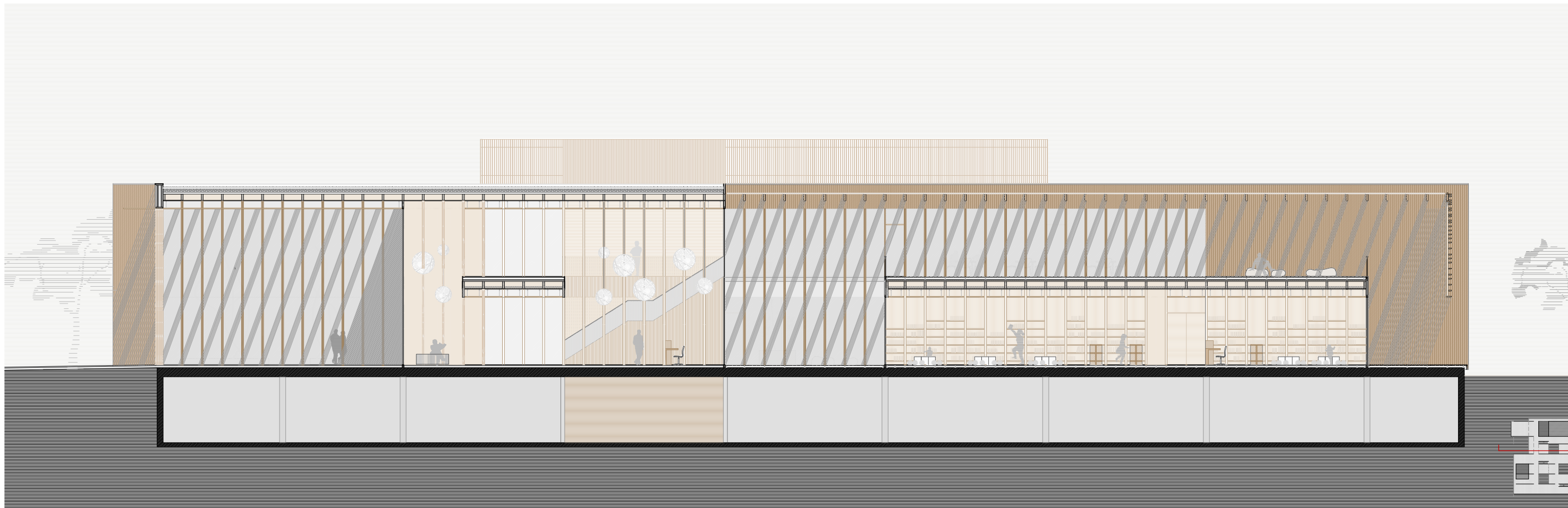
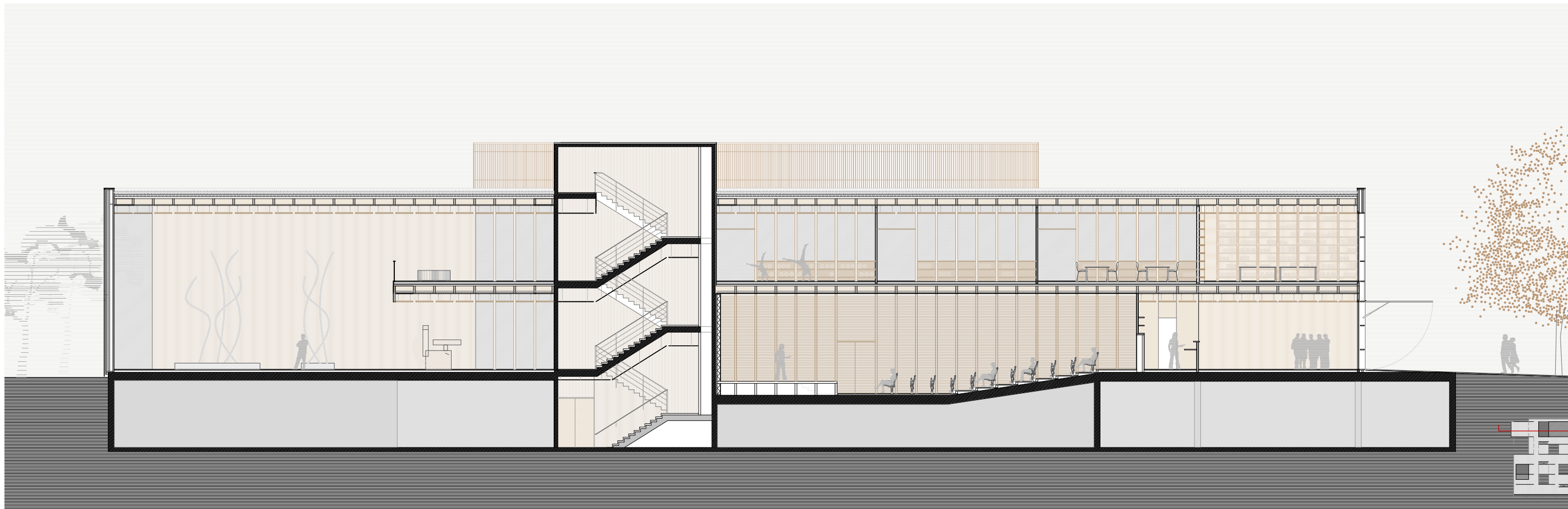


Alzado

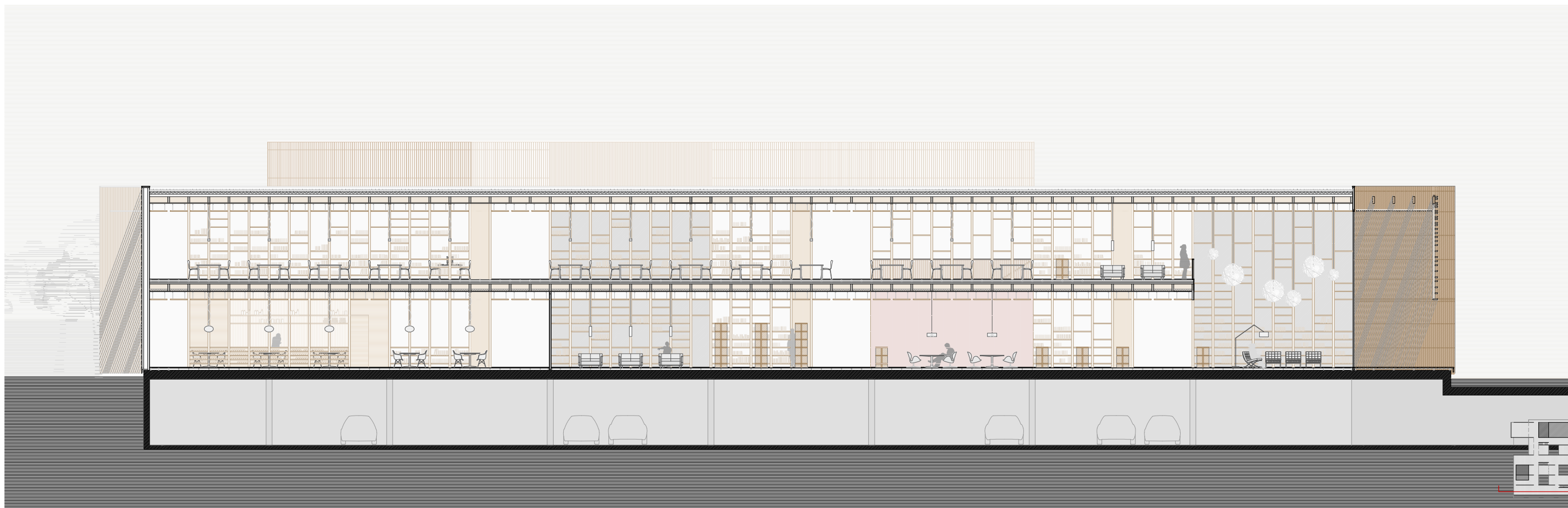
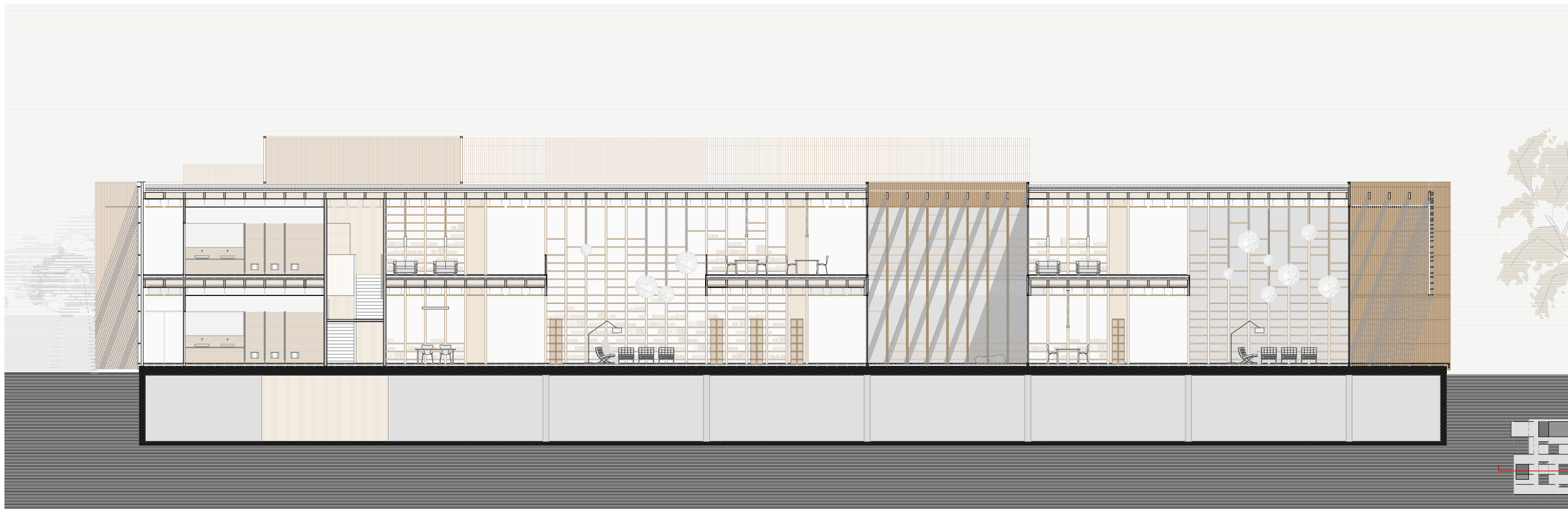


Alzado

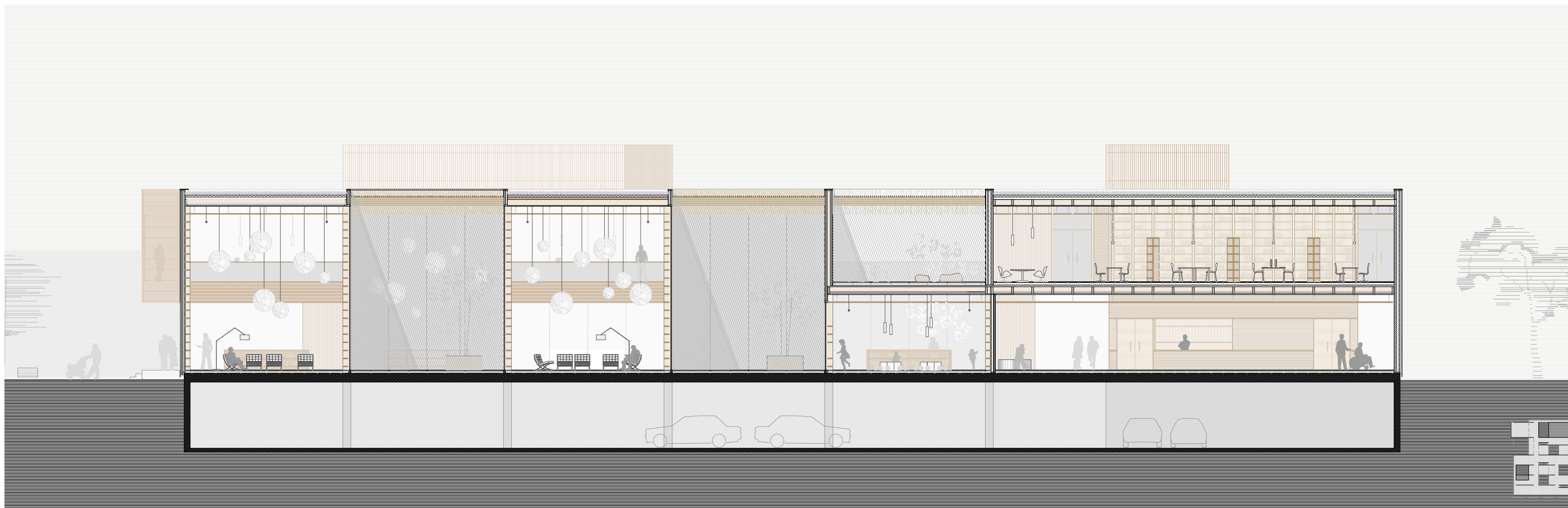
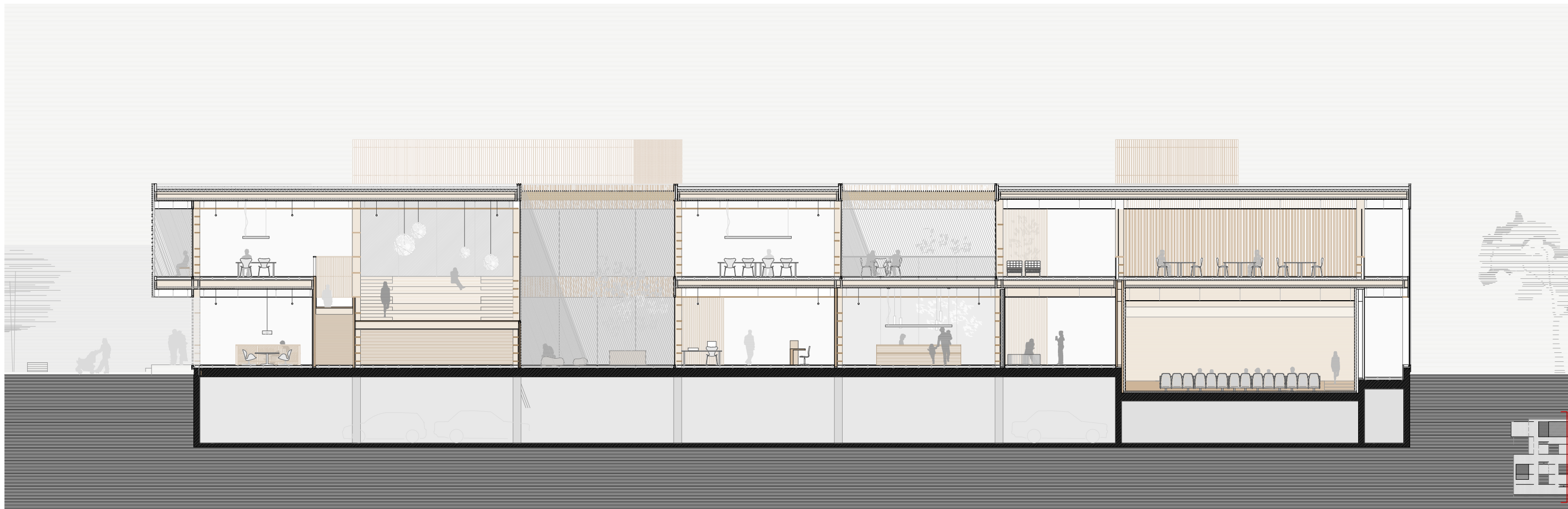
1 : 200 0M 1M 5M 10M 15M 20M



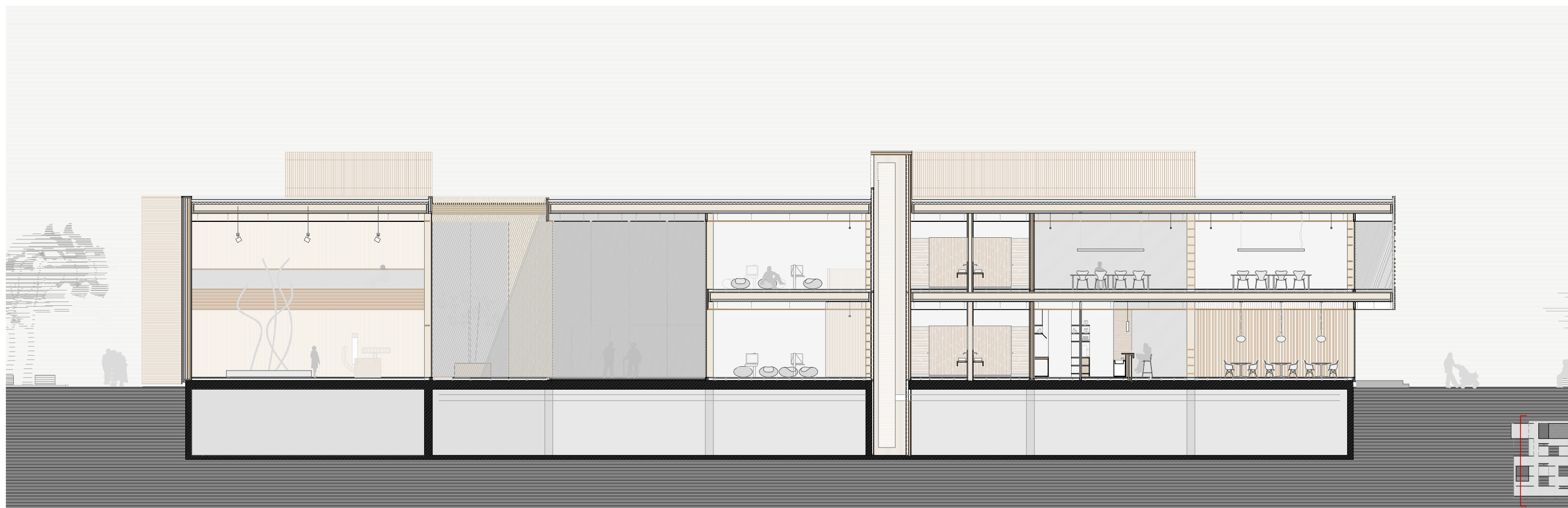
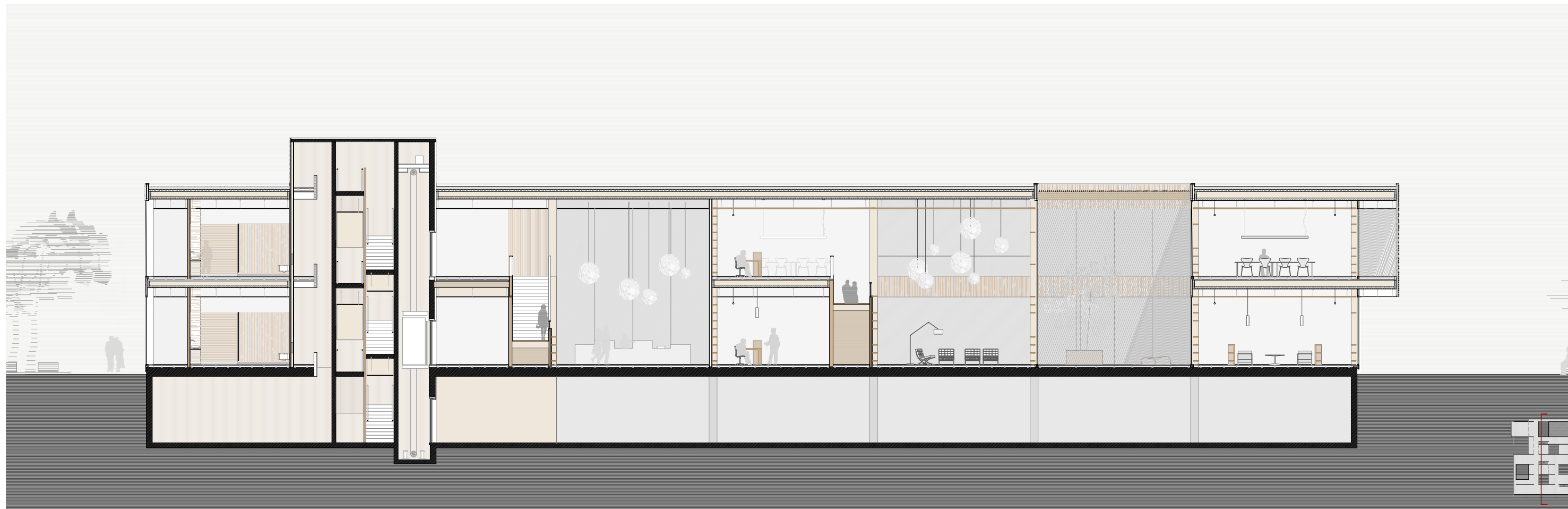
1 : 200 0M 1M 5M 10M 15M 20M



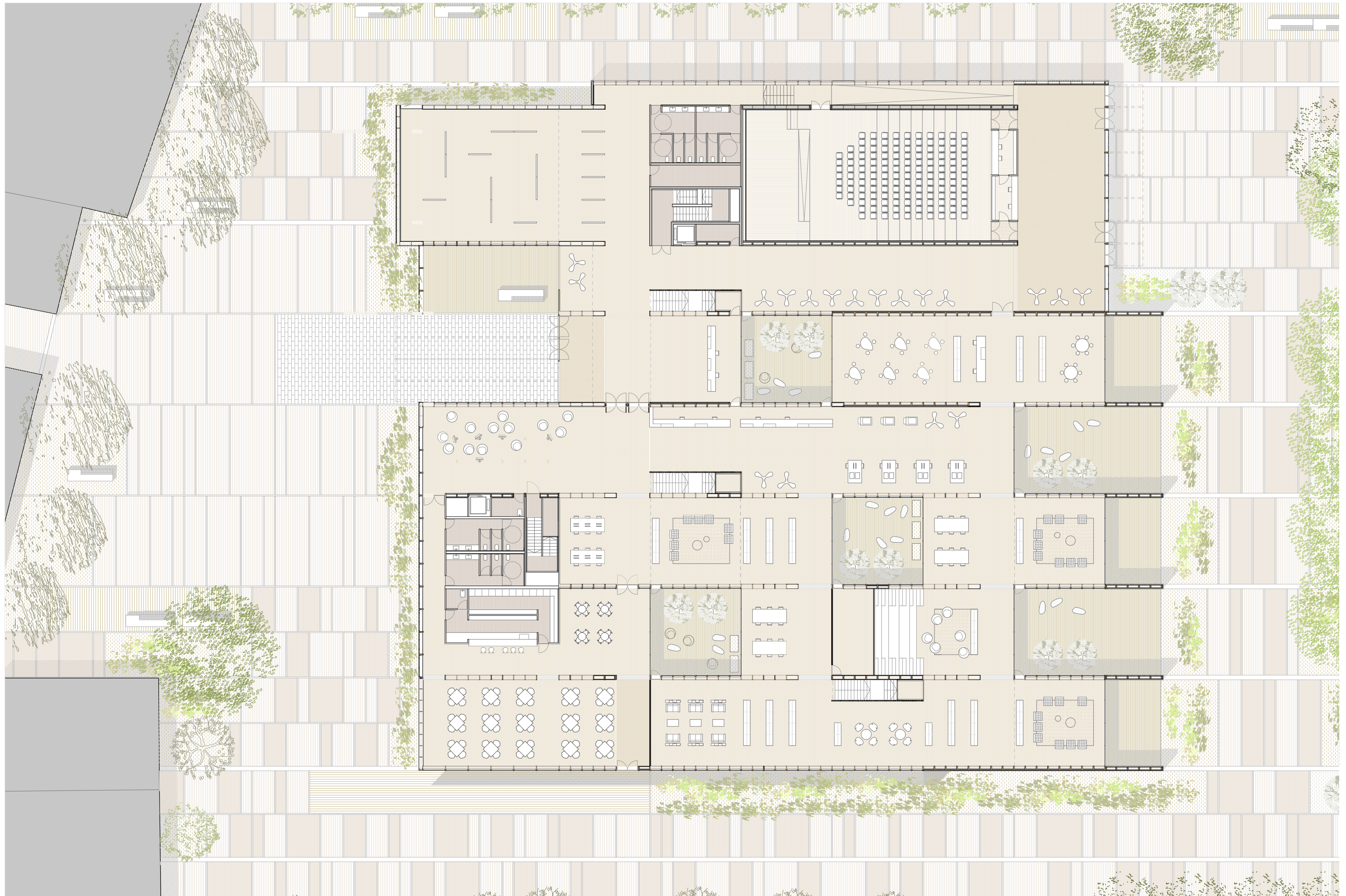
1 : 200 0M 1M 5M 10M 15M 20M



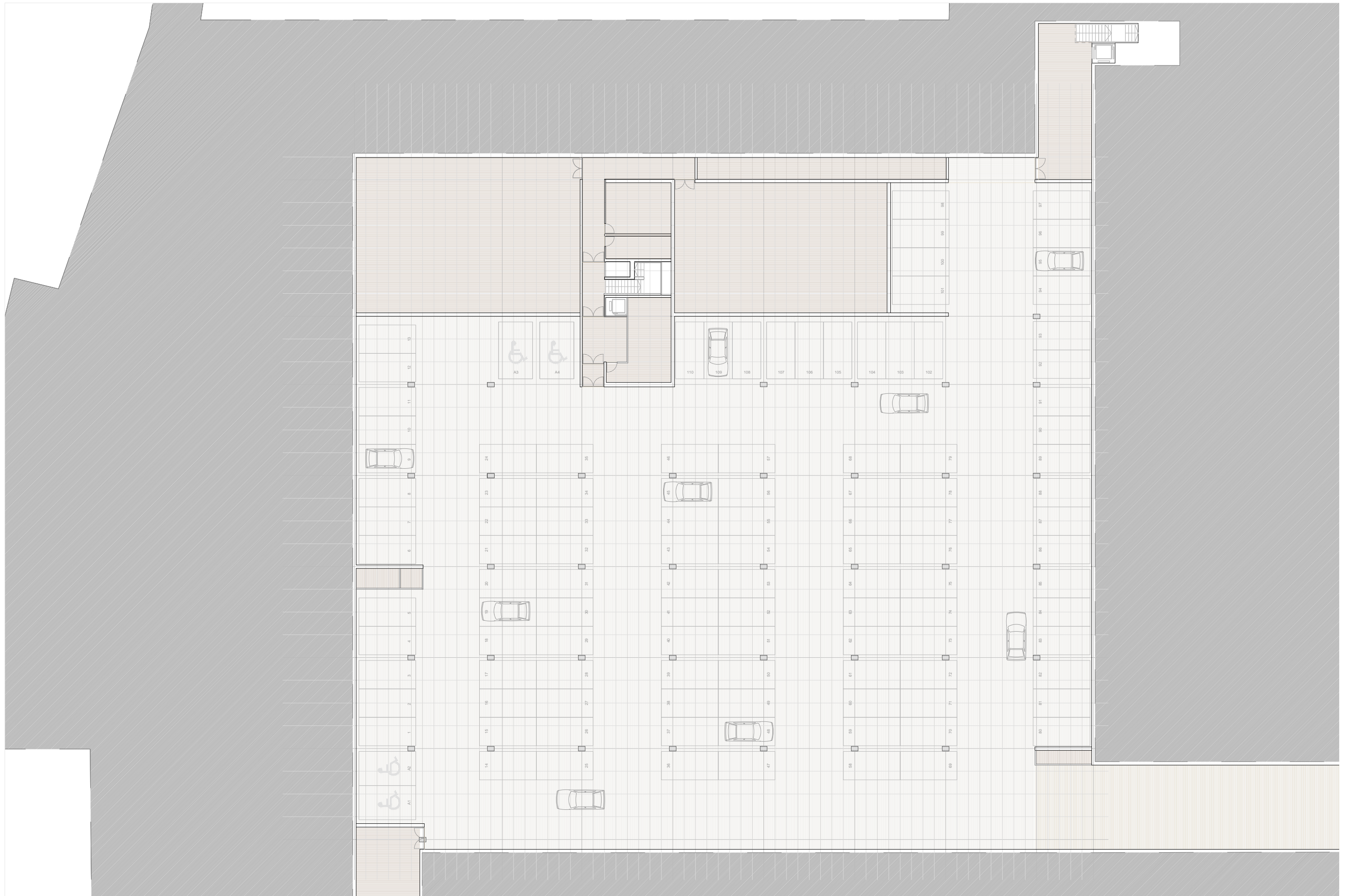
1 : 200 0M 1M 5M 10M 15M 20M



1 : 200 0M 1M 5M 10M 15M 20M

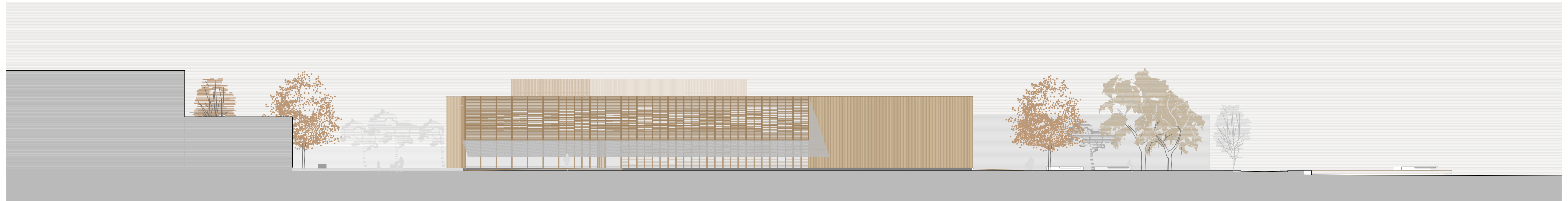








Alzado Oeste



Alzado Sur



Alzado Norte



Alzado Este





1. La madera en la construcción
2. Impacto medioambiental
3. Generalidades
4. Propiedades
5. Obtención y producción
6. Productos derivados de la madera
7. Durabilidad
8. Protección
9. Comportamiento ante el fuego
10. Normativa

LA MADERA

ANEXO



LA MADERA

La madera ha sido un material tradicionalmente empleado en la edificación. Los antiguos sistemas constructivos con madera han ido evolucionando a lo largo de los siglos de forma distinta en función de las condiciones climáticas y sociales de cada zona. Por dicho motivo pueden apreciarse desde sistemas con madera muy simples a sistemas altamente sofisticados y exigentes. En todo caso, en muchos lugares la madera sigue y debe seguir jugando un papel importante en el proceso edificatorio.

En nuestro país, la falta de un suministro regular de madera, unida al rápido desarrollo de la industria de otros materiales como el acero y el hormigón armado, han sido algunas de las causas de que, en el último siglo, la utilización de la madera en el campo estructural haya disminuido, con la consiguiente pérdida de experiencia constructiva con este material. De la importancia que la madera ha tenido en el pasado dan fehaciente muestra los cientos de edificaciones históricas y cascos urbanos que han hecho uso de este material como elemento estructural. La falta de un suministro regular de madera (especialmente patente en España en los últimos 50 años), junto con la ausencia de una normativa oficial que amparase al proyectista en sus cálculos y diseños, han traído consigo el paulatino desuso del material. De hecho, hasta marzo del 2006 no había ninguna normativa nacional de referencia obligada que regulara el cálculo estructural de madera.

Esta situación ha cambiado drásticamente en el último decenio con la aparición del Eurocódigo 5 y más recientemente con la del Código Técnico de la Edificación y muy especialmente con la del Documento Básico de Seguridad Estructural Estructuras de Madera (DB SEM), precisamente en un momento, en el los gobiernos europeos, para alcanzar los compromisos del Protocolo de Kyoto, están promocionado el uso de la madera en la construcción, basándose en su gran capacidad fijadora de CO₂ y su positivo efecto en la reducción de la huella ecológica dejada por el proceso edificatorio.



1. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

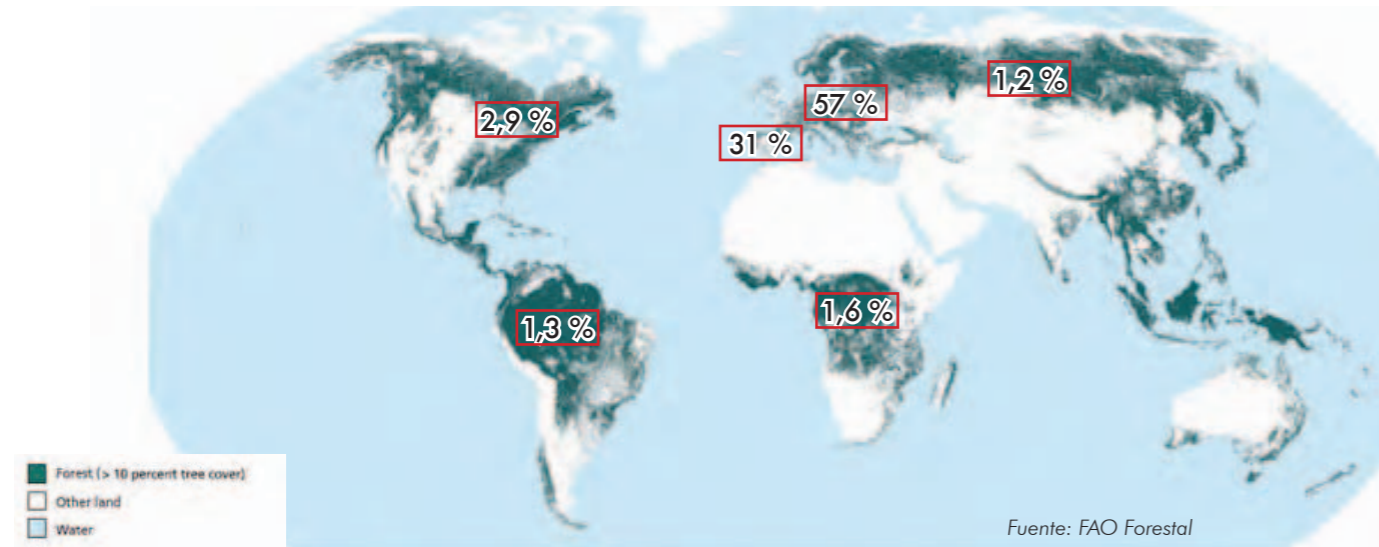
La madera que se usa en la construcción en España proviene de bosques y plantaciones forestales gestionados de forma sostenible que, incluso, en muchos casos incorpora una certificación externa emitida por terceras partes (PEFC, FSC, etc.) que acredita que las prácticas realizadas tanto en la gestión forestal como en toda la cadena de custodia asociada al proceso de transformación se han llevado a cabo siguiendo estrictos criterios de protección medioambiental y social.

Es por dicho motivo por lo que, y sin género de dudas, puede afirmarse que la madera es un material renovable (a la vez que reciclable) cuyo uso creciente no sólo no esquilma y compromete la persistencia de nuestros bosques sino que, además, genera efectos medioambientales positivos tanto en nuestro clima (por su efecto sobre los ciclos del agua, de los nutrientes y del carbono atmosférico) como en la seguridad y salubridad de las edificaciones en las que es incorporado.

El incremento en el consumo de madera produce efectos medioambientales y sociales positivos y crecientes, al fomentar la reforestación de grandes superficies de terreno antiguamente dedicadas a la agricultura y hoy completamente abandonadas.

- Fijación del CO₂ de la atmósfera.
- Regulación del ciclo hidrológico
- Protección frente a la erosión hídrica y eólica.
- Mantenimiento de la vida silvestre y la biodiversidad.

En España se consumen alrededor de 40 millones de m³ de madera, contando con papel, de diversas procedencias:



WWF¹ señala que la madera es el material preferible para la construcción, y la certificación forestal FSC como la garantía máxima de la legalidad y la sostenibilidad del aprovechamiento de madera. Aunque no es imprescindible que una madera esté certificada para ser utilizada conociendo su procedencia y la gestión forestal que se hace allí.

Certificación forestal FSC

Promovida por Forest Stewardship Council (FSC) con motivo del "Año Internacional de los bosques 2011".

Este año, AEIM² a firmado un acuerdo con WWF para la promoción de la certificación forestal FSC en África central. Este acuerdo sirve para aumentar la superficie forestal certificada en los países africanos (en 4 años, se ha pasado de 400.000 Ha a 4.600.000 Ha), y es ejemplo de cómo pueden colaborar las empresas madereras y las organizaciones conservacionistas en la promoción de la madera y ofrecer garantías de sostenibilidad al mercado.

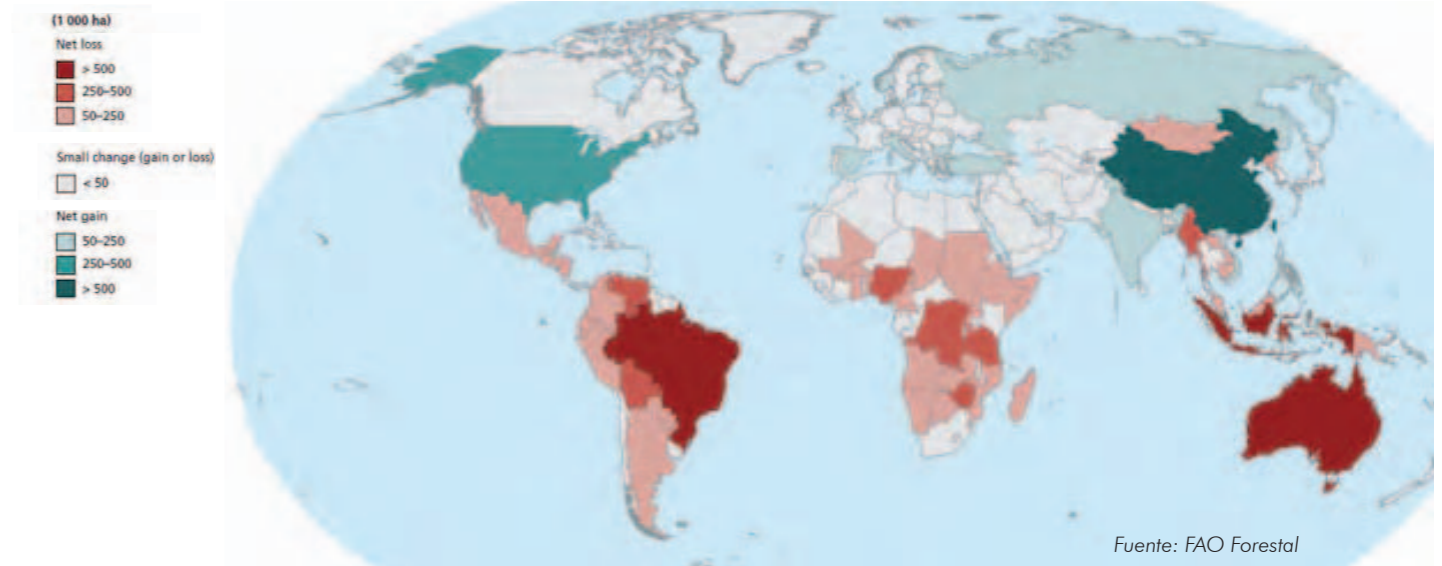
Especies protegidas

Debido a los problemas de deforestación indiscriminada y sobreexplotación de determinadas especies, en la actualidad existen limitaciones para el comercio de aquellas maderas que se encuentran registradas en la **Guía CITES** (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild World Flora and Fauna - www.cites.org).

¹ World Wildlife Fund (Fondo Mundial para la Naturaleza. Es la mayor organización conservacionista independiente.

² Asociación Española del comercio e Industria de la madera.

Cambios en la superficie forestal por país 2005 - 2010



Los bosques tropicales son los más afectados por la pérdida de biodiversidad, se extrae madera de ellos pero su principal problema es el del cambio de uso del suelo, principalmente para dedicarlo a la agricultura (cultivo de soja y palma aceitera) y a la ganadería vacuna.



"Preferimos usar madera frente al hormigón, al acero, al aluminio y a cualquier plástico, porque la madera es el material más ecológico que tenemos: es natural, renovable, reciclable, nos ayuda en la lucha contra el cambio climático al fijar CO₂ en su crecimiento y, con una buena gestión forestal, el aprovechamiento de la madera nos ayuda a conservar los bosques y a lograr el desarrollo rural".

Félix Romero de WWF en la Feria de Construcción "Constructec"

2. LA MADERA EN GENERAL

La madera es el recurso natural más antiguo de que dispone el hombre, y como en tantas otras ocasiones, no le damos la importancia que realmente tiene, ya que a sus excelentes características físicas y mecánicas se le une la cualidad de ser un recurso renovable, y por lo tanto prácticamente inagotable siempre que las técnicas de producción sean las adecuadas.

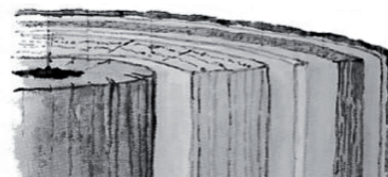
La madera es el material constituyente de los troncos, ramas y raíces de los árboles. Está formada por un conjunto de células que constituyen un organismo vivo, el árbol.

El origen vegetal de la madera le confiere unas características muy especiales que la diferencian de otros materiales de origen mineral.

La formación de la madera se debe a una capa generatriz llamada *cambium*, situada entre la corteza y el resto del tronco. Cuando las condiciones son favorables, esta cada generatriz produce madera hacia el interior y corteza hacia el exterior. Este fenómeno se produce por igual en toda la superficie del tronco y se repite en cada período vegetativo (que normalmente coincide con las estaciones del año). En primavera el cambium produce células de paredes delgadas, mientras que después del verano, las células son más pequeñas y de paredes más gruesas. Esta diferencia se aprecia a simple vista en la sección de un tronco en la que observamos una serie de anillos concéntricos de diferente color, claros y anchos los correspondientes a la madera de primavera (crecimiento), y delgados y oscuros los de la madera de invierno (letargo).

Al estudiar la sección del tronco de un árbol se diferencian varias zonas:

Tronco	corteza	peridermis	floema o liber (corteza interior)
	cambium		
	xilema (parte leñosa)	albura (zona exterior)	duramen (zona interior)
		medula	



La medula tiene muy poca resistencia y no se utiliza.

El duramen es la parte más oscura, seca, dura y consistente, es la más resistente.

La albura es la madera más reciente, de color claro, rica en agua, y menos resistente.

Las células de la madera se organizan en forma de conductos alargados en la dirección del eje del tronco, unidos entre sí por una sustancia llamada materia intercelular, y trabados por otra serie de conductos transversales que forman los radios leñosos. Esta estructura es muy importante desde el punto de vista de la aplicación de los tratamientos protectores, ya que estos aprovechan esta red de canales y conductos para introducirse en el interior de la madera.

	Coníferas	Fronchosas
fibras (células)	largas	compactas
canales	grosos	estrechos
impregnabilidad	fácil	difícil

COMPOSICIÓN DE LA MADERA

MADERA	componentes principales	celulosa	40 - 60 %	} 90 - 97 %
		hemicelulosa	15 - 35 %	
componentes secundarios	otras materias orgánicas y minerales	lignina resinosa	28 - 41 %	
		frondosa	18 - 25 %	
				3 - 10 %

Los compuestos de la madera trabajan de forma similar a los del hormigón armado: la celulosa tiene buen comportamiento a la tracción y equivaldría al acero, la lignina, como el hormigón, trabaja bien a compresión.

PROPIEDADES

Relación agua-madera

Al ser un material poroso, puede retener, desprender y absorber agua. En líneas generales podemos considerar como contenidos de humedad más convenientes en las maderas de construcción:

maderas al exterior: 18 - 22 %

protegidas bajo techado: 13 - 18 %

Bajo consumo energético.

En su proceso de "fabricación" el árbol utiliza una energía no fósil e infinitamente renovable, como es la solar. Pero, por otra parte, y debido a su estructura y baja densidad, el consumo de energía en los procesos de transformación, transporte y puesta en obra es bajo y por lo tanto, los será también las emisiones CO₂ y del resto de los gases que provocan el efecto invernadero. El contenido energético de las estructuras de madera en servicio es, como media y a igualdad de masa, diecisiete veces inferior al de las estructuras de acero.

Por otra parte, después del período de vida útil de un elemento o producto derivado de madera (ciclo de vida), éste puede ser reutilizado en otras construcciones, reciclado como materia prima para fabricar tableros o vigas reconstituidas o valorizado energéticamente, evitando con ello el consumo de energías fósiles altamente emisoras de CO₂. En el caso más desfavorable, que este material fuera desechado sin valorización energética final, la madera es un material biodegradable y no contaminante, susceptible de ser incorporado al humus.

Mecánicas

La madera es un material ligero con una relación elevada entre resistencia y peso. Esta relación, en tracción y compresión paralela a las fibras, es similar a la del acero pero superior, en el caso de tracción, a la del hormigón. En cambio, comparada con estos dos materiales, el módulo de elasticidad es bajo aunque no así la rigidez específica (relación entre elasticidad y densidad), que vuelve a ser muy similar en los dos materiales antes citados.

La madera se deforma según la ley de Hooke, su deformación es proporcional a la fuerza por unidad de superficie, pero hay que tener en cuenta la dirección del esfuerzo y el grado de humedad. Este comportamiento desigual se denomina anisotropía.

Dirección axial: paralela al eje del tronco. → Mejor comportamiento a flexión y tracción

Dirección radial: plano transversal. → Buen comportamiento a compresión

Dirección tangencial: plano transversal, tangente a los anillos de crecimiento. → Mayor atractivo estético.

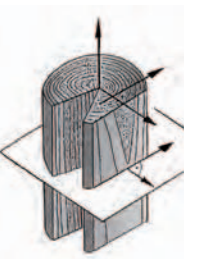
Así que antes de comenzar los cálculos estáticos hay que determinar las características de la madera con que trabajaremos: la especie, el grado de humedad en que va a trabajar la madera (clase de servicio), calidad de la madera, tipo de sollicitación y dirección del esfuerzo respecto de las fibras. Con estos datos solicitamos al fabricante o distribuidor la tensión máxima admisible, con que se procederá a dimensionar la estructura. El fabricante deberá contar con certificados y sellos de calidad que nos garanticen que la madera que nos suministre cumpla con los datos de cálculo.

Comportamiento ante el fuego.

Aunque la madera es un material combustible e inflamable tiene la virtud de poseer un comportamiento predecible a lo largo del desarrollo del incendio, ya que la pérdida de sección se puede considerar constante en el tiempo. Cuando la madera o cualquier material derivado de ella se encuentran sometidos a un incendio generalizado, la superficie expuesta al mismo se inflama creando rápidamente una capa carbonizada aislante que incrementa su protección natural (el carbón vegetal es un gran aislante térmico). Al ser la madera un mal conductor del calor, la transmisión hacia el interior de las altas temperaturas es muy baja, por lo que se puede considerar que la madera que no ha sido carbonizada mantiene sus características resistentes en condiciones normales, pese a la actuación de incendio. Este comportamiento es la base de una notable resistencia estructural al fuego.

Durabilidad.

Con un diseño y ejecución adecuados, las soluciones constructivas con madera son muy durables, incluso en ambientes con altas concentraciones de productos ácidos y soluciones de sales de ácidos. La madera es un material resistente a la acción de un gran número de compuestos químicos, presentando un mejor comportamiento que el hierro y los aceros normales a la acción de los ácidos y de las soluciones de sales de ácidos.



PROPIEDADES FÍSICAS

En la madera se dan diferencias muy notables, presentándose muy diversas aun en el mismo árbol, según pertenezca la madera al tronco, a las ramas, a la parte inferior o superior del mismo tronco, a orientación norte o sur, a la raíz principal o a raíces secundarias, etc.

También es diversa según sea el árbol joven o viejo; haya crecido en terreno húmedo o seco; en lugares cálidos o fríos; formado grupos o aislado.

Las propiedades físicas que más interesan son:

Hendibilidad: facilidad que tiene la madera de hendirse o partirse en el sentido de las fibras, es decir, la facilidad de separar las fibras por presión. Las maderas más apropiadas al hendido son las que tienen las fibras largas y carecen de nudos. La madera verde es más hendible que la seca. Algunas maderas que se henden con facilidad son: castaño, abeto y alerce.

Dureza o resistencia al corte: consiste en la mayor o menor dificultad a la penetración de otros cuerpos (clavos, tornillos) en la madera, o a ser trabajada con el cepillo, la sierra o el formón. Depende casi siempre de la cohesión de las fibras y de su estructura. Las maderas fibrosas son las más duras, las más ricas en vasos son más blandas. La dureza varía según la clase de árbol, aun en el mismo tronco, el durame es más duro que la albura.

Clasificación según la dureza

Muy duras	ébano, boj, encina
Duras	cerezo, arce, olmo, roble
Semiduras	haya, nogal, castaño, peral, plátano
Blandas	abeto, abedul, aliso, pino
Muy blandas	pino de América, chopo, tilo, sauce, balsa

Flexibilidad: es la propiedad que tienen algunas maderas de poderse doblar o ser curvadas en sentido de su longitud, sin romperse. Si son elásticas, vuelven a su forma primitiva cuando ha cesado la fuerza que las presionó. La madera verde, húmeda o caliente es más flexible que la seca. Las maderas viejas o secas no admiten presiones bruscas ni exceso de carga; las jóvenes tienen mayor límite de deformación. Los árboles son flexibles, especialmente si son jóvenes: fresno, olmo, abeto, pino, etc. No lo son la encina el arce... en general las duras.

Facilidad de pulido: la última, y tal vez más delicada fase del trabajo, consiste en el pulido. Este está íntimamente relacionado con la clase de material que se trabaja. Si es de tejido fino, las superficies quedarán bien alisadas, destacándose mucho la vistosidad de la fibra y la belleza del color. Las maderas aptas para un buen pulido, encerado, barnizado, laqueado, etc., pertenecen a las especies duras o semiduras. En las maderas blandas, las fibras se separan o se levantan, por lo que resulta difícil conseguir con ellas un acabado lustroso.

Plasticidad: es la propiedad que tienen algunos cuerpos de dejarse modelar. Esta cualidad es muy relativa en la madera, y se obtiene aprovechando el poder de compresión de las fibras, mediante una presión entre un molde y un contamolde. Dicho molde deberá tener relieves suaves y redondos para no cortar las fibras. Esta propiedad interesa mayormente en la fabricación de sillas, percheros, muebles curvados y en la reproducción de piezas en relieve, por medio de prensado.

Densidad: o peso específico de un cuerpo es la relación que existe entre su peso y su volumen. Se expresa en kilos partido por metros cúbicos. En las maderas se distinguen:

- absoluta: es sensiblemente constante, por serlo el peso sin huecos de la celulosa y sus derivados, que constituyen la madera leñosa
- aparente: comprende los vasos y poros de la madera es muy variable, depende del grado de humedad de las maderas.

Porosidad: es la propiedad que poseen los cuerpos de tener entre sus moléculas unos espacios vacíos, llamados poros. La superficie cepillada de las maderas se presenta en algunas especies unida y compacta, en otras porosa. Si la superficie debe ir brillantada y barnizada, conviene antes cerrar o tapar los poros, llenándolos con barnices o tapa-poros adecuado.

Higroscopicidad: la madera es notablemente higroscópica, es decir, que absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente en que está situada. La variación de esta cantidad de agua lleva consigo la variación del peso y del volumen de la madera.

Contracción o retractibilidad: la madera conserva normalmente de un 15 a un 20 % de agua. Por evaporación, las células disminuyen de volumen, y la madera experimenta contracción; en cambio, cuando el grado de humedad de la madera es inferior al del ambiente, la madera absorbe agua; entonces las células aumentan de volumen y la madera se hincha. La contracción es mayor en las fibras jóvenes que en las viejas; y en las maderas blandas que en las duras.

Hinchazón: es la propiedad que tiene la madera de absorber, a través de los vasos, la humedad atmosférica. La absorción del agua o de la humedad origina un aumento de volumen, o hinchazón de la fibras leñosas.

Homogeneidad: una madera es homogénea, cuando su estructura y la composición de sus fibras resulta uniforme en cada una de sus partes. Son poco homogéneas las maderas con radios medulares muy desarrollados, como la encina y el fresno, y las que presentan los anillos anulares de crecimiento con diferencias notables entre la madera crecida en primavera o en otoño; tal sucede con el abeto, que es una de las maderas menos homogéneas. Lo son en cambio el peral, el manzano, el tilo, el boj, el arce, etc.

Color: cambia de una especie a otra. En general las maderas duras tienen un color más oscuro o intenso que las blandas. Además, la exposición al sol y otros agentes climáticos también afecta al color, oscureciéndolo, dándole más intensidad...

Veteado: depende de los dibujos que las fibras presentan al exterior. En algunas maderas las vetas son muy visibles, como la encina, castaño, alerce, abeto y nogal; en otras son apenas perceptibles. También depende del tipo de corte

Olor: puede servir para diferenciar la especie y el estado en que se encuentra la madera. Algunos ejemplos de maderas con olores agradables son: cedro, ciprés, sándalo, alconforero, palo rosa, etc.

Conductibilidad: la madera seca es mala conductora del calor y de la electricidad, pero húmeda se hace conductora. Es mayor en el sentido longitudinal de sus fibras, que en el radial y en el de los anillos anuales; y más en las maderas pesadas que en las ligeras o porosas.

Duración: dependerá no solo de la especie, la forma de apeo, de secado, etc, sino del medio ambiente y condiciones de la puesta en obra. La intemperie con las alternativas de sequedad y humedad es causa principal de la destrucción. Las maderas protegidas por pinturas, impregnaciones, etc., duran mucho más tiempo.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Dependen principalmente del grado de humedad que contengan y de la densidad o peso específico.

Compresión: resistencia debida a la acción de una fuerza que tiende a aplastar la madera. El aplastamiento será mayor en el sentido perpendicular a sus fibras, y menos en el sentido axial o de testa.

Tracción: resistencia provocada por la acción de dos fuerzas de signo contrario, que tienden a romper la pieza de madera, alargando su longitud.

Flexión: Trabajo impuesto a una pieza cualquiera que, descansando sobre dos apoyos, soporta un esfuerzo uniformemente repartido en su longitud, o situado en un punto, o sobre varios puntos determinados.

Cizallamiento o cortadura: Es el esfuerzo que oponen las diversas moléculas de una pieza a la acción de las fuerzas paralelas, que tienen a cortar la sección transversal de la madera.

Torsión: La resistencia que opone a su deformación una pieza de madera, fija en un extremo, que sufre un giro normal a su eje.

Desgaste: las maderas sometidas a un roce o a una erosión, experimentan una pérdida de materia.

Deslizamiento longitudinal de las fibras: Cuando una pieza estirada está sujeta por su extremo se produce un esfuerzo que tiende a hacer deslizar unas fibras sobre otras en sentido longitudinal.

Resistencia al choque: es la resistencia que opone la madera sometida al golpe de un cuerpo duro.

PROPIEDADES ESPECIALES

Propiedades de inflamación y combustión: Las maderas arden, lo cual constituye una cualidad, pero es un defecto.

Propiedades térmicas: La madera es un buen aislante térmico, gracias a la discontinuidad de su materia. Las más ligeras, blandas y con mayor porosidad son las más aislantes del calor.

Propiedades acústicas: Hay algunas maderas que por su constitución, refuerzan y transmiten los sonidos, y se emplean en la construcción de cajas de resonancia de instrumentos musicales (fresno, abeto, ébano, arce), también se emplea como aislante acústico, caso del pino.

Propiedades térmicas

- Se dilata con el calor, pero al mismo tiempo se contrae, porque disminuye la humedad al aumentar la temperatura. Resultando un material muy estable volumétricamente al calor.
- *Calor específico:* muy alto 0,4 - 0,7 Kcal/Kg°C (acero: 0,12; hormigón: 0,16; ladrillo: 0,2; poliestireno expandido: 0,4). Ante el mismo aporte de calor se calienta menos que los otros. Tiene poca inercia térmica.
- *Conductividad térmica:* muy baja, coeficiente de conductividad entorno a 0,11 (aluminio de 172). Buen aislante térmico.

Propiedades acústicas

Es buen aislante acústico, pero varía en función del tipo de madera y de la orientación de las fibras. En dirección axial es aprox. de 4.500 m/seg, y en transversal de 3.000 m/seg.

Propiedades eléctricas

La conductividad varía mucho en función de su grado de humedad. Seca es muy buen aislante. Esta propiedad se usa para medir el grado de humedad de la madera.

Ventajas constructivas

- Adaptabilidad. Este material permite salvar grandes luces, apertura de grandes huecos, adaptación al entorno y una enorme variedad de texturas, formas y colores. La posibilidad de elegir, como acabado exterior, entre diversos tipos de tableros y maderas tratadas multiplica las posibilidades.
- Reducción del tiempo de montaje, por su ligereza y fácil ajuste en obra, ya que los elementos estructurales se prefabrican en taller y están normalizados
- Ejecución en seco, se reducen los problemas asociados a la presencia de agua.

DEFECTOS DE LA MADERA

1. *Fendas o endiduras:* fisuras perpendiculares a las fibras de la madera, que van de la corteza al centro, o bien del corazón hacia la corteza, sin llegar a ella. No apta estructuralmente.
2. *Acebolladuras, colainas o rodajas:* huecos producidos por la separación de dos capas concéntricas.
3. *Gemas:* falta de alguna de las esquenas de la madera.
4. *Bolsas de resina:* cavidad alargada en el interior de la madera que contiene resina. Afecta a la resistencia.
5. *Entrecorteza o entrecasco:* si existe tejido en corteza en el xilema. Afecta a la resistencia, y favorece las enfermedades.
6. *Fibra revirada:* la madera crece en espiral alrededor de la médula.
7. *Anillos irregulares de crecimiento:* falta de continuidad en las anchuras de los anillos anulares.
8. *Doble albura:* presencia en el duramen de un anillo completo o incompleto de madera de albura. Grave.
9. *Madera trenzada:* donde hay muchos nudos contiguos y en la base, donde nacen las raíces. No apta estructuralmente.

OBTENCIÓN Y PRODUCCIÓN

Los árboles se deben talar cuando están en su máximo crecimiento, ni muy jóvenes ni en la decrepitud, durante el invierno, cuando apenas circula savia y la madera es menos susceptible de ser atacada por los insectos y enfermedades.

1. Tala
2. Desrame o poda
3. Descortezado
4. Secado o primer curado, por aireación o inmersión en agua.
5. Tronzado, cortes normales al eje a la longitud desada.
6. Escuadreo o hechura de la madera, obtención de piezas prismáticas a partir del tronco. Despiezo, los hay de muchos tipos: enterizo, en plano, tangencial, de París, en cruz, holandés, alternado, de Cantibay o de chapas (desenrollo o de rotación y a la plana: tangenciales o radiales)
7. Acopiar la madera en pilas de tal modo que circule el aire entre las distintas piezas por igual.
8. Secado de la madera durante 5 o 6 meses al natural o mediante sistemas artificiales en cámaras o túneles de secado.
9. Vaporización en cámaras (si la madera va a ser destinada a la obtención de chapas).
10. Cepillado para eliminar irregularidades y dejar un buen acabado con las medidas deseadas.

PRODUCTOS DE MADERA PARA LA CONSTRUCCIÓN

Madera en rollo estructural: Piezas de madera constituidas por el tronco del árbol desramado, generalmente descortezado, con una sección sensiblemente circular para uso estructural.

Madera aserrada estructural: Piezas de madera aserrada de sección rectangular que han sido clasificadas estructuralmente por alguno de los procedimientos reconocidos en la normativa (clasificación visual o mecánica).

Madera empalmada estructural: Piezas rectas de sección rectangular obtenidas por el empalme de piezas de madera aserrada destinadas a un empleo estructural.

Madera aserrada encolada: Perfiles estructurales de sección rectangular formados por el encolado de dos o tres láminas de madera, con un espesor superior a 45 mm y menos o igual a 85 mm, dispuestas en dirección paralela al eje de las láminas. Comercialmente se conocen con el nombre de dúos o tríos.

* **Madera laminada encolada:** Elementos estructurales formados por el encolado de láminas de madera en dirección paralela al eje de las láminas. Las láminas tendrán un espesor comprendido entre 6 y 45 mm, y podrán utilizarse maderas de especies coníferas o chopo tratadas o no frente a agentes biológicos.

* **Madera microlaminada:** Material compuesto por chapas de madera con la fibra orientada esencialmente en la misma dirección. No se excluye la presencia de chapas orientadas perpendicularmente.

Perfiles de madera reconstruida: La denominación de madera reconstruida engloba varios productos de uso estructural en forma de perfiles con sección rectangular que están fabricados con chapas, tiras o virutas de madera encoladas.

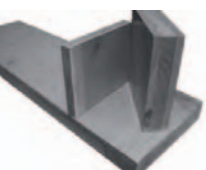
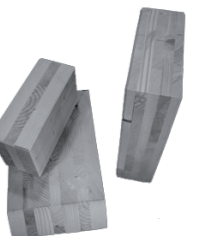
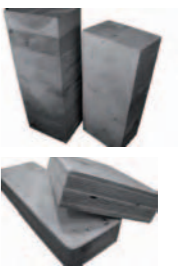
* **Paneles contralaminados:** Panel formado por varias capas de madera aserrada encoladas entre sí o a veces unidas con clavos o espigas de madera, de forma que la orientación de dos capas adyacentes es perpendicular entre sí. Cada una de las tablas que componen las capas del tablero ha debido ser clasificadas estructuralmente, bien mediante métodos visuales o mediante métodos automatizados (de máquina), con carácter previo a su encolado o fijación mecánica (clavijas). La estructura transversal del panel debe ser simétrica y estar compuesta por un mínimo de tres capas, figura 1. Las tablas de cada capa pueden estar unidas longitudinalmente a tope o mediante empalme dentado. Estos paneles tienen uso estructural.

* **Tableros Estructurales derivados de la madera:** Productos obtenidos mediante el encolado o aglomerado de listones, chapas, virutas, partículas o fibras de madera, caracterizados por tener una gran superficie y un reducido espesor. Existen diversos tipos en el mercado: de madera maciza, contrachapados, de partículas, de virutas orientadas - OSB, de fibras, de partíulas aglomeradas con cemento...

Vigas mixtas prefabricadas: Son piezas estructurales de sección compuesta con unas cabezas o alas de madera o materiales derivados de la madera y un alma de tablero derivado de la madera o acero. El tipo más frecuente consiste en una viga en doble T con alas de madera microlaminada y alma de tablero de virutas orientadas.

* **Paneles sándwich de cerramiento:** Paneles ligeros compuestos por uno o dos paramentos formados por tableros o frisos de madera maciza o combinado con chapas metálicas, con o sin entramado interior, y un alma interior que suele ser aislante térmico, unida al menos a uno de los paramentos.

* **Paneles sándwich portantes:** Son elementos prefabricados compuestos por uno o dos paramentos de tableros derivados de la madera (al menos uno de los paramentos) con o sin nervios interiores de refuerzo con o sin alma de aislante rígido y con o sin barrera de vapor o membrana respirante. Son elementos constructivos que constituyen partes relevantes de la estructura principal destinados a la construcción de cubiertas, muros de carga y forjados de piso.



* Se desarrollan en el anexo B

PROTECCIÓN DE LA MADERA

La madera, como otros materiales de construcción, puede deteriorarse con el tiempo. Debido a su naturaleza orgánica, los principales causantes de su deterioro son organismos como ciertos hongos, insectos, etc.

Sin embargo, con técnicas preventivas y tratamientos de preservación de la madera adecuados, se puede lograr que las estructuras de madera tengan una durabilidad comparable a la de otros materiales.

Un factor de gran importancia, tanto en la durabilidad de las estructuras de madera como en su comportamiento mecánico, es el contenido en humedad.

Por una parte la humedad favorece la acción de ciertos organismos perjudiciales, y por otra afecta a sus propiedades mecánicas. Por ello es importante que el contenido en humedad de la madera sea el más apropiado para el uso al que está destinada, recurriendo a procesos de secado adecuado.

Sistemas utilizados en la protección de la madera, dependerá de la especie, ya que cada una presenta una resistencia natural contra los diferentes agentes diferente.

Sistemas proteger la madera del ataque de hongos, insectos, etc. es diseñar la estructura de tal forma que su contenido en humedad se mantenga a menos de 18 %. Por ejemplo, es recomendable cubrir las tuberías de agua fría con algún aislante para evitar la caída de agua condensada sobre la madera. Un buen techado que no contenga goteras y sobresalga lo suficiente, ayudará a proteger a la madera de la lluvia. Es útil contar con ventilación adecuada.

Tipos de tratamientos:

- Preventivos se hacen para prevenir infecciones a las maderas, introduciendo o inyectando productos protectores en su interior.
- Los tratamientos curativos actúan contra los gérmenes cuando la madera ya está enferma, por medio de productos tóxicos para los agentes atacantes.

Técnicas de protección:

- Formación de una barrera protectora superficial.
- Introduciendo en el interior los productos por medio de los poros.

Para estabilizar a la madera frente a las humedades:

- Impregnar la madera con productos oleosos que no permitan penetrar la humedad.
- Aumentar la humedad interior por medio de sales hidrosolubles, que mantengan la humedad constante.

Clasificación según los productos químicos protectores:

- Creosotas: destilados del alquitrán de hulla obtenido en hornos y retortas de las fábricas de gas y de coque metalúrgico.
- Protectores hidrosolubles: sales metálicas solubles en agua, con algún insecticida o fungicida en su composición.
- Protectores oleosos: materias activas fungicidas e insecticidas hidrosolubles, disueltas en disolventes orgánicos más o menos volátiles, a los que se le añaden ceras, resinas, etc.

Sistemas de aplicación de tratamientos:

- Sin presión: pincelado, pulverización, inmersión y difusión.
- Con presión: aspiración en túnel, autoclave e inyección

COMPORTAMIENTO AL FUEGO extendida

En el comportamiento de los materiales frente al fuego hay que diferenciar dos conceptos básicos: la reacción y la resistencia. Se entiende por

reacción al fuego la respuesta de un material medida en términos de su contribución al desarrollo del mismo con su propia combustión.

Resistencia al fuego es la capacidad de un elemento de construcción para mantener durante un periodo de tiempo determinado la función portante que le sea exigida (R), su integridad (E) y/o su aislamiento térmico (I).

La siniestralidad de incendios en edificios suele estar relacionada con las instalaciones o almacenamiento de materiales de alta inflamabilidad y en una medida muy inferior con el material del que esté construido (por ejemplo madera o fábrica).

La magnitud que puede alcanzar un incendio depende, en gran medida, de una compartimentación eficaz. En la construcción actual con madera, la combinación de productos de diferente naturaleza permite llevar a cabo eficazmente dicha compartimentación de forma que el incendio pueda confinarse en el interior del sector durante el tiempo requerido.

3.4.1. Reacción de la madera sometida a un incendio

Las clases de reacción al fuego para los materiales de construcción, con excepción de los suelos, para los productos lineales para aislamiento térmico de tuberías y para los cables eléctricos, son: A1, A2, B, C, D, E y F, de mejor a peor comportamiento al fuego. Estas clases representan un índice de la inflamabilidad del material y su contribución al fuego. En algunos casos, van acompañadas de otros dos subparámetros que dan información sobre la producción de humo, de mayor a menor velocidad de propagación y producción total: s1, s2 y s3, y sobre la caída de partículas o gotas inflamadas: d0, d1 y d2.

El DB SI exige que los elementos constructivos deban cumplir, al menos, las condiciones de reacción al fuego establecidas en la Tabla 0.12.

Según el RD 110/2008 los tableros de madera o derivados tiene una clasificación de reacción al fuego D-s1 d0 a D-s2 d2, excepto el tablero de partículas aglomerado con cemento. En la Tabla 0.13. se presentan los casos más habituales para los espesores, las densidades y las condiciones finales de uso indicado el Real Decreto. Para información más detallada ver el capítulo 3 de "Seguridad frente al fuego" y el 1 de "Productos de madera para la construcción" de esta Guía.

El tratamiento de protección de la madera, reduce la combustibilidad de la misma, permitiendo obtener reacciones al fuego de B y C dependiendo del tipo de especie y de la forma de tratamiento (en profundidad o superficial). Si el fabricante define una clase de reacción al fuego diferente a la considerada en el RD 110/2008, tendrá que aportar el correspondiente informe de ensayo y de clasificación. 3.4.2. Resistencia de la madera sometida a un incendio

Los parámetros de clasificación de resistencia al fuego están relacionados con la función de los elementos constructivos en el conjunto de la edificación. Los tres parámetros principales son: R que representa la capacidad portante de un elemento estructural, E la integridad e I el aislamiento, de un elemento constructivo con función separadora.

La resistencia de los elementos constructivos que delimitan un sector de incendios 4 se establece considerando la acción de incendio en el interior de un sector, excepto en el caso de un sector de riesgo mínimo 5, en el que únicamente es necesaria considerarla desde el exterior del mismo. Un elemento vertical delimitador de un sector de incendios puede precisar una resistencia al fuego diferente, según se considere la acción del fuego por una cara o la opuesta (compartimentar una zona de riesgo especial, una escalera protegida, etc.). En el caso de forjados y cubiertas, se considera la acción de incendio situada en su cara inferior.

3.4.2.1. Capacidad portante

En la Tabla 0.14. se presenta la exigencia, en minutos de curva normalizada tiempo-temperatura 6, de capacidad portante a los elementos estructurales de un edificio.

El cálculo de la capacidad portante de un elemento estructural se puede realizar mediante las cuatro formas siguientes, si bien serán las dos últimas las que se empleen en el presente documento.

a) Ensayos según las normas que se indican en el RD 312/2005. Modificado en RD 110/2008.

b) Método general. Consistente en determinar de manera fiable tanto la zona carbonizada de madera, como la distribución de temperaturas en la sección sin carbonizar. Para la obtención de estas temperaturas se deben tener en cuenta las propiedades físicas (térmicas y mecánicas) del material y su cambio con la temperatura. En la aplicación de este método se utilizan modelos de incendio simplificados, como curvas paramétricas, o avanzados como modelos de zona o modelos de campo.

c) Método simplificado de la sección reducida. En este método la capacidad de carga de la pieza se calcula para la sección eficaz (Figura 0.10.) suponiendo que las propiedades resistentes y rigidez, en esta sección, no quedan afectas por la

temperatura.

d) Método simplificado de la resistencia y rigidez reducida. En este método la capacidad de carga de la pieza se calcula para la sección residual (Figura 0.10.) considerando que en esta sección la madera presenta una disminución, con respecto a las condiciones normales, de resistencia y rigidez. Como paso previo a la determinación de la capacidad portante hay que establecer si el elemento estructural de madera está protegido o no.

1) Elemento estructural no protegido Para establecer la capacidad portante frente a la acción del fuego de un elemento estructural de madera hay que determinar qué número de caras están expuestas a la acción del incendio y la profundidad efectiva de madera que se ha visto afectada por el incendio. En el método simplificado de la sección reducida se calcula esta profundidad como la suma de la zona carbonizada (dchar) más el valor que resulte de k0d0 (normalmente 7 mm) (Figura 0.10.).

La Tabla 0.2. presenta un predimensionado de elementos lineales considerando la situación de incendio y los espesores mínimos requeridos para capacidades portantes determinadas. El Anejo A presenta tablas de diseño para vigas biapoyadas para diferentes condiciones de carga.

2) Elemento estructural protegido

Para establecer el comportamiento portante de una estructura protegida sometida a la acción de incendio se utilizan los siguientes términos:

- Tiempo de carbonización (tchar). Instante de tiempo en el que en el elemento protegido comienza la carbonización. Hasta ese instante solo el elemento protector se estaba carbonizando.

- Tiempo de fallo (tf). Instante de tiempo en el que desaparece el elemento protector y el elemento protegido queda expuesto al fuego.

Debido a que la madera es un buen aislante térmico, cuando se emplean como elementos de protección tableros derivados de este material se considera que el tiempo de carbonización y tiempo de fallo coinciden, es decir, que el elemento estructural no comienza a carbonizarse hasta que no ha desaparecido completamente la protección. Cuando los elementos protectores son las placas de yeso laminado tipo A (normal) o H (higroscópica) su comportamiento se puede simplificar considerando que el tiempo de fallo y el de carbonización es el mismo, no así en el caso de yeso laminado tipo F (fuego).

El Eurocódigo 5 en su parte 1-2 (EN1995-1-2) considera tres tipos de situaciones en donde intervienen tableros protectores:

1) Tableros de protección en contacto con la superficie de la pieza a proteger (Figura 0.11.(a y b)),

2) Tableros de protección en contacto con entramados de madera de muros o forjados con cavidades huecas (Figura 0.11.(c)),

3) Tableros de protección en contacto con entramados de madera de muros o forjados completamente rellenos de material aislante (Figura 0.11.(d)).

En la Tabla 0.15. se presenta una aproximación de los tiempos de carbonización de los elementos de protección para las situaciones contempladas en la Figura 0.11.

COMPORTAMIENTO DE LA MADERA FRENTE AL FUEGO

Frente al fuego la madera tiene dos foras diferentes de comportamiento:

- Reacción¹: En lo que respecta a la reacción al fuego de la madera, ésta es más favorable en elementos con espesores mayores y de densidad alta. Existen, además, sistemas de ignifugación, en profundidad o superficial, mediante los cuales puede retrasarse el proceso de combustión, mejorando así el comportamiento frente al fuego de la madera.

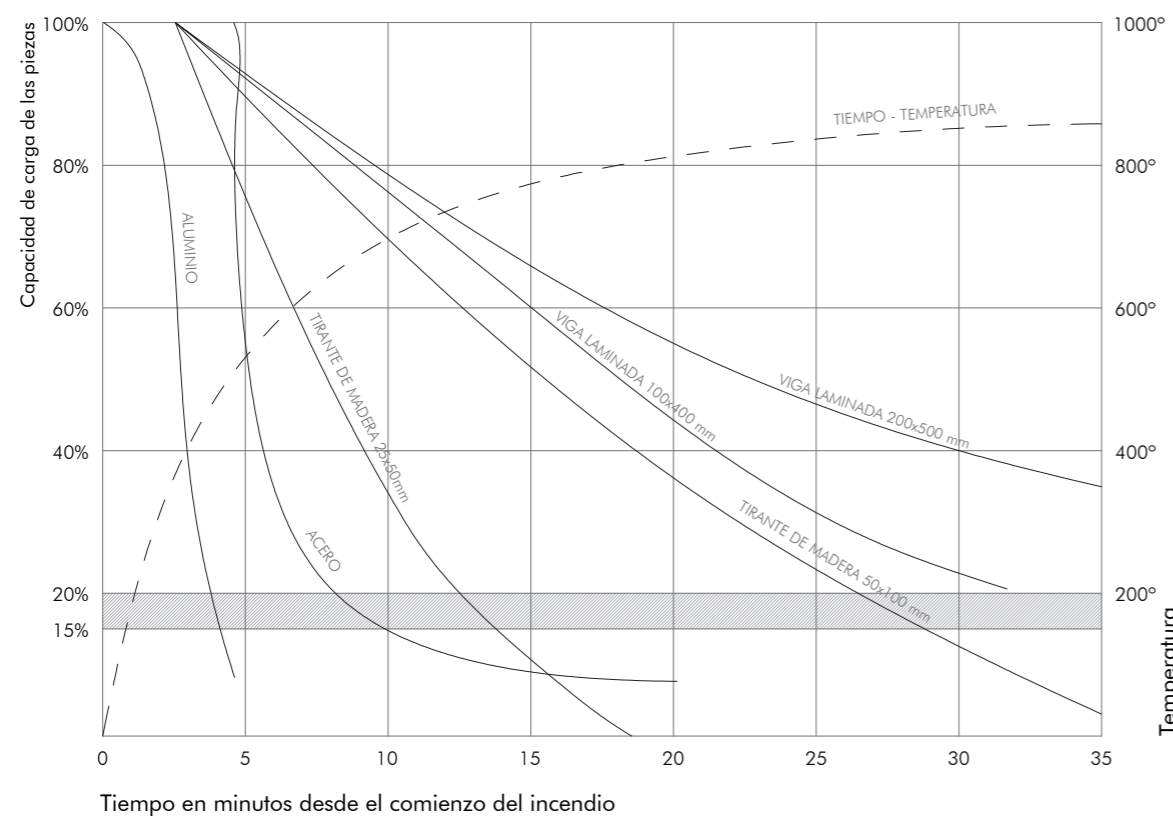
- Resistencia al fuego²: se destaca que cuando un elemento constructivo de madera se encuentra expuesto a un incendio, se genera en su superficie una capa carbonizada que aporta protección como aislante a las capas interiores. Esta característica hace que la pérdida de capacidad portante del elemento se deba, principalmente, a la reducción de su sección y no tanto al deterioro de las propiedades del material.



Los elementos constructivos de madera también se pueden proteger con otros materiales con mejor comportamiento frente al fuego, como es el caso del yeso, aumentando así la resistencia al fuego del sistema y retardar el desarrollo y propagación de un posible incendio.

Existen materiales con una reacción al fuego muy buena, pero las construcciones con estos materiales tienen mala resistencia al fuego, tales como el acero, cuyos pilares y vigas transmiten rápidamente el calor, se deforman y pierden su resistencia mecánica; o el hormigón, que con el aumento de temperatura, dilata, resquebrajándose y colapsando con el enfriamiento rápido de las mangueras de bomberos.

En la siguiente gráfica se compara la estabilidad al fuego de estructuras de distintos materiales:



Madera Laminada Encolada

En la madera laminada se utilizan colas termoendurecibles para evitar el desencolado del material y una mejor propagación de la llama. Una cola termoendurecible será más eficaz para mantener en contacto las partes encoladas carbonizadas, cuanto mayor duración del fuego. La mejor es la cola de resorcina- fenol, que mantiene la integridad de los planos de encolado incluso después de la acción del fuego.

¹ comportamiento ante una fuente de calor de una intensidad determinada, según ciertas normas, midiéndose unos parámetros determinados (tiempo de emisión de las primeras fracciones de gases inflamables, inflamabilidad, llamas, persistencia, etc.)
² tiempo durante el cual la madera, expuesta a una fuente de calor conserva sus propiedades físico-químicas, mecánicas, estanqueidad a las llamas y ausencia de emisión de gases inflamables.

NORMATIVA Y CONTROLES

CERTIFICACIONES Y SELLOS DE CALIDAD

Dado que la madera laminada es un producto industrializado sujeto a normas de fabricación y a estrictos controles, es necesario que el fabricante cuente con algún organismo de certificación externa o sello de calidad. Los más conocidos son:

- Sello de calidad **AITIM** para la fabricación de estructuras de madera laminada encolada
- **Certificado del Instituto OTTO-GRAFF** (Stuttgart, Alemania)
- Sello de calidad **APA AWS** (EEUU) Certificación del American Plywood Association - American Wood System
- **Certificación del AITC** (EEUU) American Institute of Timber Construction.
- **Calificación profesional de OPQCB** (Francia), Oficina Pública de Calificación de Constructores en la Edificación.
- **Acerbois Glulam** (Francia)
- **Marcado "CE"** Directiva Europea de Productos de la Construcción

En España, los más implantados y aceptados son los otorgados por: AITIM, Otto Graff Institut y Acerbois Glulam.

NORMATIVA

A continuación en una tabla se muestra la normativa del CTE que afecta a las construcciones con madera.

DB	Exigencia	Elemento						
		Fachadas	Medianerías	Particiones Interiores Verticales	Particiones Interiores horizontales	Cubiertas	Suelos en contacto con cámaras sanitarias	Suelos en contacto con el aire exterior
SE	SE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	SE 2			✓	✓		✓	✓
SE-AE	SE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	SE 2			✓	✓		✓	✓
SE-M	SE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	SE 2			✓	✓		✓	✓
SA-A ⁽¹⁾	SE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SI	SI 1	✓	✓	✓	✓	✓		
	SI 2	✓	✓			✓		
	SI 6	✓	✓	✓	✓	✓		✓
SUA	SUA 1	✓				✓ ⁽²⁾	✓	✓
HS	HS 1	✓	✓ ⁽³⁾			✓	✓	
HE	HE 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
HR		✓	✓	✓	✓	✓	✓ ⁽⁴⁾	✓

SE 1 Resistencia y estabilidad

SE 2 Aptitud de servicio

(1) Afecta a las uniones metálicas







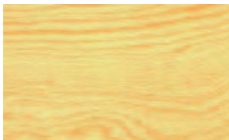







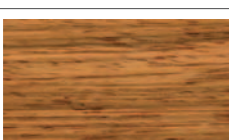

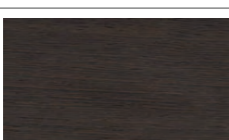

(2) Afecta solo a cubiertas practicables

(3) Afecta solo a las medianerías que vayan a quedar descubiertas.

(4) Afecta solo en los siguientes casos:

- Entre recintos protegidos colindantes horizontales, pertenecientes a distintas unidades de uso.

- Entre un recinto protegido colindante horizontal con un recinto de instalaciones o recinto de actividades.

Textura	Especie	Suministro / Demanda actual	Masas forestales	Procedencia	Aplicaciones (que nos pueden interesar)	Propiedades mecánicas	Precio
	Abeto común (<i>Abies alba</i>) Familia: Pinaceae	Fácil / Grande	Estables	 Zonas montañosas del centro y sur de Europa (Pirineos, Alpes, Vosgos, Cárpatos, etc.) y en las llanuras del norte de Europa	Madera Laminada Encolada Carpintería interior Carpintería de armar Chapa para recubrimientos decorativos	C30, C24, C18, C16, C14	1
	Abeto rojo (<i>Picea abies</i>) Familia: Pinaceae	Fácil / Grande	Importantes	 Centro y norte de Europa, principalmente en Escandinavia, Polonia y Rusia, se ha introducido su cultivo en algunas localidades del Pirineo y de Cantabria.	Madera Laminada Encolada Carpintería de interior: frisos, machiembrados, escaleras Carpintería de armar Chapas para recubrimientos decorativos	C30, C24, C18, C16, C14	1
	Pino laricio (<i>pinus nigra</i>) Familia: Pinaceae	Fácil / Grande	Estables	 Sur y Centro de Europa	Carpintería exterior: puertas, ventanas, persianas, blacones Carpintería interior: suelos Carpintería de armar Chapas para recubrimientos decorativos	C22, C16	1
	Pino silvestre (<i>pinus sylvestris</i>) Familia: Pinaceae	Fácil / Grande	Importantes	 Norte de Asia, y Europa (España, Escocia Noruega, Suecia, Finlandia, Alpes marítimos en Francia y Rusia). En España existen grandes masas en los Pirineos, Cordillera Ibérica y Cordillera Central.	Madera Laminada Encolada Carpintería de interior: puertas, escaleras, suelos, tarima Carpintería de armar Chapas para recubrimientos decorativos Carpintería exterior Tableros contrachapados: estructurales decorativos	C30, C24, C18, C16, C14	1 / 2
	Awoura / Beli (<i>Paraberlinia bifoliolata</i>) Familia: Leguminosae	Fácil / Escasa	Importantes	 Centro de África	Chapas para recubrimientos decorativos Carpintería de armar Carpintería interior: machihembrados, suelos, escaleras Carpintería exterior		2
	Iroko / Teca Africana (<i>Chlophora excelsea</i>) Familia: Moraceae	Fácil / Grande	Importantes	 África Tropical, de Este a Oeste	Carpintería exterior: ventanas, puertas, mobiliario urbano Chapas para recubrimientos decorativos Mobiliario urbano Tableros contrachapados estructurales Carpintería de armar Madera Laminada Encolada Carpintería interior: puertas, suelos, tarima, escaleras.		3
	Koto (<i>pterygota bequaertii</i>) Familia: Sterculiaceae	Medio / Media	Estables	 Oeste y Centro de África	Chapas para recubrimientos decorativos Tableros contrachapados Carpintería interior: frisos, molduras		3 / 4
	Tchitiola (<i>Oxystigma oxyphyllum</i>) Familia: Leguminosae	Medio / Media	Estables	 Oeste y Centro de África	Tableros contrachapados Carpintería exterior (tratada y pintada) Carpintería de interior (pintada) Chapas para recubrimientos decorativos		2 / 3
	Wenge / Palisandro del Congo (<i>Millettia Laurentii</i>) Familia: Leguminosae	Fácil / Grande	Importantes	 Este, centro y oeste de África	Chapas para recubrimientos decorativos Carpintería interior: suelos Carpintería exterior		3 / 4

Precio en euros/m³, de madera aserrada de máxima calidad, en puerto español si son importadas.

- 1: 0 a 294 €/m³
- 2: 295 a 444 €/m³
- 3: 445 a 595 €/m³
- 4: 600 a 1197 €/m³
- 5: 200 a 2400 €/m³

1. Madera Laminada Encolada
2. Madera microlaminada
3. Paneles contralaminados
4. Tableros estructurales derivados de la madera
5. Paneles sandwich de cerramiento
6. Paneles sandwich portantes

PRODUCTOS ESTRUCTURALES DERIVADOS DE LA MADERA

ANEXO

B

I. MADERA LAMINADA ENCOLADA¹

Son elementos estructurales formados por el encolado de láminas de madera en dirección paralela al eje de las láminas. Las láminas tendrán un espesor comprendido entre 6 y 45 mm, y podrán utilizarse maderas de especies coníferas o chopo tratadas o no frente a agentes biológicos.

Aplicaciones

La madera laminada encolada se utiliza como elemento estructural para la construcción. Las estructuras de madera laminada encolada resultan especialmente indicadas en las siguientes condiciones:

- Grandes luces libres en edificios de uso público, comercial o deportivo. Luces de 30 a 70 m.
- Luces moderadas (8 a 14 m) en construcciones mixtas de madera aserrada y laminada, para los elementos principales.
- Estructura de cubierta de peso propio reducido.
- Cuando se requiere un aspecto natural y cálido.
- Cuando se precisa una resistencia a los agentes químicos agresivos.

Materiales: madera

La especie más utilizada en Europa es la Picea abies, que vulgarmente se conoce como abeto, abeto rojo, picea o falso abeto. El pino silvestre es la siguiente especie más empleada, principalmente cuando se requiere un tratamiento en profundidad, aplicable para clases de uso 3.2, 4 y 5.

De acuerdo con las normas UNE-EN 14080 y UNE-EN 386, las maderas aptas para la fabricación de este producto serán las siguientes: falso Abeto (Picea abies), Abeto (Abies alba); Pino silvestre (Pinus sylvestris); Pino Oregón (Pseudotsuga menziesii); Pino Laricio (Pinus nigra); Alerce (Larix decidua); Pino marítimo o pinaster (Pinus pinaster); Chopo (Populus robusta, Populus alba); Pino radiata (Pinus radiata); Picea Sitka (Picea sitchensis); Hemlock del Oeste (Tsuga heterophylla), Cedro Rojo (Thuja plicata) y Cedro Amarillo (Chamaecyparis nootkatensis).

En España se emplean además, algunas especies frondosas como el Eucalipto (Eucalytus globulus), el Roble (Quercus robur y Quercus petraea), el castaño (Castanea sativa) y en menor medida el Fresno (Fraxinus excelsior), el Haya (Fagus sylvatica) y el Iroko (Chlorophora excelsa y Chlorophora regia). Actualmente se están llevando a cabo acciones para su inclusión en la norma.

Calidad o clase resistente de la madera

La madera deberá estar clasificada de acuerdo con la norma UNE-EN 14081-1. El fabricante puede recurrir a uno de los dos sistemas siguientes: utilizar madera clasificada estructuralmente y marcada con la clase resistente correspondiente (según UNE-EN 338); o, utilizar madera sin clasificar y realizar la clasificación estructural en la propia fábrica.

Contenido de humedad

El contenido de humedad medio especificado de cada lámina depende de si la madera ha sido tratada o no con un producto protector. En ambos casos la variación de contenido de humedad de las láminas dentro de una misma pieza no excederá del 5%.

- Madera no tratada: durante el armado deberá estar comprendido entre el 6 y el 15%.
- Madera tratada: durante el armado debe estar comprendido entre el 11 y 18%.

Materiales: adhesivos

El adhesivo deberá ser capaz de producir uniones durables en las piezas encoladas destinadas a las respectivas clases de servicio de acuerdo con la norma UNE-EN 1995-1-1. Si se aplica un producto protector antes del encolado de las láminas deberá documentarse que los requisitos de la norma UNE-EN 14080 se cumplen para la combinación de adhesivo y producto protector.

clase de servicio 1 → adhesivos de Tipo I o II según la norma UNE-EN 301 o la UNE-EN 15425.

clase de servicio 2, 3 → adhesivos Tipo I en las normas UNE-EN 301 o en la UNE-EN 15425.

Los adhesivos más utilizados en la actualidad son los siguientes:

- Melamina-Urea-Formaldehído (MUF): color translúcido y resistente a la humedad y al fuego.
- Resorcina-Fenol-Formaldehído (RPF): color marrón oscuro, resistente a la humedad y al fuego. Permite tiempos de trabajo algo mayores que los adhesivos MUF. Ha disminuido sus uso por residuos y emisiones de formaldehído durante la fabricación.

- Poliuretano (PU): color transparente.

Dimensiones

La gama de anchuras habituales es la siguiente: 80, 100, 110, 130, 140, 160, 180, 200 y 220 mm. Por lo general, la exigencia de resistencia al fuego de 30 minutos obliga a un ancho mínimo en madera de coníferas del orden de 90 a 100 mm. En cualquier caso esto deberá ser comprobado por el cálculo.

Clases resistentes²

composición homogénea → todas las láminas son de la misma clase resistente

composición combinada → las láminas extremas son de una clase resistente superior

Clases resistentes Valores característicos N/mm ²	Composición homogénea				Composición combinada			
	GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h	GL 24c	GL 28c	GL 32c	GL 36c
Resistencia flexión	24	28	32	36	24	28	32	36
Resistencia tracción								
- paralela	16,5	19,5	22,5	26	14	16,5	19,5	22,5
- perpendicular	0,4	0,45	0,5	0,6	0,35	0,4	0,45	0,5
Resistencia a compresión								
- paralela	24	26,5	29	31	21	24	26,5	29
- perpendicular	2,7	3,0	3,3	3,6	2,4	2,7	3,0	3,3
Resistencia cortante	2,7	3,2	3,8	4,3	2,2	2,7	3,2	3,8
Módulo de elasticidad								
- paralelo - medio	11.600	12.600	13.700	14.700	11.600	12.600	13.700	14.700
- característico	9.400	10.200	11.100	11.900	9.400	10.200	11.100	11.900
- perpendicular	390	420	420	490	390	390	420	460
Módulo de cortante	720	780	850	910	590	720	780	850
Densidad característica (Kg/m ³)	380	410	430	450	350	380	410	430
Clase resistente de las láminas	C24	C30	C40	-	C24/C18	C30/C24	C40/C30	-

Durabilidad

La estructura deberá tener una durabilidad al menos igual a la vida de servicio considerada para las condiciones de uso correspondientes. Esta durabilidad puede garantizarse por dos sistemas:

- Elección de una *especie de madera con suficiente durabilidad natural*, según la norma UNE-EN 350-2. En esta línea la especie de madera de mayor durabilidad natural que mantienen su aptitud para el laminado es el alerce. Pero lo más frecuente es el empleo de madera de "sacrificio" consistente en la protección de las piezas estructurales con un recubrimiento exterior construido con entablados de madera durable, que se reponga con facilidad al final de su vida útil.
- *Tratamiento químico de protección adecuado* a la clase de uso en la que se encuentre situada la estructura de acuerdo con el proyecto de norma prEN 15228, siempre que la madera sea suficientemente impregnable.

En cualquier caso, el diseño constructivo de la estructura debería evitar la exposición innecesaria a la intemperie y la posibilidad de retención de agua, disminuyendo o evitando totalmente la intensidad del tratamiento químico protector. Lo más frecuente es el tratamiento de las láminas antes del encolado utilizando sales insolubles. En general, para:

- clases de uso 1 y 2 → tratamiento superficial mediante pulverizado o pincelado.
- clases de uso 3 y 4 → tratamiento en profundidad mediante autoclave.

Comportamiento al fuego

Según la norma UNE-EN 14080, la clasificación de reacción al fuego de la madera laminada encolada es la D-s2-d0 del sistema de Euroclases, si densidad media > 380 kg/m³; espesor > 40 mm.

La resistencia al fuego de la pieza de madera se deberá calcular de acuerdo con el DB de Seguridad contra Incendio o de acuerdo con la norma UNE-EN1995-1-2. El parámetro dependiente de la madera es la velocidad de carbonización que toma los valores eficaces de 0,7 mm/min en madera laminada encolada.

MLE conífera a flexión, con 3 caras expuestas al fuego R30 → anchura mínima de 90 a 100 mm

¹ UNE-EN 14080

² UNE-EN 1194

Elementos de una Estructura Laminada Encolada

Apoyos

Los apoyos sobre los que se disponen las estructuras de MLE son ejecutados muy comunmente con zapatas de hormigón, pero también puede ser sobre un pilar metálico o cualquier otra combinación. En las cimentaciones, se dejan a espera los anclajes para recibir los soportes de la estructura de madera. Estos deben ser inoidables, o disponer de protección anticorrosiva, debiendo quedar el soporte aislado del cimientto para evitar el paso de humedades, bien mediante una lámina impermeabilizante o dejando una separación prudente entre ambos materiales.

Soportes

La tipología de soportes que podemos realizar es muy variada, y vendrá en correspondencia con el diseño global de la estructura. En general, los podemos dividir en simples y compuestos, pudiendo variar su sección no teniendo porque ser cuadrada o rectangular

Vigas

Son una de las aplicaciones más importantes de MLE. Pueden ser rectas, a un agua, a dos aguas, con intrados curvo...

La sección transversal puede ser de multiples formas, pero lo más común es que sea rectangular, ya que en doble T o cajón las tensiones tangenciales son muy elevadas.

Encuentros

Deben disponerse conforme al diseño de la estructura en el apoyo, empotrada, articulada o en dilatación.

En vigas continuas sobre apoyos, donde la fabricación o el transporte de la pieza continua no sea posible, se divide la viga y se realizan empalmes en obra, allí donde los momentos flectores son mínimos, aproximadamente a 1/4 de la luz.

II. MADERA MICROLAMINADA¹

Material compuesto por chapas de madera con la fibra orientada esencialmente en la misma dirección. No se excluye la presencia de chapas orientadas perpendicularmente. Generalmente se comercializa en forma de perfiles de sección rectangular con uso estructural.

Aplicaciones

Es un material específicamente diseñado para usos estructurales debido a la elevada resistencia, uniformidad de sus propiedades y a su poco peso. Algunas de sus aplicaciones son:

- Viguetas de forjado en edificación residencial y comercial. Si son soluciones con la madera oculta las piezas pueden ser simples y quedarán protegidas con el cerramiento inferior. El intereje varía entre 0,60 y 1,10 m. Si son vistas los requisitos de incendio suelen llevar a la necesidad de colocar piezas dobles.
- Vigas y cargaderos en construcción ligera.
- Paneles prefabricados ligeros para forjados y cubiertas con anchuras de hasta 2,5 m y longitud de hasta 13 m.
- Forjados mixtos de viguetas de madera microlaminada y hormigón. El grueso de la capa de hormigón suele ser del orden de 65 mm. Las elevadas propiedades mecánicas de este material permiten llegar a soluciones de alta eficacia.

Materiales

Para su fabricación se utilizan especies coníferas. En Finlandia el abeto (*Picea abies* L. Karst) y el pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) y en Norteamérica Pino Oregón – Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) y Pino amarillo del Sur (*Southern pine*).

El número mínimo de chapas en una sección transversal debe ser de cinco y el grosor máximo de cada chapa debe ser de 6 mm. En Europa el espesor de lámina es normalmente de 3 mm. En Norteamérica varía entre 2,5 y 4,8 mm.

Para su fabricación normalmente se utilizan adhesivos fenólicos.

Dimensiones

La madera microlaminada fabricada en Europa se comercializa habitualmente con las siguientes dimensiones:

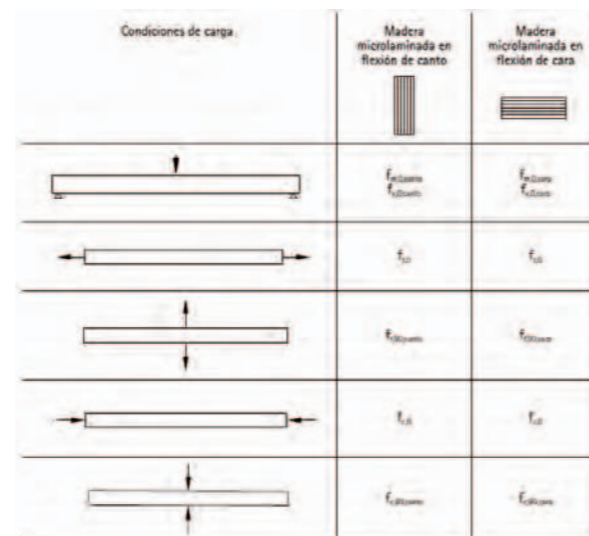
- Grosos: 21, 24, 27, 33, 36, 39, 45, 51, 57, 63, 69 y 75 mm.
- Anchuras²: 200, 225, 260, 300, 360, 400, 450, 500 y 600 mm.
- Longitud: a medida con un máximo de 23 m.

Propiedades mecánicas

El fabricante debe aportar los valores característicos de resistencia y rigidez correspondientes al 5º percentil, obtenidos de acuerdo con la norma UNE-EN 14358.

En Europa la madera microlaminada se fabrica con dos tipos de composición. La primera denominada paralela se caracteriza por tener todas las láminas orientadas en la misma dirección. Adecuado para elementos estructurales como vigas, barras de estructuras en celosía, etc. Y la segunda se puede denominar cruzada y se caracteriza por tener un porcentaje (aproximadamente un 20 %) de las láminas orientadas perpendicularmente. El producto presenta una mayor estabilidad dimensional frente a los cambios de humedad. Se utiliza principalmente como tablero estructural y a veces para determinados elementos lineales como pilares de pórticos.

Debido a la orientación de las láminas es posible diferenciar dos posiciones de trabajo en relación a la flexión: flexión de canto cuando las láminas quedan en dirección perpendicular al eje de giro por flexión (viga) y flexión de cara cuando las láminas quedan en dirección paralela al eje de giro por flexión (tablero).



¹ en inglés: *Laminated Veneer Lumber (LVL)* y en francés: *Lamibois*

² Estos son las anchuras estándares que son consecuencia del máximo aprovechamiento de la anchura de los paneles (1.800y 2.500 mm).

Además, se diferencian dos direcciones en las solicitaciones axiales de tracción y compresión: paralela a la fibra cuando las chapas externas son paralelas a la dirección del esfuerzo y perpendicular a la fibra cuando las chapas externas son perpendiculares a la dirección del esfuerzo.

ABETO de procedencia europea		Valor característico. N/mm ² o kg/m ³			
Propiedad	Símbolo	Composición paralela	Con chapas paralelas y perpendiculares	Con chapas paralelas y perpendiculares	
		grueso: 21 - 90 mm	grueso: 21 - 24 mm	grueso: 27 - 69 mm	
5º percentil	Resistencia a flexión:				
	De canto (h=300 mm)	$f_{m,canto,k}$	44	28	32
	De cara (grueso 21 - 90 mm)	$f_{m,cara,k}$	50	32	36
	Resistencia a tracción:				
	Paralela a la fibra (long. 3000 mm)	$f_{t,0,k}$	35	19	26
	Perpendicular a la fibra, de canto	$f_{t,90,canto,k}$	0,8	6	6
	Perpendicular a la fibra, de cara	$f_{t,90,cara,k}$	-	-	-
	Resistencia a compresión:				
	Paralela a la fibra	$f_{c,0,k}$	35	19	26
	Perpendicular a la fibra, de canto	$f_{c,90,canto,k}$	6	9	9
	Perpendicular a la fibra, de cara	$f_{c,90,cara,k}$	1,8	2,2	2,2
	Resistencia a cortante:				
	De canto	$f_{v,canto,k}$	4,1	4,5	4,5
	De cara	$f_{v,cara,k}$	2,3	1,3	1,3
	Módulo de elasticidad:				
Paralelo a la fibra	$E_{0,k}$	11.600	8.300	8.800	
Perpendicular a la fibra, de canto	$E_{90,canto,k}$	350	2.000	2.000	
Perpendicular a la fibra, de cara	$E_{90,cara,k}$	100	100	100	
Módulo cortante:					
De canto	$G_{canto,k}$	400	400	400	
De cara	$G_{cara,k}$	400	-	-	
Densidad	ρ_k	480	480	480	
Valores medios	Módulo de elasticidad:				
	Paralelo a la fibra	$E_{0,mean}$	13.800	10.000	10.500
	Perpendicular a la fibra, de canto	$E_{90,canto,mean}$	430	2.400	2.400
	Perpendicular a la fibra, de cara	$E_{90,cara,mean}$	130	130	130
	Módulo de cortante				
	De canto	$G_{canto,mean}$	600	600	600
De cara	$G_{cara,mean}$	600	60	120	
Densidad	ρ_{mean}	510	510	510	

s = 0,12 (parámetro del efecto de tamaño)

Coefficiente k_{mod}

Para la madera microlaminada se utiliza un coeficiente k_{mod} para ajustar las propiedades mecánicas de resistencia en función de la clase de servicio y duración de la carga especificado en el Eurocódigo 5 (norma UNE-EN 1995-1-1).

Clase de servicio	Clases de duración de la carga				
	Permanente	Larga	Media	Corta	Instantáneas
1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

Coefficiente k_{def}

Para la madera microlaminada con todas las chapas con la fibra en la misma dirección se utiliza el coeficiente k_{def} para el cálculo de la deformación por fluencia que se especifica en el Eurocódigo 5 (norma UNE-EN 1995-1-1). Para la madera microlaminada con algunas láminas en dirección perpendicular se deberá utilizar el coeficiente k_{def} correspondiente al tablero contrachapado.

	Clase de servicio		
	1	2	3
Microlaminada chapas paralelas	0,60	0,80	2,00
Microlaminada chapas paralelas y perpendiculares	0,80	1,00	2,50

Durabilidad

Generalmente durante la fabricación de la madera microlaminada no se aplica ningún producto protector y por tanto su durabilidad natural corresponde a la de la madera utilizada. Durante la construcción de la edificación resiste sin problemas la intemperie temporalmente, siempre que posteriormente se pueda secar.

- *Especificaciones: El producto se comercializa sin tratamiento de protección. Por dicho motivo, deberá aplicarse un tratamiento adecuado para la clase de uso prevista. El tratamiento deberá efectuarse siguiendo las prescripciones del fabricante del producto y estar documentado de acuerdo con lo establecido al respecto en el Capítulo 13 del DB-SE-M. Para más información sobre tratamientos, durabilidad natural de maderas y calificación de su impregnabilidad se recomienda consultar el el Documento de Aplicación de Durabilidad.*

Comportamiento al fuego

Para la clasificación de la reacción al fuego de este producto, el fabricante deberá aportar el correspondiente informe de ensayo y de clasificación realizado de acuerdo con la norma UNE-EN 13501-1. Los fabricados en Europa suelen ser de la Euroclase D-s1, d0.

La resistencia al fuego de la pieza de madera microlaminada se deberá calcular de acuerdo con el DB de Seguridad contra Incendio o de acuerdo con la norma UNE-EN1995-1-2. El parámetro dependiente de la madera es la velocidad de carbonización que toma el valor nominal de 0,7 mm/min en madera microlaminada con densidad característica mayor o igual a 480 kg/m³.

En madera de coníferas una pieza de madera trabajando a flexión con 3 caras expuestas al fuego (típica configuración de una viga vista) requiere unos 100 mm de anchura para alcanzar la resistencia R30. Por este motivo, suele ser necesario utilizar piezas formados por dos o más perfiles de maderamicrolaminada.

- *Especificaciones: La estabilidad al fuego de las secciones de madera en situación de incendio deberá ser justificada mediante cálculo de acuerdo con los principios del DB-SI o de acuerdo con la norma UNE-EN1995-1-2, aunque no hay que olvidar que los medios de unión suelen ser los elementos más limitantes. Debe tenerse en cuenta que las piezas de madera microlaminada tienen gruesos reducidos, por lo que generalmente para alcanzar una R30 suele ser preciso el uso de secciones múltiples, adosando dos o más piezas.*

Acabado

En Europa la madera microlaminada se comercializa con un acabado de superficie cepillada pensado para poder dejarlo visto. En Norteamérica por lo general se comercializa con una superficie más basta que incluye las marcas del tipo de producto impresas en la superficie, pensado para dejar oculto. Sin embargo, hay fabricantes que bajo pedido pueden suministrar una calidad de acabado que denominan "architectural grade" para dejar vista. El aspecto de las caras del producto con la superficie cepillada es similar al del tablero contrachapado.

III. PANELES CONTRALAMINADOS¹

Panel formado por varias capas de madera aserrada encoladas entre sí o a veces unidas con clavos o espigas de madera, de forma que la orientación de las fibras de dos capas adyacentes es perpendicular entre sí. Cada una de las tablas que componen las capas del tablero ha debido ser clasificadas estructuralmente, bien mediante métodos visuales o mediante métodos automatizados (de máquina), con carácter previo a su encolado o fijación mecánica (clavijas). La estructura transversal del panel debe ser simétrica y estar compuesta por un mínimo de tres capas. Las tablas de cada capa pueden estar unidas longitudinalmente a tope o mediante empalme dentado. Estos paneles tienen uso estructural.

Aplicaciones

Los sistemas constructivos con paneles estructurales son muy flexibles y permiten insertar sin dificultad puertas y ventanas, incluso durante y después de que la obra haya finalizado.

En clases de servicio 1 y 2 se puede trabajar como muros, forjados y cubiertas. En caso de cubiertas, se limita a locales con higrometría baja o media y se excluye para locales con higrometrías altas o muy altas (por encima de $W/n > 5 \text{ g/m}^3$)². Se utilizan tanto en viviendas como en construcciones industriales de hasta 3 ó 4 alturas.

Materiales

Normalmente se utilizan tablas clasificadas de madera aserrada de coníferas de los géneros: píceas (*Picea* spp.), pino (*Pinus* spp.), abeto (*Abies* spp.) o alerce (*Larix* spp.), siendo la píceas (*Picea abies* (L) Karst.) la especie más utilizada. Los adhesivos más utilizados para encolar las tablas y las uniones dentadas entre tablas, son los de poliuretano o de ureaformaldehído. Estos adhesivos deben cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 301, y en su defecto, el anexo C de la Guía ETAG 011.

Hay algún fabricante que utiliza espigas de madera en vez de adhesivo para unir las diferentes capas de tablas. Otros fabricantes, en vez de utilizar clavijas de madera, utilizan clavos de adherencia mejorada de aluminio.

Dimensiones

Los paneles contralaminados estructurales poseen un amplio rango dimensional, pero como dimensiones máximas de fabricación se pueden citar las siguientes:

longitud → 15 - 25 m

anchura → hasta 5 m

espesor → hasta 600 mm

espesor de las piezas de las capas: 13, 24, 26, 30, 34, 40, 45 y 50 mm

número de capas de madera (habitualmente impar): 3, 5, 7, 9, 13 y 15.

Propiedades mecánicas

Tipo de sollicitación		Clase resistente de la madera utilizada		
		C16	C24	
Valores característicos de resistencia (N/mm^2)	Flexión	$f_{m,k}$	16	24
	Tracción	$f_{t,0,k}$	10	14
	Compresión	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4
		$f_{c,0,k}$	17	21
	Cortante	$f_{c,90,k}$	2,2	2,5
		$f_{v,k}$	1,8	2,5
Cortante por rodadura	$f_{r,k}$	0,7	0,7	
Valores característicos de rigidez (N/mm^2)	Módulo de elasticidad flexión	$E_{0,mean}$	8000	11000
		$E_{90,mean}$	270	370
	Módulo de cortante	G_{mean}	500	690
	Módulo de cortante por rodadura	$G_{r,mean}$	50	50

Estos datos son orientativos, ya que cada fabricante debe aportar la información correspondiente a las propiedades de su producto en base a un Documento de Idoneidad Técnico Europeo (DITE), emitido por el correspondiente organismo notificado y conforme al CUAP (Common Understanding of Assessment Procedure) establecido para este tipo de productos, que es el CUAP nº 03.04/06.

Durabilidad

Estos productos se comercializan normalmente sin incluir tratamientos de protección. Si los elementos se emplean al exterior deberán contar con una protección adicional y permanente contra agentes meteorológicos.

El uso de los paneles de madera contralaminada está actualmente permitido solo en las clases de servicio 1 y 2, según UNE-EN 1995-1-1.

Comportamiento al fuego

Las clases de *reacción al fuego* de los paneles contralaminados, de acuerdo con el HTE-06/0009, son:

D-s2, d0	→	muros, cubiertas y módulos especiales
DFL-s1	→	forjados y cubiertas

En relación a la *resistencia al fuego* ni la norma UNE-EN 1995-1-2 ni el HTE-06/0009 incluyen el valor de la velocidad de carbonización de estos productos. No obstante, al tratarse de madera aserrada pueden tomarse como valores de la velocidad de carbonización los de la velocidad básica de la madera maciza.

¹ en inglés: Cross Laminated Timber (CLT)

² W = cantidad de vapor de agua que se produce en el interior del edificio en una hora; n = tasa horaria de renovación del aire.

IV. TABLEROS ESTRUCTURALES DERIVADOS DE LA MADERA

Los tableros son productos obtenidos mediante el encolado o aglomerado de listones, chapas, virutas, partículas o fibras de madera, caracterizados por tener una gran superficie y un reducido espesor.

Aplicaciones

- Cerramiento de forjados como entrevigado.
- Cerramiento de cubiertas.
- Cerramiento de muros.
- Función de arriostamiento y estabilidad de construcciones ligeras, como diafragmas en forjados, cubiertas y muros.
- Alma de viguetas prefabricadas mixtas con madera maciza, laminada o microlaminada.
- Alas de paneles de caras en tensión para casetones de forjado o de cubierta.

Materiales

La madera se puede utilizar en diferentes formatos:

- chapas (tableros contrachapados y tableros laminados)
- listones o piezas de madera (tableros de madera maciza)
- partículas de madera (tableros de partículas y tableros de virutas)
- fibras (tableros de fibras)

El adhesivo que se debe utilizar depende del tipo del tablero y uso del mismo. En los tableros estructurales se utilizan colas mejoradas con aditivos, que permiten al tablero cumplir los requisitos de estabilidad estructural definidos. Los más utilizados son:

- Urea Formol (para interiores)
- Urea - Melamina formol o Fenol formaldehído (para exteriores)
- Isocianato (se están empezando a utilizar ultimamente)

Con el objeto de mejorar las prestaciones de los adhesivos se pueden añadir aditivos:

- ceras (para aumentar la repelencia a la humedad)
- productos ignífugos (para mejorar el comportamiento frente al fuego)
- productos insecticidas (para mejorar el comportamiento frente a los insectos xilófagos)
- productos fungicidas (para mejorar el comportamiento frente a los hongos xilófagos)
- endurecedores (para mejorar las prestaciones del adhesivo).

Tableros de madera maciza¹

Están fabricados con tablas, tablillas o listones de madera que se unen entre sí por encolado, machihembrado o por un revestimiento de chapa encolada. Se denominan también por sus siglas en inglés SWP (Solid Wood Panel). Algunos tipos son para uso estructural. Se fabrican con una o varias capas (monocapa / alistonados o multicapa 3-5 capas) Las especies más utilizadas son el Abeto (Picea abies), Pino marítimo (Pinus pinaster), Pino radiata, Castaño, etc.

En función de su aptitud para las clases de servicio definidas en el CTE se clasifican en:

- SWP/1 → ambiente seco (clase de servicio 1).
- SWP/2 → ambiente húmedo (clase de servicio 2).
- SWP/3 → ambiente exterior (clase de servicio 3).

Tableros de partículas²

Tableros fabricados con partículas de madera (astillas, partículas, serrín, virutas y similares) y/u otros materiales lignocelulósicos en forma de partículas (fibras de cáñamo, lino, bagazo, paja y similares), con la adición de un polímero aglomerante mediante la aplicación de presión y calor. Las especies más utilizadas son el abeto, pino, haya, chopo, roble, castaño, etc.

- P1 Tableros para uso general para utilización en ambiente seco.
- P2 Tableros para aplicaciones de interior (incluyendo mobiliario) en ambiente seco.
- P3 Tableros no estructurales para utilización en ambiente húmedo.
- P4 Tableros de partículas. Tableros estructurales para utilización en ambiente seco.
- P5 Tableros de partículas. Tableros estructurales para utilización en ambiente húmedo.
- P6 Tableros de partículas. Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente seco.
- P7 Tableros de partículas. Tableros estructurales de altas prestaciones para utilización en ambiente húmedo.

Las dimensiones son muy variables, pero las más habituales son:

longitud y anchura 2440x2050 ; 4880x2050 ; 3660x1830 mm.
espesores 16, 19, 22 y 30 mm.

Tableros de virutas orientadas - OSB³

Están fabricados mediante el encolado de virutas de madera. Las capas externas presentan una orientación de las virutas paralelas a la longitud del tablero (dirección de fabricación) y la central una orientación perpendicular, lo que origina una diferencia de propiedades en ambas direcciones. Las especies más utilizadas son las siguientes: Pinos, pino marítimo, Pino Oregón, Chopo y Abedul.

- OSB 1 Tableros para uso general y aplicaciones de interior (incluyendo mobiliario) utilizados en ambiente seco.
- OSB 2 Tableros estructurales para utilización en ambiente seco.
- OSB 3 Tableros estructurales para utilización en ambiente húmedo.
- OSB 4 Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente húmedo.

Las dimensiones más habituales son:

longitud y anchura 2440x1200 ; 2440x1220 ; 3660x1220 mm.
espesores 6, 8, 9, 11, 15, 18, 22, 25 y 38 mm.

Tableros de fibras⁴

Material en forma de tablero con un grosor nominal mayor o igual a 1,5 mm fabricado a partir de fibras lignocelulósicas, mediante la aplicación de calor y presión. La cohesión se puede conseguir por afieltrado de las fibras gracias a sus propiedades adhesivas intrínsecas, o por la adición de un adhesivo sintético. Los distintos tipos son:

Tableros de fibras de densidad media - MDE: (longitud 2050-4880 mm; anchura 1220-2500 mm; espesor 2,5-50 mm)

- MDF.LA → para su utilización en ambiente seco.
- MDF.HLS → para su utilización en ambiente húmedo.

Tableros de fibras duros - HB: (longitud 2400-3660 mm; anchura 1220 mm; espesor 1,2-9,3 mm; habitualmente: 2440x1200 y 2750x1220)

- HB.LA → Tableros estructurales para utilización en ambiente seco.
- HB.HLA1 → Tableros estructurales para utilización en ambiente húmedo.
- HB.HLA.2 → Tableros estructurales de altas prestaciones para utilización en ambiente húmedo.

Tableros de fibras semiduros - MBH: (longitud 2400-3660 mm; anchura 1220 mm; espesor 6-12 mm)

- MBH.LA1 → Tableros estructurales para utilización en ambiente seco.
- MBH.LA2 → Tableros estructurales para utilización en ambiente húmedo
- MBH.HLS1 → Tableros estructurales para utilización en ambiente húmedo.
- MBH.HLS2 → Tableros estructurales de altas prestaciones para utilización en ambiente húmedo.

Propiedades mecánicas

Para el cálculo estructural de tableros de partículas, de fibras y de viruta orientada (OSB) deberemos consultar los valores característicos de sus propiedades mecánicas, definidos en la norma UNE-EN 12369-1.

Durabilidad (tabla 16)

Comportamiento al fuego (tabla 17)

Propiedades físicas (Tabla 18)

3 UNE-EN 300
4 UNE-EN 622

1 en inglés: Solid Wood Panel (SWP); UNE-EN 12775; UNE-EN 13353
2 UNE-EN 309 y UNE-EN 312

V. PANELES SÁNDWICH DE CERRAMIENTO

Paneles ligeros compuestos por uno o dos paramentos formados por tableros o frisos de madera maciza o combinado con chapas metálicas, con o sin entramado interior, y un alma interior que suele ser aislante térmico, unida al menos a uno de los paramentos.

Aplicaciones

Las aplicaciones más características de este producto se encuentran en el cerramiento de la edificación y asume por lo general además de la función de cerramiento y soporte de las cargas aplicadas, la de aislamiento térmico gracias al material aislante del alma. En algunos casos puede llegar incluso a cumplir la función de impermeabilización. Las aplicaciones más frecuentes son:

- Cerramiento de cubiertas: Los paneles se apoyan sobre las correas o pares de la estructura de cubierta. Su gran ventaja es que pueden salvar luces mayores que el simple tablero (de hasta 2 o 3 m), resolviendo además el aislamiento térmico e, incluso, el acústico. El paramento inferior suele ser visto y, por ello, incorporar el acabado final, sin necesidad de operaciones posteriores. Es posible disponer teja sobre un enrastrelado fijado a la cara superior del panel, que en algunos casos se coloca en fábrica.
- Cerramiento de muros exteriores: Los paneles quedan apoyados sobre el entramado estructural de la fachada y soportan las cargas aplicadas sobre la fachada y además aportan el aislamiento térmico.
- Doblado de cubiertas, falsos techos o muros de cerramiento. Son paneles sin funciones resistentes que permiten el acabado interior incorporando el aislamiento térmico o acondicionamiento acústico en construcciones de nueva planta o en la rehabilitación de edificios existentes.

Materiales que los pueden componer:

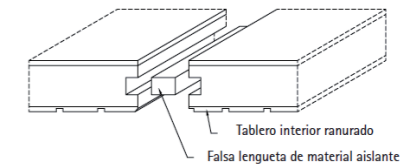
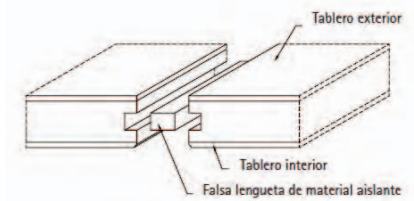
- Madera aserrada de madera de conífera (abeto o pino) o de frondosa (generalmente roble) en forma de friso machihembrado de 14 a 22 mm de grueso, que queda en la cara o paramento inferior y, por tanto, suele ser visible desde el interior del local.
- Tableros derivados de la madera con espesor de 10 mm aproximadamente: o Para la cara inferior, normalmente vista, se suelen emplear los tableros contrachapados, de partículas, de fibras de densidad media rechapados o melaminados, de virutas orientadas, de yeso laminado, de viruta de madera o de madera-cemento con propiedades de absorción acústica. o Para la cara exterior se suelen emplear los tableros de partículas con comportamiento mejorado a la humedad, los contrachapados o los de virutas orientadas.
- Chapa de acero: existen paneles mixtos (acero-madera) que utilizan para su paramento externo una chapa de acero de 0,5 a 0,6 mm de espesor y tableros o frisos de madera para su paramento interior. Con esta conformación, el paramento exterior de chapa sirve de impermeabilización.

Los materiales que constituyen el alma del panel suelen ser espumas sintéticas o materiales aislantes (entre ellos el corcho aglomerado negro) alcanzando un grueso de 30 a 120 mm (en algunos casos más). Los habituales son el poliestireno extruido, poliestireno expandido, lana de roca y corcho.

1. Paneles con dos paramentos de tablero y alma de espuma

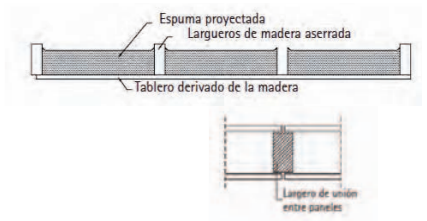
Se construyen encolando un alma de espuma aislante rígida a dos tableros derivados de la madera. Los tableros tienen un grueso del orden de 10 mm y el alma un grueso variable en función de los requerimientos de aislamiento térmico y del vano entre apoyos, variando desde 30 a 120 mm. En algunos casos la cara interior es un tablero ranurado imitando un friso de madera maciza, y la cara exterior puede incorporar un enrastrelado para el apoyo del contrarastrel y la teja.

El peso oscila entre 0,12 y 0,28 kN/m². Las luces de los vanos que pueden salvar varían entre 90 y 250 cm. La anchura más frecuente es de 600 mm, y la longitud habitual varía desde 2390 a 3590 mm. En las figuras 1 a 3 se incluyen diversos tipos de panel en función de su sección transversal y del sistema de unión.



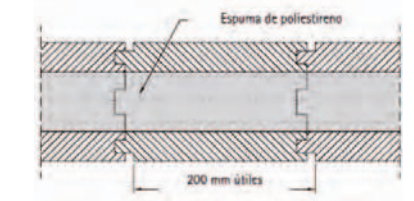
2. Paneles con una sola cara armados con largueros de madera (casetones)

Se trata generalmente de paneles formados por un tablero derivado de la madera colocado en la cara inferior, una capa de aislante térmico (a veces proyectado en fábrica) y unos refuerzos longitudinales de largueros de madera aserrada. Suelen constituir casetones que se disponen en piezas únicas desde alero a cumbre.



3. Paneles - entablados sándwich

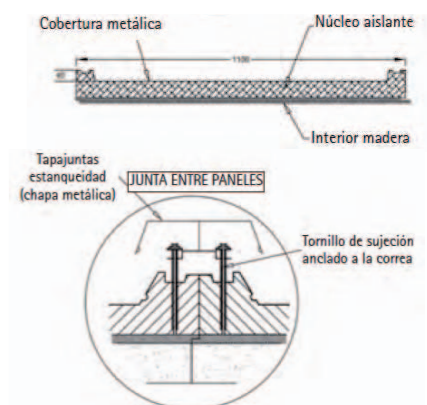
Consisten en paneles en los que los dos paramentos están formados por tablas de madera y el alma por espuma de poliestireno de alta densidad encolada a las tablas. La anchura del panel queda reducida al ancho de la tabla (alrededor de 200 mm). En realidad se trata de un entablado tradicional que incorpora un mayor aislamiento y tiene una capacidad de carga muy superior a la de la tabla simple. Estos paneles o perfiles tienen una gran capacidad a flexión y permiten salvar grandes vanos entre apoyos (2 a 5 m).



4. Paneles mixtos de acero y tablero

La cara externa de estos paneles es de chapa de acero con un grueso de 0,5 a 0,6 mm, que permite su utilización directa como impermeabilización, figura 6. El alma puede ser de lana de roca de alta densidad o de poliestireno expandido con un grueso de 50 a 120 mm. La cara interior está compuesta por un friso de madera aserrada de conífera (abeto o pino) con un espesor de 14 a 22 mm o por un tablero derivado de la madera, generalmente de virutas orientadas con un espesor de 10 mm.

Se fabrican con una longitud de 4,8 y 5 m y una anchura de 1100 mm. El peso varía entre 0,12 y 0,28 kN/m².



VI. PANELES SÁNDWICH PORTANTES

Son elementos prefabricados compuestos por uno o dos paramentos de tableros derivados de la madera (al menos uno de los paramentos) con o sin nervios interiores de refuerzo con o sin alma de aislante rígido y con o sin barrera de vapor o membrana respirante. Son elementos constructivos que constituyen partes relevantes de la estructura principal destinados a la construcción de cubiertas, muros de carga y forjados de piso.

Este tipo de paneles pueden tener una constitución similar a la de los paneles sándwich de cerramiento (normalmente dos paramentos y un alma aislante) lo que puede llevar a que tengan la misma denominación en el mercado de paneles sándwich. Sin embargo, los paneles portantes se diferencian claramente en que su función resistente no se limita únicamente a las cargas aplicadas directamente sobre el panel de cerramiento, sino que reciben cargas de otros elementos estructurales y suelen tener responsabilidad en la estructura principal y en la estabilidad del conjunto. La denominación propuesta de estos paneles es la de paneles portantes o también, por su denominación en inglés, paneles con caras en tensión.

Aplicaciones

Se utilizan para la construcción de cubiertas (generalmente sin necesidad de correas), muros de carga interiores o exteriores y forjados de piso. Son ligeros, pueden incorporar la función de aislamiento térmico y acústico, presentan gran rapidez de montaje y son especialmente indicados en la prefabricación. También pueden cumplir la función de arriostamiento y estabilizar el conjunto de la estructura mediante su capacidad de diafragma.

Se utilizan tanto en viviendas como en construcciones industriales de hasta tres plantas. En Europa se utilizan tanto en muros de carga interiores o exteriores como en cubiertas, mientras que en Estados Unidos, de donde procede este producto, se emplea principalmente en suelos y en forjados. Aunque habitualmente se utilizan en edificios de hasta dos o tres plantas, su capacidad de soportar cargas verticales y sus altas prestaciones térmicas le comunican un gran potencial para construcciones de mayores alturas.

Los sistemas constructivos con paneles estructurales son muy flexibles y permiten insertar, sin dificultad, puertas y ventanas, durante y después de que la fabricación haya finalizado. Los fabricantes suministran sus correspondientes manuales de instalación que detallan los procedimientos de colocación y de sujeción.

Materiales

Están compuestos por una cara y contracara de materiales generalmente derivados de la madera y un alma de un material que tiene una baja densidad. La correcta unión entre el alma y las caras es esencial para que pueda soportar cargas y transmitir las a otros elementos estructurales secundarios, como correas, o principales, como vigas.

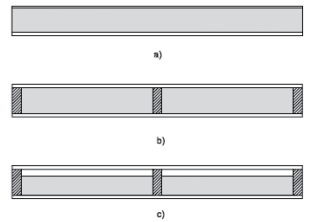
Los materiales que pueden intervenir en la formación del panel son:

- Tableros derivados de la madera: Se emplean en las caras del panel. Los más empleados son los siguientes:
 - Tablero de madera maciza estructural.
 - Tablero contrachapado estructural.
 - Tablero de virutas orientadas OSB 3 y OSB 4.
 - Tablero de partículas P5 y P7.
 - Tablero de fibras de densidad media MDF.HLS.
 - Tableros de madera-cemento o de cartón-yeso: A veces se utilizan en la cara interior para reforzar o mejorar la reacción al fuego.
- Materiales utilizados en el alma:
 - Poliestireno extruído (XPS) o expandido (EPS)
 - Poliuretano (PUR), y sus derivados de poliisocianatos (PIR)
 - Fibras inorgánicas minerales
 - Aglomerados de corcho natural
 - Lana mineral o animal
 - Madera aserrada o madera laminada encolada: Normalmente se utilizan como largueros o nervios internos que aportan rigidez y conectan ambas caras.
- Adhesivos: Específicos para el encolado entre tableros y paneles de espuma. Generalmente son del tipo urea-formol o de poliuretano.

Los paneles portantes pueden clasificarse en los tipos siguientes:

1. Paneles con dos paramentos (paneles cerrados o en cajón)

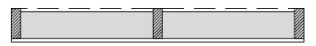
El primer tipo está formado por dos caras con un alma de espuma rígida (poliestireno extruído o expandido o poliuretano) que se encuentra encolada a las caras y contribuye a la resistencia y rigidez del panel. Si no tiene refuerzos internos se puede denominar panel sándwich, figura 1a, y si dispone de largueros internos se denomina panel de caras en tensión, figura 1b. Este último permite luces mayores.







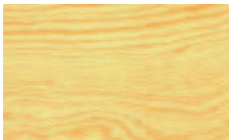







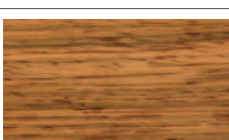

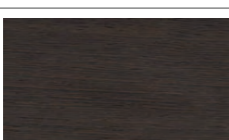



En el segundo tipo la espuma que constituye el alma es flexible (lana de roca, fibra natural) o queda sin encolar (poliuretano) y por tanto no contribuye a la resistencia y rigidez del panel, figura 1c. Generalmente incorporan largueros de madera de refuerzo.

2. Paneles con un paramento (paneles abiertos)

Estos paneles incorporan un alma aislante que puede ser rígida y quedar encolada al paramento, contribuyendo a la resistencia y rigidez del panel, o puede ser una espuma flexible o no encolada sin aportar capacidad portante al panel. Incorporan largueros de refuerzo y a veces una membrana respirante.



Textura	Especie	Suministro / Demanda actual	Masas forestales	Procedencia	Aplicaciones (que nos pueden interesar)	Propiedades mecánicas	Precio
	Abeto común (<i>Abies alba</i>) Familia: Pinaceae	Fácil / Grande	Estables	 Zonas montañosas del centro y sur de Europa (Pirineos, Alpes, Vosgos, Cárpatos, etc.) y en las llanuras del norte de Europa	Madera Laminada Encolada Carpintería interior Carpintería de armar Chapa para recubrimientos decorativos	C30, C24, C18, C16, C14	1
	Abeto rojo (<i>Picea abies</i>) Familia: Pinaceae	Fácil / Grande	Importantes	 Centro y norte de Europa, principalmente en Escandinavia, Polonia y Rusia, se ha introducido su cultivo en algunas localidades del Pirineo y de Cantabria.	Madera Laminada Encolada Carpintería de interior: frisos, machiembrados, escaleras Carpintería de armar Chapas para recubrimientos decorativos	C30, C24, C18, C16, C14	1
	Pino laricio (<i>pinus nigra</i>) Familia: Pinaceae	Fácil / Grande	Estables	 Sur y Centro de Europa	Carpintería exterior: puertas, ventanas, persianas, balcones Carpintería interior: suelos Carpintería de armar Chapas para recubrimientos decorativos	C22, C16	1
	Pino silvestre (<i>pinus sylvestris</i>) Familia: Pinaceae	Fácil / Grande	Importantes	 Norte de Asia, y Europa (España, Escocia Noruega, Suecia, Finlandia, Alpes marítimos en Francia y Rusia). En España existen grandes masas en los Pirineos, Cordillera Ibérica y Cordillera Central.	Madera Laminada Encolada Carpintería de interior: puertas, escaleras, suelos, tarima Carpintería de armar Chapas para recubrimientos decorativos Carpintería exterior Tableros contrachapados: estructurales decorativos	C30, C24, C18, C16, C14	1 / 2
	Awoura / Beli (<i>Paraberlinia bifoliolata</i>) Familia: Leguminosae	Fácil / Escasa	Importantes	 Centro de África	Chapas para recubrimientos decorativos Carpintería de armar Carpintería interior: machihembrados, suelos, escaleras Carpintería exterior		2
	Iroko / Teca Africana (<i>Chlophora excelsea</i>) Familia: Moraceae	Fácil / Grande	Importantes	 África Tropical, de Este a Oeste	Carpintería exterior: ventanas, puertas, mobiliario urbano Chapas para recubrimientos decorativos Mobiliario urbano Tableros contrachapados estructurales Carpintería de armar Madera Laminada Encolada Carpintería interior: puertas, suelos, tarima, escaleras.		3
	Koto (<i>pterygota bequaertii</i>) Familia: Sterculiaceae	Medio / Media	Estables	 Oeste y Centro de África	Chapas para recubrimientos decorativos Tableros contrachapados Carpintería interior: frisos, molduras		3 / 4
	Tchitiola (<i>Oxystigma oxyphyllum</i>) Familia: Leguminosae	Medio / Media	Estables	 Oeste y Centro de África	Tableros contrachapados Carpintería exterior (tratada y pintada) Carpintería de interior (pintada) Chapas para recubrimientos decorativos		2 / 3
	Wenge / Palisandro del Congo (<i>Millettia Laurentii</i>) Familia: Leguminosae	Fácil / Grande	Importantes	 Este, centro y oeste de África	Chapas para recubrimientos decorativos Carpintería interior: suelos Carpintería exterior		3 / 4

Precio en euros/m³, de madera aserrada de máxima calidad, en puerto español si son importadas.

- 1: 0 a 294 €/m³
- 2: 295 a 444 €/m³
- 3: 445 a 595 €/m³
- 4: 600 a 1197 €/m³
- 5: 200 a 2400 €/m³