

# VERTICAL HABITATS

**Rascacielos multifuncional  
Technische Universität Berlin**

Alvaro Gonzalez Arribas  
Tutor: Carlos Salazar Fraile  
PFC - Taller 2



## **00 INTRODUCCION:**

Con el paso de los años, las sociedades evolucionan exigiendo de manera inevitable cambios significativos en las ciudades que las acogen. Estas adaptaciones son necesarias para mantener el complejo equilibrio de servicios y necesidades que suponen las grandes urbes, y que poco a poco han visto cómo la alta densidad que años atrás conllevaba una mayor prosperidad empieza a convertirse en un problema ante la falta espacio urbano y las dificultades para seguir creciendo sin que las poblaciones pierdan su unidad y, por tanto, su identidad.

La solución a estos problemas pasa por lograr una densidad aún mayor sin renunciar al imprescindible espacio público, pasa por la construcción en altura. Sin embargo, los rascacielos no solo resuelven la necesidad de compaginar una mayor superficie construída con unos espacios abiertos adecuados, sino que gracias a una adecuada mezcla de usos pueden convertirse en auténticos hábitats verticales, generando una pequeña ciudad, que además de lograr una mejor gestión económica gracias al aprovechamiento óptimo de los recursos, conlleva una fuerte carga simbólica que plasma de una manera inequívoca en la ciudad los cambios sociales antes mencionados.

Por otra parte, no se pueden obviar los retos ineludibles que supone una construcción de estas características, tales como la necesidad de conectar adecuadamente esa ciudad vertical con la trama urbana y el impacto local que genera. Esto sólo puede solucionarse desde el buen diseño y la preocupación por las personas que van a vivir esa arquitectura, puesto que, más allá de los criterios de ahorro energético tan demandados hoy en día, un edificio solo puede ser sostenible si se tienen en cuenta los factores sociales tanto como los ambientales y economicos.

### **Berlín**

- Integración Vs Disgregación
- Marea Universitaria

### **El proyecto**

- Lugar
- Concepto
- Programa
- Circulaciones
- Bioclimatismo

## 01 BERLÍN:

### 01.1 INTEGRACIÓN VS FRAGMENTACIÓN

Berlín ha gozado desde la edad media de una fuerte cultura arquitectónica. Sin embargo, ésta ha girado siempre en torno a una dicotomía en la que los impulsos de integración y la disgregación del conjunto urbano han ido modelando la ciudad hasta llegar al Berlín actual.

Berlín y su paisaje urbano surgieron a partir de los núcleos de dos asentamientos en las islas del Spree, las pequeñas poblaciones de Berlín y Cölln, separadas por el río y unidas únicamente por dos puentes.

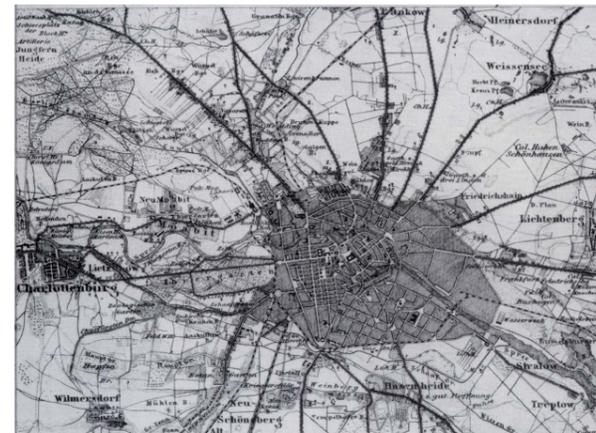
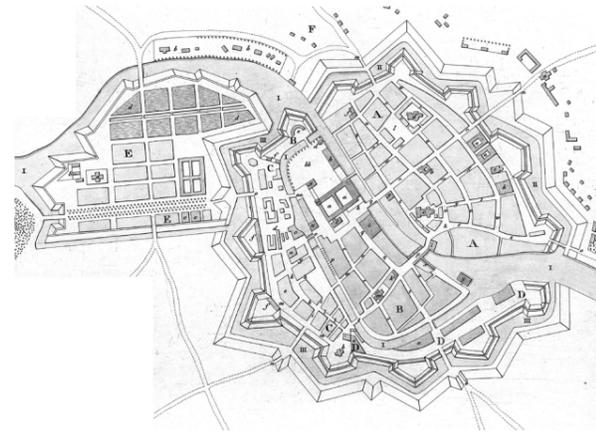
Durante el s. XVIII, el considerable aumento de la población fragmentaría de nuevo Berlín, convirtiéndose en una federación urbana de comunidades (Berlín, Cölln, Dorotheenstadt, Friedrichswerder, Friedrichstadt y Königstadt) independientes entre sí, pero sometidas al gobierno de un único soberano.

Sería Schinkel el encargado de devolver la unidad al área urbana de Berlín, que hasta el último tercio del siglo XIX todavía se extendía únicamente por parte de la llanura del valle, mientras Weißensee y Pankow, así como Lichtenberg y Schöneberg seguían siendo pequeñas poblaciones independientes. Sin embargo, a partir de 1870 comenzó otro periodo de expansión marcado principalmente por consideraciones económicas. Se urbanizaron todos los espacios con suelo edificable y surgieron plazas representativas, paseos y pequeños parques, los cuales siguen estando actualmente entre las zonas verdes más importantes del densamente urbanizado casco urbano.

Una muestra más de la necesidad de dar respuesta al crecimiento exagerado a raíz de la revolución industrial es la inauguración de la primera línea de metro en 1902 para tratar de solucionar los problemas de tráfico en Berlín y en los municipios de su corona metropolitana y que supuso un éxito inmediato.

La primera planificación general para el Gran Berlín se realizó en 1910 en el marco del Concurso para el Gran Berlín. El premiado "Jansen-Plan" no sólo aportaba propuestas de edificación sino también un plan detallado sobre los espacios libres. Este plan influyó en gran medida en el desarrollo urbano de la ciudad puesto que fue también el modelo del plan general de espacios libres de 1929, diseñado por el concejal de urbanismo Martin Wagner.

Tras la II Guerra Mundial, llegaría el «Scharoun-Plan» con el cual se inició el debate sobre un extenso plan de remodelación urbana en la postguerra que volvía a habilitar y hacer visibles los rasgos de los espacios naturales de Berlín, si bien dañaba en gran medida las estructuras arquitectónicas existentes. La reconstrucción de los años 50 cambiaría esa tendencia y sí que se orientaría principalmente en las estructuras existentes.



Sin embargo, la dicotomía volvería a hacerse todavía más evidente al disgregar la ciudad tanto culturalmente, creando el Kulturforum (1) como contrapunto de la isla de los museos de Schinkel (2); como comercialmente, a través de la Einkaufsmeile del Europa Center (3) en oposición a Alexanderplatz (4). A lo que habría que añadir la clara diferenciación de las dos tipologías urbanas expresadas a través de las emblemáticas actuaciones en Hansaviertel (5) y de la Stalinallee (6). Esta disgregación culminaría con la construcción del muro en 1961 separando físicamente Berlín en dos ciudades.

Durante las décadas de los años 60 y 70 se realizó una ampliación urbana adecuada al tráfico y una importante utilización de los espacios libres. La planificación de zonas verdes de esos años se incorporó al plan de ordenación territorial de 1953 de Berlín Este y el Plan de Gestión Territorial de 1965 de Berlín Oeste.

En los 80, nació el Plan de Gestión Territorial para el entonces Berlín Oeste y se pusieron las bases para la elaboración del Programa del Paisaje y de Protección de las Especies así como de los planes del paisaje. Se acordó este programa en 1988 que se dividía en cuatro programas:

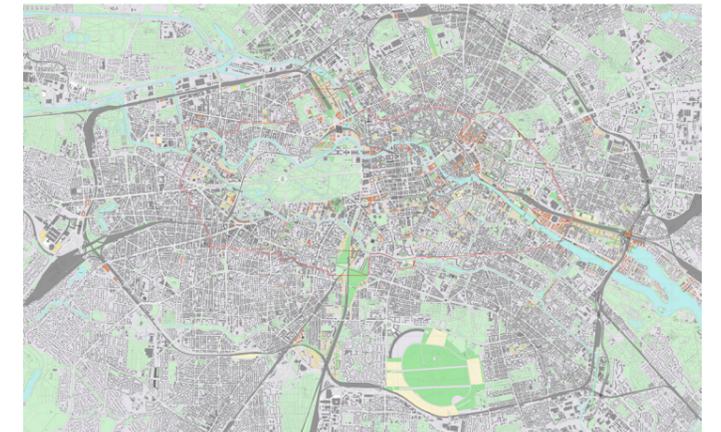
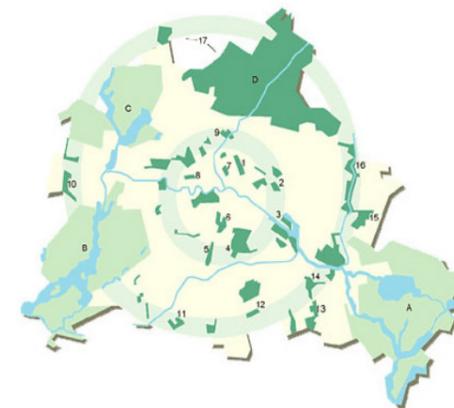
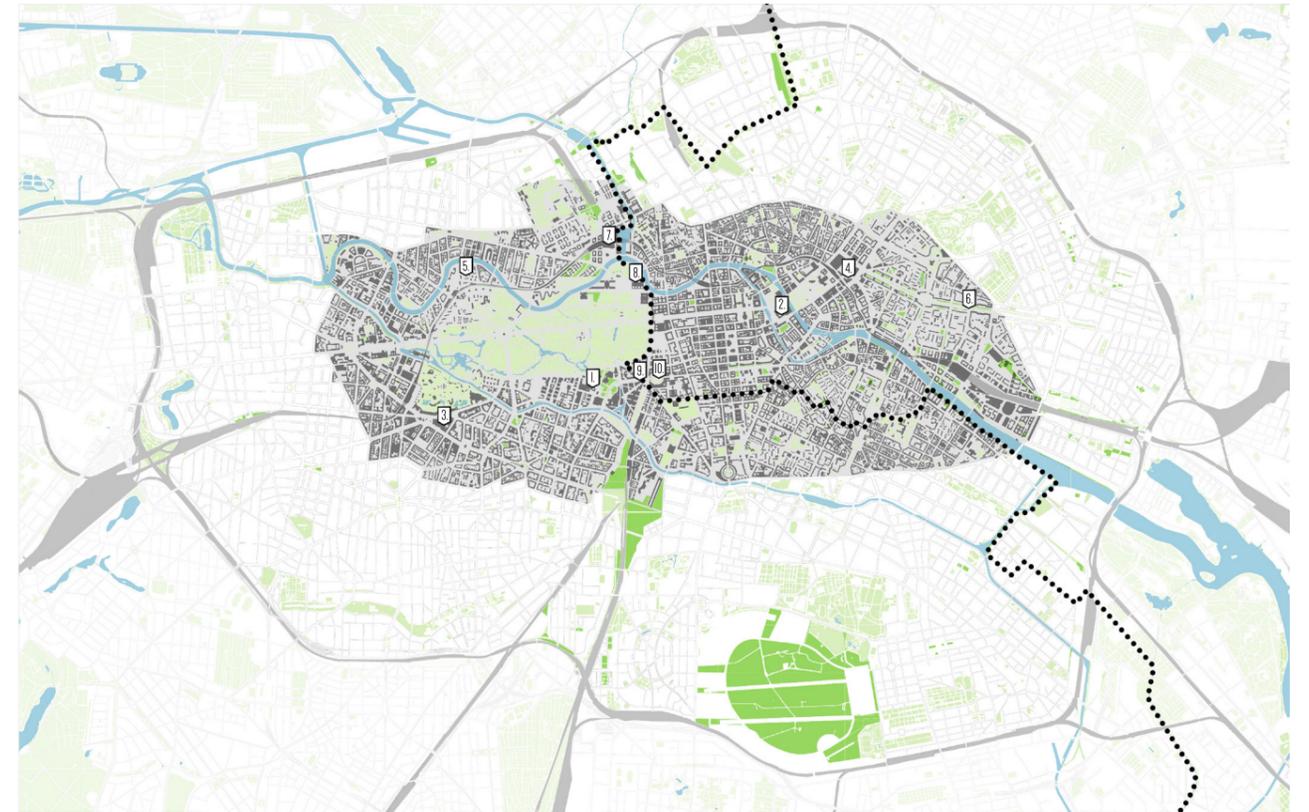
- Ecosistema y Protección del Medioambiental.
- Protección del Biotopo y de las Especies.
- Paisaje.
- Uso Recreativo y Utilización de los Espacios Libres.

Tras la caída del muro, comenzó la labor de volver a unir las dos mitades de la ciudad, lo cual fue posible en gran medida gracias a intervenciones como las de la estación central de trenes o Hauptbahnhof (7) y los edificios gubernamentales Band des Bundes (8) al norte del Tiergarten y Potsdamer Platz (9) al sur. Estas actuaciones tuvieron especial interés ya que sirvieron de nexo entre Leipziger Platz (10) y el Kulturforum mientras ayudaron a cicatrizar las heridas creadas por el muro.

De manera simultánea se preparó para el Berlín ya reunificado el procedimiento para el Programa del Paisaje y de Protección de las Especies, que fue acordado el 27 de octubre de 1990. Se esperaba un crecimiento vertiginoso de la metrópolis, con un aumento de población de hasta 300.000 habitantes y de un millón y medio en la región. Pero a partir del año 2000, al disminuir la actividad constructora en Berlín y empeorar la situación económica del estado federal de Berlín, fue necesario establecer nuevas prioridades en el ámbito de la planificación. Por ese motivo se creó el Plan de Desarrollo Urbano (STEK) 2020, sometido a debate público.

No obstante, la situación de la vivienda sigue siendo desesperada. Durante la postguerra se construyeron enormes barrios sobre lo que hoy es la periferia de la ciudad unida, en lugares como Marzha y Hellersdorf. Estos barrios son el hogar de cientos de miles de personas en una situación desfavorable y sin las infraestructuras adecuadas y requieren de una fuerte inversión para evitar que se conviertan en suburbios.

A pesar de todo, tras la crisis, Berlín ha vuelto a apostar por volver al foco de la arquitectura internacional, y no son pocos los concursos que se han realizado, precisamente, de torres de viviendas. Dos claros ejemplos son las torres de Barkow Leibinger en (180m) y de Frank Gehry en Alexander Platz (150m).

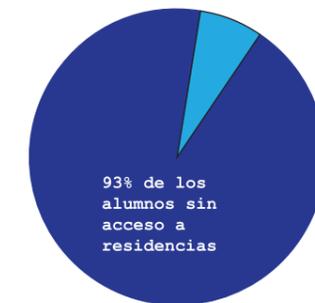
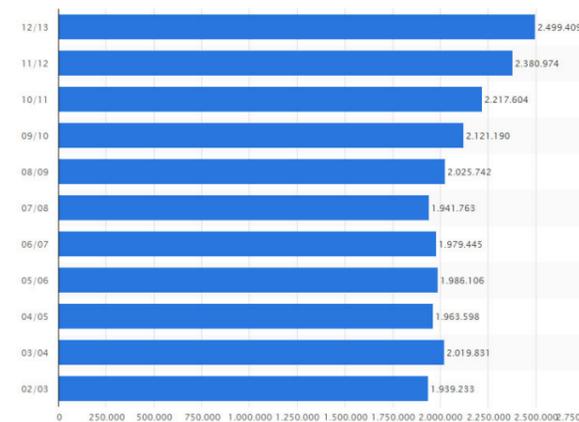
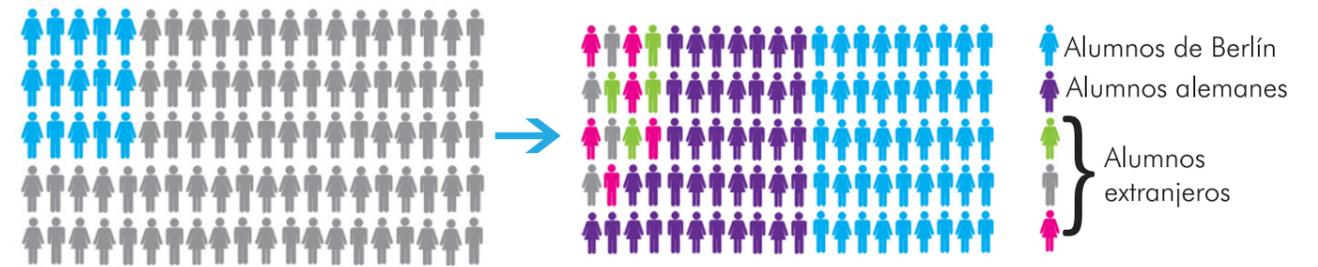


## 01.2 MAREA UNIVERSITARIA

A la difícil situación de la vivienda en Berlín hay que añadirle el grave problema que están sufriendo las principales ciudades alemanas debido a un incremento de estudiantes. Además, en el caso de Berlín esta situación se acentúa debido a que acoge hasta 4 universidades, 4 escuelas superiores de arte 7 universidades politécnicas, 26 centros de educación superior privados homologados, 22 parques tecnológicos y viveros de empresas en la ciudad y 70 centros de investigación extrauniversitarios.

De hecho, la cantidad de jóvenes estudiando en Berlín ha alcanzado el 15% de la población de Berlín, de los cuales un 14% corresponde a alumnos extranjeros. La mayor predisponibilidad social para estudiar una carrera universitaria y la escasez de titulados cualificados en la economía alemana contribuyen a esta situación que resulta aún más alarmante si se tiene en cuenta que las residencias universitarias sólo pueden acomodar un 7% del volumen de estudiantes. Esto repercute en el mercado de vivienda de alquiler disparando los precios y dificultando gravemente las posibilidades de lograr una vivienda asequible.

Por otro lado, esta tendencia no parece que vaya a disminuir durante los próximos años por lo que es razonable pensar que en el caso de ciudades como Berlín, Frankfurt o Colonia, en el que las universidades se encuentran en un entorno urbano ya denso de por sí, las soluciones pasen por construir residencias de estudiantes en altura. Esta solución ya se ha puesto en marcha en ciudades como Chicago o Boston y sus ventajas son claras, puesto que además de los beneficios habituales de la vivienda en altura, en las que la utilización de espacio y recursos es óptima, la residencia se integra en la estructura del campus universitario y se aprovecha de la excepcional comunicación con el resto de la ciudad mediante el transporte público. Al mismo tiempo, la construcción de un edificio de estas características otorga visibilidad al campus al formar parte activa del skyline de la ciudad y convertirse en un hito urbano.



## 02 EL PROYECTO:

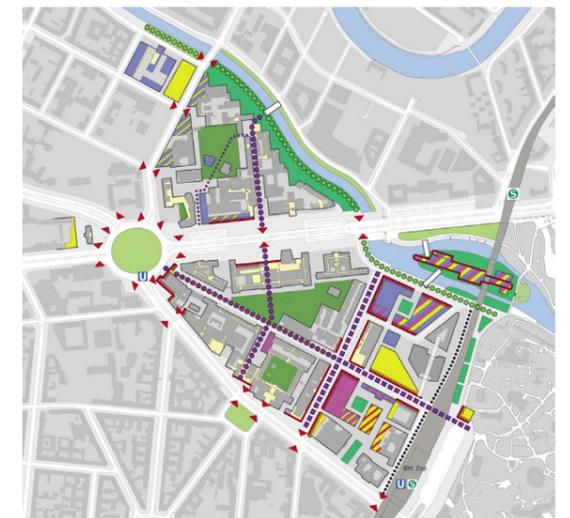
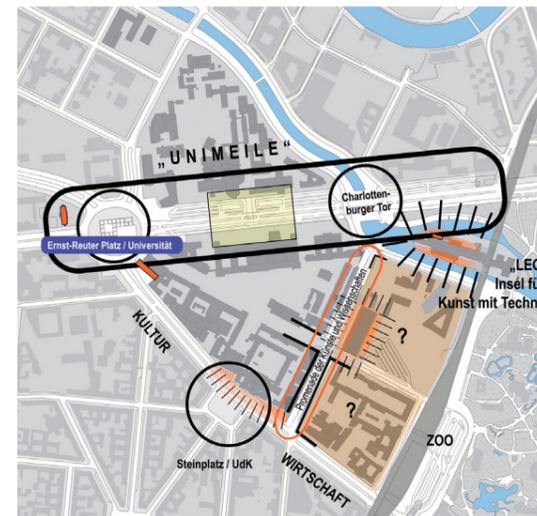
### 02.1 EL LUGAR

La Technische Universität (TU) de Berlín, situada a ambos lados de la avenida 17 Juni, eje principal del Tiergarten, ofrece un carácter inusualmente metropolitano. Éste se acentúa con la altura superior a la media de los edificios adyacentes, de entre cinco y diez plantas, entre los que destacan la facultad de telecomunicaciones de 22 pisos y el Instituto Heinrich-Hertz de 17. El conjunto del campus forma una trama única que a pesar de ser atravesada por una vía importante como es la avenida 17 Juni, funciona de manera adecuada para el volumen de alumnos, docentes y trabajadores del campus. Sin embargo, la situación cambia en la zona sureste del campus, donde precisamente dos de los focos más importantes como son la parada de metro y la estación de autobuses, se conectan a través de la zona menos desarrollada del campus.

Esta problemática queda reflejada en el Master Plan Uni Campus City West de 2009, desarrollado por Nieto y Sobejano, que busca revitalizar principalmente las parcelas que rodean la biblioteca para re-matar adecuadamente los límites de la universidad con el metro y con el Zoo adyacente. Como consecuencia, proponen una serie de nuevos edificios que articulan un nuevo paseo junto al canal, un nuevo parque y una nueva calle que permita un acceso más directo a las estaciones de autobuses y de trenes.

Como resultado, la sustitución de dos edificios planteados por una torre residencial para estudiantes aportaría todos los beneficios ya comentados al mismo tiempo que mantiene la revitalización del campus que perseguía el Master Plan Uni Campus City West de 2009. Por otro lado, el hecho de alcanzar los 150m de altura la convertiría automáticamente en una de las torres más altas de Berlín, lo que lo que supondría un hito fácilmente reconocible desde el Tiergarten y por supuesto desde la puerta de Brandenburgo y el Reichstag.

Para el emplazamiento de la torre se ha escogido un lugar privilegiado, delimitado al norte por el canal y al sur por la biblioteca. Por otro lado se encuentra en medio del camino utilizado por los estudiantes para llegar al metro, lo que implica que los estudiantes no llegarán exclusivamente desde el oeste sino también desde el sur debido a la biblioteca y desde el sureste debido a las paradas de metro y autobús. Esto conlleva plantear cuidadosamente las zonas de paso para facilitar el movimiento de la ingente cantidad de personas que usará a diario ese paso.



## 02.2 CONCEPTO

El proyecto asimila el master plan y configura los edificios adyacentes para mantener el parque interior al tiempo que dispone una pieza horizontal que responde a las necesidades urbanas y programáticas más inmediatas de la Technische Universität.

Por ello, crea un espacio cerrado pero permeable que no sólo permite el paso a través de él conectando la zona noroeste del campus con las paradas de metro y autobuses al sureste, sino que supone un lugar agradable en el que comer, comprar o descansar... es decir, trata de crear ciudad dentro de la torre mientras resguarda del frío invierno berlinés.

En la torre, una doble piel crea un espacio de terraza que además de proporcionar un lugar agradable y ventilado en verano, funciona a modo de colchón térmico reduciendo el consumo energético necesario para la calefacción. Por otro lado, una chimenea solar situada junto a los elementos de comunicación vertical de la torre, recorre todas las plantas y conecta tanto las zonas comunes como las terrazas, logrando una ventilación natural en verano y una recuperación del calor del aire exhausto en invierno.

El invernadero, junto con la chimenea solar y la doble fachada de la torre, forman las claves que configuran y modelan un proyecto que ha buscado, además de ser lo más sostenible posible, aprovechar la presencia que otorga superar los 150m de altura para mostrar una arquitectura comprometida con el medio ambiente que es posible y deseable en las ciudades actuales.



## 02.3 PROGRAMA

El reparto del programa se refleja claramente en los dos volúmenes que componen el edificio. La pieza horizontal alberga los espacios públicos y las zonas de servicio de la residencia y el hotel, mientras que la torre la componen únicamente las habitaciones con los espacios comunes asociados y el sky-bar que remata el edificio.



La torre se divide en tres bloques de 10 plantas separados por plantas técnicas que albergan 100 habitaciones individuales, 120 habitaciones dobles y 20 apartamentos de estudiantes así como 170 habitaciones de hotel.

Los bloques de la residencia se dividen en grupos de dos plantas conectados verticalmente que generan espacios de encuentro de estudiantes y en los que se reparten las zonas de estudio y ocio. Las habitaciones individuales, con una mayor autonomía, se sitúan en el ala este mientras que las habitaciones dobles se relacionan de una manera más directa con las zonas comunes.

A su vez, la base se divide en 3 alturas en función del grado de privacidad requerido por cada uso.

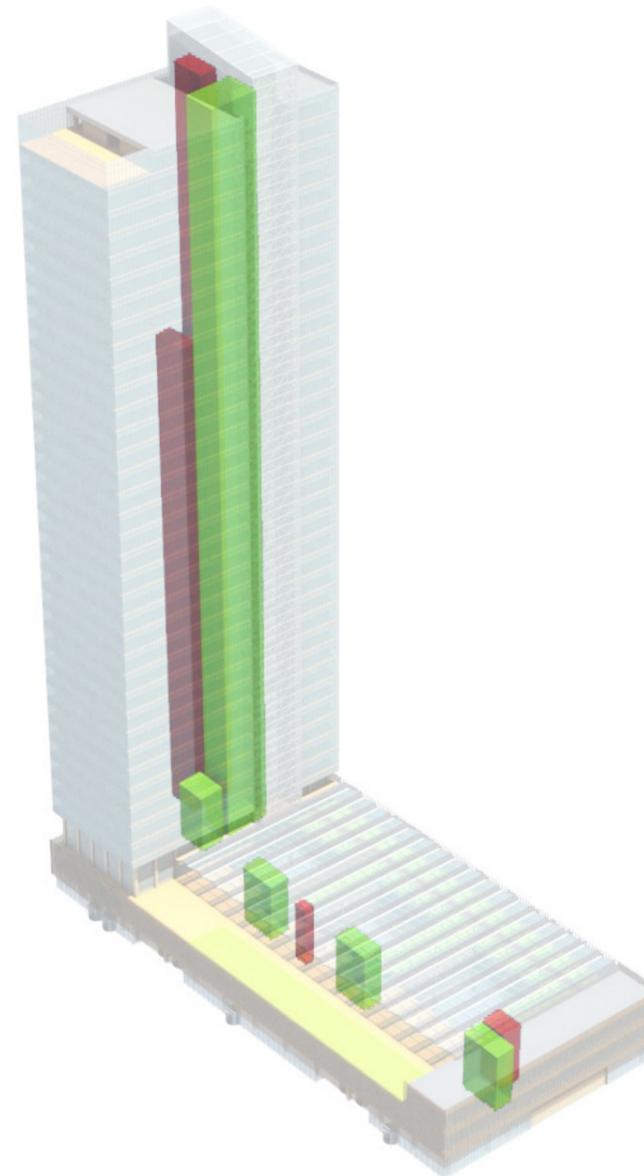
La planta baja alberga los usos totalmente públicos como la cafetería/comedor y los comercios, así como la recepción de la residencia y el hotel. La primera planta incluye las zonas semipúblicas como son la zona administrativa y los distintos espacios multiusos relacionados con posibles congresos o exposiciones organizados por la universidad y ligados también a los huéspedes del hotel. En la tercera planta se encuentran el gimnasio y el invernadero que encierra un espacio de cultivo urbano para beneficio tanto de los estudiantes como del comedor.

Planta	Uso	m2
<b>Sótano</b>		
	instalaciones/tratamiento y acumulación de agua/almacén/lavandería	4200
<b>PB</b>		
	comercial	750
	cafertería/comedor	470
	espacio público resguardado	1800
	Recepción torre	850
	almacén	65
	recogida basura	50
	baños	50
<b>P1</b>		
	espacios multiuso	2x200
	baños	2x50
	oficinas	1750
	salas de reunión	4x35
	guardarropa	20
	vestuarios empleados	20
<b>P2</b>		
	gimnasio	235
	vestuarios	100
	zona de cultivo altura	170
	terrace exterior	665
	zona de cultivo	1100
	aula verde	120
	zona manipulación plantas	190
	recogida de basura	15
<b>Planta tipo residencia 1</b>		
	habitaciones	380
	zonas comunes	130
<b>Planta tipo residencia 2</b>		
	habitaciones	380
	zonas comunes	65
<b>Planta tipo hotel</b>		
	habitaciones	510
	oficio	10
<b>Restaurante</b>		
	zona restaurante	205
	terrace	205
	bar	215
	cocina	50
	baños	50
<b>TOTAL</b>		<b>49550</b>

## 02.4 CIRCULACIONES

Las circulaciones cobran una vital importancia en los edificios en altura tanto para el día a día como para las situaciones de emergencia. En la torre se disponen 6 ascensores de 13 personas de los que 3 sirven al hotel llegando hasta el restaurante. En el caso de las escaleras de emergencia, se disponen de manera visible junto al pasillo de los ascensores cumpliendo en todo caso con la longitud máxima de recorrido de evacuación sin alternativa (25m) incrementada un 25% al disponer de medidas de extinción automática.

En el caso de las tres primeras plantas, se dispone un ascensor junto a los núcleos de escaleras centrales además de un segundo grupo de ascensores al final del pasillo.



## 02.5 BIOCLIMATISMO

En la arquitectura sostenible, las cuestiones medioambientales deben considerarse siempre junto a los factores económicos y sociales, puesto que las decisiones no se tomarán si no son viables, ni si afectan negativamente a los usuarios. Por ello, hay que tener siempre claro que las decisiones a tomar siempre deben mejorar la calidad de vida de los usuarios, suponer una mejor gestión económica, (en ocasiones indirectamente gracias a incentivos) y por supuesto, disminuir la huella ecológica del edificio.

Existen múltiples códigos de certificación energética entre los que destacan LEED y Verde, del Green Building Council, ASHRAE 90.1 y Living Building Challenge. Sin embargo, a pesar de las diferencias a la hora de abordar la manera de calificar los proyectos, todos cumplen con ciertos apartados de criterios básicos. Aunque se han tomado decisiones en relación a varios certificados, se ha optado por enumerar las exigencias satisfechas en base al certificado VERDE:

### Parcela y Emplazamiento:

#### Residuos:

- Se dispone de una zona de almacenamiento de muebles y residuos previa recogida.
- Se dispone de un sistema de reciclaje de residuos orgánicos mediante compostaje en el sótano del edificio.

#### Xerojardinería:

- Se ha optado por plantas y árboles autóctonos excepto en el caso del interior del invernadero, donde pueden utilizarse especies aclimatadas a entornos más calurosos.
- Emplazamiento sostenible (LEED).
- Gestión del agua de lluvia.
- Reducción del efecto isla de calor mediante zonas verdes y arbolado.
- Reducción de la contaminación lumínica.

### Energía y atmósfera:

- Diseño pasivo: creación de espacios a modo de colchón térmico mediante la doble fachada y el invernadero.
- Diseño activo: generación de energía renovable gracias a los paneles fotovoltaicos integrados en la cubierta del invernadero y a la bomba geotérmica instalada en los pilotes de la cimentación.

### Agua:

- Purificación y reutilización del agua de lluvia.
- Purificación y reutilización de aguas grises.

### Materiales:

- Madera, material sin necesidad de ser importado al ser producido en Alemania.
- Acero, material reciclable.

### Calidad del aire interior:

- Alta eficiencia de la ventilación en áreas con ventilación natural.
- Porcentaje de espacios con ventilación natural efectiva el 95% de las horas.

### Aspectos sociales:

- Acceso universal a todas las viviendas al menos hasta la zona de estar.
- Acceso al sol; un 91% de las habitaciones de la residencia tienen sus estancias principales soleadas al menos 2h el 22 de diciembre.
- Espacios abiertos privados; el 100% de las viviendas cuentan con una terraza privada.

### Paneles Fotovoltaicos integrados en la cubierta:

Además de producir energía, los paneles integrados sustituyen material de construcción por lo que se optimizan los recursos utilizados. Además, al estar ventilados por el inferior, calientan el aire del invernadero en lugar de almacenar calor, lo que conlleva una pérdida de eficiencia de hasta el 4%.



### Doble piel ventilada:

La doble piel de la torre permite crear un colchón térmico en invierno que reduce el consumo energético, mientras que en verano se convierte en una zona abierta agradable y ventilada gracias al sistema de lamas verticales.



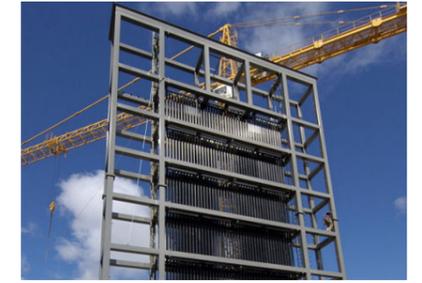
### Bomba geotérmica:

Bajo la cimentación del edificio se establece una bomba de calor de cientos de perforaciones de 15cm de diámetro y hasta 100m de profundidad por los que recorre glicol. Gracias a este sistema se consigue la energía para el 100% de la refrigeración en verano y aproximadamente el 60% de la energía necesaria para la calefacción en invierno.



### Chimenea Solar:

La chimenea solar permite la ventilación natural prácticamente durante todo el año. Además, en este caso se ha diseñado de manera que, durante el invierno, pueda cerrarse y así utilizar el aire exhausto para precalentar el aire para ventilar las plantas del hotel.



### Agricultura Urbana:

La agricultura urbana supone una manera sana y sostenible de cultivar la comida de cada uno. De este modo se evita la huella ecológica derivada del transporte de productos mientras se tiene la certeza de estar comiendo productos orgánicos.



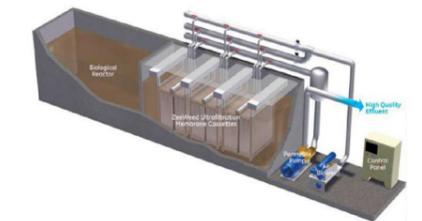
### Recolección de agua de lluvia y escorrentía:

La recolección de agua de lluvia para su posterior utilización es clave en un edificio que trata de acercarse lo máximo posible al uso neto cero de agua. La cubierta del invernadero sirve de una gran superficie para recoger dicha agua que posteriormente se almacena y trata en el sótano. El agua de escorrentía del parque también es recogido e incorporado al sistema de depuración de agua.



### Sistema de depuración de agua:

Las aguas grises y pluviales pueden ser tratadas antes de ser reutilizadas gracias a un sistema de depuración situado en el sótano del edificio. Las aguas grises son reutilizadas para las cisternas de los inodoros, mientras que las aguas pluviales se utilizan para regar tras ser tratadas mediante un sistema de rayos UV.



### Suelo radiante:

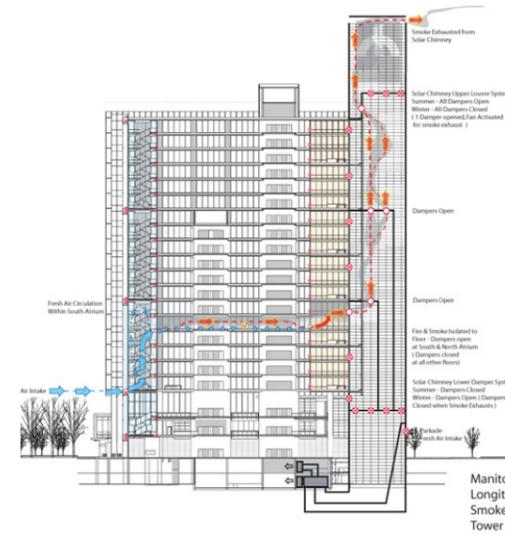
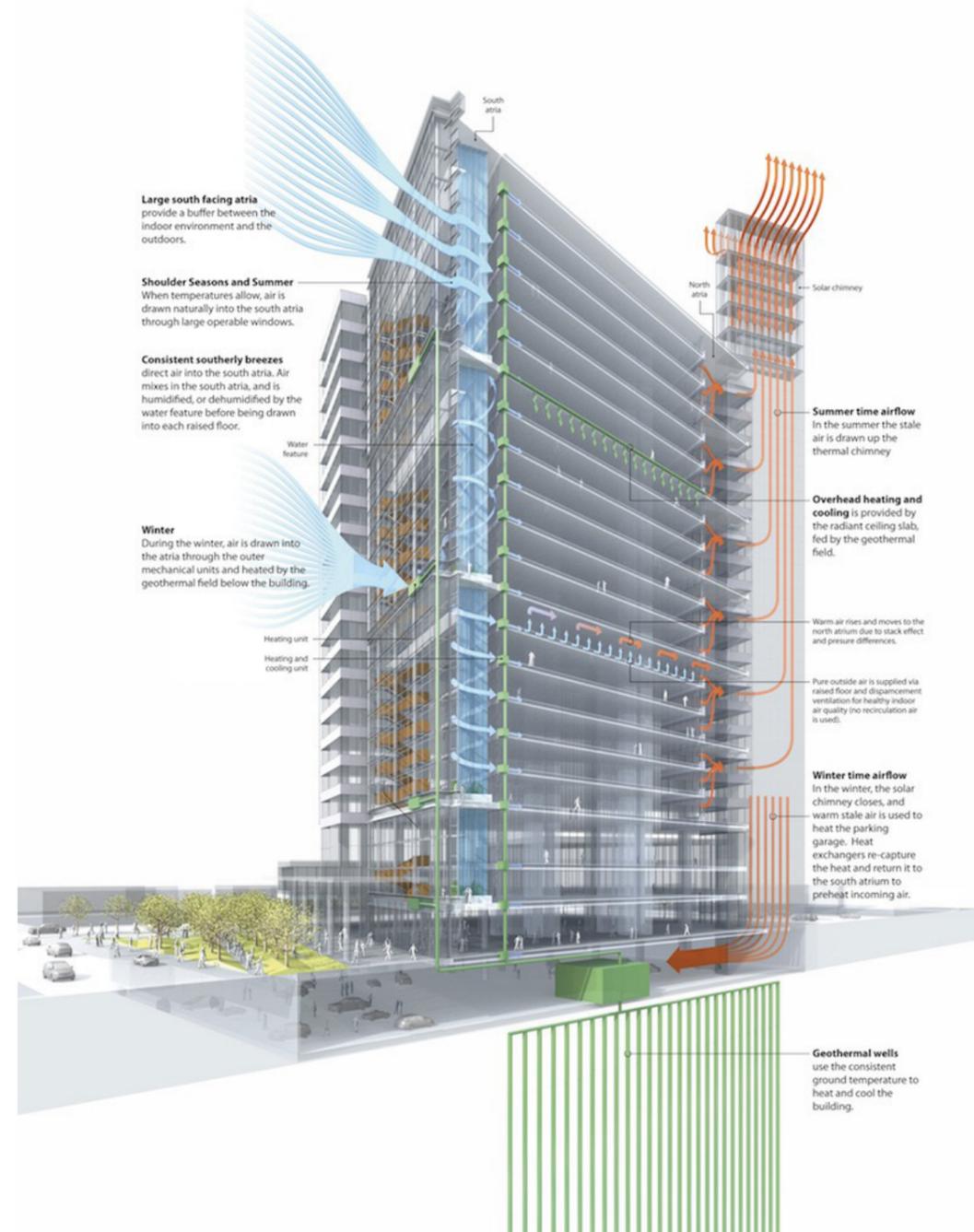
La climatización por suelo radiante proporciona una distribución de la temperatura de alto confort por la uniformidad en la disposición de calor mientras reduce las pérdidas de calor entre el generador y el emisor de calor debido a la baja temperatura del agua. Además supone la solución perfecta cuando se dispone de una fuente energética geotérmica.



## SISTEMA DE VENTILACIÓN - CHIMENEA SOLAR:

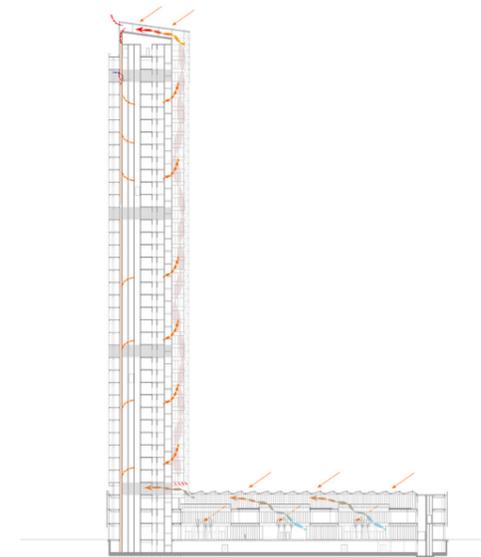
La chimenea solar y el invernadero se combinan para lograr un sistema de ventilación que permite aumentar de manera drástica las condiciones en las que se puede disfrutar de ventilación natural.

Este sistema, lejos de ser algo utópico, funciona a la perfección en edificios de altas prestaciones situados en lugares con unas condiciones tan extremas como Canadá. De hecho, la más clara referencia es el Manitoba Hydro Place, situado en Winnipeg y que consiste en un edificio de oficinas clasificado como LEED Platinum, la mayor calificación posible dentro de la certificación LEED.



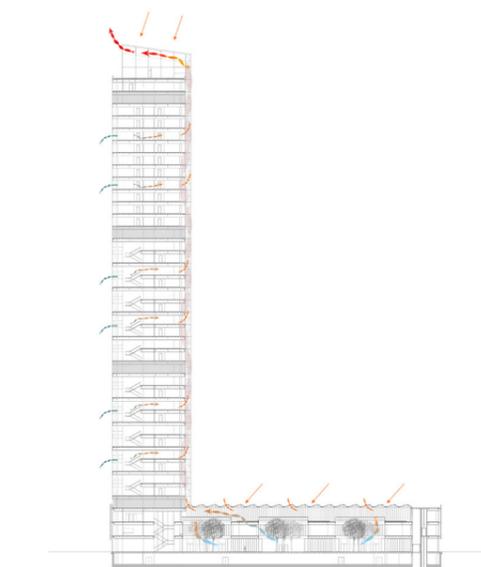
El funcionamiento es claro, la chimenea solar aprovecha la radiación solar para calentar un elemento de alta inercia térmica, en este caso tubos metálicos pintados de negro y rellenos de arena, para crear una diferencia de densidad en el aire y generar una corriente ascendente. Esto se suma al stack effect, por el cual a mayor altura mayor diferencia de presión, y por lo tanto mejor funcionamiento.

En cualquier caso, en lugares tan fríos, es necesario precalentar el aire entrante, lo que conllevaría un gasto energético importante. Condición que se puede resolver fácilmente aprovechando una vez más conceptos de diseño pasivo al precalentar el aire en atrios orientados al sur.



En el caso de la torre en Berlín, el invernadero es el espacio encargado de precalentar el aire que es liberado en los espacios comunes de la residencia y succionado por la chimenea solar.

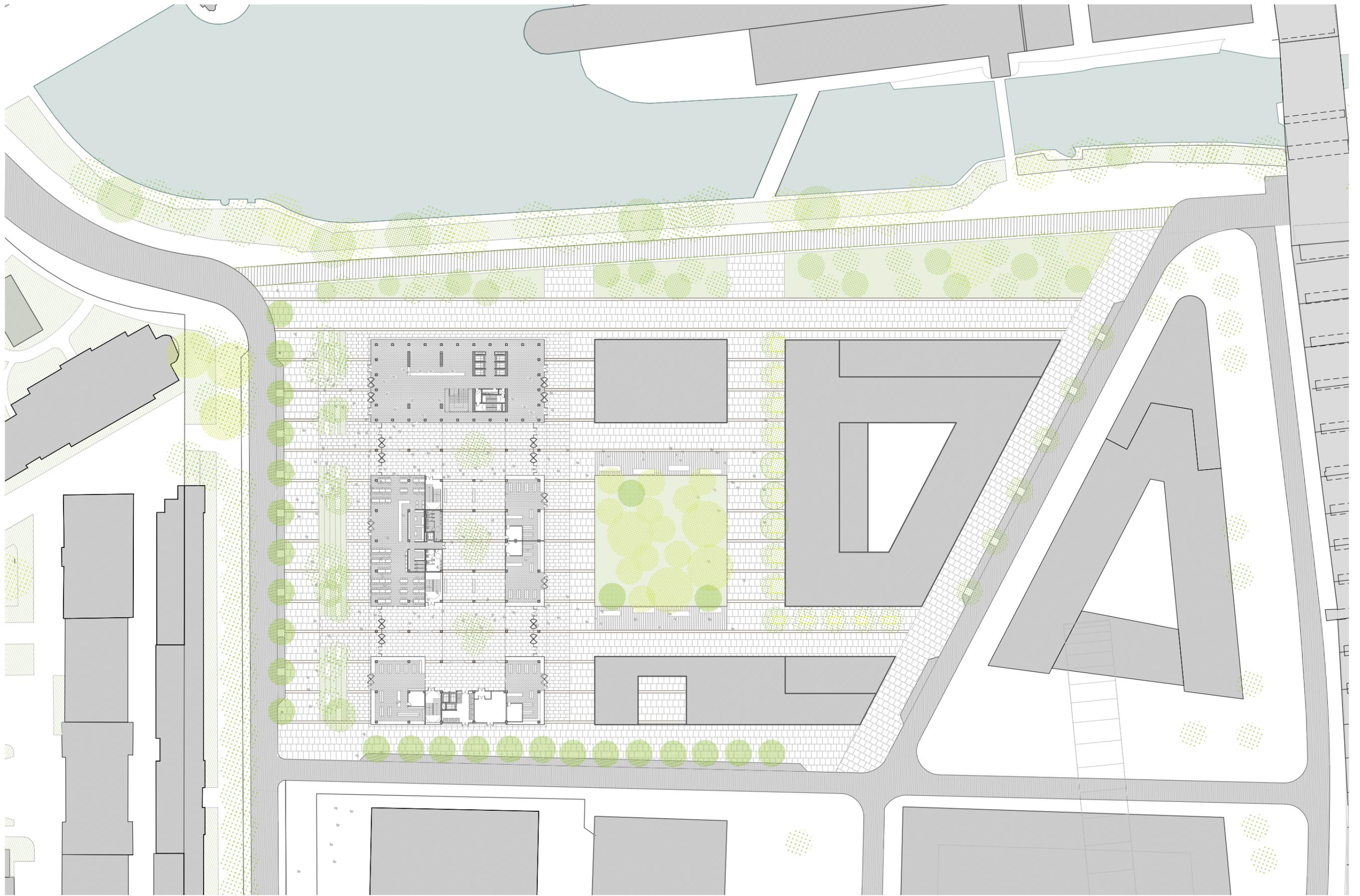
Sin embargo, a diferencia del MHP, que en invierno empuja el aire exhausto hacia abajo para recuperar el calor en el sótano, éste recupera el calor en la última planta técnica aprovechándolo para precalentar el aire a utilizar en las plantas del hotel. De este modo se logra un ahorro energético todavía mayor.

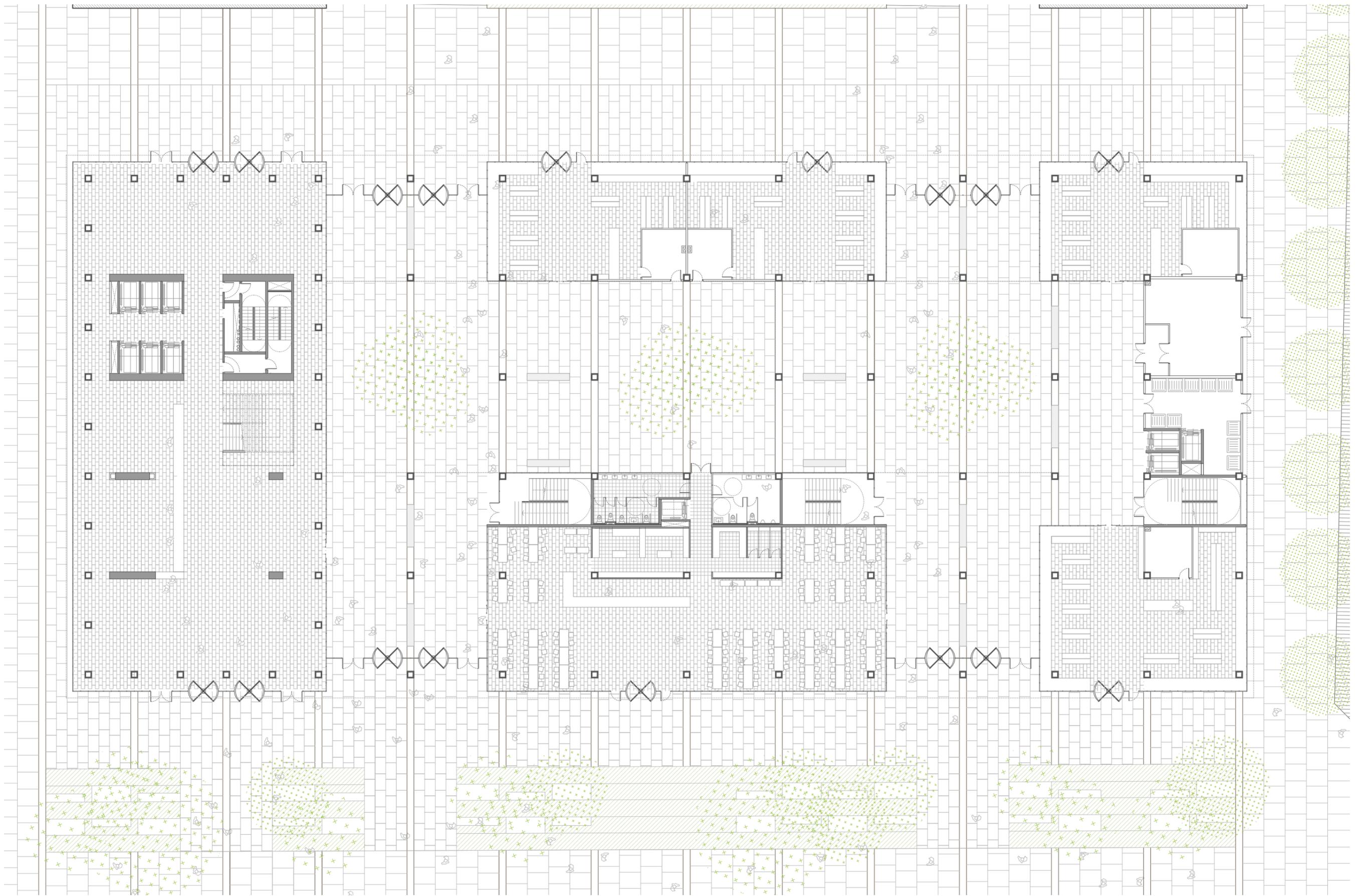


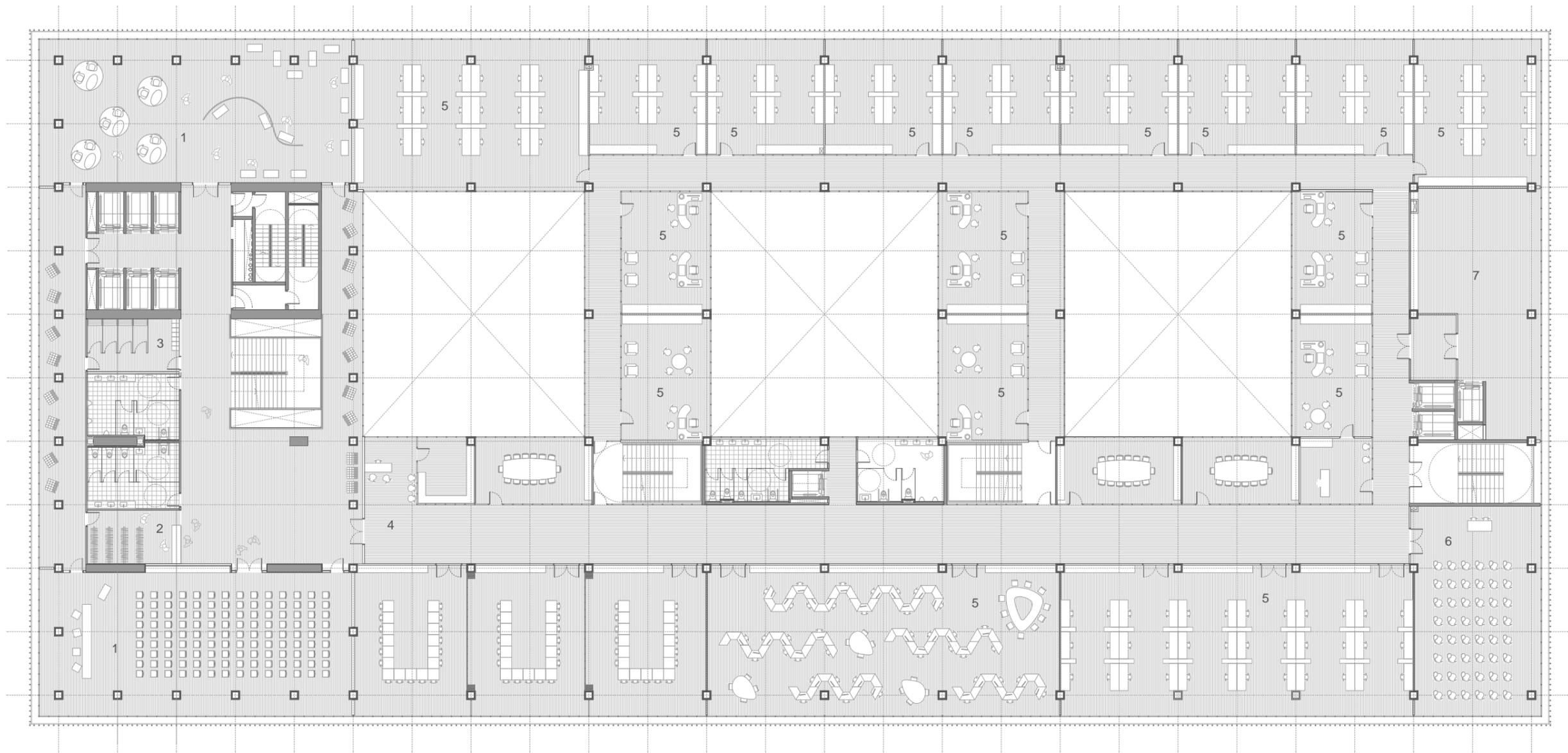
Durante el verano, el invernadero ventila directamente para evitar alcanzar temperaturas excesivas, y puesto que no es necesario precalentar el aire a utilizar, los espacios comunes se ventilan directamente a través de la fachada norte.

De esta forma, el aire exhausto es succionado una vez más por la chimenea solar y expulsado por la parte superior ayudado por el viento del este predominante en Berlín.

MEMORIA GRÁFICA

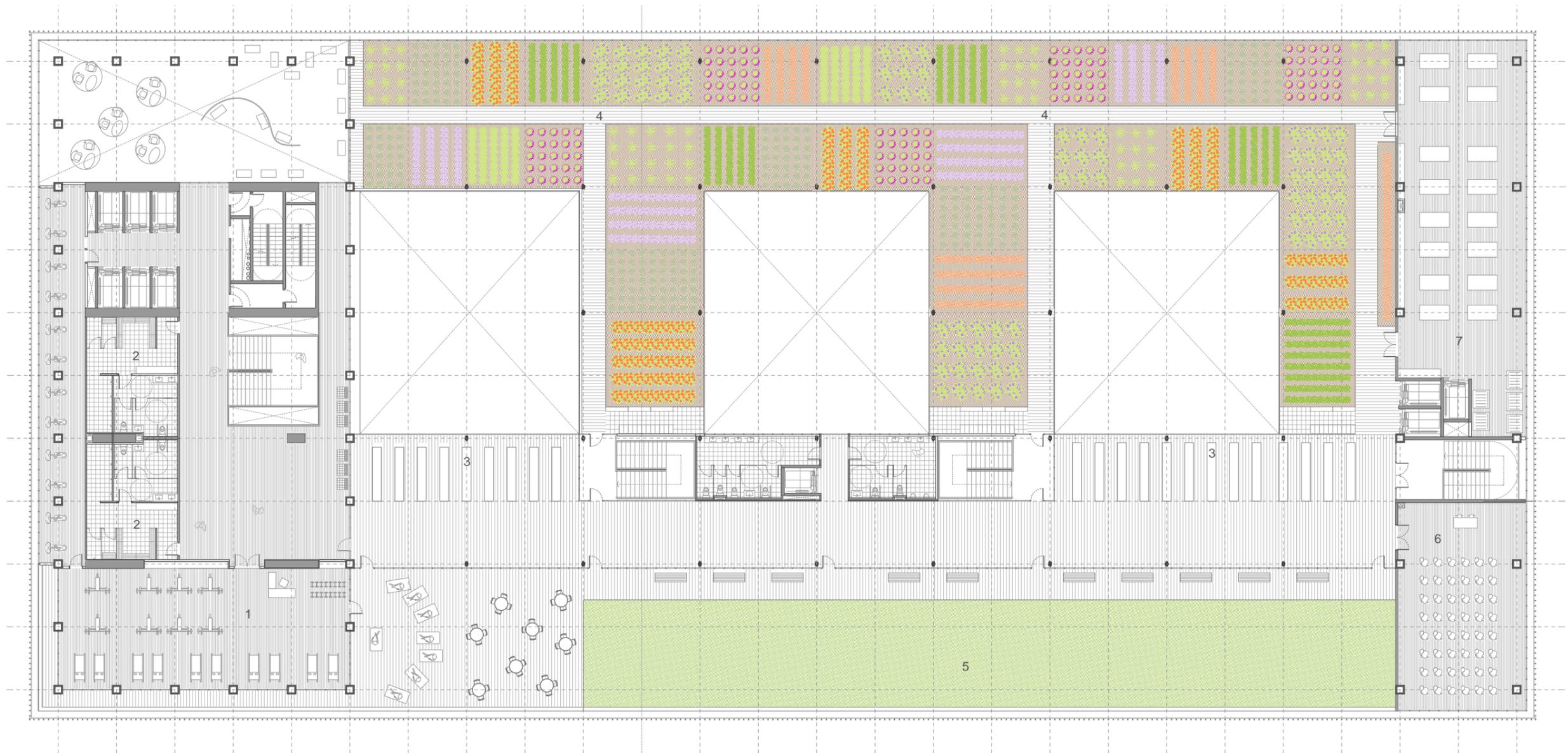






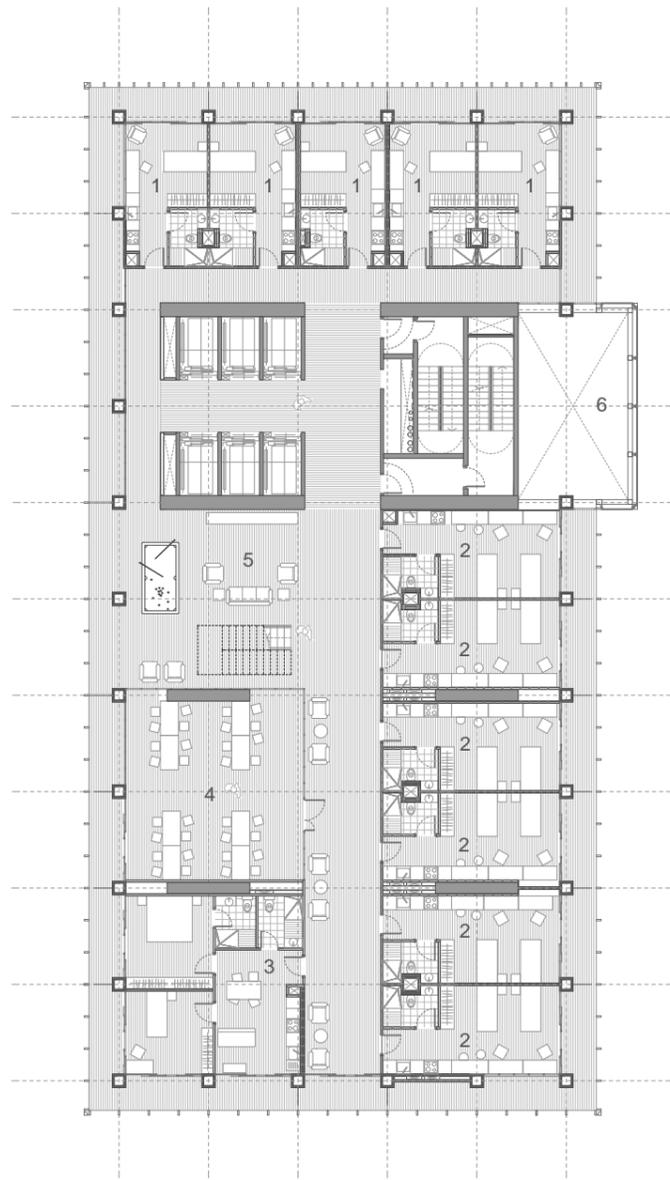
Primera Planta

- 1 Salas multiusos - 2 x 200m<sup>2</sup>
- 2 Guardarropa - 20m<sup>2</sup>
- 3 Vestuario de empleados - 20m<sup>2</sup>
- 4 Business Center - 300m<sup>2</sup>
- 5 Espacio de Oficina - 1330m<sup>2</sup>
- 6 Aula - 120m<sup>2</sup>
- 7 Almacén - 120m<sup>2</sup>



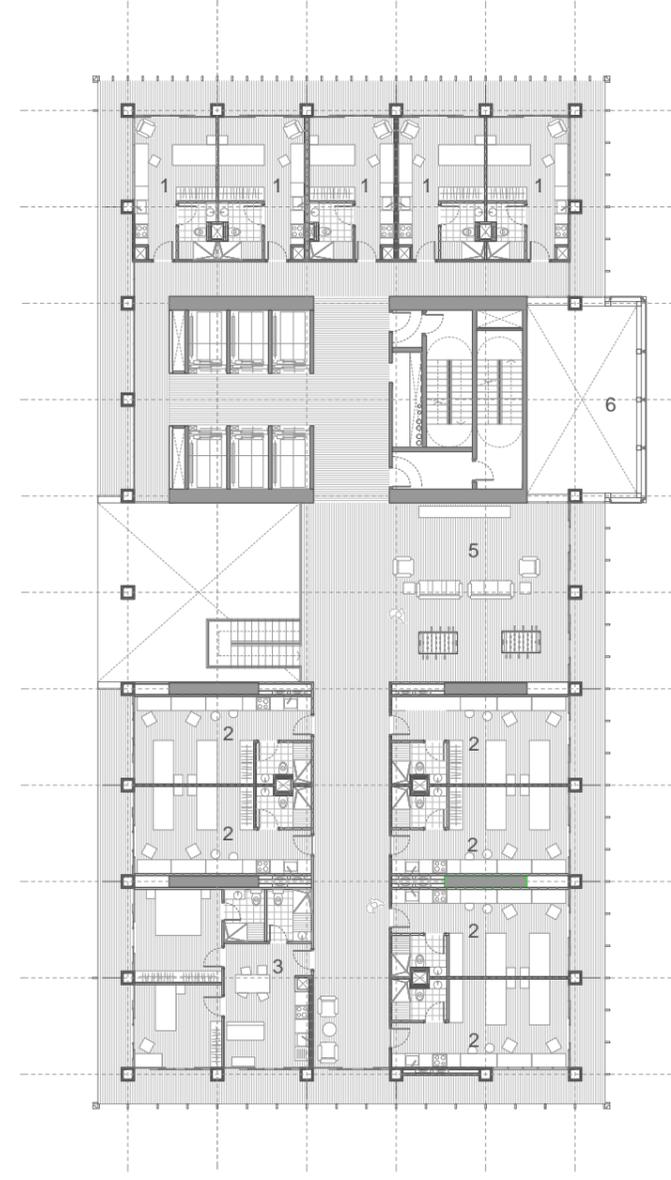
### Segunda Planta

- 1 Gimnasio - 235m<sup>2</sup>
- 2 Vestuarios - 100m<sup>2</sup>
- 3 Zona de cultivo vertical - 170m<sup>2</sup>
- 4 Zona de cultivo - 1100m<sup>2</sup>
- 5 Terraza - 670m<sup>2</sup>
- 6 Aula - 120m<sup>2</sup>
- 7 Sala preparación plantas - 120m<sup>2</sup>



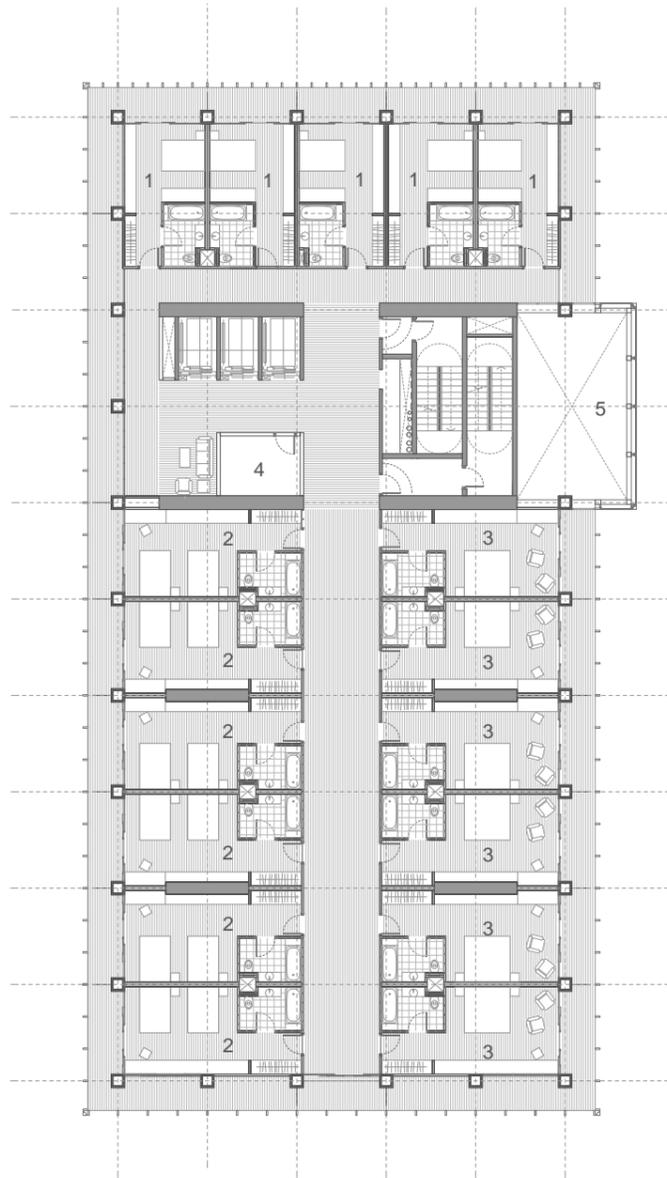
### Planta Tipo Residencia I

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1 Habitaciones individ. - 5 x 25m <sup>2</sup> | 4 Sala de estudio - 60m <sup>2</sup> |
| 2 Habitaciones dobles. - 6 x 30m <sup>2</sup>  | 5 Zonas comunes - 75m <sup>2</sup>   |
| 3 Apartamento - 60m <sup>2</sup>               | 6 Chimenea Solar- 38m <sup>2</sup>   |



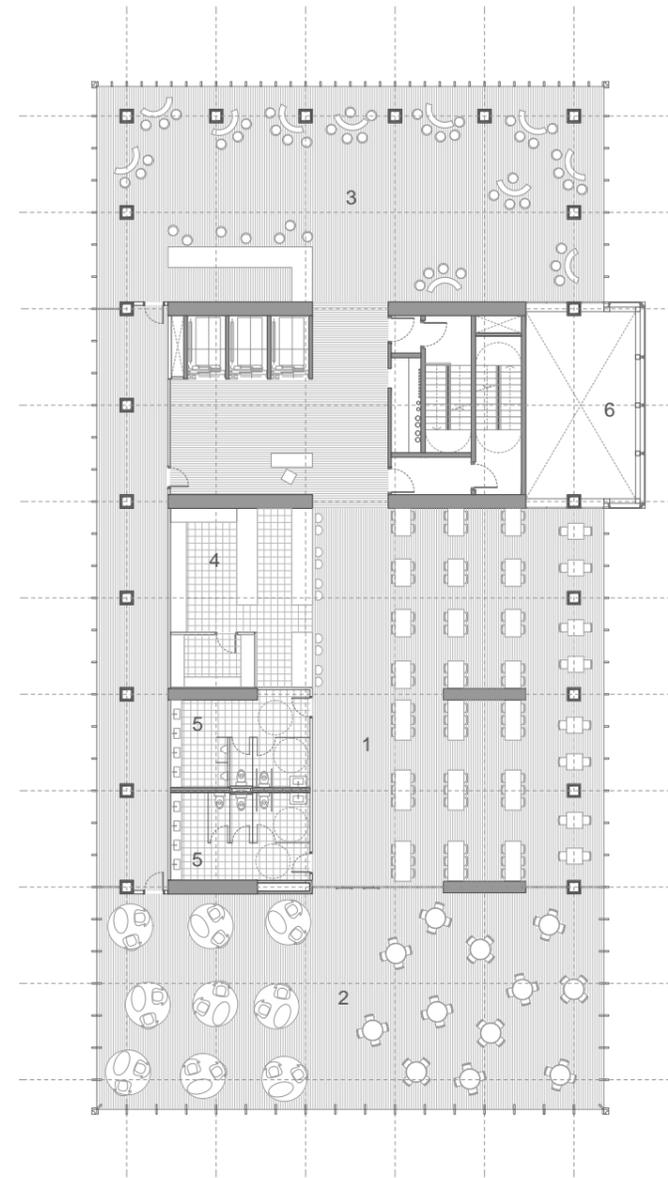
### Planta Tipo Residencia II

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1 Habitaciones individ. - 5 x 25m <sup>2</sup> | 4 Zonas comunes - 75m <sup>2</sup> |
| 2 Habitaciones dobles. - 4 x 30m <sup>2</sup>  | 5 Chimenea Solar- 38m <sup>2</sup> |
| 3 Apartamento - 60m <sup>2</sup>               |                                    |



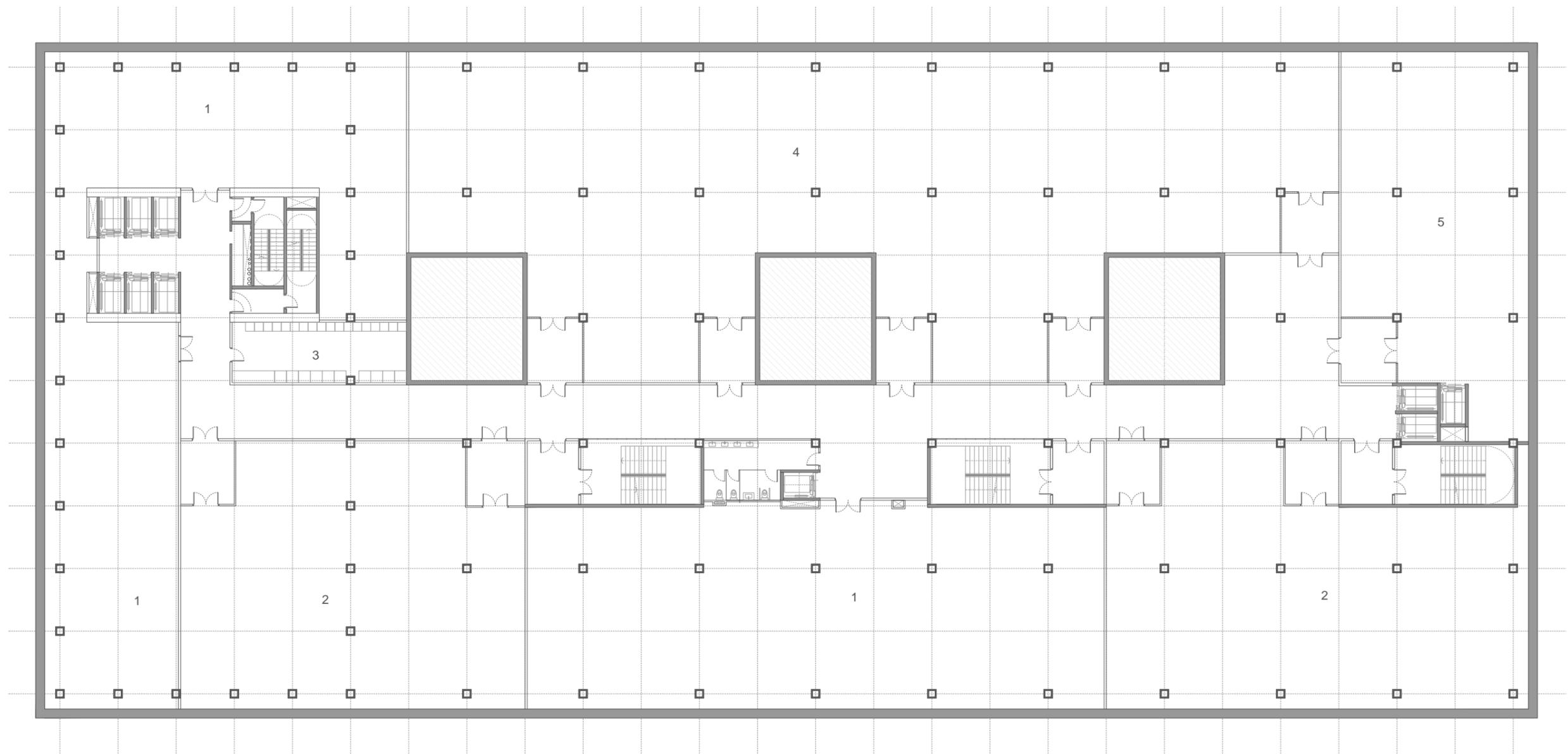
### Planta Tipo Hotel

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 Habitaciones individ. - 5 x 25m <sup>2</sup>  | 4 Oficio - 10m <sup>2</sup>        |
| 2 Habitaciones Dobles - 6 x 30m <sup>2</sup>    | 5 Chimenea Solar- 38m <sup>2</sup> |
| 3 Habitaciones Suite Jr. - 6 x 30m <sup>2</sup> |                                    |



### Planta Sky-bar

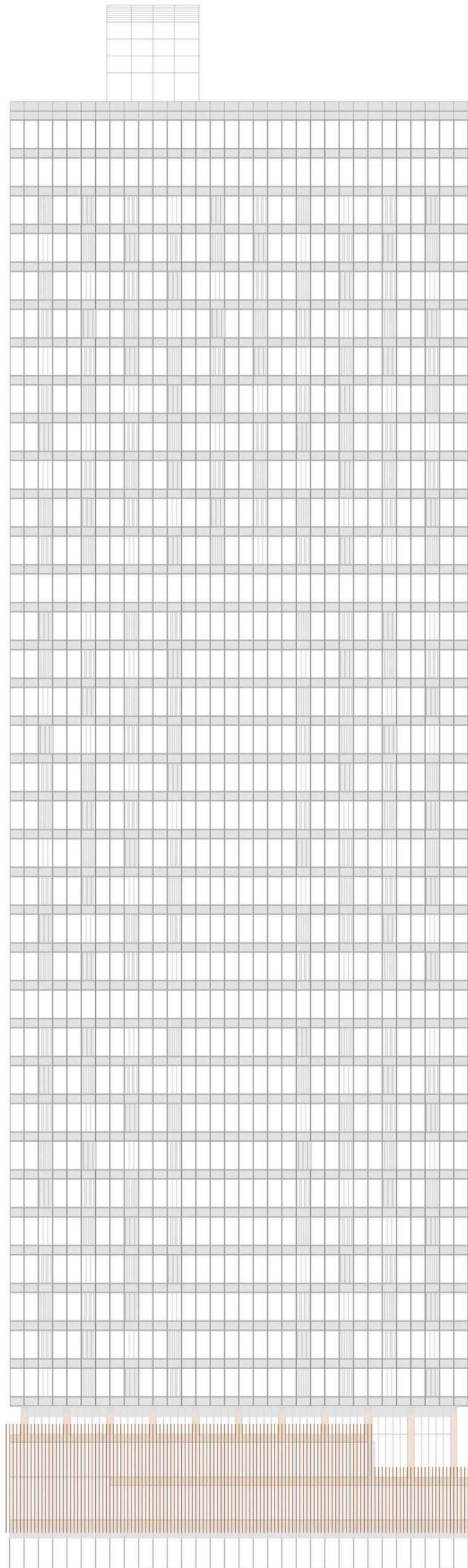
- |                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 Restaurante - 205m <sup>2</sup> | 4 Cocina - 50m <sup>2</sup>        |
| 2 Terraza - 205m <sup>2</sup>     | 5 Servicios - 50m <sup>2</sup>     |
| 3 Bar - 215m <sup>2</sup>         | 6 Chimenea Solar- 38m <sup>2</sup> |



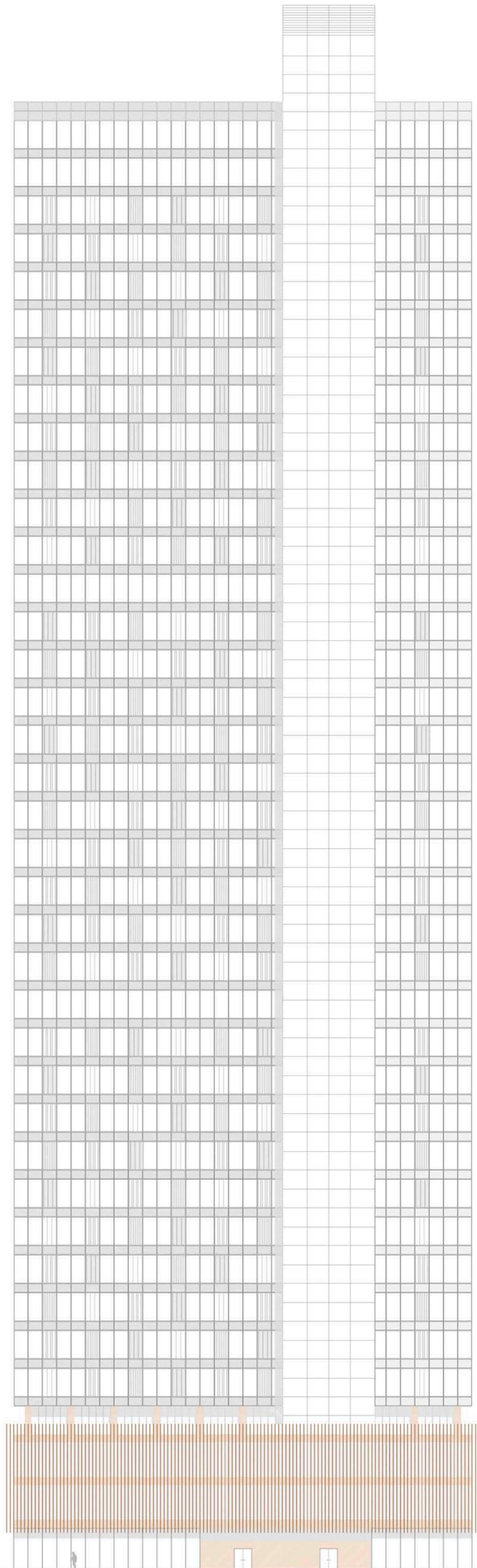
### Planta Sótano

- 1 Sala de maquinas
- 2 Almacén
- 3 Lavandería

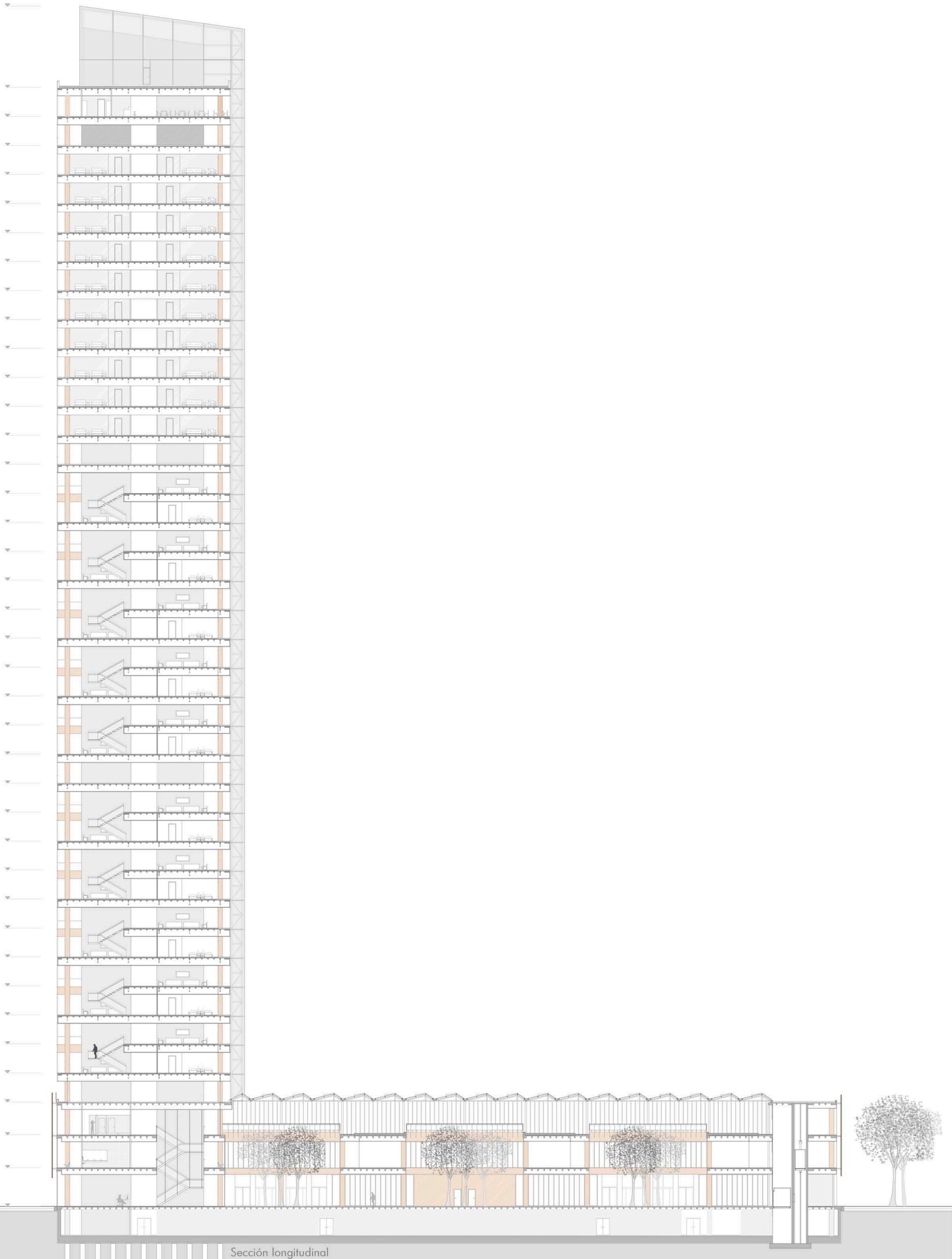
- 4 Zona de tratamiento de agua
- 5 Gestión de residuos y compostaje



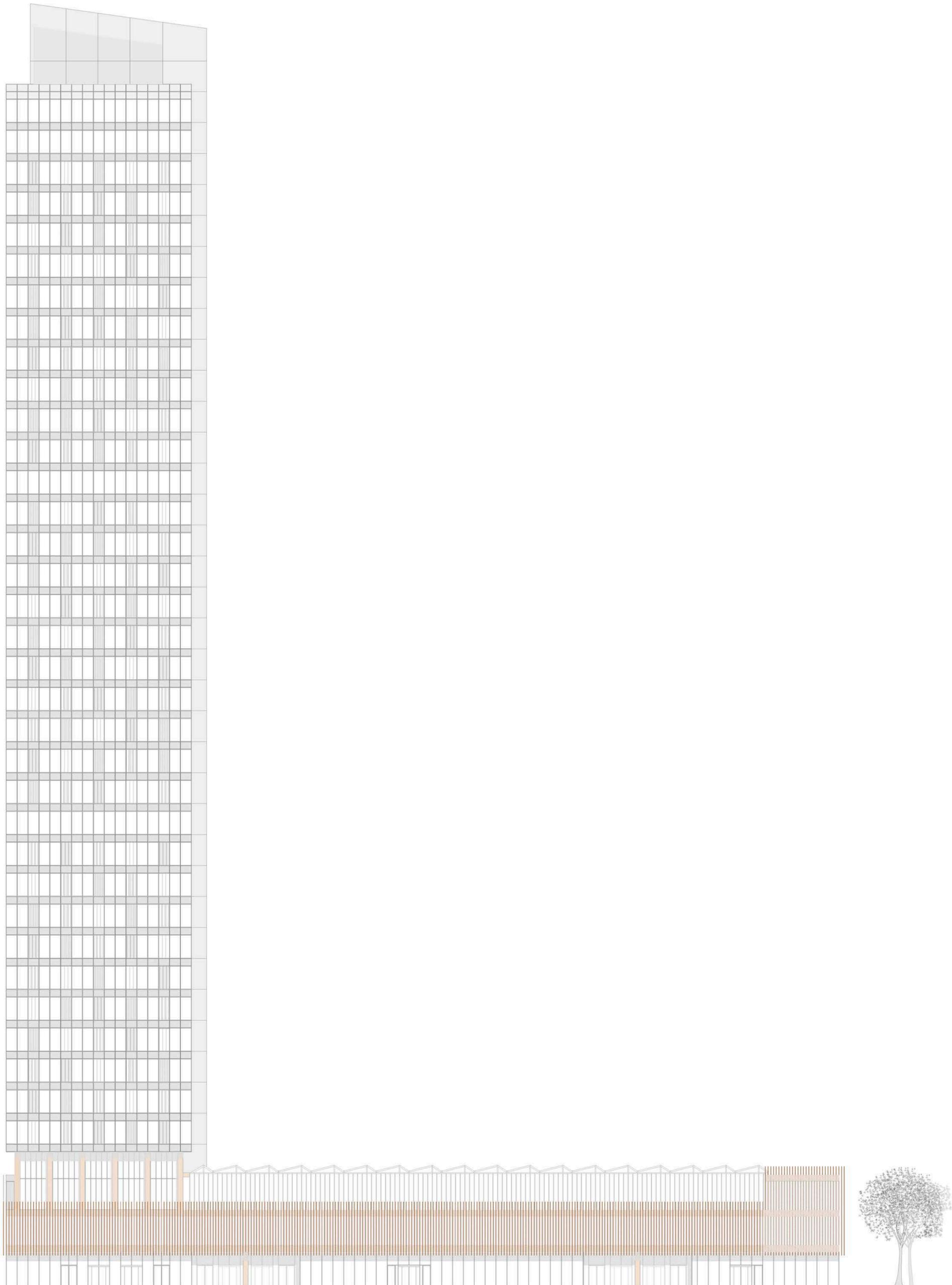
Alzado Norte



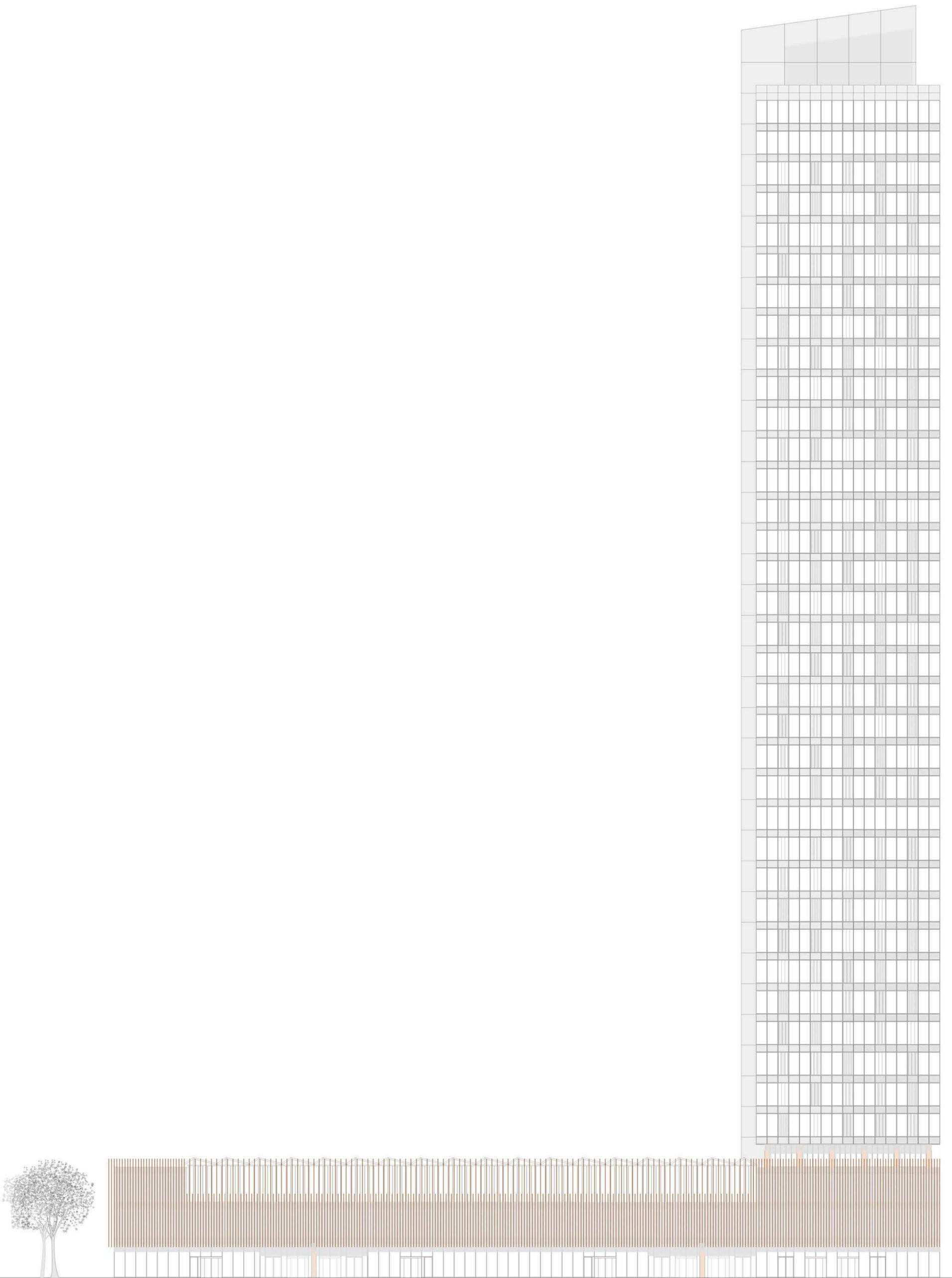
Alzado Sur



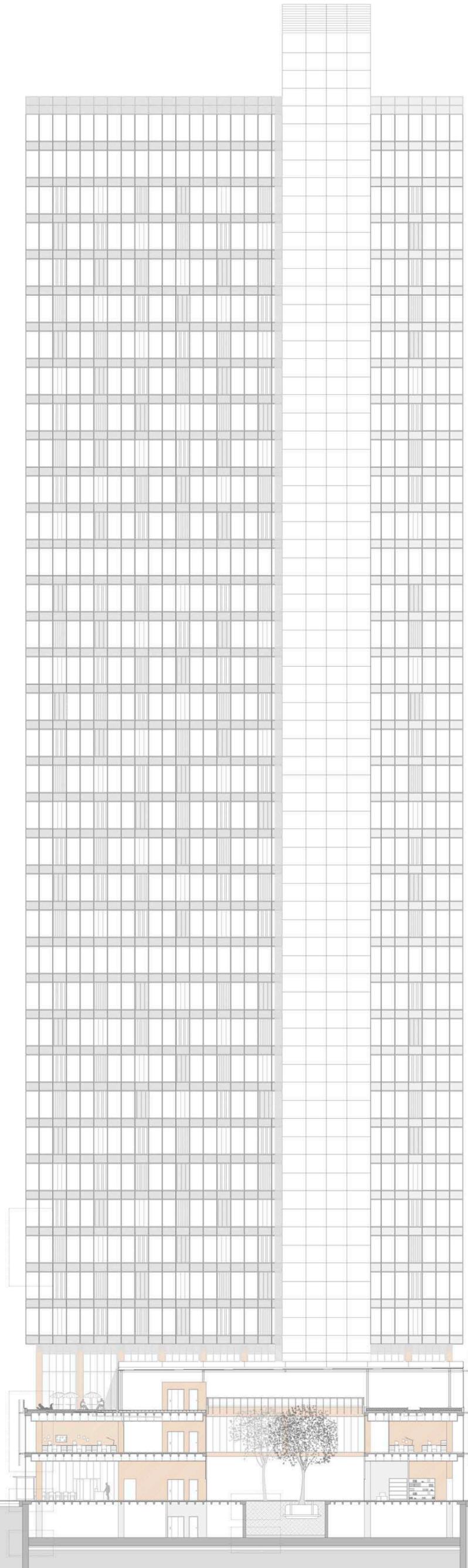
Sección longitudinal



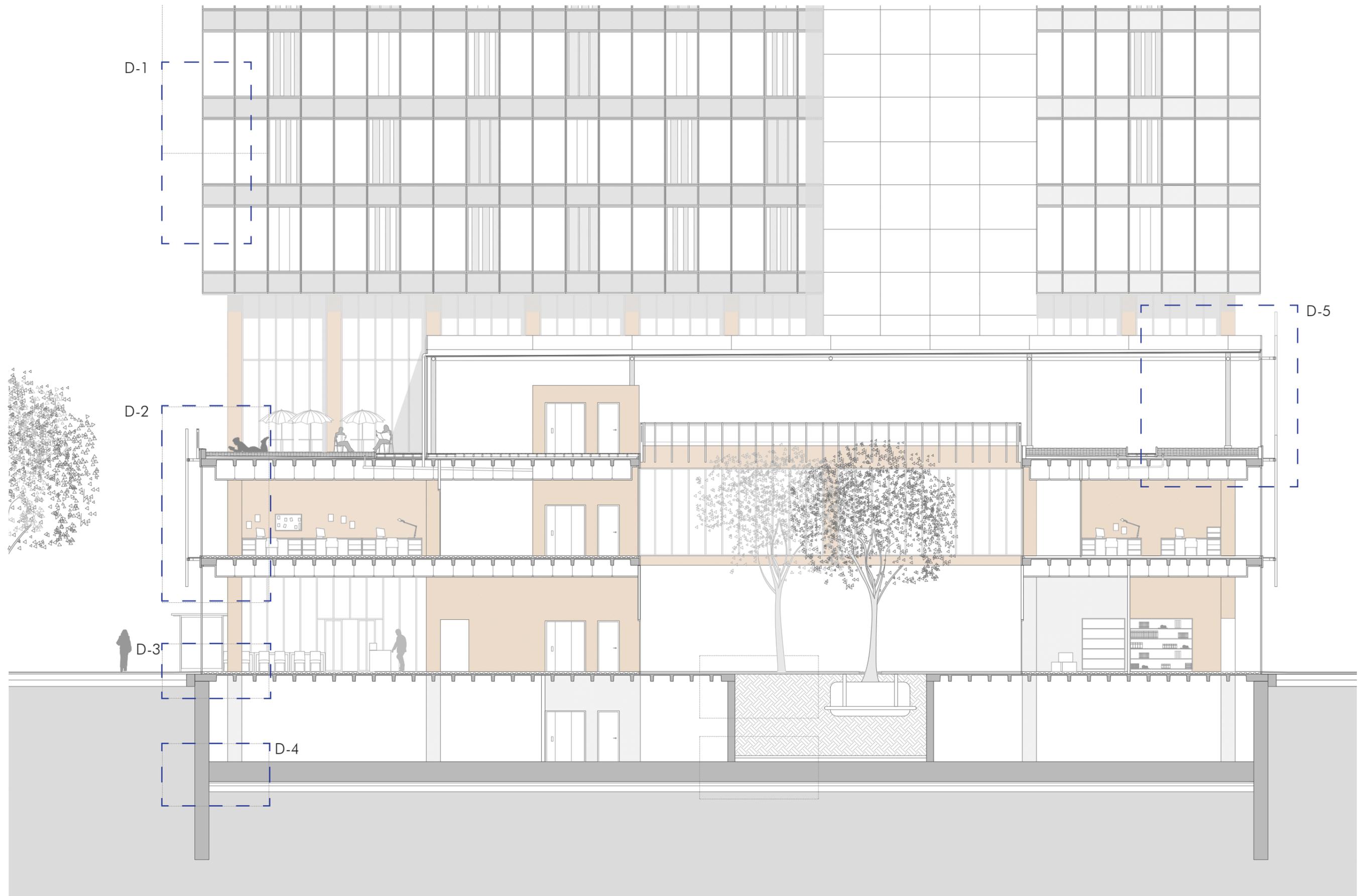
Alzado Oeste

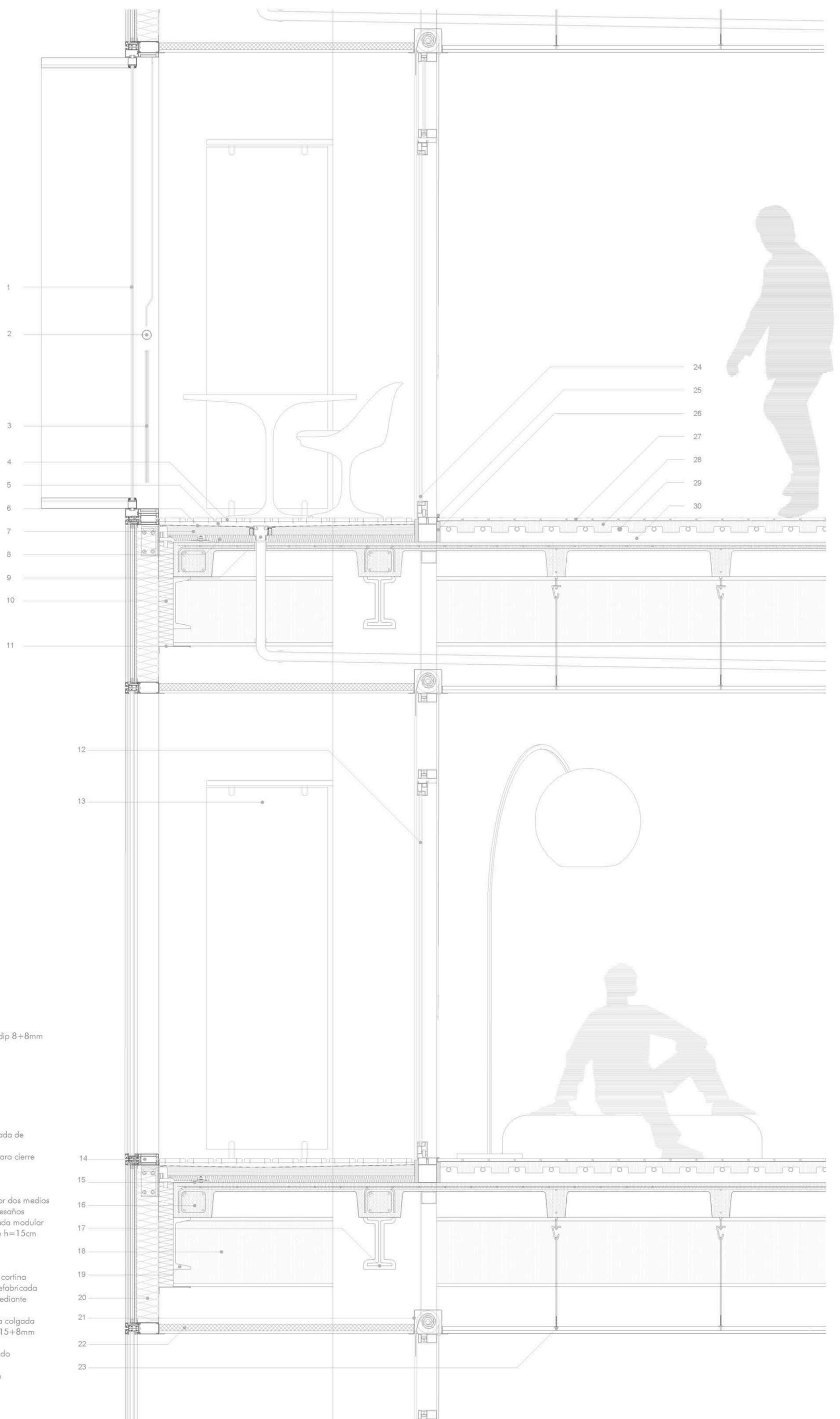


Alzado Este



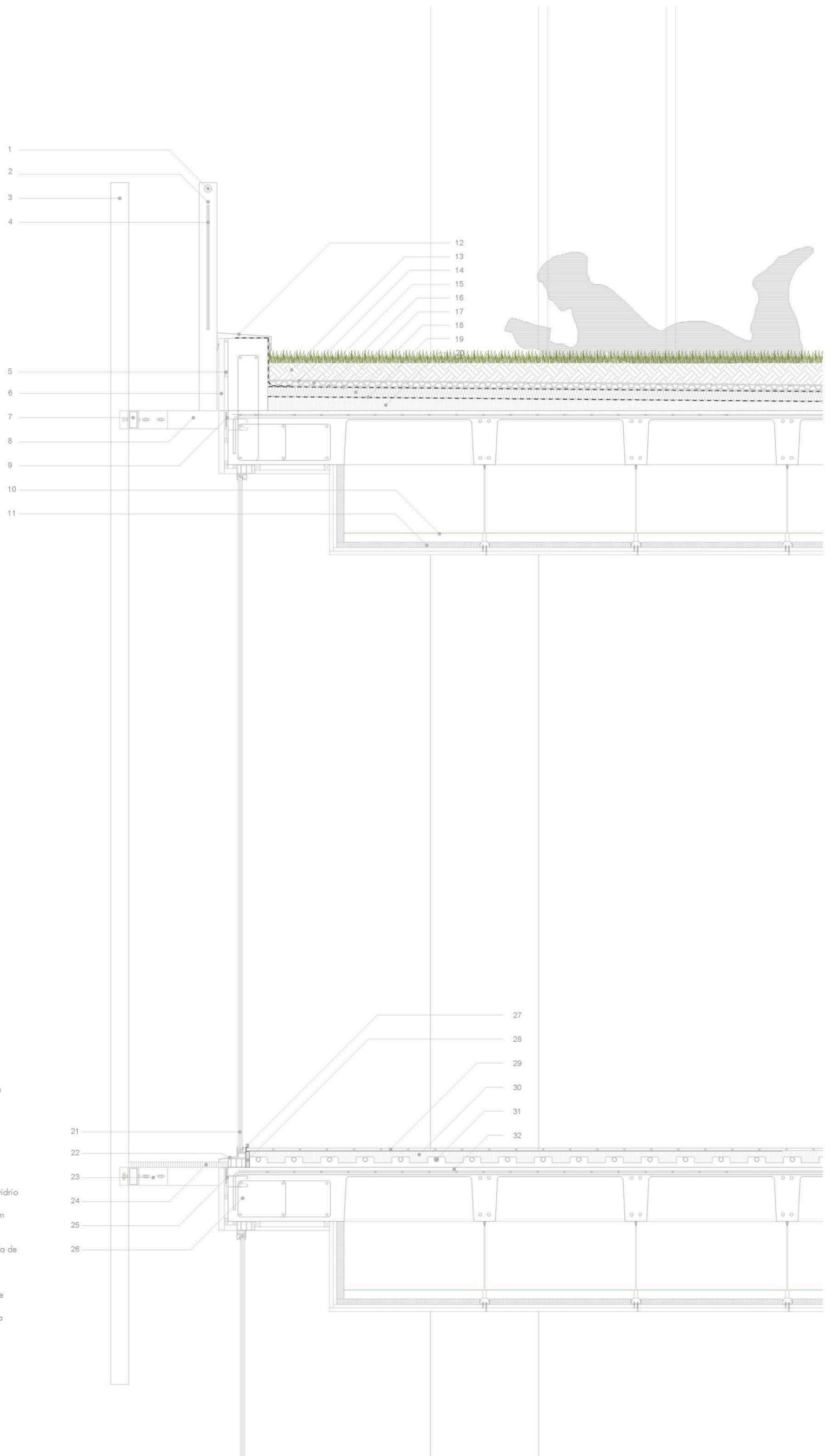
Sección transversal





D-1

- 1 Sistema de lamas operables de vidrio Stadip 8+8mm
- 2 Perfil redondo 50.2mm
- 3 Vidrio Stadip 6+6mm
- 4 Madera tratada al autoclave
- 5 Rastres de apoyo madera de pino
- 6 Lámina impermeabilizante
- 7 Hormigón de pendientes
- 8 Poliuretano expandido e=4mm
- 9 Cazoleta sifónica con alcachofa
- 10 Relleno de borra, lana de roca impregnada de resinas fenólicas
- 11 Chapa de acero galvanizado e=1mm para cierre sector de incendios
- 12 Vidrio Climalit 8+15+8mm
- 13 Vidrio Stadip 8+8mm
- 14 Muro cortina con semicélula formada por dos medios montantes, un travesaño y dos medios travesaños
- 15 Anclaje doble para semicélulas de fachada modular
- 16 Forjado reticular de casetón recuperable h=15cm.
- 17 IPE 300
- 18 IPE 360
- 19 UPN 300
- 20 Panel cortafuegos integrado en el muro cortina
- 21 Persiana enrollable con caja cerrada prefabricada
- 22 Placa aislante de falso techo anclado mediante tornillos
- 23 Sistema de falso techo con subestructura colgada
- 24 Puerta corredera con vidrio Climalit 8+15+8mm
- 25 Pletina de remate e=1mm
- 26 Panel perimetral de poliestireno expandido flexibilizado e= 20mm
- 27 Pavimento flotante de madera e=15mm.
- 28 Mortero
- 29 Tubo Ø16/20
- 30 Placa de poliestireno.

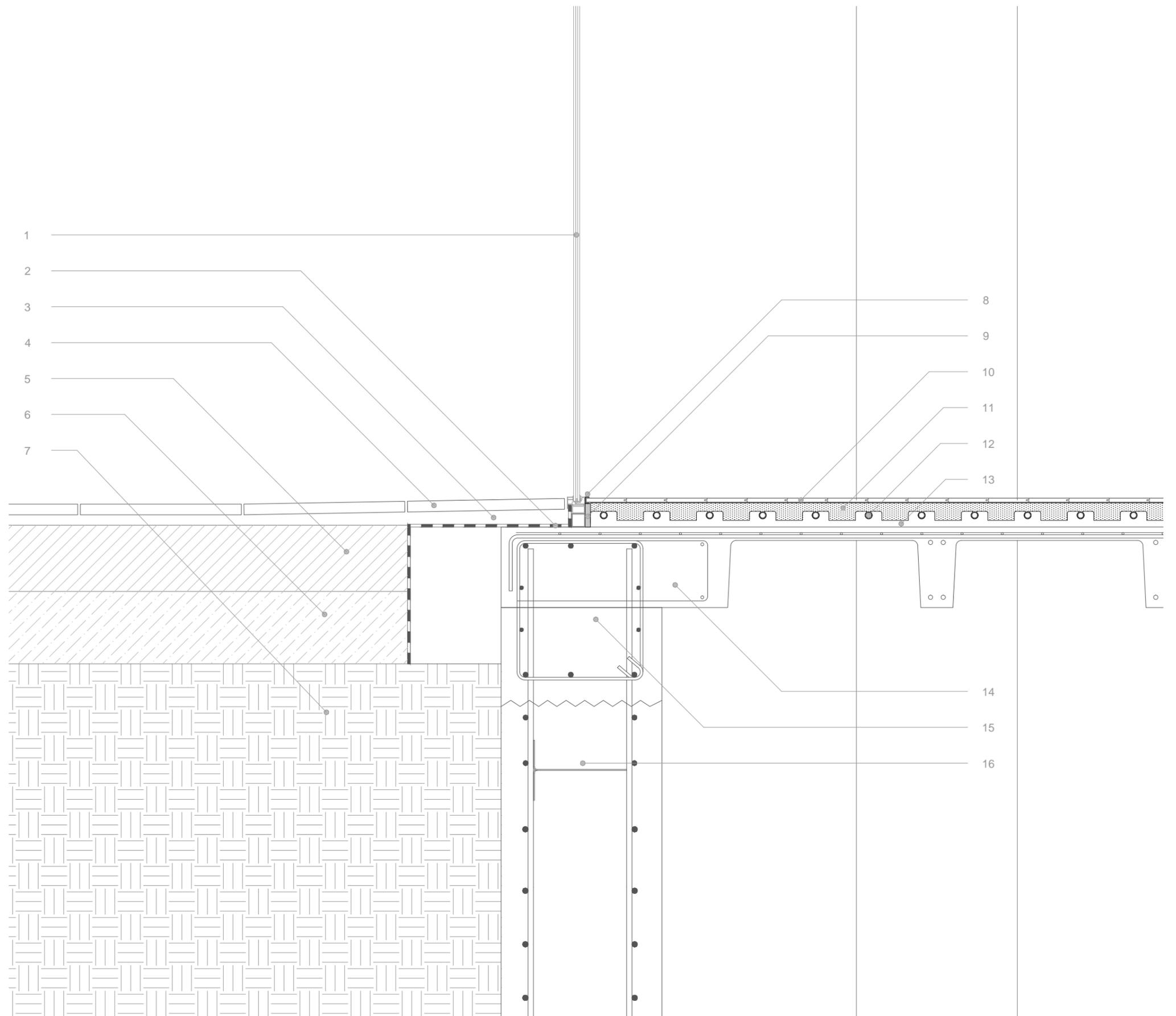


## D-2

- 1 Perfil redondo 50-2mm
- 2 Perfil rectangular 50-100-2
- 3 Lama de madera cedro 50-100mm
- 4 Vidrio Stadip 6+6mm
- 5 Enrastrelado de madera
- 6 Panel hidrófugo anclado al forjado
- 7 Perfil rectangular 30-50-2
- 8 Pletina de acero para la correcta regulación de la estructura de la fachada
- 9 Chapa de acero anclada al forjado
- 10 Sistema de falso techo con subestructura colgada
- 11 Placa aislante de falso techo anclado mediante tornillos
- 12 Albardilla de chapa de acero galvanizado
- 13 Capa de sustrato vegetal 10cm con plantas tapizantes tipo sedum
- 14 Lámina filtrante
- 15 Placa drenante y de retención de agua 40mm
- 16 Lámina de acumulación de agua y nutrientes
- 17 Lámina de PVC de 1,2mm armada con fibra de vidrio resistente a raíces y microorganismos
- 18 Aislante térmico poliestireno extruido rígido 50mm
- 19 Capa separadora de fieltro sintético de poliéster
- 20 Hormigón de pendientes
- 21 Vidrio Climait 8+15+8 anclado a carpintería fija de acero inoxidable de suelo a techo con elementos seriados practicables de apertura manual
- 22 Perfil de vierteaguas
- 23 Anclaje mediante tornillos permitiendo libertad de movimiento por efecto de dilatación
- 24 Pasarela de mantenimiento con tramex soldado a subestructura metálica
- 25 Chapa acero anclada al forjado
- 26 Forjado reticular con casetones recuperables h=30cm
- 27 Pletina de remate e=1mm
- 28 Panel perimetral de poliestireno expandido flexibilizado e=20mm
- 29 Pavimento flotante de madera e=15mm
- 30 Mortero
- 31 Tubo Ø16/20
- 32 Placa de poliestireno

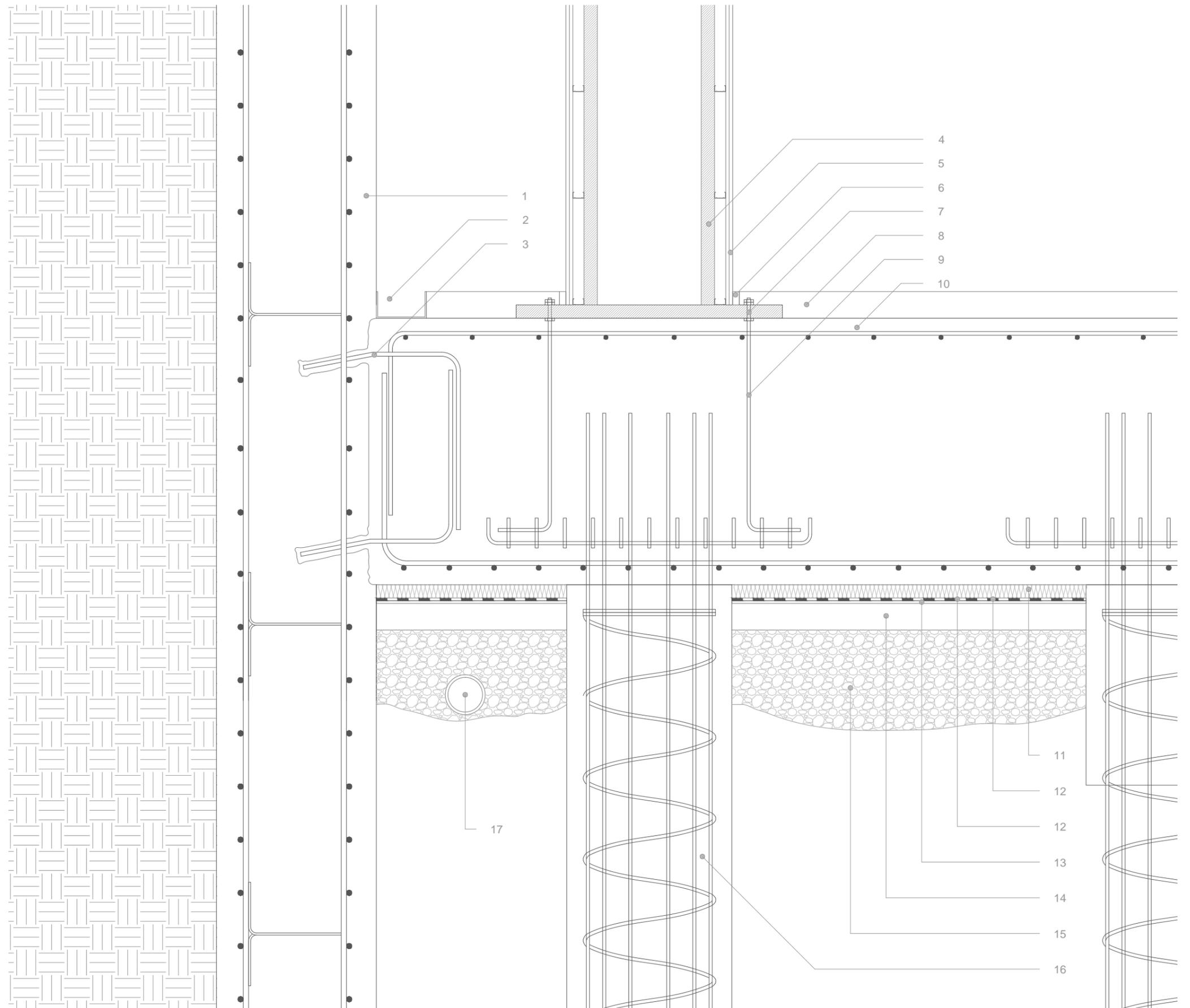
### D-3

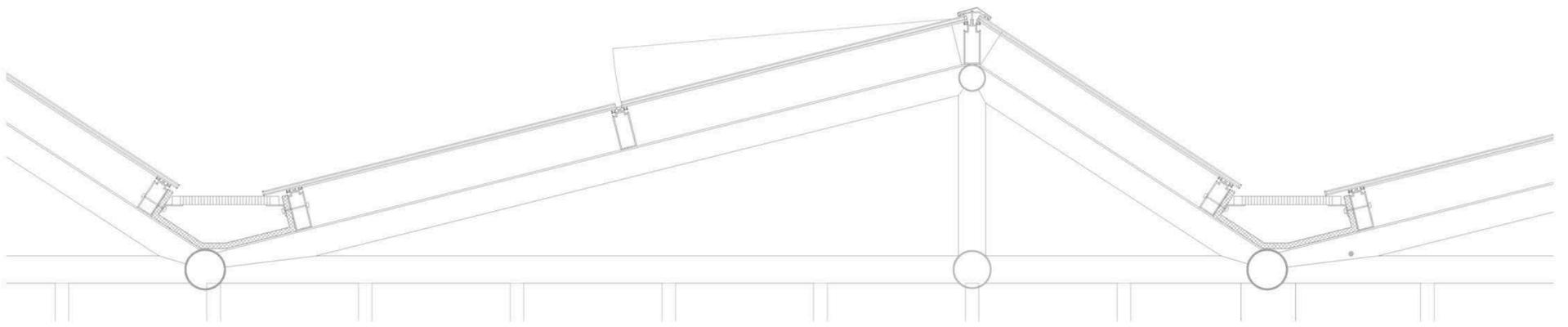
- 1 Vidrio Climalit 8+15+8 anclado a carpintería fija de acero inoxidable de suelo a techo con elementos seriados practicables de apertura manual
- 2 Lámina impermeabilizante
- 3 Cama de arena de machaqueo
- 4 Baldosa de cemento 30x30x6cm
- 5 Capa base de balasto 25cm
- 6 Capa de protección heladas a base de materiales de construcción reciclados 25cm
- 7 Firme
- 8 Pletina de remate e=1mm
- 9 Panel perimetral de poliestireno expandido flexibilizado e= 20mm
- 10 Pavimento flotante de madera e=15mm
- 11 Mortero
- 12 Tubo Ø16/20
- 13 Placa de poliestirenoo
- 14 Forjado reticular con casetones recuperables h=30cm
- 15 Viga de coronación
- 16 Muro pantalla 60cm



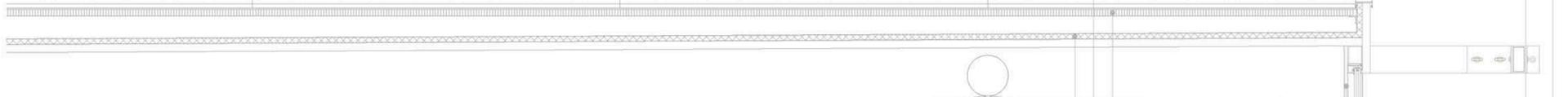
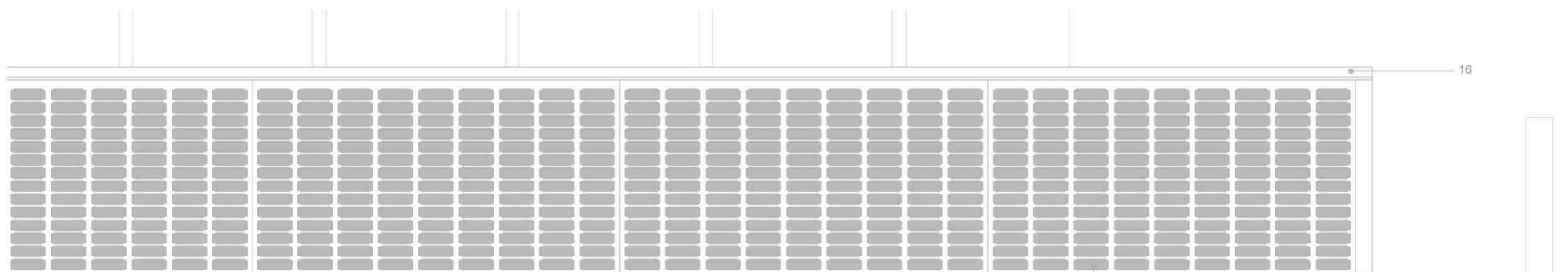
## D-4

- 1 Muro pantalla 60cm
- 2 Canaleta de recogida de agua
- 3 Taladros con inclinación interior rellenos con mortero epoxi expansivo
- 4 Pilar de acero conformado 500x500x50mm
- 5 Doble aplacado de cartón yeso de 15mm contra fuego
- 6 Poliestireno expandido e=20mm
- 7 Placa de anclaje
- 8 Mortero
- 9 Perno de anclaje atornillado
- 10 Losa de cimentación h=1m
- 11 Aislante térmico poliestireno extruido e=50mm
- 12 Lámina impermeabilizante
- 13 Lámina antipunzonamiento
- 14 Hormigón de limpieza
- 15 Encachado de grava
- 16 Pilote hormigonado in situ mediante barrena continua de Ø620mm
- 17 Tubo drenante de PVC Ø150mm



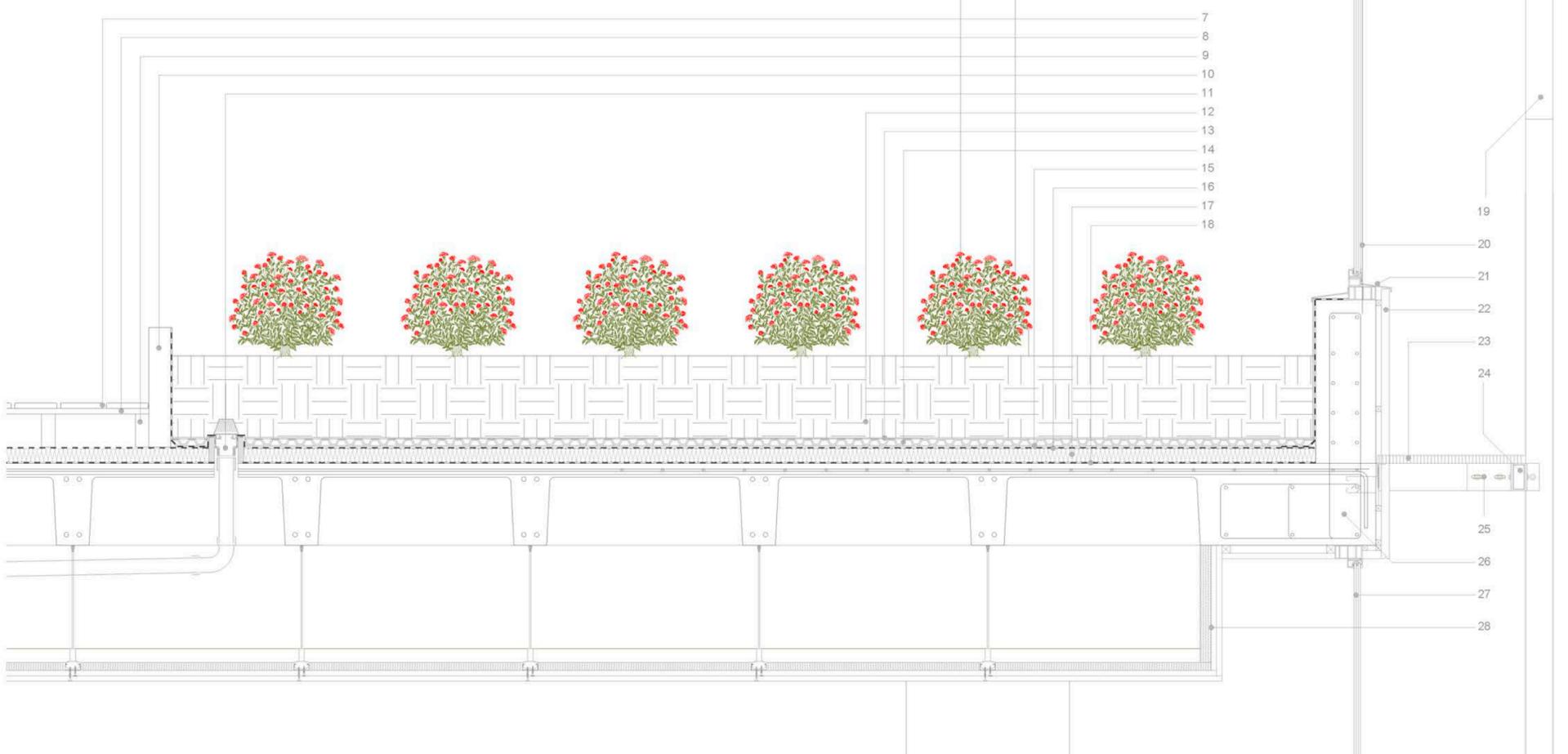


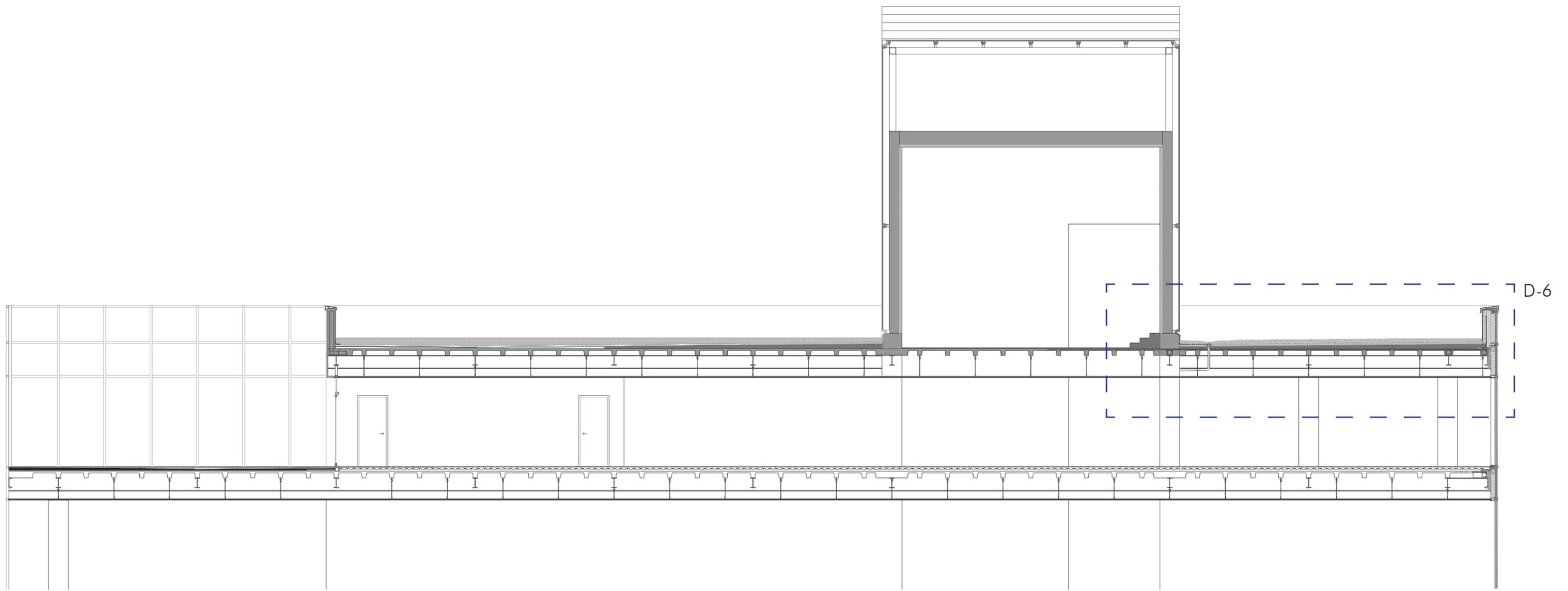
Detalle de cubierta del invernadero

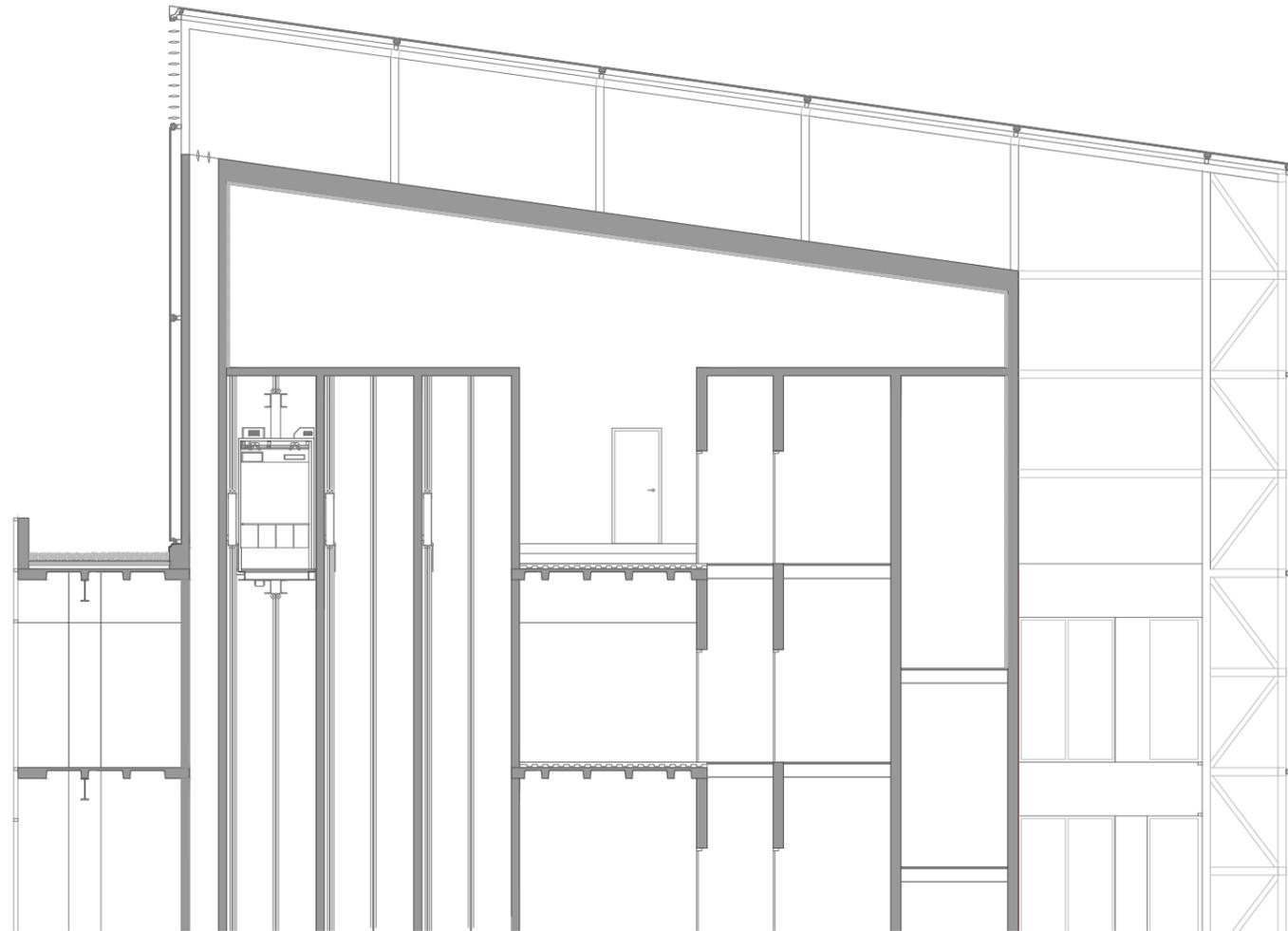


D-5

- 1 Albardilla de chapa de acero galvanizado
- 2 Chapa acero anclada al perfil tubular
- 3 Pasarela de mantenimiento con tramex soldado a canalón
- 4 Panel Fotovoltaico
- 5 Canalón formado por panel metálico con poliestireno expandido en el interior.
- 6 Perfil tubular Ø200mm
- 7 Madera tratada al autoclave
- 8 Tablero de duelas de madera de pino
- 9 Rastres de apoyo de madera de pino
- 10 Tablero de madera de cedro rojo
- 11 Cazoleta sifónica con alcachofa
- 12 Capa de sustrato vegetal 30cm para verduras
- 13 Lámina filtrante
- 14 Placa drenante y de retención de agua 40mm
- 15 Lámina de acumulación de agua y nutrientes
- 16 Lámina de PVC de 1,2mm armada con fibra de vidrio resistente a raíces y microorganismos
- 17 Aislante térmico poliestireno extruido rígido 50mm
- 18 Capa separadora de fieltro sintético de poliéster
- 19 Lama de madera cedro 50-100mm
- 20 Vidrio Climalit 8+15+8 anclado a carpintería fija de acero inoxidable
- 21 Perfil de vierteaguas
- 22 Panel hidrófugo anclado al forjado
- 23 Pasarela de mantenimiento con tramex soldado a subestructura metálica
- 24 Anclaje mediante tornillos permitiendo libertad de movimiento por efecto de dilatación
- 25 Perfil rectangular 50-100-2
- 26 Forjado reticular con casetones recuperables h=30cm
- 27 Vidrio Climalit 8+15+8
- 28 Placa aislante de falso techo anclado mediante tornillos

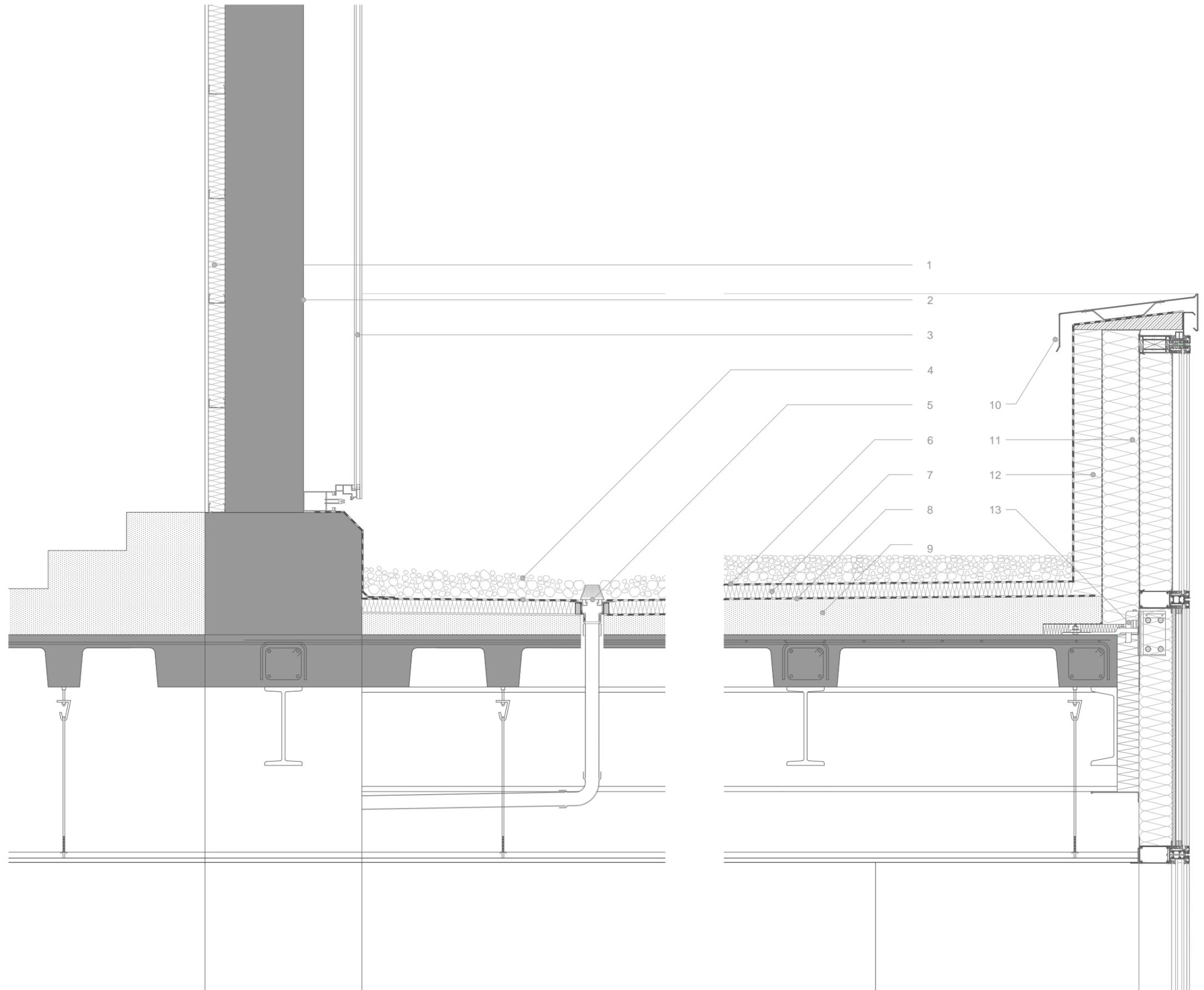






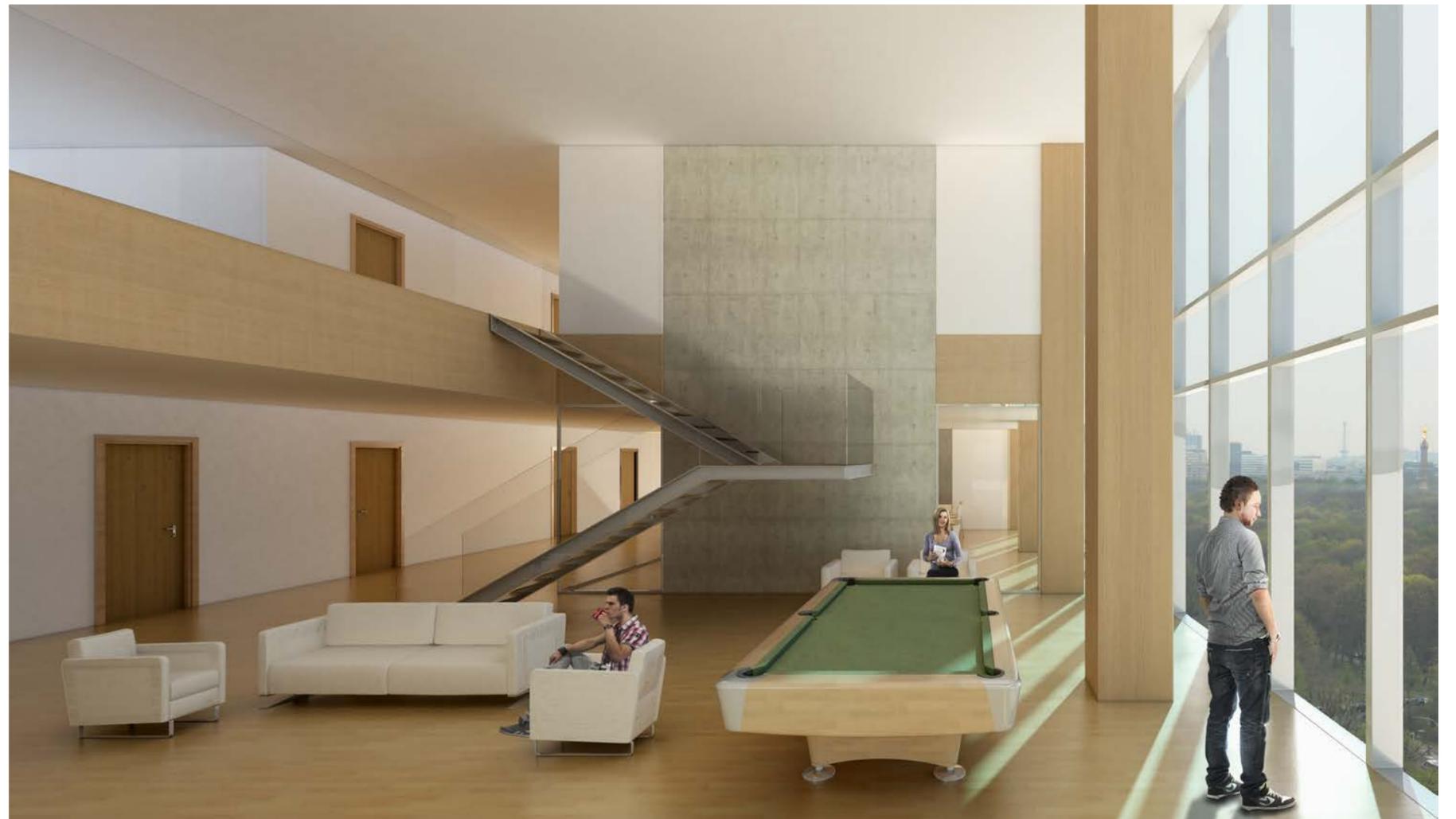
## D-6

- 1 Trasdoso de aplacado de yeso laminado con lana de roca en el interior
- 2 Muro de hormigón pintado de negro para mayor absorción de la radiación solar
- 3 Muro cortina de semicélula
- 4 Encachado de grava
- 5 Cazoleta sifónica con alcachofa
- 6 Lámina impremeabilizante
- 7 Poliuretano expandido e=4mm
- 8 Capa separadora de fieltro sintético de poliéster
- 9 Hormigón de pendientes
- 10 Albardilla de chapa de acero galvanizado
- 11 Solución de Schüco para remate superior de muro cortina Usc65f
- 12 Relleno de borra, lana de roca impregnada de resinas fenólicas
- 13 Plaa de anclaje de muro cortina en la cara superior del forjado









**01 Actuaciones previas**

**02 Saneamiento**

**03 Cimentación**

**04 Estructura**

**05 Cerramiento**

**06 Particiones**

**07 Cubierta**

**08 Suelos**

**09 Techos**

**10 Chimenea Solar**

**11 Invernadero**

**12 Protección Solar**

**13 Escaleras**

**14 Ascensores**

## 01 ACTUACIONES PREVIAS:

En primer lugar es necesario llevar a cabo el derribo de las preexistencias en la parcela y un realojo temporal de los árboles que no se van a mantener en el lugar durante la construcción de la torre.

Acto seguido se iniciará el proceso de replanteo por parte del constructor bajo la supervisión de la dirección facultativa. Los procesos a llevar a cabo son:

- Desbroce y limpieza de la parcela.
- Delimitación de las alineaciones y rasantes de las calles, quedando en este caso retranqueado hasta la alineación con la biblioteca. Los resultados de esta fase previa de replanteo se graficarán en plano y se tramitará la autorización municipal correspondiente. Se entregará una copia de este documento autorizado a la dirección facultativa previo inicio de la obra. Deberá incluir necesariamente el trazado de la urbanización en los viales y sus pendientes.
- Replanteo del perímetro del edificio en proyecto, así como la zona afectada por el sótano, por medio de líneas de yeso en el terreno.
- Se determinarán las cotas del sótano, las rampas, los niveles del primer forjado, el cálculo de pendientes y los escalones a planta baja.
- El replanteo de pilares (a ejes) deberá quedar permanentemente fuera del área afectada por obra por medio de camillas de madera o sobre las paredes delimitadoras.
- Se determinará la posición de la grúa, del vallado, de los accesos peatonales y rodados, de los contenedores, la zona de acopio del material, de los talleres, aseos, de los auxiliares de agua y luz y de las casetas de la obra.
- El proceso de replanteo se finalizará con la redacción del acta de replanteo y delineación de un plano de obra indicando cotas y rasantes definitivas, con referencia al estado actual del solar, y será firmado por el constructor y el aparejador. Se entregará una copia de este documento a la promoción y a la dirección facultativa.

## 02 SANEAMIENTO:

Al tratarse de un edificio de nueva planta, se establecerá la acometida a la red general de saneamiento con anterioridad a la urbanización del espacio exterior del propio edificio por medio de máquinas de excavación, tubo de hormigón centrifugado, relleno y apisonado de zanja con tierra procedente de la excavación. Se realizará una arqueta de registro, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre salera de hormigón en masa HA-20, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento y con tapa de hormigón prefabricada.

Se realiza una red de evacuación separativa con bajantes de PVC que discurrirán por los conductos habilitados en las zonas registrables de los núcleos de comunicación. Para evitar una caída libre excesiva, en las plantas técnicas situadas cada 11 plantas se realizará un cambio de sentido mediante piezas especiales que abarcará una planta antes de volver al recorrido inicial.

## 03 CIMENTACION:

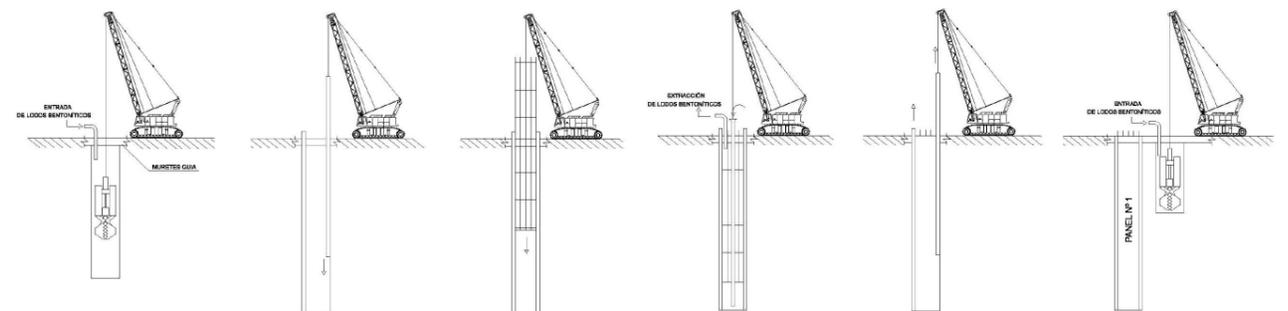
La cimentación de un edificio de estas características es siempre un tema complejo, más si se tiene en cuenta que el nivel freático es alto debido al canal que delimita al norte la parcela. Además, el terreno bajo el edificio consiste en arenas provenientes de un valle glaciar por lo que combinado con niveles freáticos altos pueden generar movimientos subterráneos. Para evitar problemas de estabilidad se ha optado por una solución muros pantalla y losa rígida pilotada de un canto de 1 m. De este modo la losa servirá como encepado de los pilotes repartidos regularmente bajo la torre mientras que en el resto del edificio la losa es la propia cimentación, formando junto al muro pantalla un vaso estanco que evite la entrada de agua.

Antes de comenzar con la ejecución es necesario realizar un estudio geotécnico con los correspondientes reconocimientos del terreno, prospecciones, ensayos de campo, tomas de muestras y caracterización de macizos rocosos y ensayos de laboratorio.

### MURO PANTALLA

Una vez realizados los trabajos previos y las gestiones necesarias, se comenzará con la fabricación del muro pantalla por bataches mediante el siguiente procedimiento:

- Realización de los meretes guía.
- Excavación del primer batache tras haber inundado la zanja de lodo betonítico.
- Introducción en los extremos de juntas de hormigonado.
- Implantación de la armadura apoyada sobre el murete guía mediante barras.
- Vertido de hormigón mediante tubo Tremie mientras se extrae el lodo y se traslada para su reciclado.
- Retirada de las juntas de hormigonado antes del endurecimiento del hormigón.
- Comienzo del siguiente panel del muro.



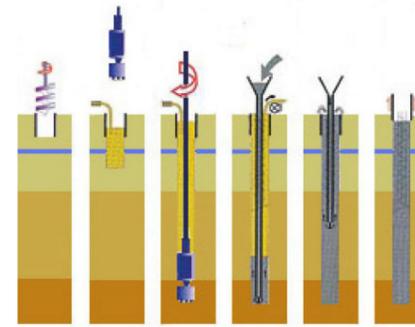
Una vez realizado el muro pantalla, se instala el sistema de achique de agua y se procede a la demolición de la coronación del muro pantalla y a la realización de una viga de atado. Entonces, se puede proceder a la excavación, que requiere, a medida que va avanzando, elementos de sujeción y anclajes para estabilizar el muro pantalla.

Durante la ejecución del muro pantalla se respetarán las siguientes medidas preventivas:

- Se mantendrá el orden y la limpieza en el tajo de trabajo, con el fin de evitar tropezones, resbalones y la pisada sobre objetos punzantes.
- Los acopios del material deben estar bien definidos y planificados para crear accesos seguros y evitar caídas.
- El desencofrado de los muretes guía, se realizará con la ayuda de uñas metálicas.
- Cuando sea necesario crear pasos sobre los muretes guía ataches se instalarán pasarelas de un mínimo de 60 cms de anchura. Está completamente prohibido cruzarlos saltando de un lado al otro.
- Se prohibirá la permanencia de operarios ajenos a la excavación en un entorno de 10 m, alrededor de la cuchara bivalva.
- La introducción de las armaduras en el batache se realizará mediante cuerdas de guía, no se deberá nunca guiarla con las manos, se evitarán atrapamientos, cortes y erosiones y riesgos graves como caída de personas al interior del batache.
- Con el fin de evitar una posible caída al interior del batache abierto, se cubrirá con maderas en espera del armado y el hormigonado.
- En los casos de rotura de la cuchara, atoramiento en el interior del batache de la bivalva o caída de objetos a su interior, la recuperación se efectuará tras efectuar un blindaje de emergencia mediante un prisma o jaula de planchas metálicas que protejan al operario en el descenso al interior del batache.
- Se mantendrán limpios de barro o de grasa los peldaños y partes de acceso a la cuchara, en prevención de los accidentes por caídas.
- Las máquinas de "apantallar" o "bivalvas" estarán dotadas de un extintor de polvo químico seco.
- Los operarios de conducción y auxilio a la máquina, utilizarán cascos protectores acústicos.
- Durante las operaciones de hormigonado y vibrado del batache se instalarán pasarelas desde las que poder trabajar de forma segura y que se impida una eventual caída dentro del batache.

#### PILOTES:

Una vez excavado hasta la cota necesaria, se procederá a ejecutar los pilotes hormigonados in situ, que a falta del estudio geotécnico, se espera que llegasen aproximadamente a los 30m de profundidad. Se trataría de pilotes de extracción sin entubación con lodos tixotrópicos excavados mediante barrena continua de 620mm de anchura. Por lo que el proceso de construcción es el siguiente:



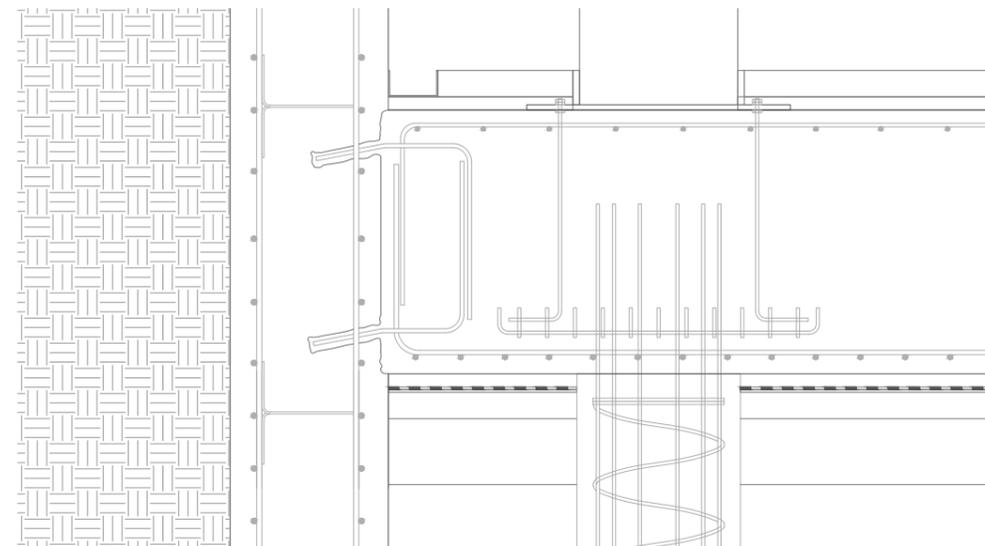
- Colocación del tubo guía, previo barrenado del terreno.
- Aportación de la bentonita en el tubo guía y comienzo de la perforación.
- Perforación bajo la aportación continua de la bentonita.
- Colocación de la armadura, comienzo del vertido el hormigón y recogida de la bentonita.
- Continuación del vertido de hormigón hasta terminar el pilote.

Condiciones constructivas de los pilotes hormigonados in situ:

- En el proceso de hormigonado se debe asegurar que la docilidad y fluidez del hormigón se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación.
- El cemento a utilizar en el hormigón de los pilotes se ajustará a los tipos definidos en la instrucción vigente para la Recepción de Cemento.
- Para la ejecución de pilotes hormigonados "in situ" se consideran adecuadas las especificaciones constructivas con relación a este tipo de pilotes, recogidas en la norma UNE-EN 1536:2000.

#### LOSA DE CIMENTACIÓN:

Tras el descabezado de los pilotes, se realiza la losa de cimentación que además de transmitir esfuerzos al terreno servirá de arriostramiento entre pilotes. Respecto al encuentro con el muro pantalla, se opta por una solución unida mediante anclajes taladrados y rellenados con mortero epoxi.

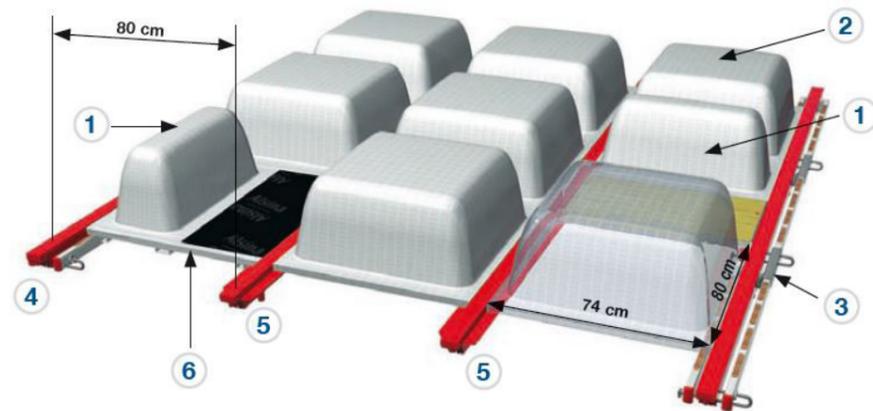


## 04 ESTRUCTURA

La estructura toma una relevancia vital en los proyectos en altura puesto que debe estar optimizada al máximo mientras cumple con grandísimas exigencias debido tanto a las cargas gravitatorias como al viento.

En este caso, debido a la planta alargada de la torre, es necesario aumentar la resistencia en la dirección de menor inercia, por lo que se ha optado por una estructura basada en una combinación de muros orientados en el eje norte sur, entre los que se encuentra el núcleo de comunicaciones, con pilares metálicos perimetrales. Éstos se arriostran a los muros a través del forjado, aumentando el brazo mecánico de la estructura y ayudando a los muros a reducir el momento debido a los empujes laterales del viento.

Los forjados deben responder a dos situaciones muy diferentes. Por un lado, los forjados inferiores requieren un forjado bidireccional que pueda soportar los sobrepesos de uso y peso de la tierra, mientras que en la torre es necesario reducir al máximo el peso propio sin descuidar el arriostramiento necesario para formar un forjado rígido que transmita y distribuya las cargas horizontales. Por lo tanto, se ha optado por un forjado reticular realizado con bovedillas recuperables que, dimensionando adecuadamente el canto, sirva para dar respuesta a las dos situaciones específicas. En el caso de la torre, para reducir al máximo el peso propio de cada forjado el canto se ha reducido al mínimo, 15cm de canto en el nervio y sólo 5cm de capa de compresión. Esto es posible gracias al entramado de vigas metálicas dispuestas en las dos direcciones cada 3,9 y 4,2m que arriostran los pilares y dotan a los forjados de la rigidez necesaria.



## 05 CERRAMIENTO

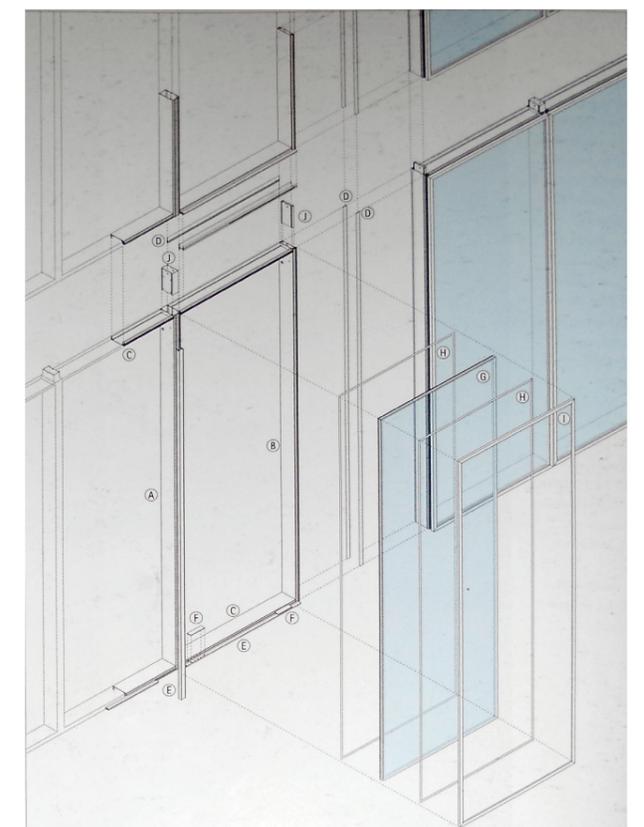
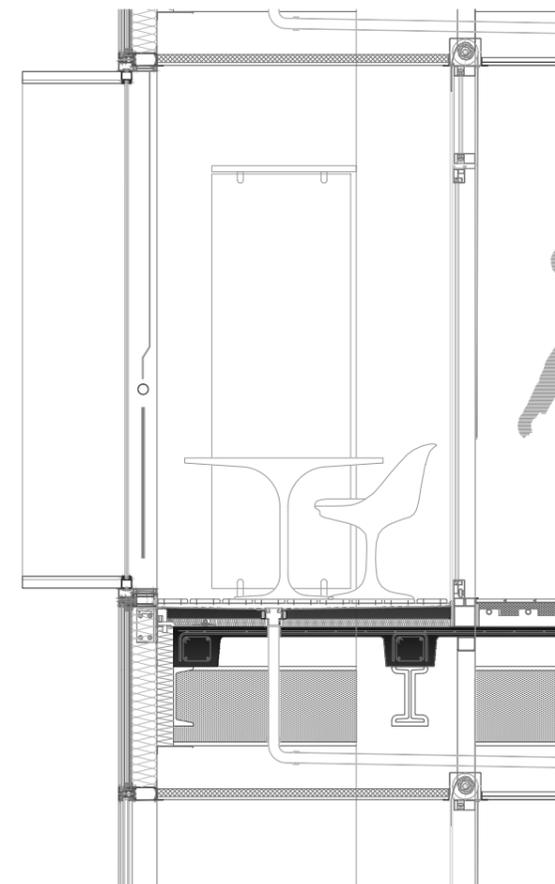
El cerramiento debe resolver las necesidades de protección del edificio frente a los elementos mientras define la percepción del edificio desde el exterior. Además, en un edificio en altura las exigencias mecánicas de la envolvente aumentan considerablemente.

Por otro lado, debido a las condiciones climáticas adversas de Berlín, es necesario compaginar cuidadosamente el aislamiento del frío, con las necesidades de ventilación continua que establece la normativa.

Por lo tanto, se ha optado por una doble piel que resuelva todos los problemas mencionados mediante la combinación de un muro cortina del tipo semi-célula y paneles del frente de forjado incluidos ya al marco, con un cerramiento interior de puertas correderas. Esta disposición genera un

colchón térmico que minimiza las pérdidas de calor en invierno al tiempo que ofrece un espacio agradable y semi-abierto en verano gracias a un sistema de apertura de lamas verticales acristaladas que pueden abrirse ampliamente pero que estando cerradas mantiene la ventilación mínima.

En el caso de las plantas inferiores en las que un espacio de terraza supondría un espacio inútil, se ha optado por un sistema de lamas verticales que protegen del soleamiento directo y tamizan la luz para una adecuada visibilidad en el interior. Este sistema no se ha elegido únicamente por cuestiones funcionales, sino que sirve para marcar la dualidad entre la pieza horizontal y la estructura vertical de la torre.

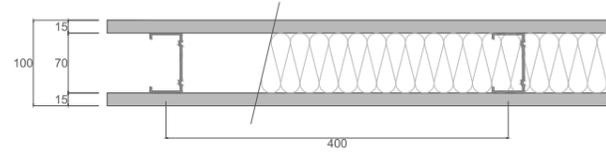


## 06 PARTICIONES

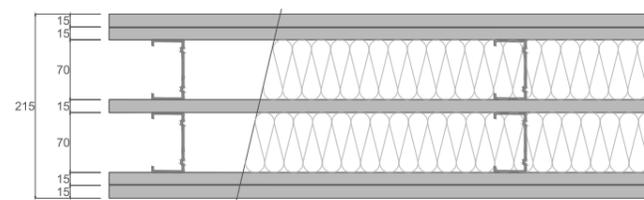
En una torre en el que se trata de reducir el peso de cada planta, se ha optado por que las particiones interiores del edificio se realicen mediante tabiquería seca de paneles de yeso laminado. Éstos pueden amoldarse adecuadamente a las distintas necesidades de cada partición permitiendo además el paso de las instalaciones. Por otro lado, permiten el aislamiento acústico y la protección contra incendio necesaria en un edificio de estas características.

Los tipos de tabiques utilizados son los siguientes:

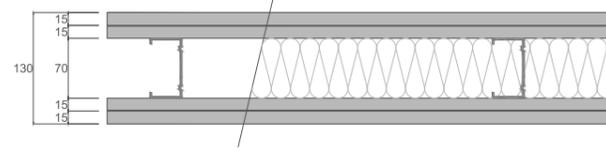
Tabique sencillo 100 (70)



Tabique múltiple 130 (70) EI-120



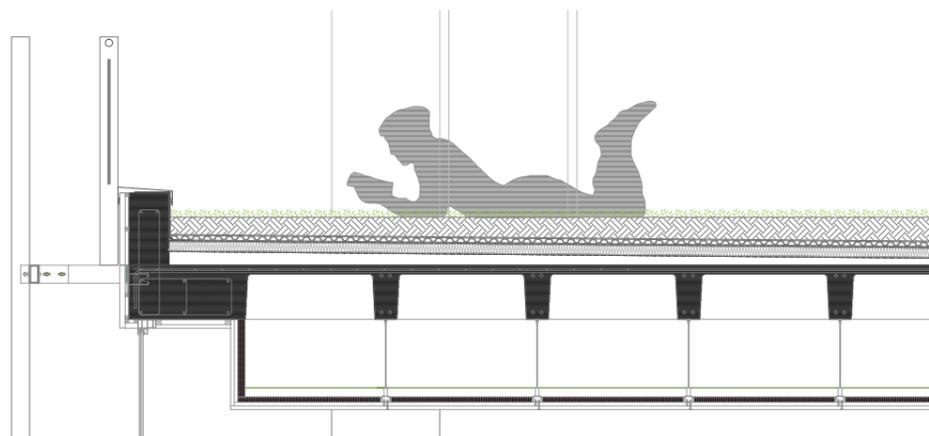
Tabique múltiple 215 (2x70)



El caso de las particiones de la planta de oficinas se ha optado por disponer un cerramiento más liviano pero manteniendo cierta privacidad, por lo que la solución adoptada es la de vidrio al ácido con perfilaría oculta. Resuelve la compartimentación asegurando el confort de los usuarios gracias a un aislamiento acústico adecuado y facilita los cambios de organización de la planta gracias a su facilidad de montaje y desmontaje.

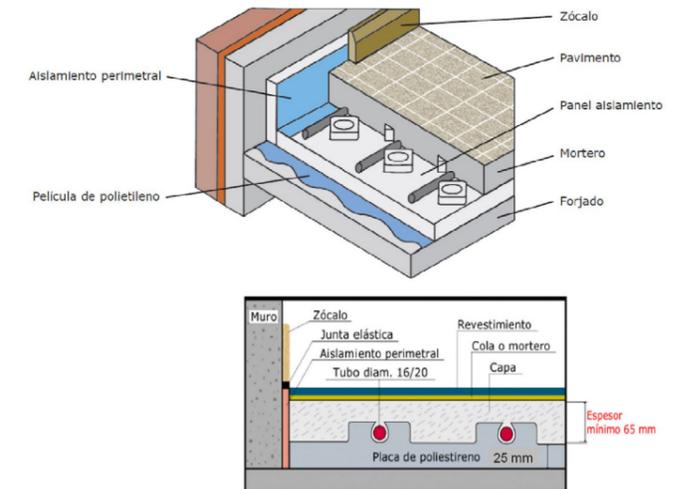
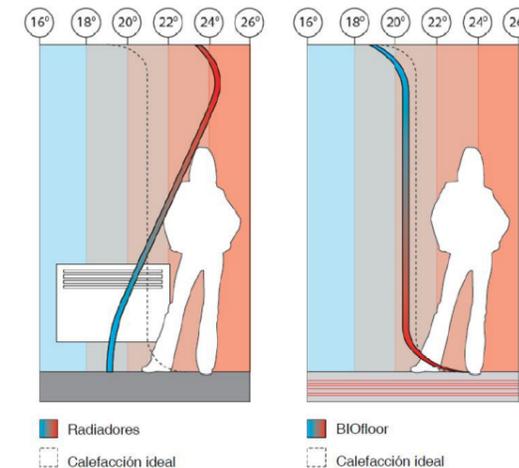
## 07 CUBIERTA

El edificio dispone de varias cubiertas, siendo la cubierta del segundo piso la más representativa por ser transitable y estar ajardinada para el disfrute de todos los residentes. Debe disponer de sumideros al menos cada 150m<sup>2</sup> para la recogida de agua y contar con los elementos necesarios para permitir el crecimiento del césped:



## 08 SUELO

Una de las medidas más efectivas de ahorro energético es el uso de suelos radiantes que gracias a la baja temperatura del agua se reducen las pérdidas de calor entre el generador y el emisor de calor. Pero este sistema no solo supone un ahorro, puesto que la sensación de bienestar aumenta cuando los pies se encuentran a una temperatura algo mayor que la de la cabeza, precisamente lo que se logra mediante un sistema de suelo radiante. Dentro de este concepto, se incluye además la posibilidad de enfriamiento de los espacios, que en el caso del clima de Berlín, es perfectamente asumible como único sistema de refrigeración. Para mantener la armonía con el resto de los materiales, se ha optado por un acabado de madera que ayuda a mantener una agradable sensación de calidez.



## 09 TECHOS

En el interior del edificio se ha optado por un falso techo continuo suspendido con paneles de yeso laminado acústico tipo Knauf, anclado a forjado mediante una estructura metálica que se entrecruza en dos direcciones por medio de un caballete. Las placas Knauf son fijadas a esta estructura por medio de tornillos auto perforantes.

Las principales ventajas de este techo son:

- Poca altura de descuelgue.
- Menor cantidad de cuelgues debido a la posibilidad de aumentar la distancia entre perfiles.
- Facilidad de colocación de la fibra mineral al estar todos los perfiles a la misma altura.
- Rapidez de montaje y limpieza.
- Facilidad en la instalación de luminarias.

Por el contrario, en aquellos lugares donde hay falso techo exterior como en la zona de entrada en la planta baja, se opta por sustituir las placas de yeso laminado por paneles hidrófugos con tratamiento para la intemperie, de forma que se asegure la durabilidad y conservación de sus propiedades. Se encuentra igualmente suspendido del forjado mediante una subestructura metálica protegida contra la corrosión que cuelga directamente del forjado.

## 10 CHIMENEA SOLAR

El efecto chimenea consiste en el tiro de aire que se provoca cuando existe un gradiente térmico considerable a diferentes alturas. Éste se produce en edificios en los que es posible sobrecalentar la parte alta, con lo cual por la diferencia de densidades entre el aire caliente y frío exterior produce un efecto de succión desde el exterior que acelera las renovaciones de aire. La diferencia de presión puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta P = C \cdot a \cdot h (1/T_0 - 1/T_i)$$

Donde:

$\Delta P$  = diferencia de presión en Pa

$C = 0,0342$

$a$  = presión atmosférica en Pa

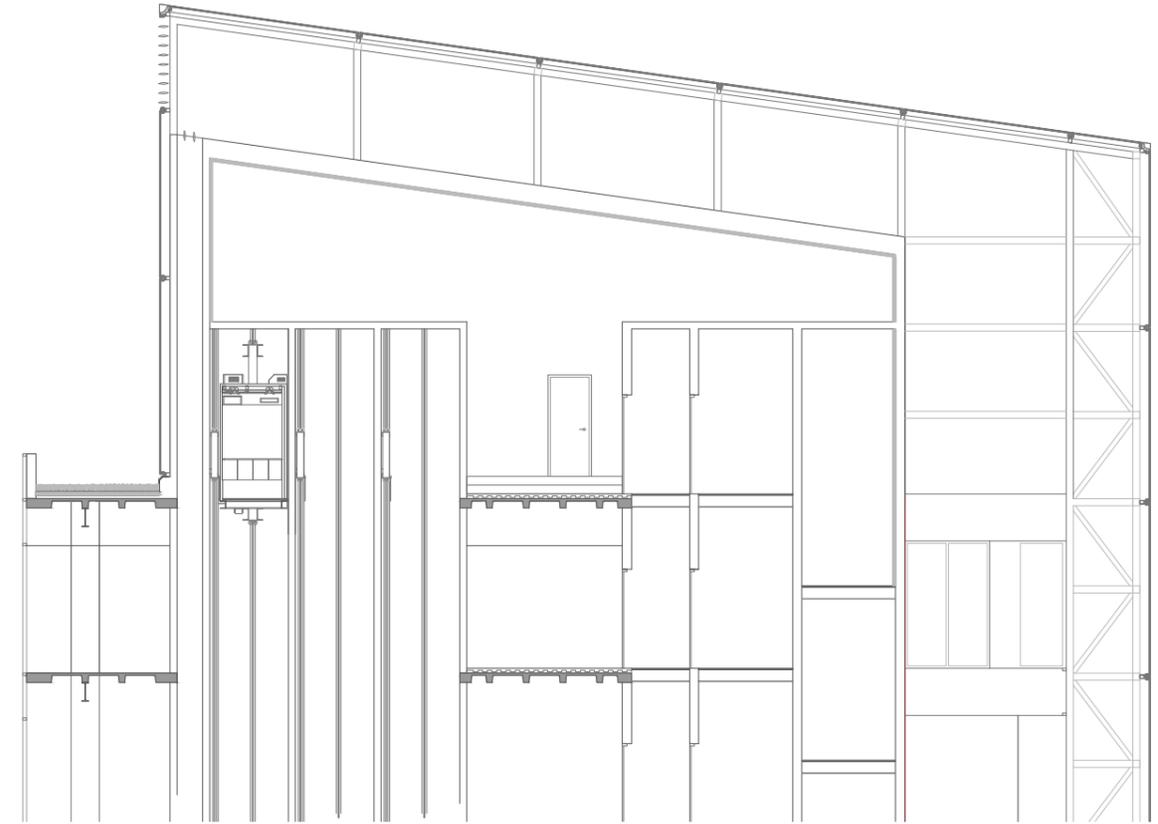
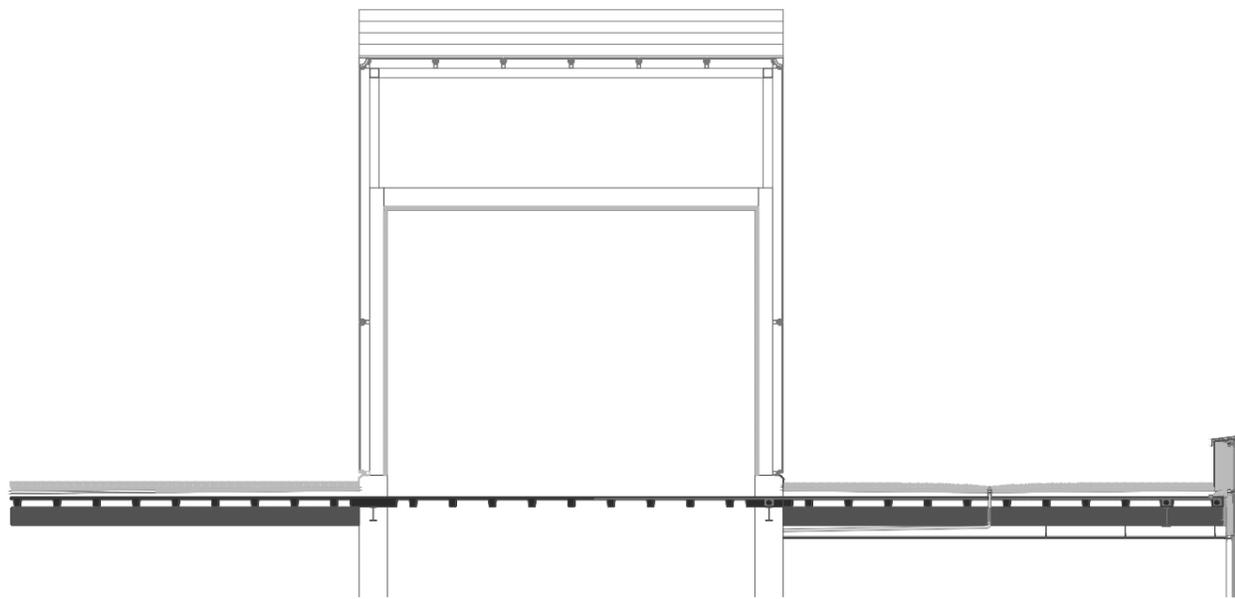
$h$  = altura o distancia en m

$T_0$  = Temperatura exterior absoluta en K

$T_i$  = Temperatura interior absoluta en K

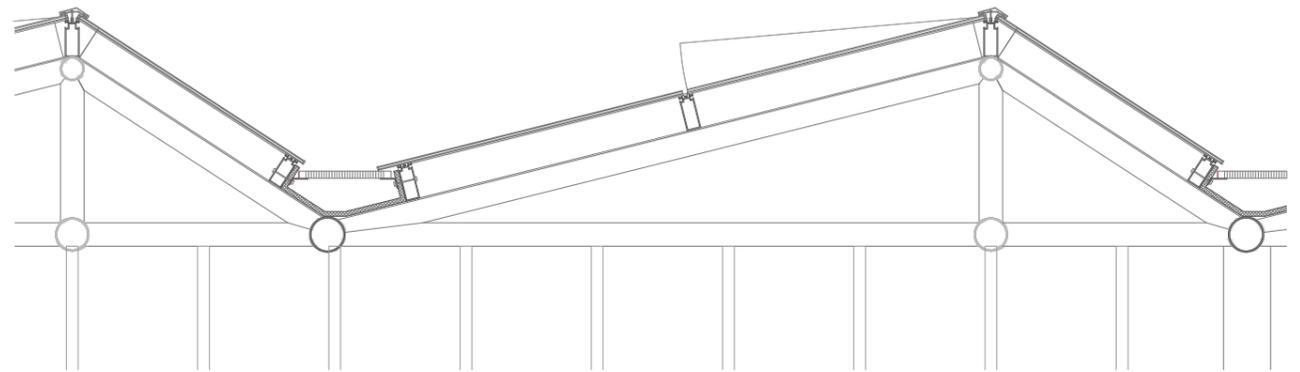
Por lo tanto se puede apreciar que a mayor altura, mayor diferencia de presión y por lo tanto mejor funcionará la chimenea. De hecho, la eficiencia del tiro se reduce considerablemente al llegar a los últimos metros, donde puede llegar a darse una presión positiva, por lo que es recomendable que la chimenea continúe más allá de la última planta a ventilar.

De entre las diferentes opciones para calentar el aire al final de la torre y crear el efecto de chimenea solar, se ha optado por una solución sencilla y efectiva como es aprovechar la superficie expuesta al sol de un hormigón pintado de oscuro rodeado por un acristalamiento. De este modo, la temperatura que alcanza el hormigón es máxima y el vidrio evita que el calor se desperdicie. Esto se ve mejorado gracias a la pendiente de la cubierta calculada en base al grado de inclinación óptimo para los paneles fotovoltaicos. Además, gracias a la gran inercia térmica del hormigón se consigue alargar su efecto por la noche.



## 11 INVERNADERO

En el caso del invernadero, ha sido necesario adoptar una solución especial para poder inclinar los paneles fotovoltaicos con la inclinación óptima para el año completo en Berlín y distanciarlos de manera que no proyecten sombra unos sobre otros el 21 de Diciembre a las 12h. Además, debía contar con una ventana para poder ventilar directamente y con un canalón transitable para poder ejercer las tareas de mantenimiento. Por lo que la solución adoptada es la siguiente:

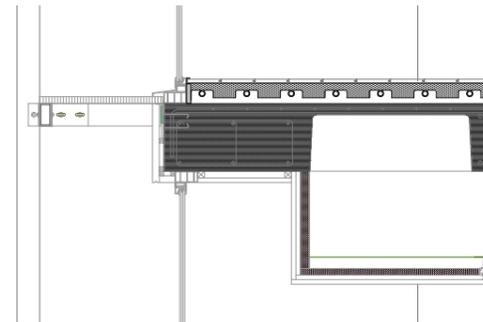


## 12 PROTECCIÓN SOLAR

A pesar de tratarse de un edificio en Berlín, es necesario considerar que el soleamiento en verano puede ser excesivo y por lo tanto hay que tomar medidas de protección solar. En el caso de la torre el espacio de la terraza es capaz de paliar este problema puesto que además de la persiana se puede disponer de una cortina que en caso de recibir la radiación del sol calentaría el espacio ventilado en lugar de la habitación.

Sin embargo, en el caso de la segunda planta, donde no hay terraza, la protección solar debería situarse en el exterior y debido a la orientación este y oeste de las fachadas, se ha optado por una solución de lamas verticales. En la fachada sur, las lamas adecuadas serían horizontales, sin embargo dado que el mayor problema es el deslumbramiento cuando el sol está bajo, y que no es necesario una protección exhaustiva, se ha decidido mantener el sistema de lamas al igual que en la fachada norte, donde no habría problema de soleamiento. Sin embargo, se ha considerado que la aplicación de la misma solución a las cuatro fachadas refuerza la percepción de la pieza horizontal como un volumen unitario y opuesto a la torre.

Para facilitar el mantenimiento y limpieza de la fachada, se ha dispuesto una rejilla perimetral que además recoge el sistema de sujeción de las lamas



## 13 ESCALERAS

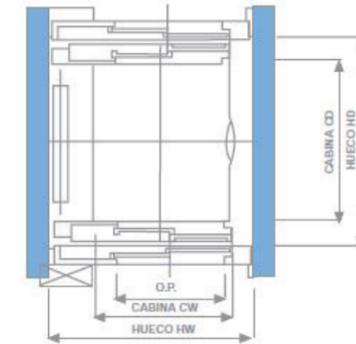
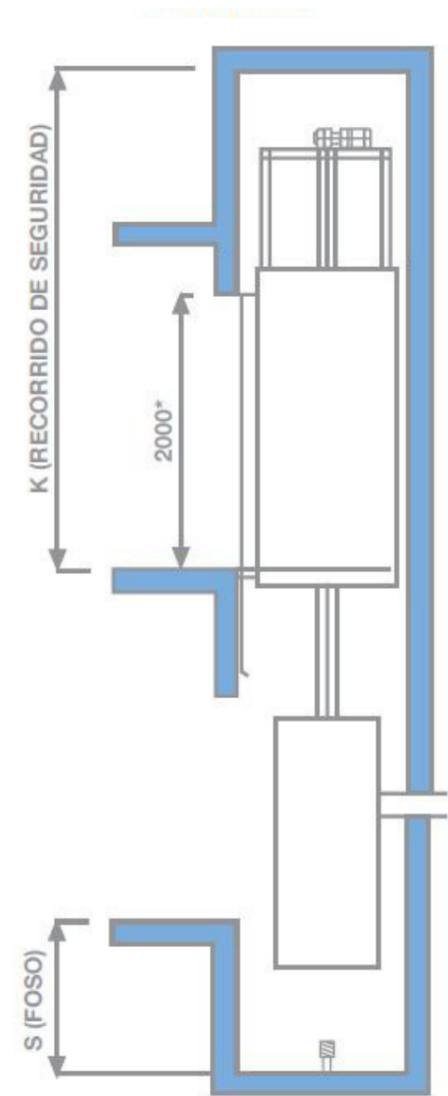
Las escaleras del núcleo consisten en escaleras metálicas prefabricadas y ancladas a los muros perimetrales. Para los núcleos de escalera protegidos de la pieza horizontal también se ha optado por escaleras metálicas, al igual que para la escalera de la recepción. Sin embargo, en este caso se ha optado por una solución de mayor monumentalidad al quedar exenta en el perímetro y ser colgada mediante cables. Como referencia se ha tomado la escalera de la ampliación del Chicago Art Institute de Renzo Piano:



## 14 ASCENSORES

En un edificio de altura los ascensores deben asumir el peso de prácticamente la totalidad de los desplazamientos verticales. Por ello es necesario disponer del número adecuado de ascensores para el volumen de personas a trasladar.

La solución adoptada es la de 6 ascensores de 13 personas con cabina profunda de la marca OTIS, 3 de los cuales llegan hasta la planta superior. En el caso de los ascensores que solo sirven a la base también son de cabina profunda a excepción del situado junto a los servicios que consiste en un ascensor de cabina corriente.



Capacidad de Carga	Cabina CWxCD	Hueco HWxHD	Paso de puerta OP
1000 Kg (13p)	1100x2100	1 acc. 1850x2400	1000
Cabina profunda		2 acc. 180° 1850x2450	Telescópica
1000 Kg (13p)	1400x1600	1 acc. 1975x1870	900
		2 acc. 180° 1975x1980	Ap. Central

<b>Velocidad</b>	1,0 m/s (todas las cargas)	1,6 m/s (6, 8, 10, 12 y 13 pasajeros)
<b>Equipo de tracción</b>	Máquina sellada sin engranajes y motor de imanes permanentes. Tracción mediante cintas planas.	
<b>Control</b>	Frecuencia variable OVF-20, desarrollado por OTIS	
<b>Cuadro de maniobra</b>	Modular MCS 220 TCBC, por microprocesadores, combinado con el más avanzado sistema de frecuencia variable y voltaje variable. Filtro de armónicos CHF (opcional) Situado en la columna de la puerta del piso superior. Opcionalmente se puede instalar en el penúltimo piso. Comunicación bidireccional cumpliendo con la EN 81-28. Sistema de intervención remota.	
<b>Maniobra</b>	Automática simple. Colectiva en bajada. Colectiva selectiva. Agrupamiento triplex.	
<b>Tipos de puertas</b>	Automáticas de dos hojas, telescópicas o de apertura central, según modelo. Están equipadas con sistema de control digital de velocidad variable, pisadera ranurada autolimpiante y carril-guía de aluminio con sistema de rodadura protegido. Acabado en acero inoxidable o en imprimación para su posterior pintado. Las puertas de piso cumplen la EN 81-58.	
<b>Accesos</b>	Con uno o dos accesos a 180°	

MEMORIA ESTRUCTURA

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL:

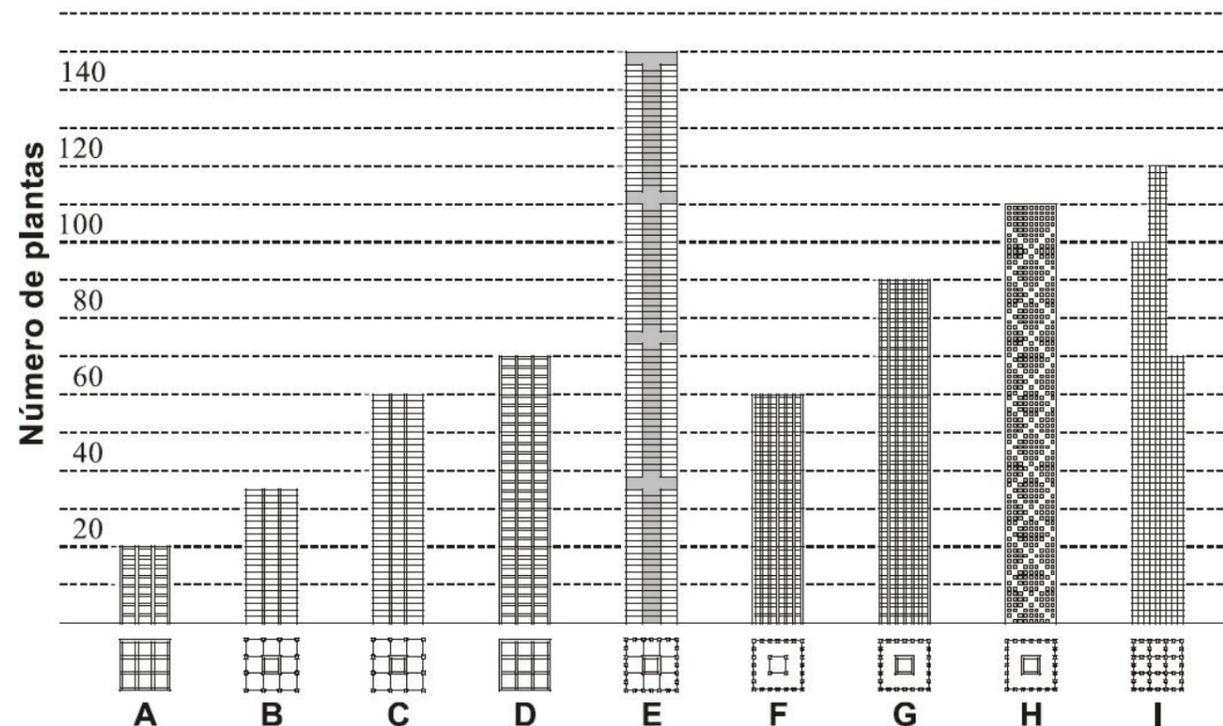
La estructura de un edificio es fundamental no solo para garantizar la seguridad de los ocupantes, sino para lograr el confort y las prestaciones deseables a través de los estados límites de servicio. En el caso de los edificios en altura, la estructura se ve ampliamente solicitada y por ello requiere de una consideración especial. A pesar de que alcanzar los 150m no supone un reto insalvable hoy en día, si que requiere de una profunda reflexión sobre la tipología estructural a adoptar.

Como muestra el esquema desarrollado por Ali y Moon (1), para un edificio de 40 es suficiente un sistema estructural basado en núcleos o pantallas y pórticos de acero rígidos:

Número máximo de plantas <sup>(1)</sup>	Sistemas interiores <sup>(2)</sup>	Sistemas exteriores <sup>(2)</sup>
20	A. Pórticos de hormigón de nudos rígidos	
35	B. Pantallas o núcleo + Pórticos de acero de nudos articulados	
60	C. Pantallas o núcleo + Pórticos de aceros de nudos rígidos	F. Tubo
70	D. Pantallas o núcleo + Pórticos de hormigón de nudos rígidos	
80		G. Tubo en tubo
100		H. Tubo diagonalizado
110		I. Tubos agrupados
150	E. Núcleo + Perchas + Vigas perimetrales + Megasoportes	

<sup>(1)</sup> Valor aproximado a partir del cual el premio por altura se considera excesivo

<sup>(2)</sup> La clasificación en interior o exterior depende de dónde se ubiquen la mayoría de los elementos que absorben las cargas laterales



El sistema estructural propuesto trata de ser coherente tanto con las prestaciones necesarias como con la modulación y el programa que se va a desarrollar en el edificio. En el caso que nos ocupa, siendo una torre híbrida con múltiples usos y dos tipologías volumétricas enfrentadas como son la pieza horizontal y la propia torre, ha sido necesario un gran esfuerzo hasta dar con la combinación adecuada.

De esta forma se ha optado por un sistema de pilares metálicos dispuestos en una retícula de 4,2 x 3,9m que siguiendo una modulación de 30cm satisface tanto la necesidad de particiones de las habitaciones para los usos de residencia y hotel como los espacios de mayor amplitud y flexibilidad requeridos en las plantas inferiores. Esta retícula se divide en la torre para formar el perímetro de pilares que une los forjados a los muros apantallados y al núcleo. Estos muros son los encargados de resistir las fuerzas laterales debido al viento que suponen el mayor reto para la estructura de un rascacielos. Para ello, se disponen de manera paralela a las fachadas este y oeste, siendo éstas las más cortas y por lo tanto siendo la dirección más vulnerable frente a dichas solicitaciones.

Los forjados deben transmitir las cargas laterales por lo que es necesario que sean rígidos, sin embargo, para minimizar el peso de la propia estructura, es habitual que en los rascacielos se opte por un forjado de chapa colaborante de mínimo espesor apoyado sobre un entramado de vigas que son las encargadas de realizar esa labor de transmisión de cargas. Por otro lado, dado que en las plantas inferiores la tipología óptima consiste en un forjado reticular con casetones recuperables, se ha optado por homogeneizar la solución y optar por realizar los forjados de la torre con el mismo sistema aunque manteniendo el entramado de vigas.

En la planta baja y la planta primera, debido al carácter más representativo que se busca y para lograr un espacio más diáfano, los muros se acortan quedándose en pilares apantallados que gracias a estar realizados con HA50 son perfectamente resistentes al tiempo que evitan la obstrucción de las visuales desde la entrada principal de la torre.

Por lo tanto, los elementos que componen la estructura son los siguientes:

Elementos sustentables horizontales:

- Forjado de H.A. bidireccional con casetones recuperables.
- Forjado de H.A. bidireccional con casetones recuperables sobre entramado de vigas IPN y UPN de borde.

Elementos sustentantes verticales:

- Pilares armados de acero 500x500mm .
- Pilares de H.A. apantallados.
- Muros de H.A.

Cimentación:

Losa de cimentación con pilotes hormigonados in situ bajo la torre.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

### HORMIGÓN:

Forjados HA-30 / B / 20 / IIa;  $f_{ck} = 30\text{MPa}$

Muros HA-50 / P / 20 / IIa;  $f_{ck} = 50\text{MPa}$

### ACERO:

Pilares S450;  $f_{yk} = 450\text{MPa}$

Acero de armaduras B-400S  $f_{yk} = 400\text{MPa}$

### RECUBRIMIENTO DE LAS ARMADURAS:

Siendo la vida útil mínima exigida 100 años y para un hormigón de  $f_{ck} > 40\text{MPa}$  el recubrimiento mínimo es de 25mm por lo que el recubrimiento nominal será:

$$r_{nom} \geq r_{min} + \Delta r; \quad r_{nom} \geq 25 + 5 = 30\text{mm}$$

siendo  $\Delta r = 5\text{mm}$  al tratarse de elementos fabricados in situ con control intenso.

### COEFICIENTE DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES:

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para el estudio de los Estados Límite son los que se indican en la tabla siguiente:

Situación del proyecto	Hormigón $\gamma_c$	Acero $\gamma_s$
Persistente o transitoria	1.5	1.15
Accidental	1.3	1.0

## DETERMINACIÓN DE ACCIONES

### COMBINACIÓN DE ACCIONES

De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, se realiza el cálculo de las combinaciones posibles tomando los siguientes coeficientes de ponderación de las acciones:

#### ELU

Tipo de acción	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Favorable	Desfavorable	Favorable	Desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1.00$	$\gamma_G = 1.35$	$\gamma_G = 1.00$	$\gamma_G = 1.00$
Pretensado	$\gamma_P = 1.00$	$\gamma_P = 1.00$	$\gamma_P = 1.00$	$\gamma_P = 1.00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1.00$	$\gamma_{G^*} = 1.50$	$\gamma_{G^*} = 1.00$	$\gamma_{G^*} = 1.00$
Variable	$\gamma_Q = 0.00$	$\gamma_Q = 1.50$	$\gamma_Q = 0.00$	$\gamma_Q = 1.00$
Accidental	---	---	$\gamma_A = 1.00$	$\gamma_A = 1.00$

#### ELS

Tipo de acción	Favorable	Desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1.00$	$\gamma_G = 1.00$
Pretensado	$\gamma_P = 0.90$	$\gamma_P = 1.10$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1.00$	$\gamma_{G^*} = 1.00$
Variable	$\gamma_A = 1.00$	$\gamma_A = 1.00$

De acuerdo al CTE-SE-AE las acciones que se han considerado son las siguientes:

### CARGAS PERMANENTES

G1 - Forjado losa bidireccional aligerada < 0.35m	5kN/m <sup>2</sup>
G2 - Forjado losa bidireccional aligerada < 0.35m	4kN/m <sup>2</sup>
G3 - Tabiquería	1kN/m <sup>2</sup>
G4 - Pavimento con suelo radiante	1.5kN/m <sup>2</sup>
G5 - Falso techo con instalaciones (0.3) y loseta de escayola (0.2)	0.5kN/m <sup>2</sup>
G6 - Relleno de terreno como jardineras (incluyendo material drenante)	20kN/m <sup>3</sup>
G7 - Muro cortina	2.78kN/m lineal

### CARGAS VARIABLES

Q1 - Sobrecarga de uso zona residencial	2kN/m <sup>2</sup>
Q2 - Sobrecarga de zona de acceso al público	5kN/m <sup>2</sup>
Q3 - Sobrecarga sobre balcones volados	2kN/m lineal
Q4 - Sobrecarga de nieve	1kN/m <sup>2</sup>

## ACCIONES TÉRMICAS

De acuerdo con la EHE-08 pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación, de forma que no existan elementos continuos de más de 40m de longitud.

En el proyecto se dispondrán juntas de dilatación mediante el sistema Goujon Cret de manera que los forjados de las dos plantas inferiores queden divididos en tres partes de una máximo de 36m de longitud.

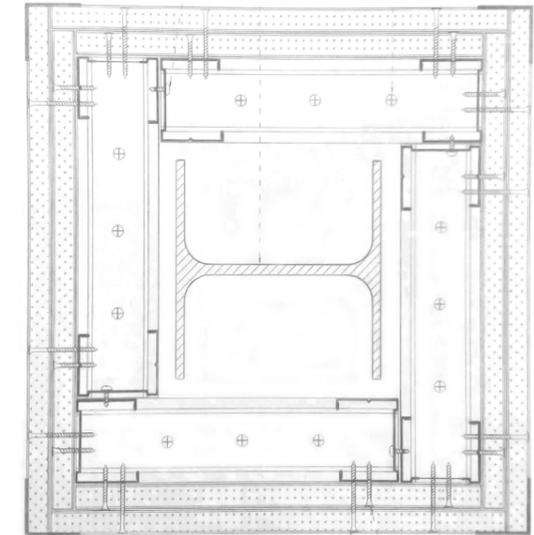
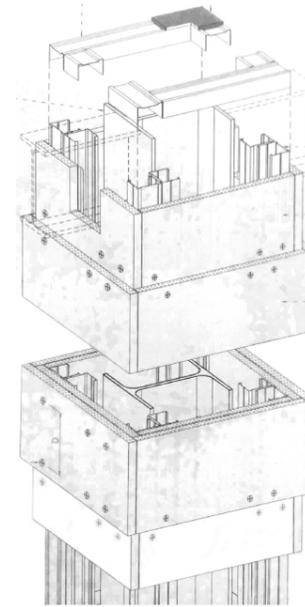
## ACCIONES SÍSMICAS

Berlín está situado en una zona de Alemania en la que la aceleración sísmica es despreciable ( $a_0 < 0.025g$ ), a lo que se une el hecho de que en los rascacielos las solicitaciones por sismo son muy inferiores a las debidas al viento. De hecho, de acuerdo con el NCSR-02 no será necesario un cálculo sísmico en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0.08g.

Por tanto y de acuerdo con nuestra tipología estructural que cumple con los requisitos de la normativa, no es obligatorio el cálculo sísmico.

## RESISTENCIA AL FUEGO

Para proteger la estructura metálica del fuego se ha optado por un revestimiento a base de placas de cartón yeso y sellado con pasta ignífuga. En este caso, un doble aplacado de 13mm sería suficiente para satisfacer y otorgar una protección equivalente a EF-120.



## ACCIÓN DEL VIENTO:

La fuerza superficial ejercida horizontalmente por el viento sobre el edificio se corresponde con:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

El valor  $q_b$  de la presión dinámica se puede tomar de manera simplificada con el valor de 0.5kN-m<sub>2</sub>

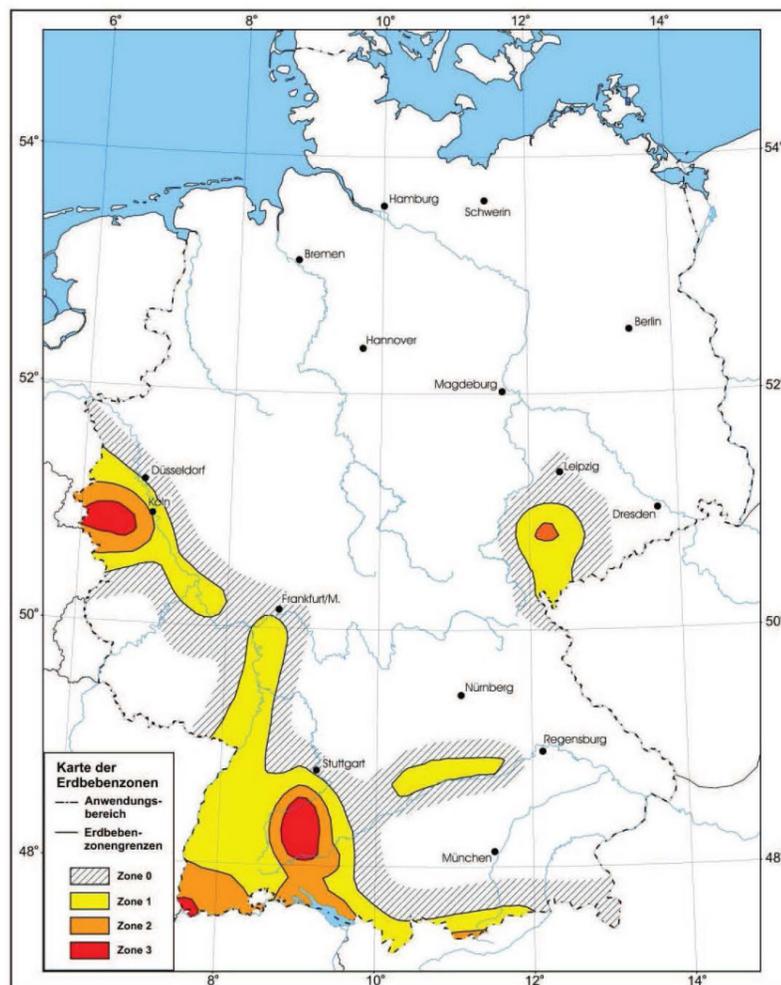
Para lograr el valor del coeficiente de exposición  $c_e$  se ha recurrido a la siguiente tabla, en la que el entorno del edificio consistiría en una zona urbana en general y aplicando los coeficientes a las fórmulas correspondientes:

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L)$$

	Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

**Karte der Erdbebenzonen für die erdbebengerechte Baunorm E-DIN 4149 (in Analogie zum Eurocode 8)**



Zona Sísmica	Aceleración $a_0$ m/s <sup>2</sup>
0	0.025g
1	0.041g
2	0.066g
3	0.102g

Por lo que las expresiones quedan de la siguiente manera:

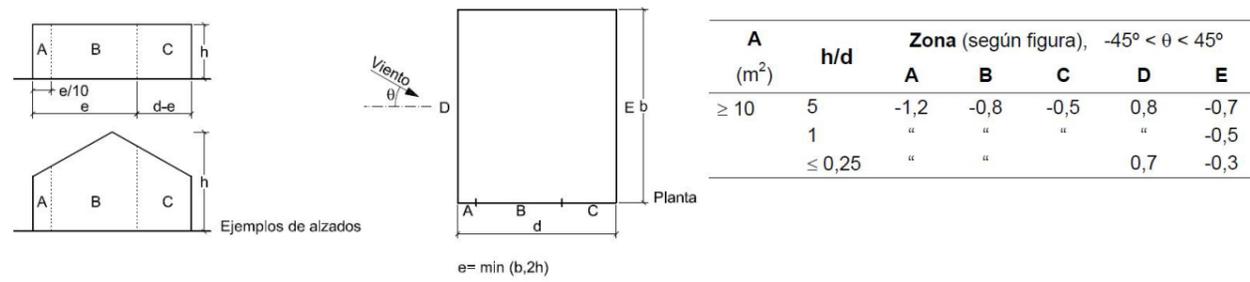
$$F = 0.22 \ln (150 / 0.3) = 1.36$$

$$c_e = 1.36 \cdot (1.36 + 7 \cdot 0.22) = 3.94$$

El siguiente coeficiente necesario es el de presión exterior  $c_p$ , el cual depende de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia.

Es necesario realizar una hipótesis por cada fachada por lo que siendo el único valor que variará en la fórmula de  $q_e$ , se opta por simplificarla con los datos que se han logrado hasta ahora:

$$q_e = q_b \cdot 0.5 \cdot 3.94 = 1.97 q_b$$



### ACCIÓN VIENTOS ESTE Y OESTE:

Siendo:

$$e=20m; \quad e/10=2m; \quad d=20; \quad h/d>5$$

	$q_b$	$q_e$ (kN/m <sup>2</sup> )
A	-1.2	-2.3
B	-0.8	-1.58
C	0.5	-1
D	0.8	1.58
E	-0.7	-1.38

### ACCIÓN VIENTOS NORTE Y SUR:

Siendo:

$$e=40m; \quad e/10=4m; \quad e>d \text{ por lo que no hay C}; \quad h/d>5$$

	$q_b$	$q_e$ (kN/m <sup>2</sup> )
A	-1.2	-2.3
B	-0.8	-1.58
C	---	---
D	0.8	1.58
E	-0.7	-1.38

## PREDIMENSIONADO DE FORJADOS P1 Y P2

Según el artículo 5.2 de la EHE, En vigas y losas de edificación, no será necesaria la comprobación de flechas cuando la relación luz/canto útil del elemento estudiado sea igual o inferior al valor indicado en la tabla 50.2.2.1.a. Para losa bidireccional continua:

$$h > L/30$$

Por lo tanto se predimensiona el forjado con un espesor que de acuerdo con el artículo anterior evita la comprobación por flecha del forjado. Al tratarse de un forjado reticular con luces de 7,8 x 8,4m, el canto mínimo para evitar la comprobación a flecha es:

$$h > 8.4/30 = 0.28\text{m}, \text{ se opta por } 0.3\text{m}$$

### DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DEL FORJADO:

Para el dimensionado de esta losa se han seguido las recomendaciones que establece el autor Jiménez Montoya en el libro *Hormigón Armado*.

### CARACTERÍSTICAS DEL FORJADO:

L1=7,8m  
L2=8,4m  
h=0.3m

### DIMENSIONES DE LOS ÁBACOS:

Los forjados dispondrán de ábacos macizados en torno a los pilares con las siguientes dimensiones mínimas:

$$a = 0.15 \times L_1 = 0.15 \times 7.8 = 1.17\text{m}$$

$$b = 0.15 \times L_2 = 0.15 \times 8.4 = 1.26\text{m}$$

### CAPA DE COMPRESIÓN:

El espesor mínimo de la capa de compresión debe ser de 5cm por lo que se adopta dicho valor

### NERVIOS:

$$b > 7\text{cm}$$

$$b > h'/4 = (0.3 \times 0.8)/4 = 0.08\text{m};$$

$$b > b_x/7 = 0.72/7 = 0.1\text{m}; \quad \text{donde } h' \text{ es el canto útil del forjado}$$

donde  $b_x$  es la dimensión de aligeramiento en el eje x, se toma 0.72m

La distancia entre nervios debe ser  $< 1.00\text{m}$  por lo que se toman 78cm y 84cm.

### NERVIO PERIMETRAL:

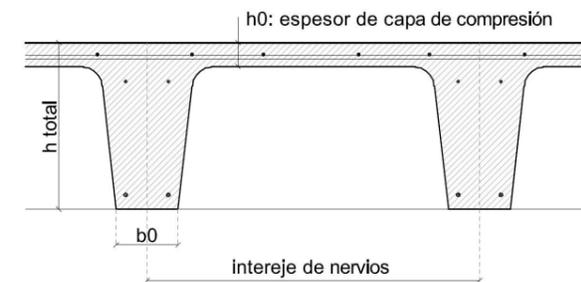
El forjado de placa aligerada llevará en todo su contorno un nervio perimetral cuyo ancho será superior a 25 cm y el canto será igual al canto del forjado.

### VOLADIZOS:

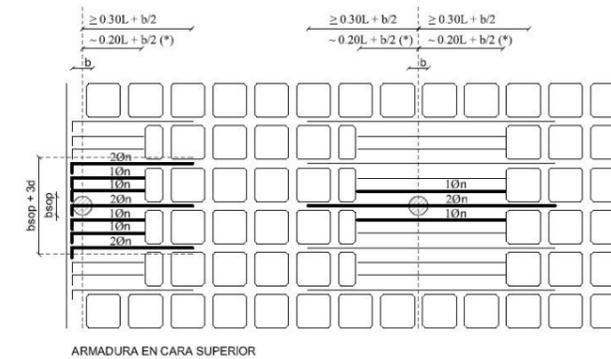
Los voladizos en las placas aligeradas tendrán un vuelo no mayor que 10 veces el canto del forjado.

$L_{\text{vuelo}} < 10 \times 3 = 3\text{m}$ ; el voladizo máximo del proyecto de 1.4m

### SECCIÓN TIPO CON CASETONES RECUPERABLES

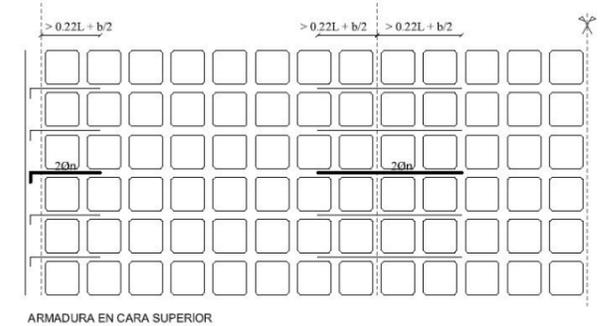


### NERVIO TIPO EN BANDA DE SOPORTES

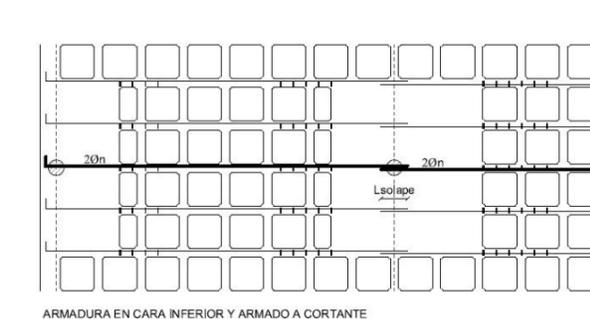


ARMADURA EN CARA SUPERIOR

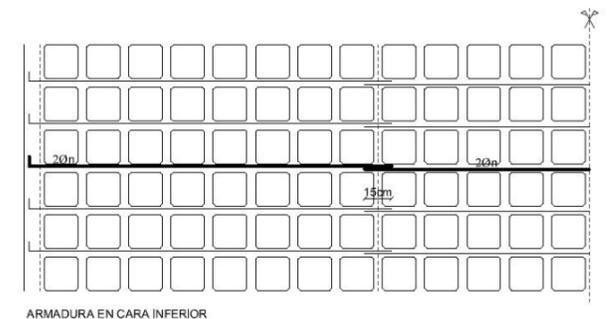
### NERVIO TIPO EN BANDA CENTRAL



ARMADURA EN CARA SUPERIOR



ARMADURA EN CARA INFERIOR Y ARMADO A CORTANTE

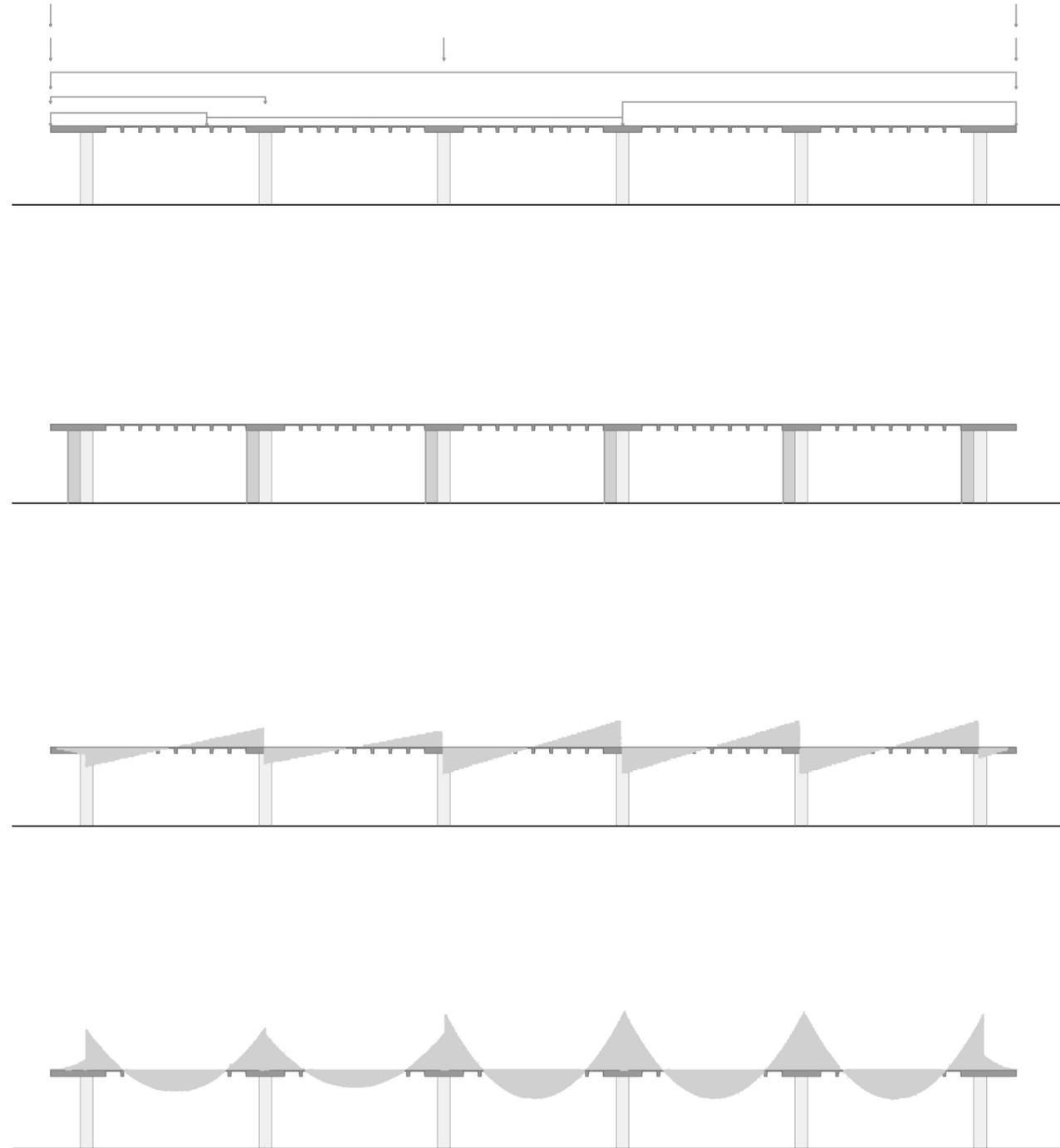


ARMADURA EN CARA INFERIOR

## DIMENSIONADO:

Para realizar el cálculo se ha modelado en Architrave el pórtico de la segunda planta al ser el más solicitado debido al terreno del invernadero y la terraza, que además incluye la sobrecarga por nieve.

El método utilizado para el dimensionado se basa en unir los soportes mediante porciones de forjado que, siendo un entramado plano pueden considerarse como dinteles sobre las que recae el ámbito de carga correspondiente de cada nervio, 78cm, y ser calculadas como tal.



Del modelo de Architrave se sacan las solicitaciones, entre las que interesan los momentos máximos del forjado:

$$M^- = 91,64 \text{ kNm}$$

$$M^+ = 45,76 \text{ kNm}$$

$$A_{s^-} = M^- / (0,8 \cdot h \cdot f_{yd}) = 91,64 \times 100 / (0,8 \cdot 0,3 \cdot 347,78) = 109,78 \text{ mm}^2$$

$$\text{siendo } f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 400 / 1,15 = 347,78$$

$$\varnothing = \sqrt{(4 \times 109,78 / \pi)} = 11,55 \text{ mm}^2$$

La EHE-08 no establece de forma explícita las cuantías mínimas para los forjados reticulares, por lo que se suele recomendar tomar las establecidas para los nervios de los forjados unidireccionales (EHE-08, tabla 42.3.5):

$$A_{s_{\min}} \geq 0,004 \cdot b_w \cdot h \text{ para acero B400, siendo } b_w \text{ el ancho del nervio}$$

$$A_{s_{\min}} \geq 0,004 \cdot 120 \cdot 300 = 144 \text{ mm}^2$$

$$\varnothing = \sqrt{(4 \times 144 / \pi)} = 13,54 \text{ mm}^2$$

Por lo que se opta por disponer 2Ø12

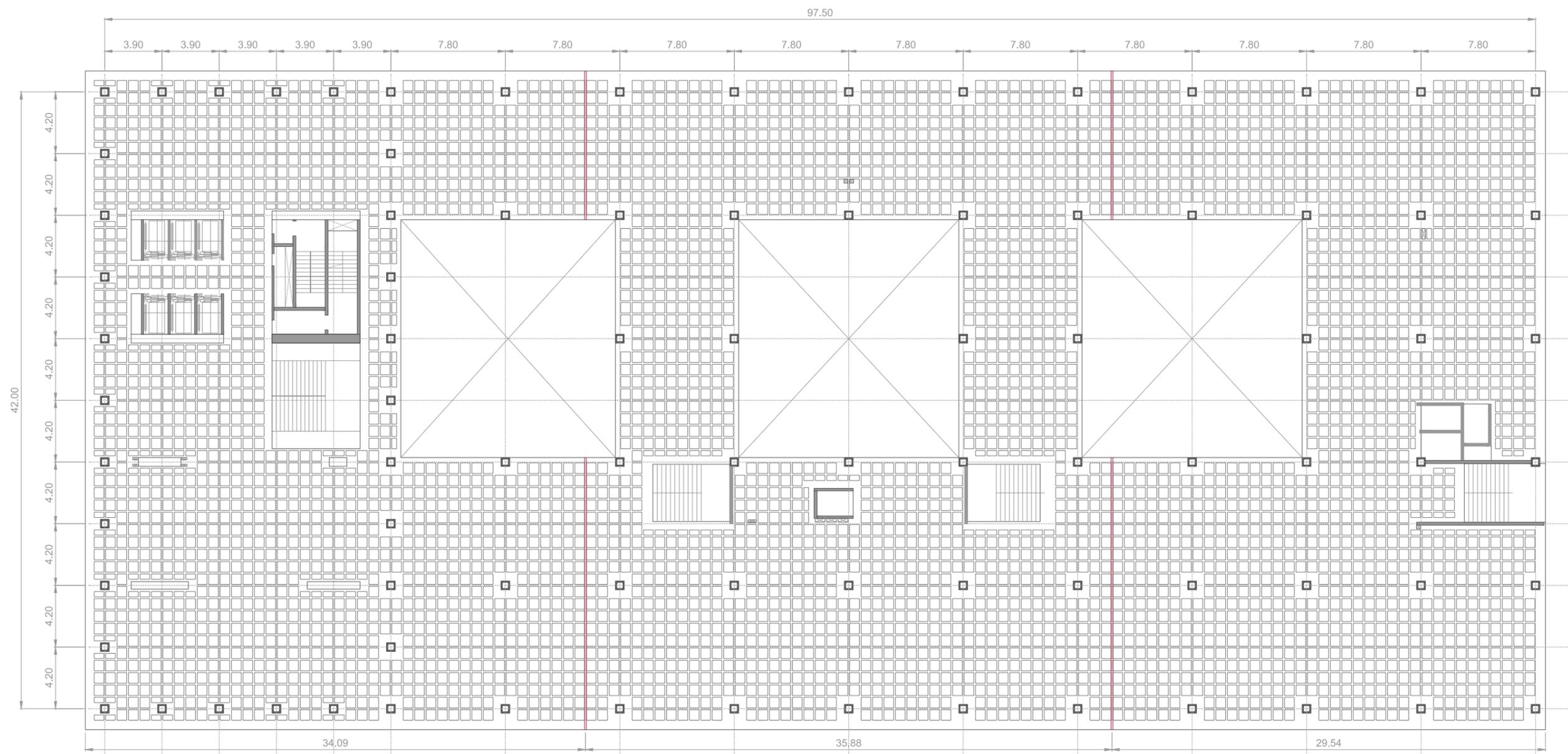
$$A_{s^+} = M^+ / (0,8 \cdot h \cdot f_{yd}) = 45,76 \times 100 / (0,8 \cdot 0,3 \cdot 347,78) = 54,82 \text{ mm}^2$$

$$\varnothing = \sqrt{(4 \times 54,82 / \pi)} = 8,35 \text{ mm}^2$$

Por lo que se opta por disponer también 2Ø12 para cumplir con la cuantía mínima.

Otras recomendaciones estructurales para los forjados reticulares son:

- dimensionar la cara superior de los nervios en los macizados con cuatro redondos, que se distribuirán en planta dos sobre la prolongación del alma del nervio aligerado y dos entre los nervios.
- disponer las vigas de borde con un armado no inferior a 4Ø12 y cercos Ø6/0.5d.
- armar la capa de compresión con un mallazo de igual cuantía en ambas direcciones, siendo recomendable para h=50mm una malla #Ø6/150 mm.



## DIMENSIONADO DE FORJADOS DE LA TORRE

Para los forjados de la torre se ha utilizado el mismo procedimiento, con la diferencia de que en este caso hay un entramado de vigas bajo el forjado reticular, por lo que las luces disminuyen drásticamente, de 8,4 a 4,2 y de 7,8 a 3,9m, por lo que las exigencia de canto para evitar realizar la comprobación de flecha es la siguiente:

$$h > 4.2/30 = 0.14\text{m}, \text{ se opta por } 0.15\text{m}$$

Por otro lado no es necesario realizar macizados junto a los pilares puesto que son las vigas las que transmiten las cargas a los pilares.

Se ha optado por mantener la anchura de los nervios y la separación entre vigas por lo que las comprobaciones anteriores con válidas quedando el forjado con las siguientes características:

$$\begin{aligned} b &= 0,12\text{m} \\ h &= 0,15\text{m} \\ h_0 &= 0,05\text{m} \\ d_{\text{intereje},x} &= 0,78\text{m} \\ d_{\text{intereje},y} &= 0,84\text{m} \end{aligned}$$

Para calcular las sollicitaciones también se ha seguido el mismo procedimiento mediante el modelado del forjado en architrave, obteniendo los siguientes momentos máximos:

$$\begin{aligned} M^- &= 11,05\text{kNm} \\ M^+ &= 5,23\text{ kNm} \end{aligned}$$

$$A_s^- = M^- / (0,8 \cdot h \cdot f_{yd}) = 11,05 \times 100 / (0,8 \cdot 0,15 \cdot 347,78) = 26,48\text{mm}^2$$

$$\varnothing = \sqrt{(4 \times 38,24 / \pi)} = 5,8\text{mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} \geq 0,004 \cdot 120 \cdot 150 = 72\text{mm}^2$$

Por lo que se opta por disponer 2Ø8

$$A_s^+ = M^+ / (0,8 \cdot h \cdot f_{yd}) = 5,23 \times 100 / (0,8 \cdot 0,15 \cdot 347,78) = 12,55\text{mm}^2$$

$$\varnothing = \sqrt{(4 \times 12,55 / \pi)} = 3,99\text{mm}^2$$

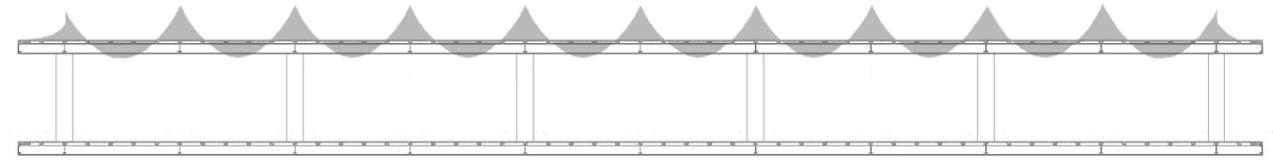
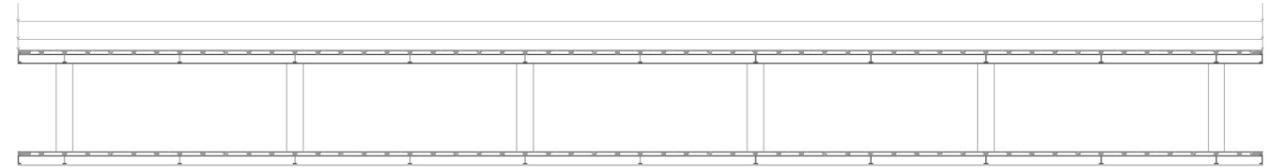
Por lo que se opta por disponer 2Ø8

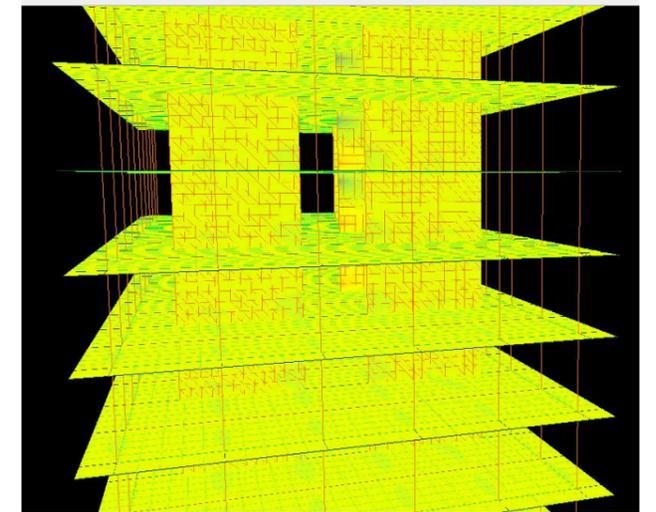
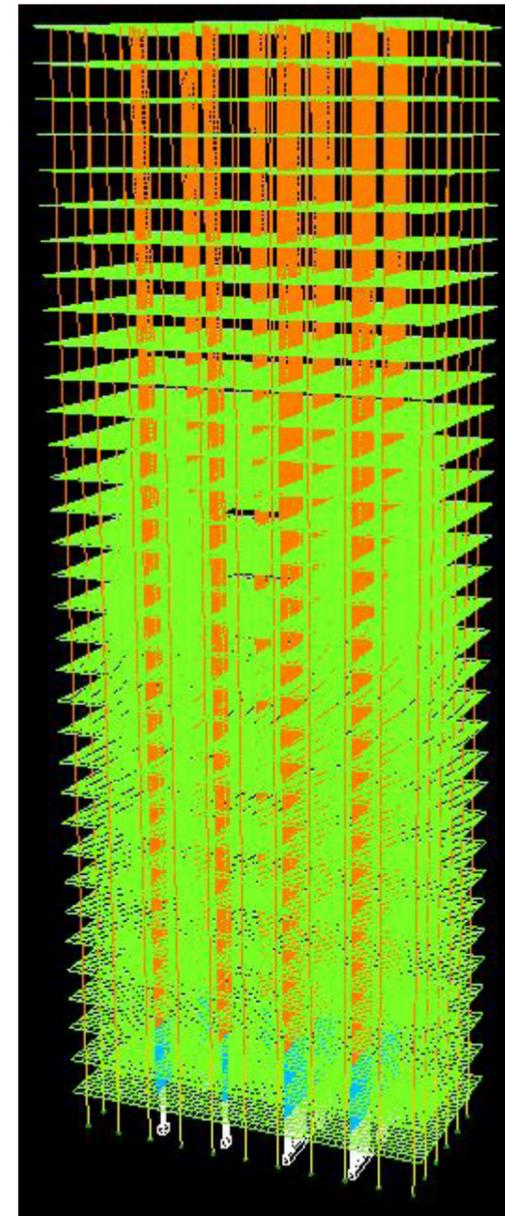
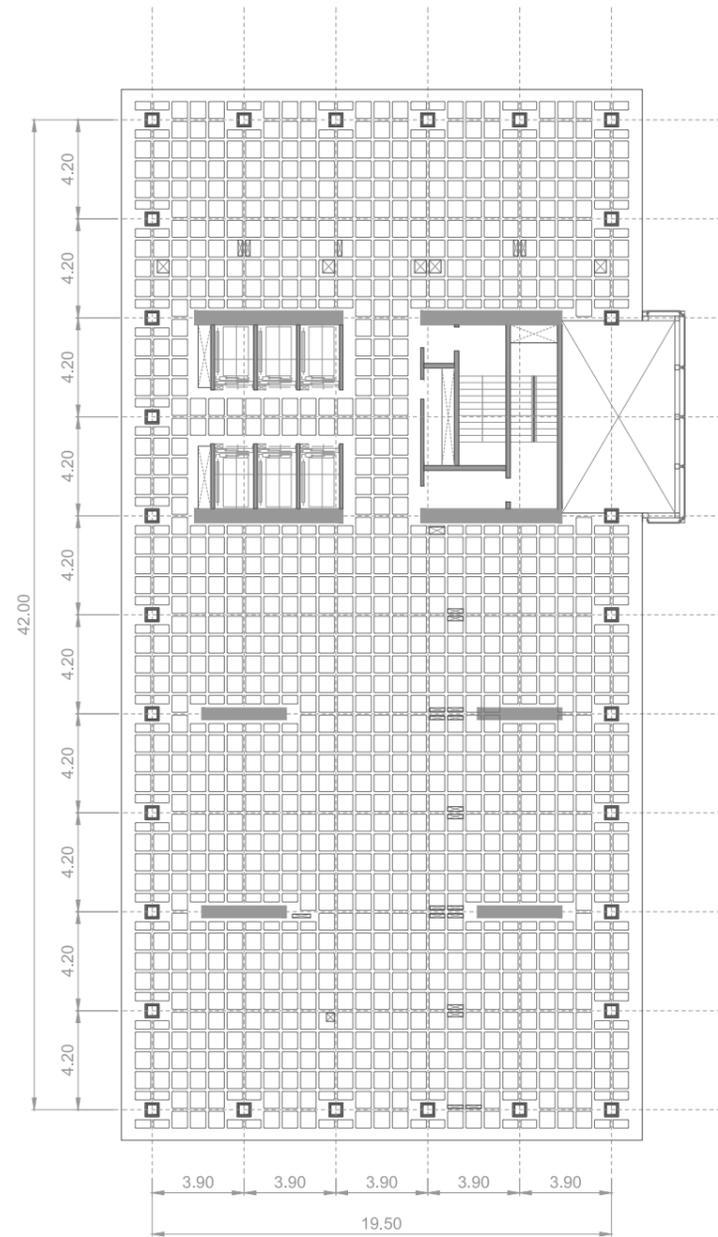
Respecto al entramado de vigas que soporta el forjado, se han peritado el modelo de architrave obteniendo las siguientes dimensiones:

IPE 360 de acero S450 para las vigas perpendiculares a los muros

IPE 300 de acero S450 para las vigas paralelas a los muros

UPN300 de acero S450 como viga perimetral





## DIMENSIONADO DE LOS PILARES

Para ajustar la dimensión de los pilares a lo largo de la torre, se ha dividido ésta en tres partes y se ha dimensionado el pilar más desfavorable de cada tramo. Para obtener las solicitaciones se ha modelado la estructura de la torre en Architrave.

### PLANTAS 0-13

Debido a que ningún perfil normalizado es capaz de soportar las cargas se ha optado por armar un pilar metálico de 500x500mm de manera que se reduzca el grosor de la chapa en función de las solicitaciones. Tras realizar un predimensionado limitando la esbeltez reducida a 2 con un pilar compuesto por chapas de 40mm de grosor, se ha comprobado que no cumplía a flexocompresión, por lo que se ha aumentado el grosor a 50mm quedando con las siguientes características:

h (mm)	500
b (mm)	500
t (mm)	50
Area (mm <sup>2</sup> )	90x10 <sup>3</sup>
I <sub>y,z</sub> (mm <sup>4</sup> )	3,075x10 <sup>9</sup>
wpl <sub>y,z</sub> (mm <sup>3</sup> )	15,25x10 <sup>6</sup>
i <sub>y,z</sub> (mm)	184,84

$$N_{pl,RD} = A \cdot f_{yd} = 90000 \times 450 / 1,05 = 38,57 \times 10^6 \text{ N}$$

$$M_{pl,RD} = W_{pl} \cdot f_{yd} = 15,25 \times 10^6 \times 450 / 1,05 = 6,536 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

Las secciones sometidas a flexocompresión deben satisfacer la condición:

$$N_{ED} / N_{pl,RD} + M_{y,ED} / M_{pl,RD,y} + M_{z,ED} / M_{pl,RD,z} \leq 1$$

Combinación con  $N_{max}$ :

$$N_{ED} = 24,3 \times 10^6 \text{ N}$$

$$M_{y,ED} = 1,21 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,ED} = 0,67 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

$$24,3 \times 10^6 / 38,57 \times 10^6 + 1,21 \times 10^9 / 6,536 \times 10^9 + 0,67 \times 10^9 / 6,536 \times 10^9 = 0,9177 < 1 \text{ Cumple}$$

Combinación con  $M_{y,max}$ :

$$N_{ED} = 19,5 \times 10^6 \text{ N}$$

$$M_{y,ED} = 1,66 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,ED} = 0,36 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

$$19,5 \times 10^6 / 38,57 \times 10^6 + 1,66 \times 10^9 / 6,536 \times 10^9 + 0,36 \times 10^9 / 6,536 \times 10^9 = 0,814 < 1 \text{ Cumple}$$

## COMPROBACIÓN A PANDEO

Clase de sección:

$$\text{Límite de esbeltez } c/t = 400/50 = 20 \leq 396 \epsilon / (13 \cdot \alpha - 1) = 396 \times 0,72 / 12 = 23,76 \text{ Por lo que es clase 1}$$

$$\text{siendo } \epsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/450} = 0,72$$

Al tratarse de piezas cerradas no susceptibles a pandeo por torsión sometidas a flexocompresión, se comprobará la relación:

$$N_{ED} / (\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}) + 0,6 \cdot k_y \cdot (c_{m,y} \cdot M_{y,ED}) / (W_{pl,y} \cdot f_{yd}) + k_z \cdot (c_{m,z} \cdot M_{z,ED}) / (W_{pl,z} \cdot f_{yd}) \leq 1$$

siendo,

$$L_{k,y} = 2 \cdot 4900 = 9800 \text{ m} = L_{k,z}$$

$$\lambda_y = L_{k,y} / i_y = 9800 / 184,84 = 53$$

$$\underline{\lambda} = \lambda_y / \lambda_R = 53 / 86,8 = 0,61; \text{ curva c}$$

por lo tanto según la tabla 4.7:

$$\chi = 0,79$$

$$k_y = 1 + (\underline{\lambda} - 0,2) N_{ED} / (\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}) = 1 + (0,61 - 0,2) 24,3 \times 10^6 / (0,79 \cdot 90000 \cdot 450 / 1,05) = 1,32$$

$$\Psi_y = 0; c_{m,y} = 0,6 + 0,4 \times 0 = 0,6$$

$$\Psi_z = 0; c_{m,z} = 0,6 + 0,4 \times 0,3 = 0,72$$

$$24,3 \times 10^6 / (0,79 \cdot 90 \times 10^3 \cdot 450 / 1,05) + 0,6 \cdot 1,32 \cdot (0,6 \cdot 1,21 \times 10^9) / (15,25 \times 10^6 \cdot 450 / 1,05) + 1,32 \cdot (0,72 \cdot 0,67 \times 10^9) / (15,25 \times 10^6 \cdot 450 / 1,05) = 0,98 \leq 1 \text{ Cumple a pandeo}$$

## INTERACCIÓN FLECTOR-CORTANTE:

No será necesario comprobar la interacción flector cortante cuando se cumpla:

$$V_{ED} \leq 50\% \cdot V_{pl,RD}$$

siendo:

$$V_{pl,RD} = (A \cdot f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 50000 \times 450 / (1,05 \times \sqrt{3}) = 12,37 \times 10^6 \text{ N}$$

$$V_{pl,RD} \times 0,5 = 6,186 \times 10^6 \text{ N} > 0,23 \times 10^6 \text{ N} \text{ por lo que no es necesario realizar la comprobación para la interacción flector cortante}$$

## PLANTAS 14-26

Para el segundo tramo se ha reducido el grosor de la chapa de 50 a 20mm:

h (mm)	500
b (mm)	500
t (mm)	20
Area (mm <sup>2</sup> )	38,4x10 <sup>3</sup>
I <sub>y,z</sub> (mm <sup>4</sup> )	1,48x10 <sup>9</sup>
wpl <sub>y,z</sub> (mm <sup>3</sup> )	6,92x10 <sup>6</sup>
i <sub>y,z</sub> (mm)	180,1

$$N_{pl,RD} = A \cdot f_{yd} = 38400 \cdot 450 / 1,05 = 16 \times 10^6 \text{ N}$$

$$M_{pl,RD} = W_{pl} \cdot f_{yd} = 6,92 \times 10^6 \cdot 450 / 1,05 = 2,97 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

Las secciones sometidas a flexocompresión deben satisfacer la condición:

$$N_{ED} / N_{pl,RD} + M_{y,ED} / M_{pl,RD,y} + M_{z,ED} / M_{pl,RD,z} \leq 1$$

Combinación más exigente:

$$N_{ED} = 7,63 \times 10^6 \text{ N}$$

$$M_{y,ED} = 528 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,ED} = 51 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$7,63 \times 10^6 / 16 \times 10^6 + 528 \times 10^6 / 2,97 \times 10^9 + 51 \times 10^6 / 2,97 \times 10^9 = 0,67 < 1 \text{ Cumple}$$

## COMPROBACIÓN A PANDEO

En el caso de los pilares del segundo tercio de la torre se ha comprobado el pandeo con el pilar situado en la doble altura puesto que su longitud es el doble:

$$N_{ED} = 7,29 \times 10^6 \text{ N}$$

$$M_{y,ED} = 107 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,ED} = 61,8 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

Clase de sección:

Límite de esbeltez  $c/t = 460/20 = 23 \leq 396 \epsilon / (13 \cdot \alpha - 1) = 396 \times 0,72 / 12 = 23,76$  Por lo que es clase 1

Al tratarse de piezas cerradas no susceptibles a pandeo por torsión sometidas a flexocompresión, se comprobará la relación:

$$N_{ED} / (\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}) + 0,6 \cdot k_y \cdot (c_{m,y} \cdot M_{y,ED}) / (W_{pl,y} \cdot f_{yd}) + k_z \cdot (c_{m,z} \cdot M_{z,ED}) / (W_{pl,z} \cdot f_{yd}) \leq 1$$

siendo,

$$L_{k,y} = 2 \cdot 3700 = 7400 \text{ m} = L_{k,z}$$

$$\lambda_y = L_{k,y} / i_y = 7400 / 196,13 = 85$$

$$\lambda = \lambda_y / \lambda_R = 85 / 86,8 = 0,98; \text{ curva c}$$

por lo tanto según la tabla 4.7:

$$\chi = 0,54$$

$$k_{yz} = 1 + (\lambda - 0,2) N_{ED} / (\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}) = 1 + (0,98 - 0,2) 7,29 \times 10^6 / (0,98 \cdot 384000 \cdot 450 / 1,05) = 1,35$$

$$\Psi_{y,z} = 0; c_{m,y,z} = 0,6 + 0,4 \times 0 = 0,9$$

$$7,3 \times 10^6 / (0,54 \cdot 38400 \cdot 450 / 1,05) + 0,6 \cdot 1,35 \cdot (0,9 \cdot 107 \times 10^6) / (6,92 \times 10^6 \cdot 450 / 1,05) + 1,36 \cdot (0,9 \cdot 61 \times 10^6) / (6,92 \times 10^6 \cdot 450 / 1,05) = 0,87 \leq 1 \text{ Cumple a pandeo}$$

Para el segundo tramo se ha reducido el grosor de la chapa de 50 a 10mm:

h (mm)	500
b (mm)	500
t (mm)	10
Area (mm <sup>2</sup> )	19,6x10 <sup>3</sup>
I <sub>y,z</sub> (mm <sup>4</sup> )	784x10 <sup>6</sup>
wpl <sub>y,z</sub> (mm <sup>3</sup> )	3,6x10 <sup>6</sup>
i <sub>y,z</sub> (mm)	183,76

$$N_{pl,RD} = A \cdot f_{yd} = 19600 \times 450 / 1,05 = 8,4 \times 10^6 \text{ N}$$

$$M_{pl,RD} = W_{pl} \cdot f_{yd} = 3,6 \times 10^6 \times 450 / 1,05 = 1,54 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

Combinación más exigente:

$$N_{ED} = 3,2 \times 10^6 \text{ N}$$

$$M_{y,ED} = 335,2 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{z,ED} = 99,4 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

Las secciones sometidas a flexocompresión deben satisfacer la condición:

$$N_{ED} / N_{pl,RD} + M_{y,ED} / M_{pl,RD,y} + M_{z,ED} / M_{pl,RD,z} \leq 1$$

$$3,2 \times 10^6 / 8,4 \times 10^6 + 335,2 \times 10^6 / 1,54 \times 10^9 + 99,4 \times 10^6 / 1,54 \times 10^9 = 0,66 < 1 \text{ Cumple}$$

COMPROBACIÓN A PANDEO:

Clase de sección:

$$\text{Límite de esbeltez } c/t = 480/10 = 48 \leq 456 \epsilon / (13 \cdot \alpha - 1) = 456 \times 0,72 / 5,5 = 59,9 \text{ Por lo que es Clase 2}$$

Al tratarse de piezas cerradas no susceptibles a pandeo por torsión sometidas a flexocompresión, se comprobará la relación:

$$N_{ED} / (\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}) + 0,6 \cdot k_y \cdot (c_{m,y} \cdot M_{y,ED}) / (W_{pl,y} \cdot f_{yd}) + k_z \cdot (c_{m,z} \cdot M_{z,ED}) / (W_{pl,z} \cdot f_{yd}) \leq 1$$

siendo,

$$L_{k,y} = 2 \cdot 3700 = 7400 \text{ m} = L_{k,z}$$

$$\lambda_y = L_{k,y} / i_y = 7400 / 200,1 = 42$$

$$\lambda = \lambda_y / \lambda_R = 42 / 86,8 = 0,484; \text{ curva b}$$

por lo tanto según la tabla 4.7:

$$\chi = 0,88$$

$$k_{y,z} = 1 + (\lambda - 0,2) N_{ED} / (\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}) = 1 + (0,48 - 0,2) 3,2 \times 10^6 / (0,88 \cdot 19600 \cdot 450 / 1,05) = 1,12$$

$$\Psi_{y,z} = 0; c_{m,y,z} = 0,9$$

$$3,2 \times 10^6 / (0,88 \cdot 19600 \cdot 450 / 1,05) + 0,6 \cdot 1,12 \cdot (0,9 \cdot 335,2 \times 10^6) / (3,6 \times 10^6 \cdot 450 / 1,05) + 1,12 \cdot (0,9 \cdot 99,4 \times 10^6) / (3,6 \times 10^6 \cdot 450 / 1,05) = 0,62 \leq 1 \text{ Cumple a pandeo}$$

**01 DB-SI**

**02 DB-HS**

**03 Instalación eléctrica, iluminación y telecomunicaciones**

**04 Climatización**

**05 DB-SU**

**06 Accesibilidad**

**07 DB-HE**

## 01 DB-SI

Es imprescindible implementar en cada edificio los criterios de seguridad necesarios para garantizar la protección de los ocupantes en todo momento. El DB-SI es por tanto un elemento que debe cumplirse para evitar situaciones que puedan poner en riesgo la integridad de las personas y del propio edificio.

El edificio cumple con las exigencias del DB-SI en sus respectivos apartados, poniendo especial atención a la evacuación de ocupantes en las plantas de la torre, al tratarse de un punto trascendental en la aplicación de la norma.

Debido a la disposición asimétrica del núcleo, no es posible disponer en todo momento de dos recorridos de evacuación. Sin embargo el CTE establece un número mínimo de dos salidas y una longitud máxima de recorrido de evacuación sin alternativa equivalente a la longitud máxima para los casos en los que se dispone únicamente de una única salida, 25m. Por lo tanto, la alternativa de recorrido de evacuación no es lo obligatorio, sino la existencia de dos escaleras para poder mantener la evacuación en caso de que una quede bloqueada. En el proyecto, ningún recorrido de evacuación comenzando desde una habitación está a más de 25m, longitud máxima que además se ve aumentada un 25% gracias a los elementos de extinción automáticos instalados y dentro del cual estarían los recorridos que llegan a la terraza.

En cualquier caso, para los edificios en altura es común que la evacuación se realice a través del ascensor para bomberos, el cual no requiere de un vestíbulo pero que conviene que esté cerca de los vestíbulos de independencia de las escaleras, donde los ocupantes, en especial aquéllos con movilidad reducida, pueden comunicarse a través de un interfono y esperar al rescate.

### PROPAGACIÓN INTERIOR

El edificio está compartimentado en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la Tabla 1.1. Como se indica en dicha sección, las superficies máximas de cada sector pueden duplicarse cuando se dispone de un sistema automático de extinción de incendios como es el caso, por lo que la superficie máxima pasa a ser de 2500m<sup>2</sup> a 5000m<sup>2</sup>.

Comenzando por la planta de sótano, cada sala de máquinas y almacén debe considerarse un sector independiente al tratarse de zonas de riesgo especial.

En el caso de la planta baja, cada comercio y el restaurante son sectores independientes del espacio central, que a su vez es independiente de la recepción de la residencia y el hotel, la cual esta conectada con las plantas superiores mediante la escalera principal, configurando estas tres áreas un único sector de incendios. Por ello, el resto de la primera planta compone otro sector de incendios, a excepción del almacén que vuelve a considerarse otro local de riesgo especial.

En el caso de la segunda planta, la terraza, el invernadero, la zona zona de manipulación de plantas y el aula forman otro sector de incendios, siendo éste el más grande del proyecto con 3182m<sup>2</sup>.

En el caso de la torre, cada planta supone un sector de incendios excepto en las plantas de la residencia, en las cuales cada sector está formado por la agrupación de las dos plantas unidas por la escalera.

### PROPAGACIÓN EXTERIOR

Al no existir medianeras o muros colindantes con otros edificios, el único riesgo de propagación horizontal es el del existente entre dos sectores de incendio diferentes, por lo que los 2 primeros metros de cerramiento a partir de la separación de dos sectores distintos deberá ser al menos EI-60.

Para evitar la propagación vertical, todos los forjados dispondrán de una franja de al menos 1m de altura con una clasificación EI-60. Esta altura puede reducirse en los casos en los que existe un saliente que dificulta la propagación vertical como es el caso de los forjados de las dos primeras plantas.

### EVACUACIÓN DE OCUPANTES

Como se indica en el apartado de compatibilidad de los elementos de evacuación, los establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia de cualquier superficie y los de uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m<sup>2</sup>, si están integrados en un edificio cuyo uso previsto principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:

a) sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como salida de emergencia de otras zonas del edificio.

b) sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

### NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

La norma establece que para plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta, la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excederá de 50 m, excepto en el caso de que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, en cuyo caso será de 35m.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excederá la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, 25m, pudiendo aumentar un 25% cuando se trate de sectores de incendio protegidos con una instalación automática de extinción.

### OCUPACIÓN Y DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Se ha calculado la ocupación correspondiente a cada escalera mediante los coeficientes de ocupación de la tabla 2.1 del DB-SI3.

En el caso de las escaleras que conectan las plantas inferiores, ha sido necesario convertirlas en escaleras protegidas tanto para poder sectorizar las plantas como para poder evacuar el volumen de personas correspondiente a cada una de ellas. La cantidad de personas a evacuar varía entre 96 y 273 perso-

nas, pero en todo caso es inferior a la capacidad máxima de 304 personas establecida en la tabla 4.2.

En el caso de la escalera principal, su capacidad de evacuación máximo es de 384 para los 818

**Tabla 4.2. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura**

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente) <sup>(1)</sup>					
	Evacuación ascendente <sup>(2)</sup>	Evacuación descendente	Nº de plantas					
			2	4	6	8	10	cada planta más
1,00	132	160	224	288	352	416	480	+32
1,10	145	176	248	320	392	464	536	+36
1,20	158	192	274	356	438	520	602	+41
1,30	171	208	302	396	490	584	678	+47
1,40	184	224	328	432	536	640	744	+52
1,50	198	240	356	472	588	704	820	+58
1,60	211	256	384	512	640	768	896	+64
1,70	224	272	414	556	698	840	982	+71
1,80	237	288	442	596	750	904	1058	+77
1,90	250	304	472	640	808	976	1144	+84
2,00	264	320	504	688	872	1056	1240	+92
2,10	277	336	534	732	930	1128	1326	+99
2,20	290	352	566	780	994	1208	1422	+107
2,30	303	368	598	828	1058	1288	1518	+115
2,40	316	384	630	876	1122	1368	1614	+123
<b>Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera</b>								

ocupantes que se esperan en los sectores que atraviesa. Sin embargo esa diferencia es perfectamente asumible gracias a las dos escaleras especialmente protegidas situadas en el núcleo de comunicación.

Para la comprobación de la escalera protegida se ha recurrido a la fórmula de la tabla 4.1:

$$E \leq 3S + 160As$$

siendo:

S: Superficie útil del recinto, o bien de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

As: Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio (m)

E: Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de

planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable.

En este caso se ha considerado que la situación más desfavorable es el bloqueo de una salida de la última planta, la cual alberga el sky-bar y supone una de las mayores ocupaciones.

$$E = 3 \times 532 + 160 \times 1 = 1756 \text{ personas} >> 903 \text{ ocupantes asignados; cumple.}$$

Cabe destacar que el aforo del restaurante se ha reducido de 447 a 400 personas para poder cumplir con la anchura de paso requerida en las puertas de los vestíbulos:

$$A \geq P/200 = 200/200 = 1\text{m}$$

Se deberán señalar adecuadamente los recorridos de evacuación, a través de señales indicativas de la dirección de los recorridos y de señales con el rótulos "salida de emergencia" junto a las salidas del recinto.

### INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En función de lo establecido en la tabla 1.1 es necesario disponer de los siguientes elementos de protección contra incendios:

- Extintores: A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.
- Bocas de incendio equipadas de 25mm.
- Columna seca dispuesta en uno de los vestíbulos de independencia de las escaleras.
- Ascensor de emergencia.
- Hidrantes exteriores: 1 por cada 10000m<sup>2</sup>, por lo que 6 en total.
- Sistema de detección y de alarma de incendio.
- Instalación automática de extinción mediante rociadores cada aprox. 35m<sup>2</sup>.

Estos medios de protección estarán adecuadamente señalizados mediante señales de 210x210mm para una distancia de observación de 10m, 420x420mm para una distancia de entre 10 y 20m y 594x594 para una distancia comprendida entre 20 y 30m.

### INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

Puesto que la altura de evacuación del edificio es superior a 9m, deben reunirse las siguientes condiciones en el entorno del edificio:

- Anchura mínima libre 5m.
- La separación máxima del vehículo al edificio debe ser inferior a 10m.
- La distancia máxima hasta los accesos al edificio necesarios para poder llegar a todas sus

zonas debe ser inferior a 30m.

- Pendiente inferior al 10%.

- El espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos.

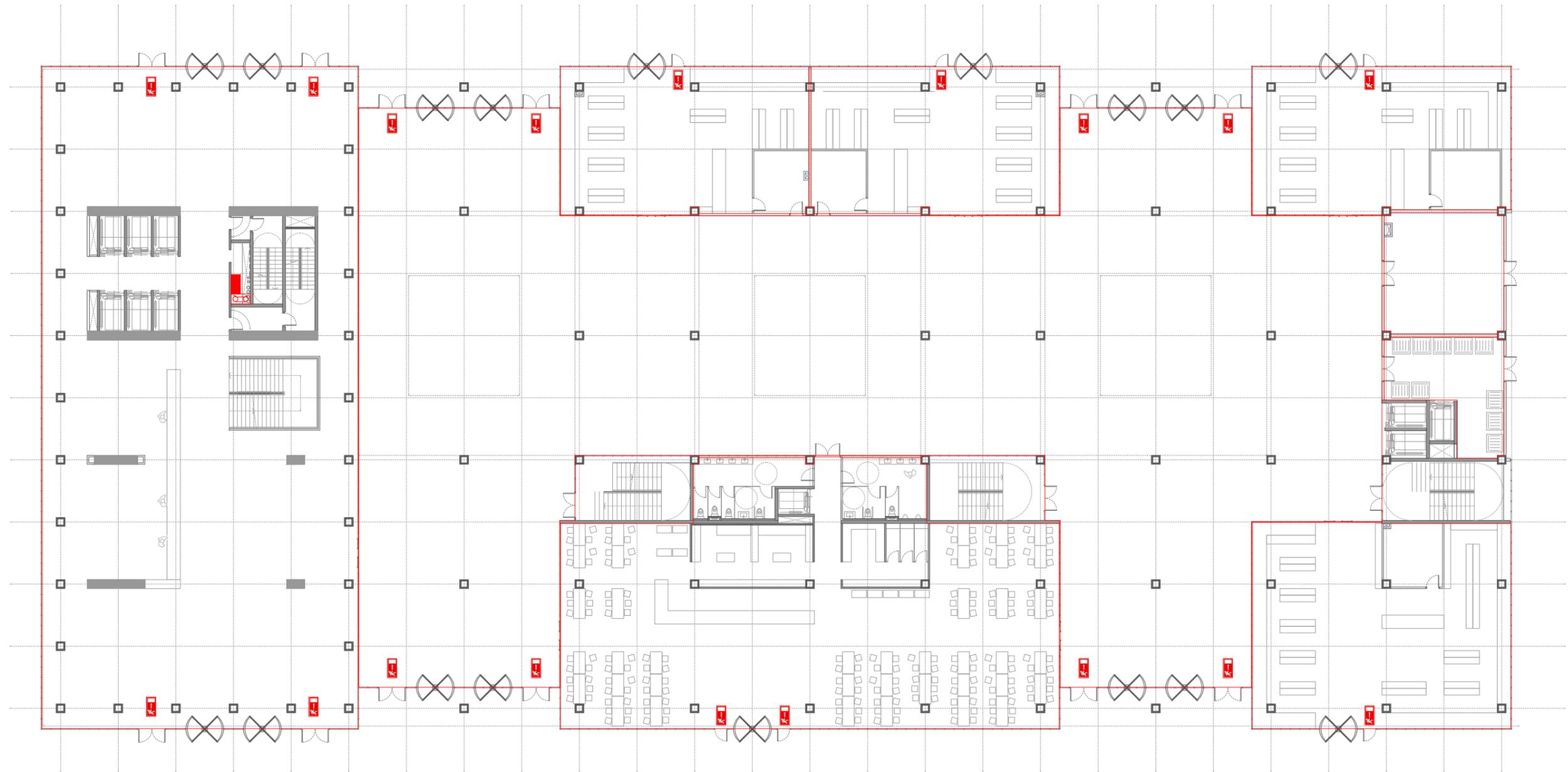
- Acceso para un equipo de bombeo a menos de 18m de cada conexión a la columna seca.

Debido a que prácticamente la totalidad del edificio está cerrada mediante vidrio, no hay problemas de accesibilidad por fachada.

## RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

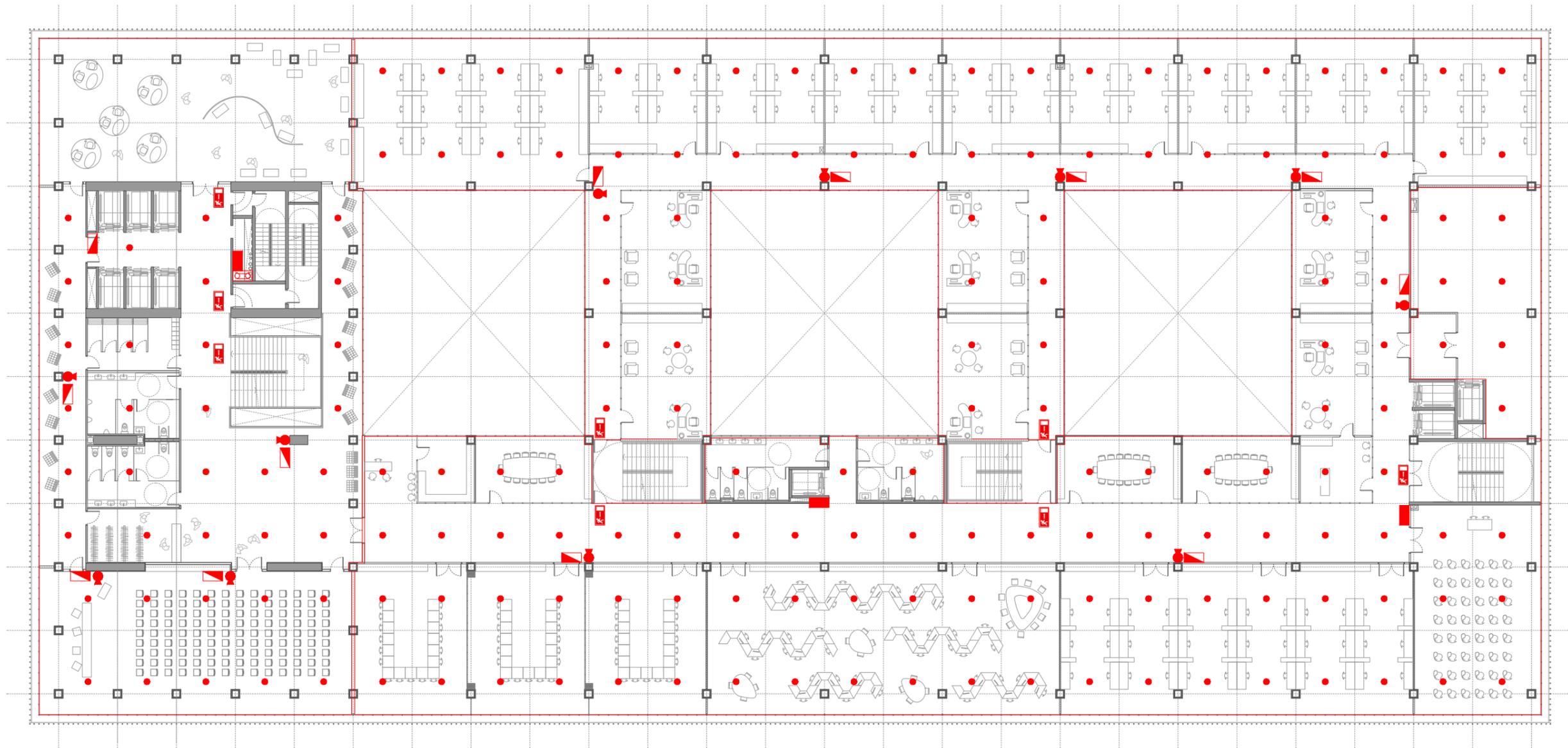
La resistencia al fuego exigible a la estructura es de R120.

En el caso de los pilares metálicos, siendo los más vulnerables, se recubren con 2 placas de 15mm de cartón-yeso con un acabado de madera tratada ignífuga.



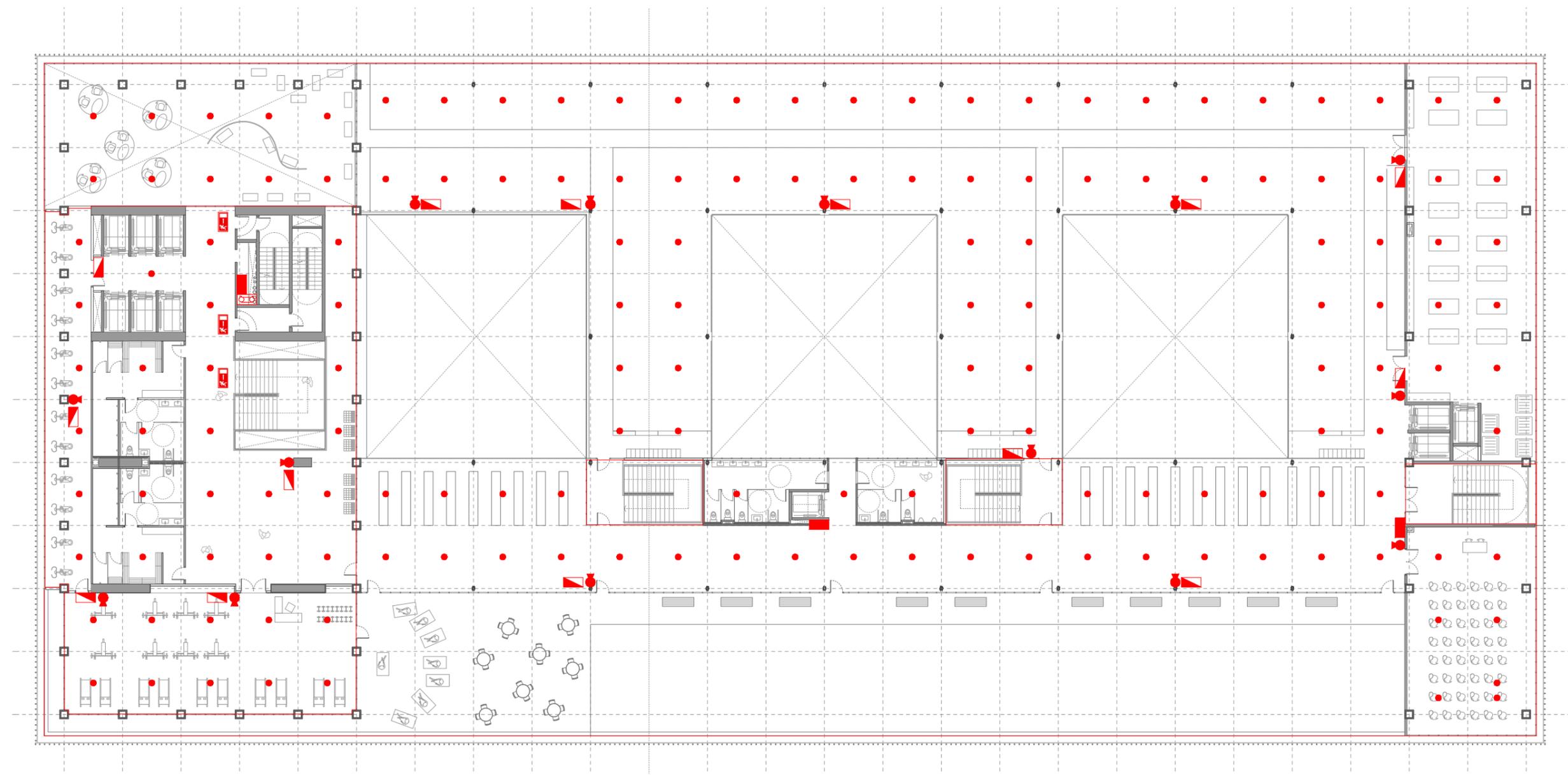
Planta baja

- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  se situarán conjuntamente en nichos empotrados |  hidrante exterior  |  extintor portátil                                |  columna seca            |
|  boca de incendio equipada 25mm                 |  extintor empotrado |  señal salida de emergencia + luz de emergencia |  recorrido de evacuación |
|  extintor portátil                              |  rociador           |  salida de emergencia                           |   |
|  pulsador alarma de emergencia                  |  detector de humo   |  |   |



-  se situarán conjuntamente en nichos empotrados
-  hidrante exterior
-  boca de incendio equipada 25mm
-  extintor portátil
-  pulsador alarma de emergencia
-  extintor portátil
-  extintor empotrado
-  rociador
-  detector de humo
-  columna seca
-  señal salida de emergencia + luz de emergencia
-  recorrido de evacuación
-  salida de emergencia

Primera planta

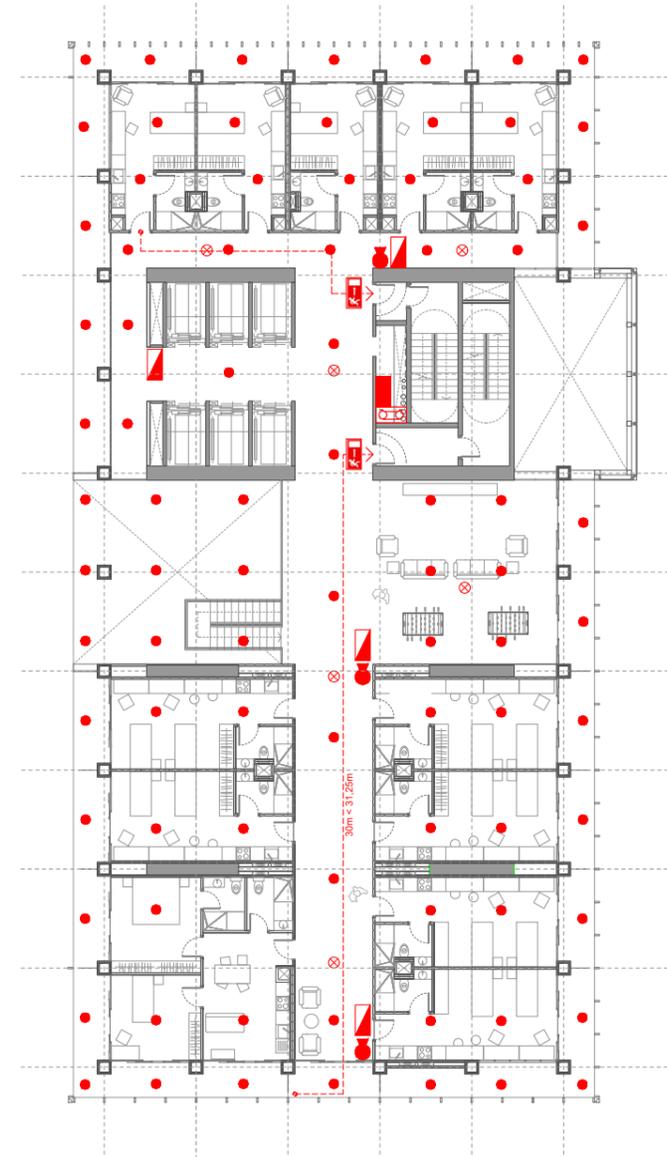


Segunda Planta

- |  |  |  |                    |  |  |  |                         |
|--|--|--|--------------------|--|--|--|-------------------------|
|  | se situarán conjuntamente en nichos empotrados |  | hidrante exterior  |  | extintor portátil                              |  | columna seca            |
|  | boca de incendio equipada 25mm                 |  | extintor empotrado |  | señal salida de emergencia + luz de emergencia |  | recorrido de evacuación |
|  | extintor portátil                              |  | rociador           |  | salida de emergencia                           |  |                         |
|  | pulsador alarma de emergencia                  |  | detector de humo   |  |  |  |                         |

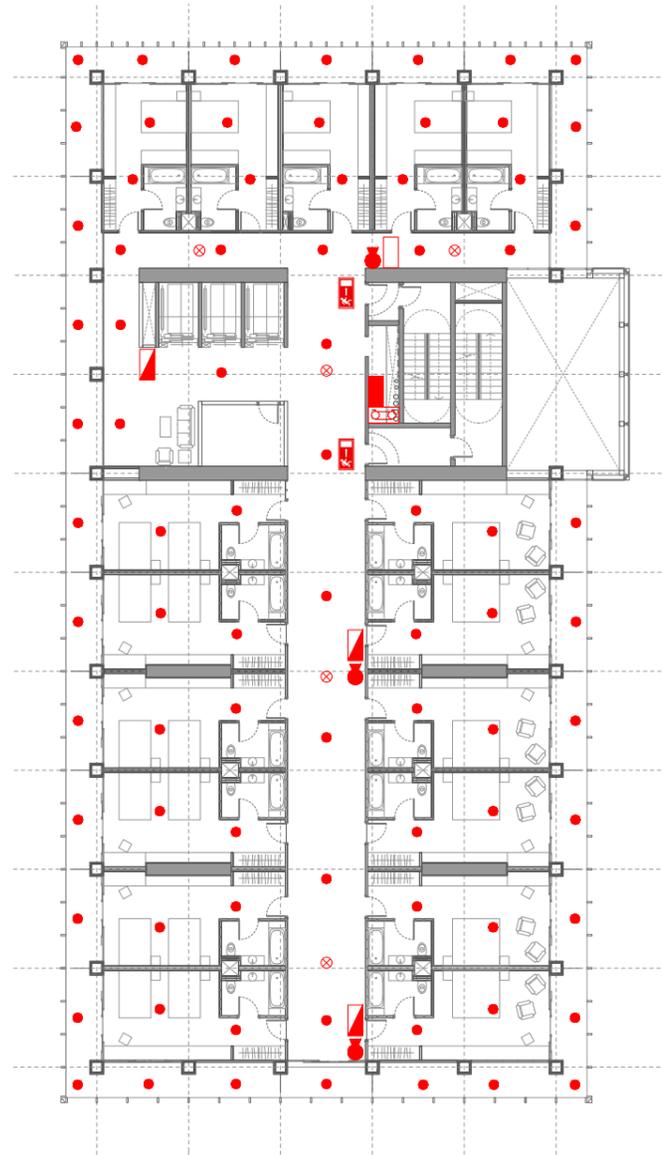


Planta Tipo Residencia I

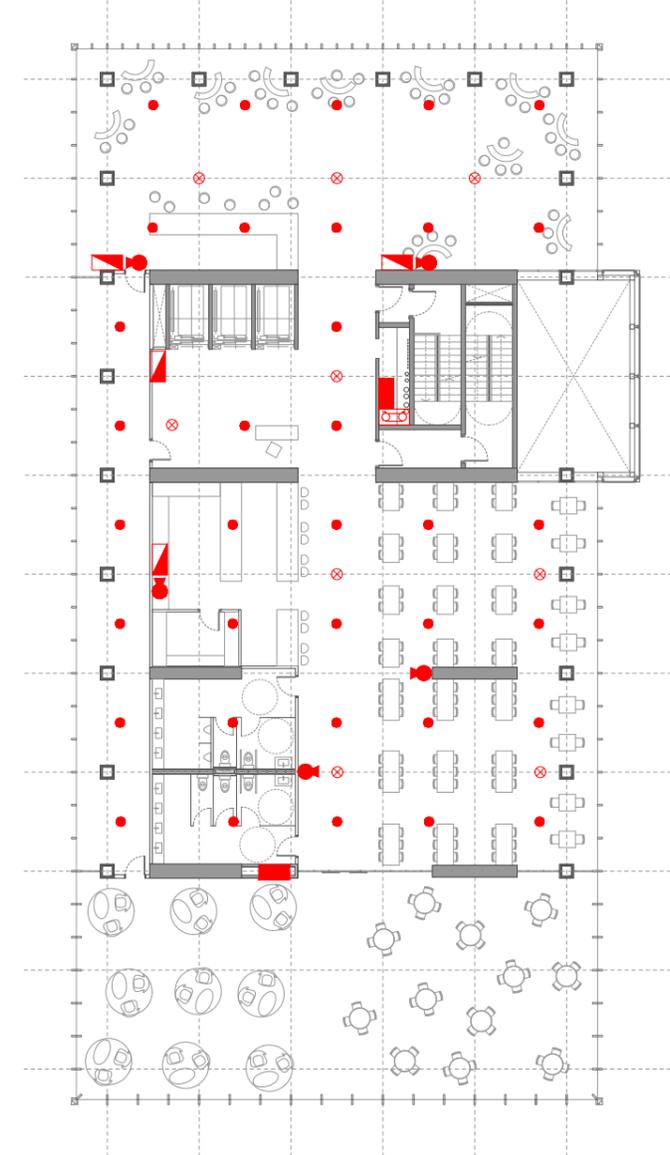


Planta Tipo Residencia II

- |   |  |   |                    |   |  |   |                         |
|---|--|---|--------------------|---|--|---|-------------------------|
|  | se situarán conjuntamente en nichos empotrados |    | hidrante exterior  |  | extintor portátil                              |  | columna seca            |
|  | boca de incendio equipada 25mm                 |  | extintor empotrado |  | señal salida de emergencia + luz de emergencia |  | recorrido de evacuación |
|  | extintor portátil                              |  | rociador           |  | salida de emergencia                           |   |                         |
|  | pulsador alarma de emergencia                  |  | detector de humo   |   |  |   |                         |

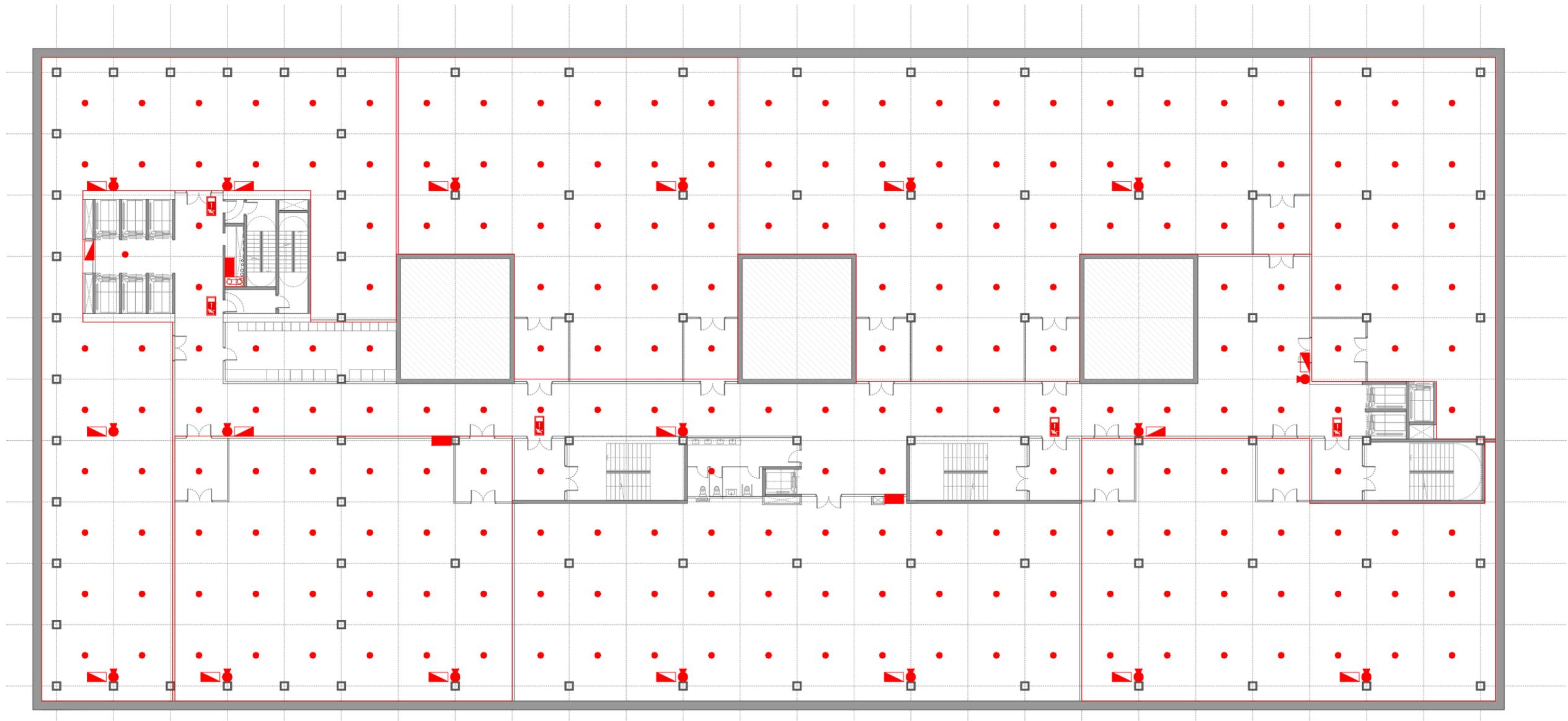


Planta Tipo Hotel



Planta Skybar

- |   |  |   |                    |   |  |   |                         |
|---|--|---|--------------------|---|--|---|-------------------------|
|  | se situarán conjuntamente en nichos empotrados |    | hidrante exterior  |  | extintor portátil                              |  | columna seca            |
|  | boca de incendio equipada 25mm                 |  | extintor empotrado |  | señal salida de emergencia + luz de emergencia |  | recorrido de evacuación |
|  | extintor portátil                              |  | rociador           |  | salida de emergencia                           |   |                         |
|  | pulsador alarma de emergencia                  |  | detector de humo   |   |  |   |                         |



Planta Sótano

- |  |  |  |                               |  |  |  |                      |
|--|--|--|-------------------------------|--|--|--|----------------------|
|  | se situarán conjuntamente en nichos empotrados |  | hidrante exterior             |  | extintor portátil                              |  | columna seca         |
|  | boca de incendio equipada 25mm                 |  | extintor empotrado            |  | señal salida de emergencia + luz de emergencia |  | rociador             |
|  | extintor portátil                              |  | pulsador alarma de emergencia |  | recorrido de evacuación                        |  | salida de emergencia |
|  |  |  | detector de humo              |  |  |  |                      |

## DB-HS

### 1 - PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

Muros pantalla del sótano:

Para un grado de impermeabilización 5, el más desfavorable, el DB-HS establece las siguientes condiciones:

- Deben construirse canaletas de recogida de agua en la cámara del muro conectadas a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, cuando dicha conexión esté situada por encima de las canaletas, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

- Deben disponerse aberturas de ventilación en el arranque y la coronación de la hoja interior y ventilarse el local al que se abren dichas aberturas con un caudal de, al menos, 0,7 l/s por cada m<sup>2</sup> de superficie útil del mismo.

Losa de cimentación:

Para la losa, que estando en contacto con el terreno debe hacer frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías, se han cumplido las siguientes condiciones:

- Al tratarse de un hormigonado in-situ, debe utilizarse hormigón hidrófugo de elevada compacidad y de retracción moderada y realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

- Debe impermeabilizarse el suelo externamente mediante la disposición de una lámina sobre la capa base de regulación del terreno, que además debe ser doble al tratarse de una placa. Ésta debe ir protegida por láminas antipunzonamiento aunque en este caso no es necesaria la superior al disponer del aislamiento térmico.

- Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo.

- Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en el terreno situado bajo el suelo y en la base del muro y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

- Debe disponerse un pozo drenante por cada 800 m<sup>2</sup> en el terreno situado bajo el suelo. El diámetro interior del pozo debe ser como mínimo igual a 70 cm. El pozo debe disponer de una envolvente filtrante capaz de impedir el arrastre de finos del terreno. Deben disponerse dos bombas de achique, una conexión para la evacuación a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y un dispositivo automático para que el achique sea permanente.

- La superficie del terreno en el perímetro del muro debe tratarse para limitar el aporte de agua superficial al terreno mediante la disposición de una acera, una zanja drenante o cualquier otro elemento que produzca un efecto análogo. En este caso se ha dispuesto un pavimento de baldosas de cemento apoyado sobre arena de machaqueo y con una base de balasto para lograr un adecuado drenaje.

- Debe encastrarse el borde de la placa o de la solera en el muro. En este caso se ha realizado mediante un rebaje en el muro pantalla y anclajes taladrados y rellenados con un mortero epoxi.

- Deben sellarse todas las juntas del suelo y los encuentros entre el suelo y el muro con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.

Fachadas:

Al disponerse de un muro cortina se considera que provee de la necesaria estanqueidad al agua. Sin embargo, debido a la existencia del sistema de lamas verticales operables, se ha considerado que es posible la entrada de agua a la terraza y por lo tanto se ha dispuesto la impermeabilización y evacuación de agua necesaria.

Cubiertas:

Existen 3 tipos de cubiertas en el proyecto, la superior, cubierta no transitable de la última planta, las cubiertas transitables de la terraza del sky-bar y la terraza de la segunda planta, y la zona ajardinada de la terraza de la segunda planta.

En los 3 casos se han dispuesto todos los elementos necesarios para la adecuada impermeabilización y aislamiento de los forjados, incluyendo los elementos que exige el DB-HS:

- un sistema de formación de pendientes

- una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico

- un aislante térmico

- una capa de impermeabilización

- una capa de protección

### 2 CALIDAD DEL AIRE

Al tratarse de una torre de 38 plantas, se ha optado por dividirla en grupos de 8 plantas para poder asegurar la calidad de la ventilación que establece el CTE. Se establece una ventilación mecánica para la ventilación de las habitaciones, que es recogida en la planta técnica situada encima de cada grupo. Una vez ahí, la ventilación de los espacios es derivada a la chimenea solar donde se une al aire exhausto de los espacios comunes, reduciendo así la energía consumida en elevar dicho volumen de aire hasta la cubierta. A excepción de la ventilación de la campana extractora de la cocina, que una vez llegada a la planta técnica, simplemente se agrupa para ser ventilada de una manera más eficiente a través del núcleo de comunicaciones.

El CTE establece un caudal mínimo de ventilación para cada habitación, en función del uso y la superficie.

Por lo que para una habitación doble son necesarios aproximadamente 36 l/s además de los 50

l/s para las cocinas. En el caso de que se tratase de una ventilación híbrida, bastaría con 225cm<sup>2</sup> para la ventilación de la habitación. Sin embargo, al tratarse de una ventilación mecánica las secciones pueden reducirse de manera que se evita destinar una excesiva superficie para las instalaciones.

**Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos**

		Caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ en l/s		
		Por ocupante	Por m <sup>2</sup> útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2 <sup>(1)</sup>	50 por local <sup>(2)</sup>
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

<sup>(1)</sup> En las cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas este caudal se incrementa en 8 l/s.

<sup>(2)</sup> Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Respecto al proceso de ventilación dentro de la habitación, el CTE establece que debe ser continua incluso aun que las ventanas y puertas estén cerradas. Esto se consigue a través de las lamas verticales situadas en el muro cortina y de aberturas de admisión de aire de renovación incluidas en las carpinterías del cerramiento interior.

De este modo se consigue la entrada de aire a través de la zona de dormitorio, mientras que la extracción de aire se produce a través de sendos shunts de ventilación en el baño y en la zona de la cocina.

En el caso de las zonas comunes, el sistema de ventilación varía en función de las condiciones exteriores. Cuando es posible una ventilación natural, el aire se toma directamente a través de la fachada norte, distribuido por la planta y succionado por la chimenea solar.

Cuando debido a una temperatura exterior excesivamente fría esto no sea posible, se aprovechará el aire precalentado en el invernadero, que tras ser calentado a la temperatura necesaria se distribuirá en las zonas comunes para ser ventilado de la misma manera por la chimenea solar. Sin embargo, para evitar empujar el aire hasta el grupo de plantas del hotel a lo largo del edificio, se opta por aprovechar el aire caliente de la parte superior de la chimenea para recuperar parte del calor y precalentar el aire tomado desde el exterior para la ventilación del hotel.

### 3 SUMINISTRO DE AGUA

El agua llega a la sala de máquinas situada en la esquina noroeste del edificio. Es ahí donde se sitúan los filtros necesarios para garantizar las condiciones del agua para uso humano, con sus correspondientes llaves antes y después para poder ser limpiado, así como las correspondientes válvulas antirretorno.

Debido a la altura que se alcanza en el edificio, es necesario fragmentar el suministro de agua de manera que en cada planta técnica se disponga de un grupo de presión formado por 2 bombas autorregulables que trabajan a un 70% del caudal necesario y de manera alterna. En caso de suspender temporalmente el trabajo de las bombas, se dispone de un by-pass, que permite el paso del agua para el suministro con la presión proveniente del grupo de presión inferior de manera provisional.

Desde la planta técnica es distribuida por las diferentes plantas que abastece cada planta técnica a través del núcleo de comunicaciones y de los falsos techos.

Este sistema se doblará para poder abastecer de manera independiente el agua recuperada de la red de aguas grises utilizado para las cisternas de los inodoros.

Respecto al agua caliente sanitaria, se ha optado por que cada grupo de plantas cuente con su correspondiente caldera y sus respectivos intercambiadores, acumuladores y circuitos de retorno, y es distribuida de igual manera añadiendo el aislamiento necesario para evitar la pérdida de calor a lo largo del recorrido.

### 4 EVACUACIÓN DE AGUAS

La instalación de saneamiento tiene como objetivo la evacuación eficaz de las aguas pluviales y residuales generadas en el edificio y su vertido a la red de alcantarillado público. Sin embargo, en este caso se ha optado por ir más allá y procesar y reutilizar de la mejor manera tanto las aguas pluviales como las aguas grises. Por ello se ha dispuesto de un sistema separativo de manera que queden separadas las aguas negras, grises y pluviales.

Evacuación de aguas residuales:

Puesto que se pretende separar las aguas grises de las negras, se dispondrá de una red de evacuación específica para los inodoros y otra para el resto de aparatos sanitarios.

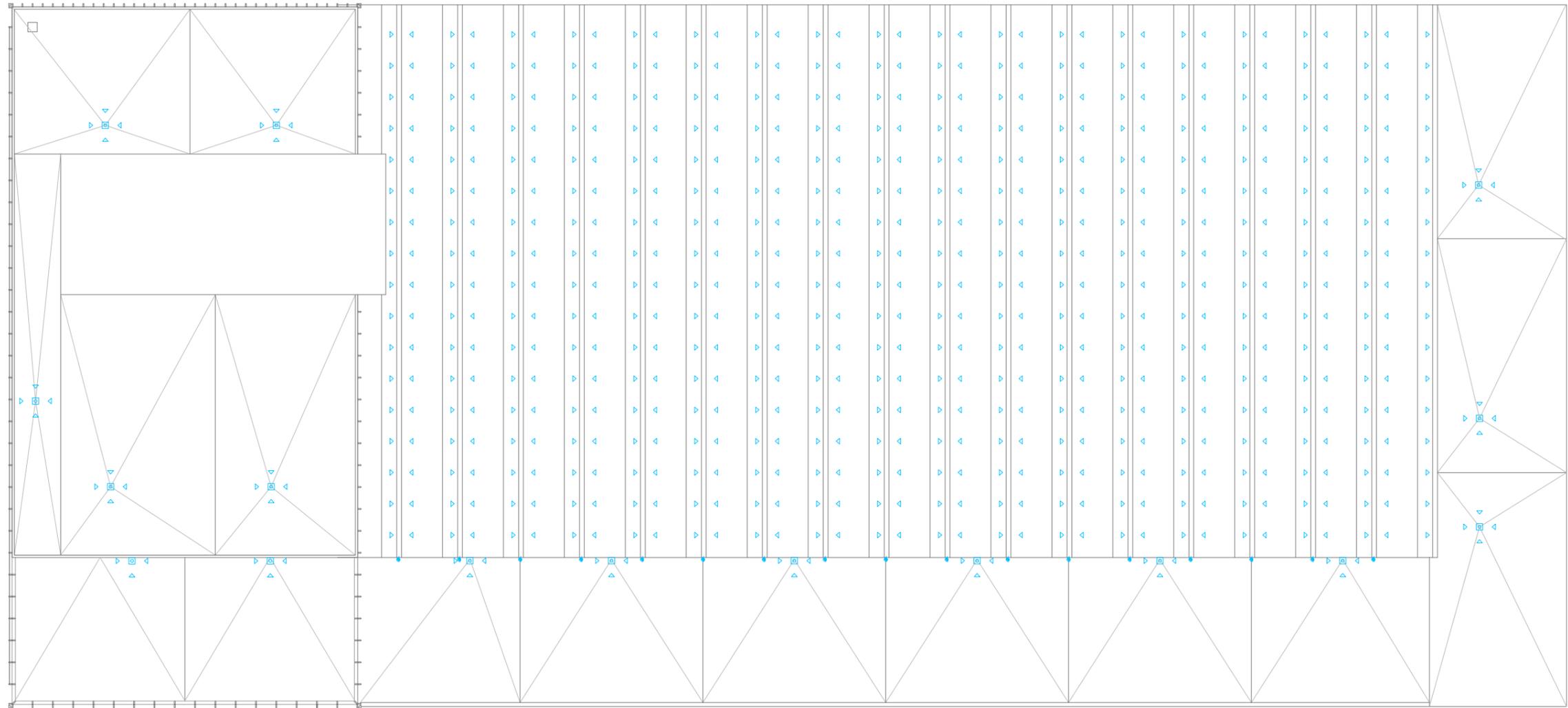
Se instalarán los sifones individuales necesarios para evitar el paso de aire, bacterias, olores y gases del interior de las tuberías a los espacios habitables.

Las derivaciones horizontales que discurrirán a través de los falsos techos con una pendiente no inferior al 2,5% acometerán a las bajantes registrables situadas en los baños y cocinas hasta la planta técnica inferior, donde se derivarán de nuevo hasta las bajantes situadas dentro del núcleo de comunicaciones. Estas bajantes interrumpirán su verticalidad cada 10 plantas para disminuir el posible impacto de caída. Esta desviación se realizará a lo largo de la altura de la plantas técnicas para volver a su posición original al término de ésta.

A fin de eliminar las sobrepresiones y depresiones de las tuberías que provocan el vaciado de los sifones de los aparatos sanitarios, se dota a la red de un sistema de ventilación compuesto por válvulas de aireación. Este sistema resuelve globalmente la ventilación en evacuación y evita la prolongación de las bajantes sobre la cubierta, algo especialmente relevante en este proyecto por su singularidad.

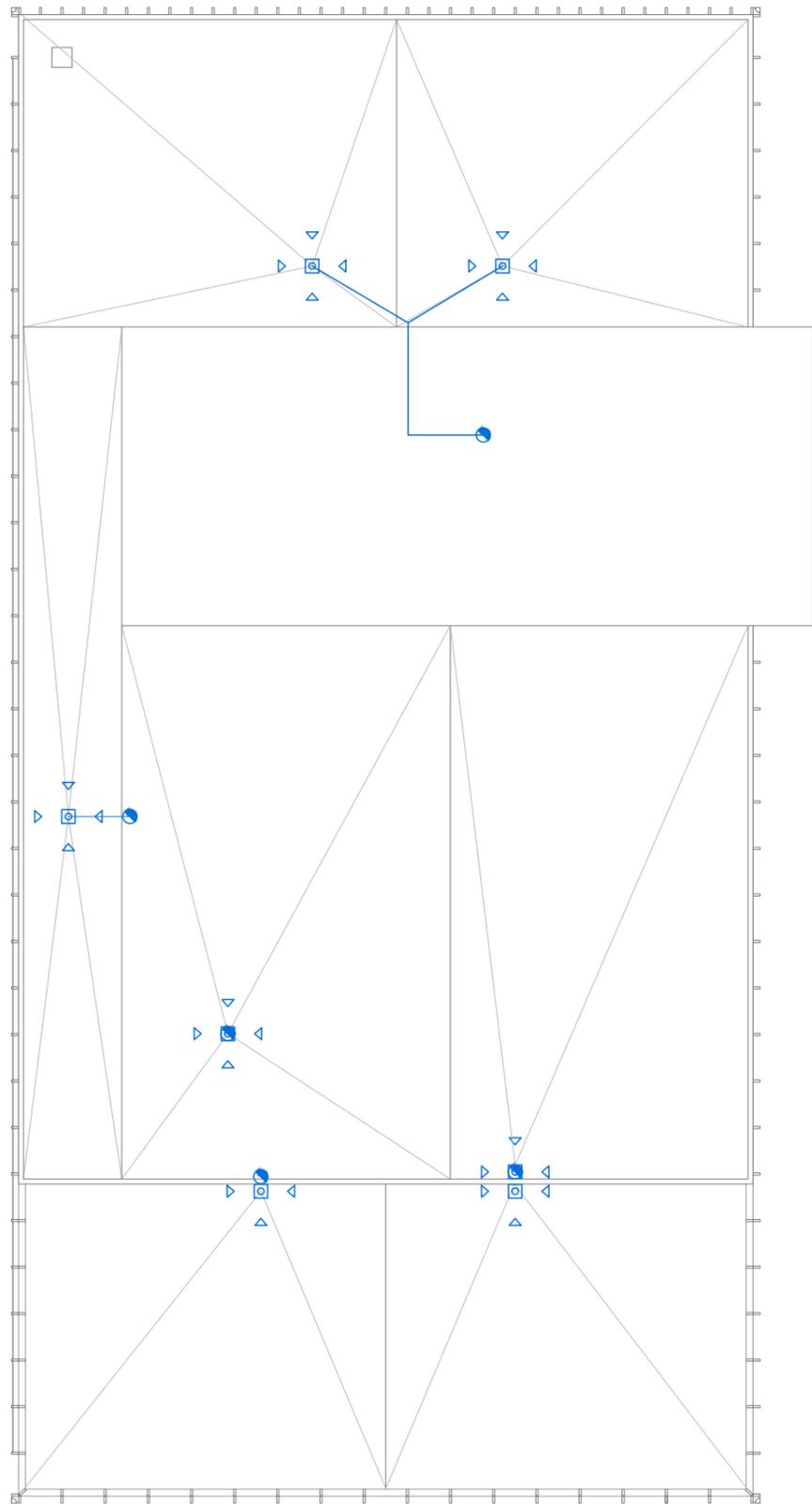
Evacuación de aguas pluviales:

En el proyecto existen cuatro zonas principales de recogida de agua, la cubierta y la terraza del sky-bar, la terraza del segundo piso y la cubierta del invernadero. A excepción de esta última en la que la evacuación se hace a través de los canalones transitables situados entre las bandas de vidrio, la evacuación se realiza añadiendo cierta pendiente a la cubierta de manera que el agua llegue hasta los sumideros. Éstos se han dispuesto cada 150m<sup>2</sup> como establece el DB-HS y derivarán a las bajantes correspondientes mediante tramos horizontales con una pendiente mínima de un 1% hasta llegar a la zona de tratamiento y almacenamiento de agua situada en el sótano del edificio.



Planta de Cubiertas

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  bajante de pluviales         |  bajante de aguas negras         |  bajante de aguas grises      |
|  derivación de pluviales      |  derivación de aguas negras      |  derivación de aguas grises   |
|  sumidero sifónico            |  arqueta general de aguas negras |  arqueta general aguas grises |
|  dirección de pendiente       |  |  |
|  Arqueta general de pluviales |  |  |



Planta cubierta



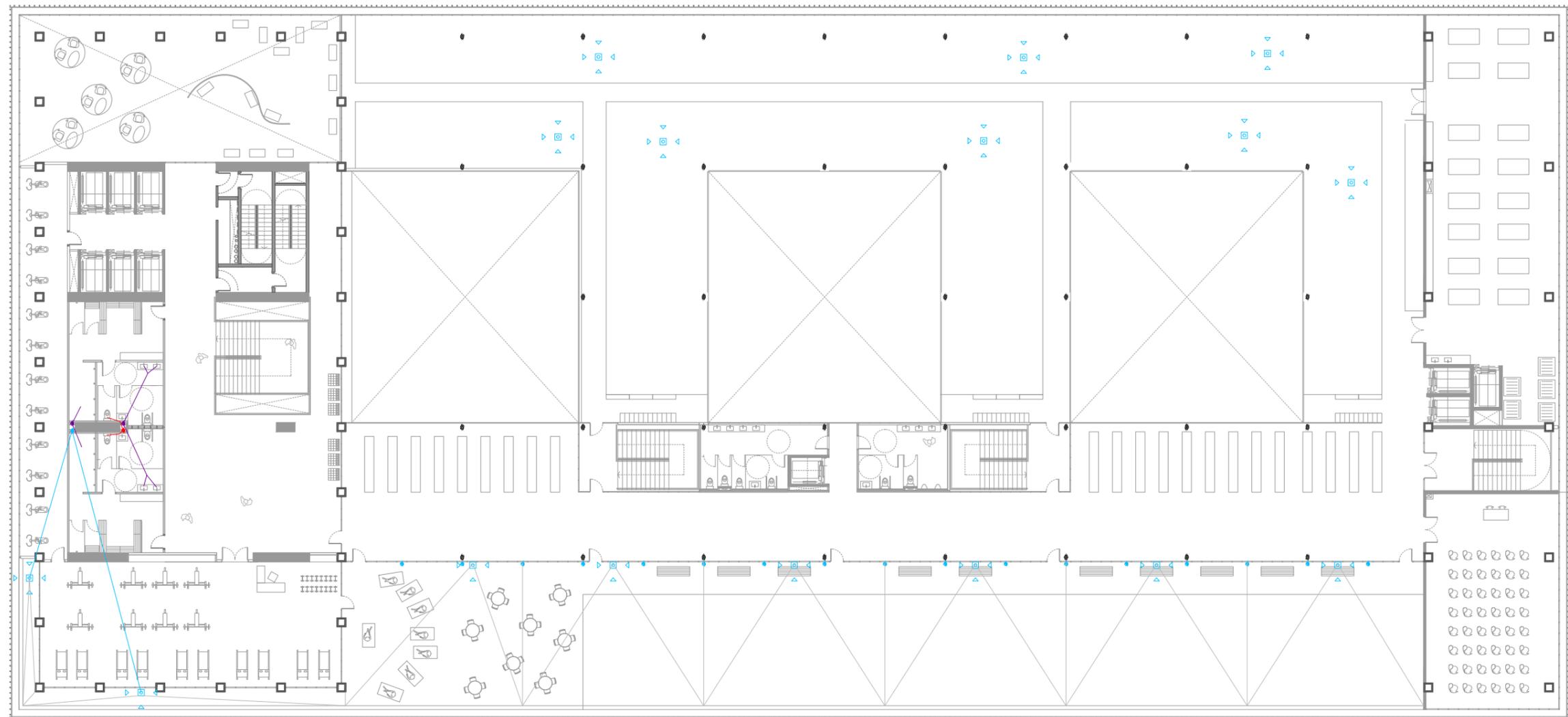
Sky-bar

- bajante de pluviales
- derivación de pluviales
- - - derivación sobre planta
- sumidero sifónico
- ▽ dirección de pendiente
- Arqueta general de pluviales
- bajante de aguas negras
- derivación de aguas negras
- arqueta general de aguas negras
- bajante de aguas grises
- derivación de aguas grises
- arqueta general aguas grises



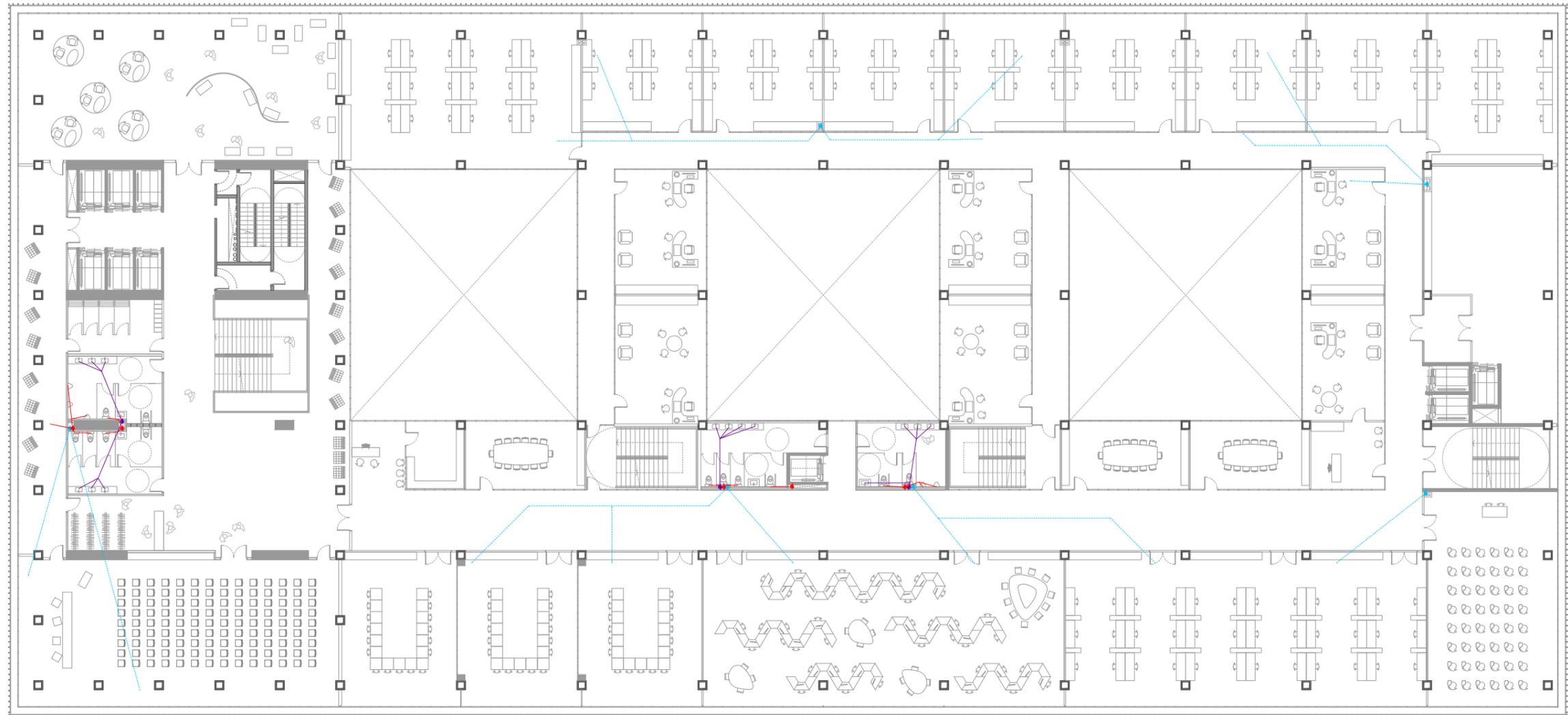
Planta Tipo Residencia I

- bajante de pluviales
- derivación de pluviales
- - - derivación sobre planta
- sumidero sifónico
- ▽ dirección de pendiente
- Arqueta general de pluviales
- bajante de aguas negras
- derivación de aguas negras
- arqueta general de aguas negras
- bajante de aguas grises
- derivación de aguas grises
- arqueta general aguas grises



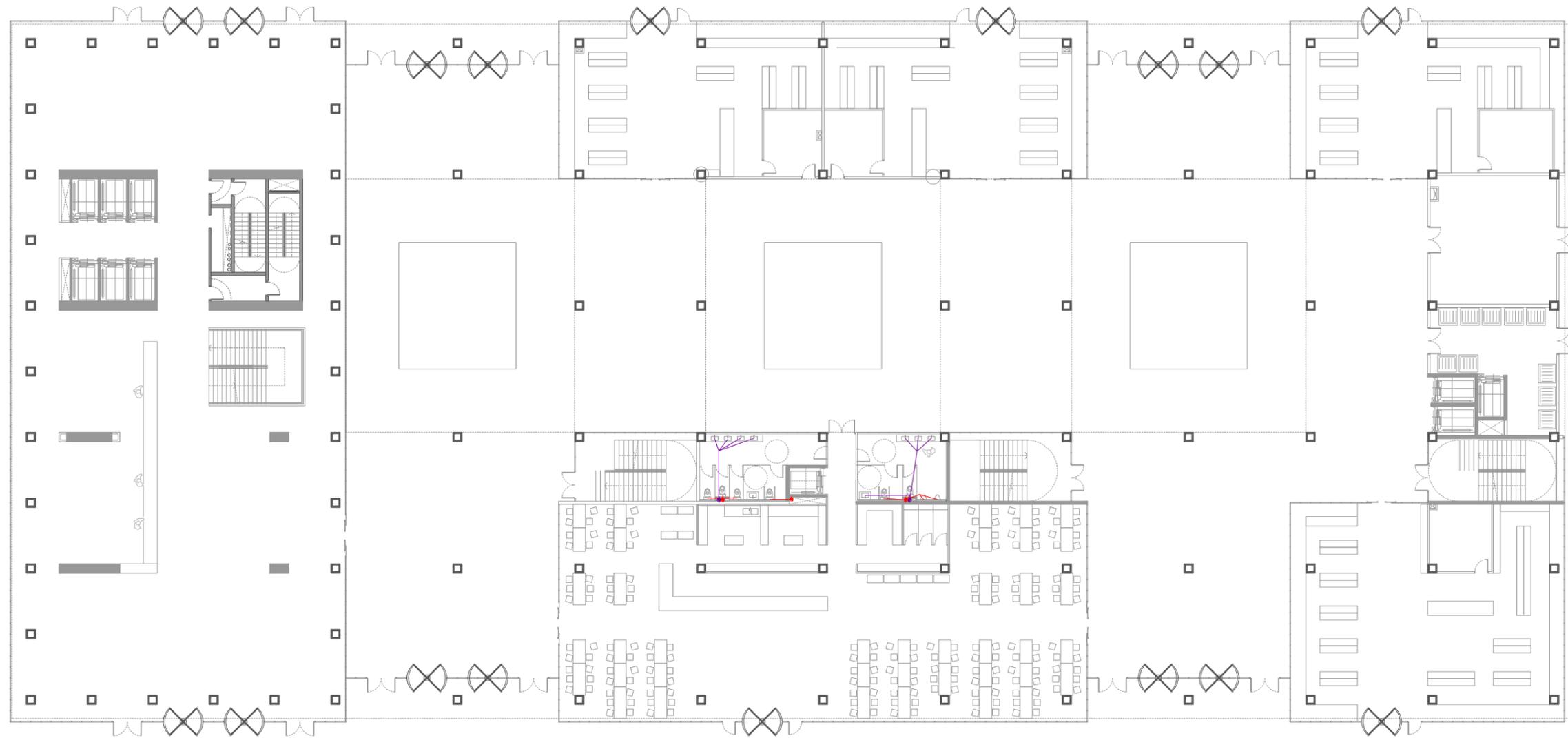
Segunda Planta

- bajante de pluviales
- bajante de aguas negras
- bajante de aguas grises
- derivación de pluviales
- derivación de aguas negras
- derivación de aguas grises
- ⋯ derivación sobre planta
- arqueta general de aguas negras
- arqueta general aguas grises
- sumidero sifónico
- ▽ dirección de pendiente
- Arqueta general de pluviales



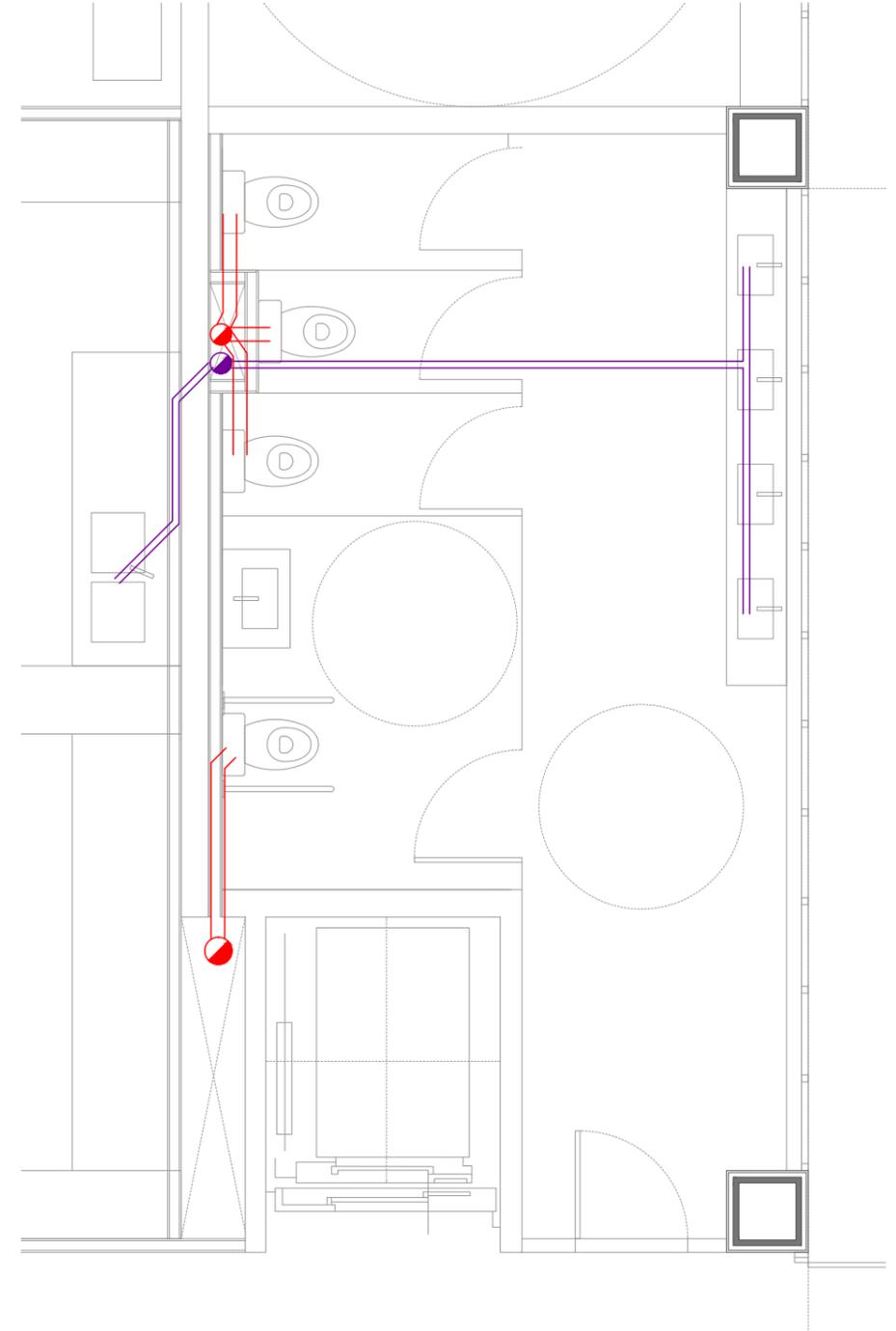
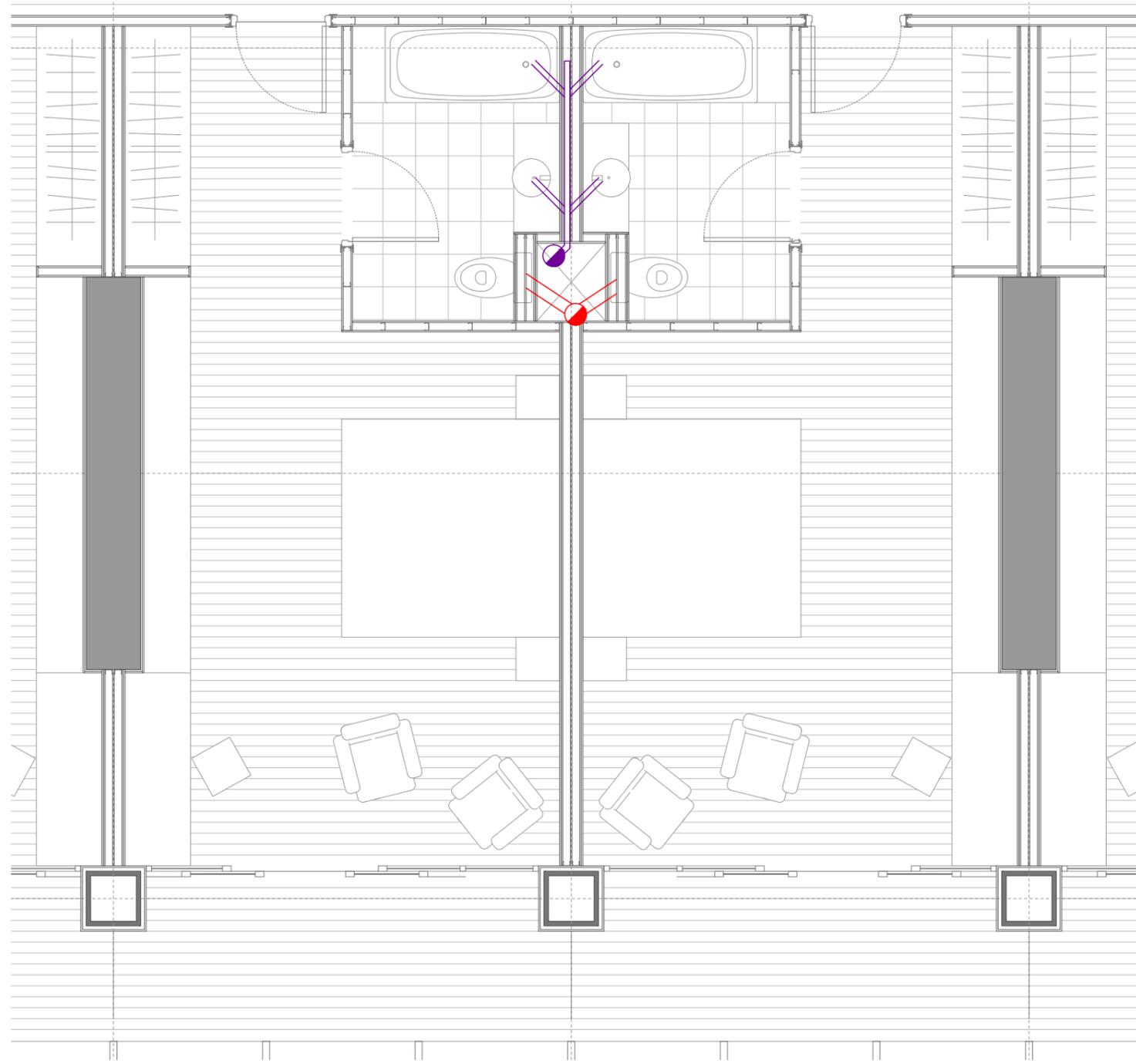
Primera Planta

- |                              |                                 |                              |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| bajante de pluviales         | bajante de aguas negras         | bajante de aguas grises      |
| derivación de pluviales      | derivación de aguas negras      | derivación de aguas grises   |
| derivación sobre planta      | arqueta general de aguas negras | arqueta general aguas grises |
| sumidero sifónico            |                                 |                              |
| dirección de pendiente       |                                 |                              |
| Arqueta general de pluviales |                                 |                              |

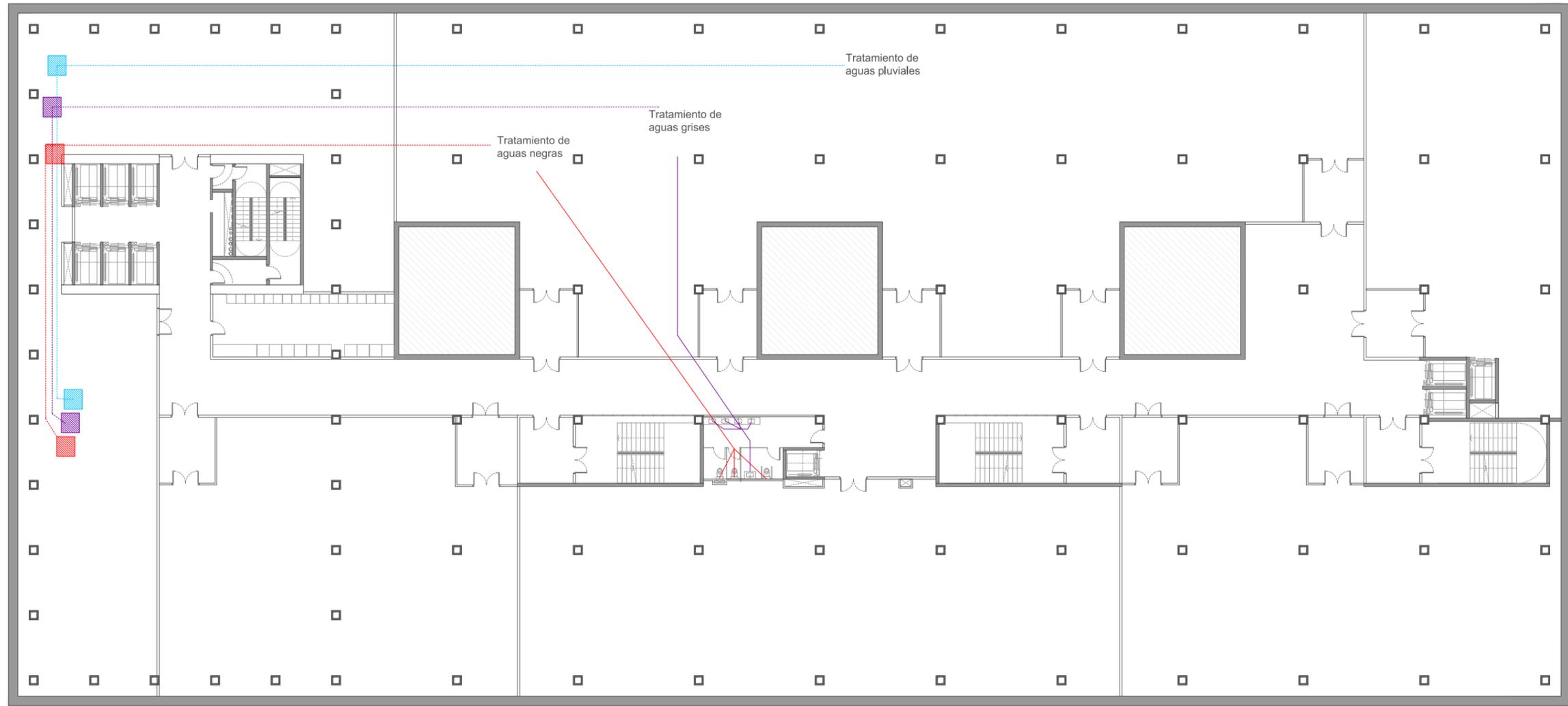


Planta baja

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  bajante de pluviales         |  bajante de aguas negras         |  bajante de aguas grises      |
|  derivación de pluviales      |  derivación de aguas negras       |  derivación de aguas grises   |
|  derivación sobre planta      |  arqueta general de aguas negras |  arqueta general aguas grises |
|  sumidero sifónico            |  |  |
|  dirección de pendiente       |  |  |
|  Arqueta general de pluviales |  |  |

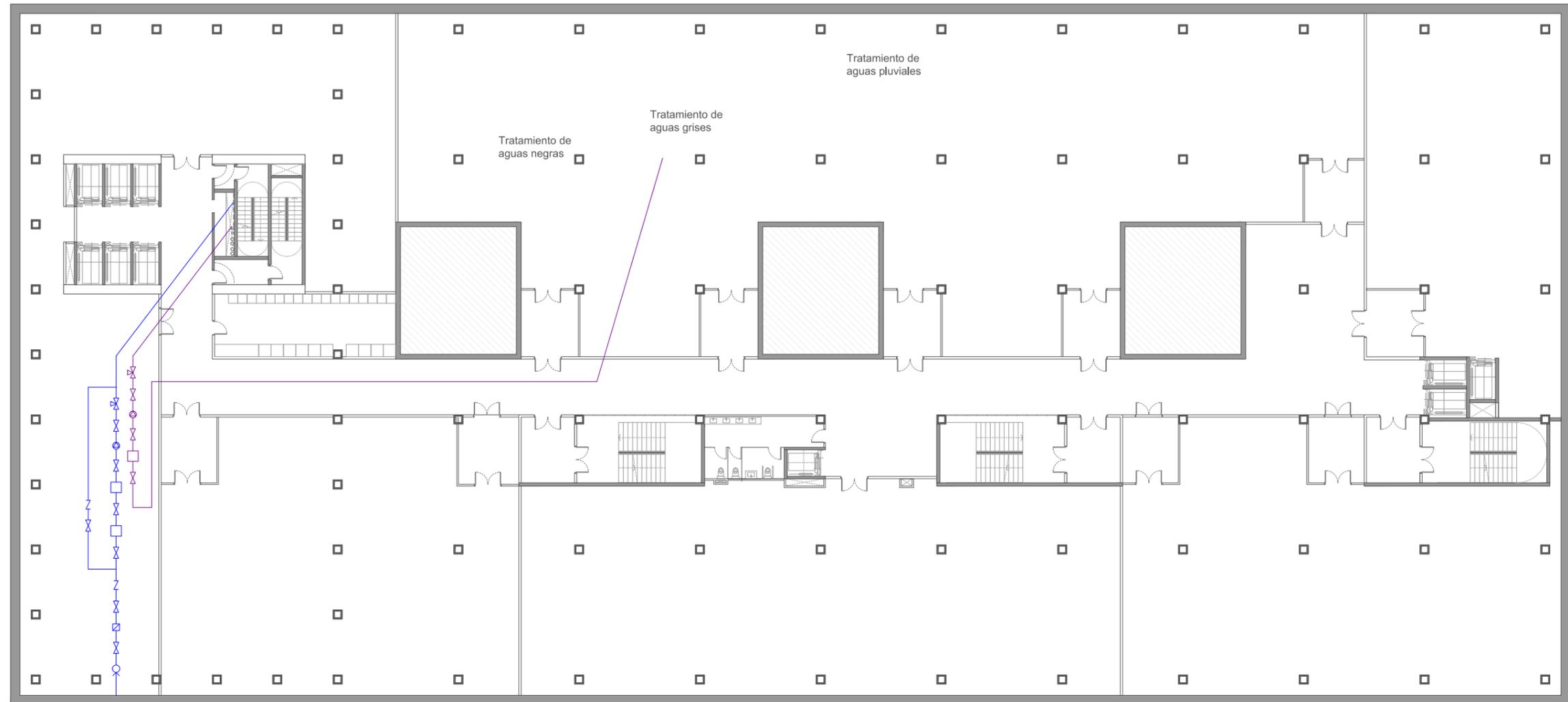


- bajante de pluviales
  - bajante de aguas negras
  - bajante de aguas grises
- derivación de pluviales
  - derivación de aguas negras
  - derivación de aguas grises



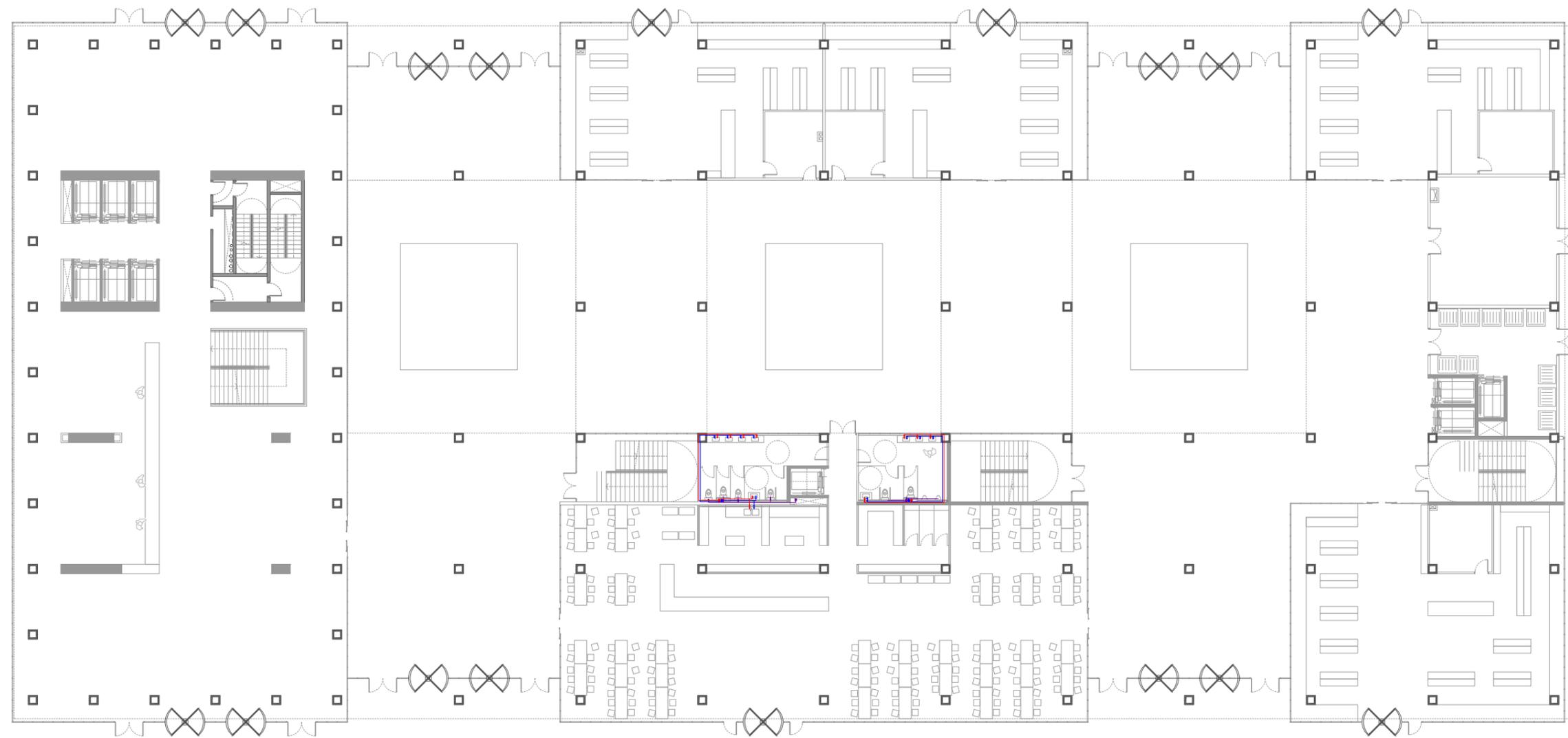
Planta Sótano

- |                              |                                 |                              |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| bajante de pluviales         | bajante de aguas negras         | bajante de aguas grises      |
| derivación de pluviales      | derivación de aguas negras      | derivación de aguas grises   |
| derivación sobre planta      | arqueta general de aguas negras | arqueta general aguas grises |
| sumidero sifónico            |                                 |                              |
| dirección de pendiente       |                                 |                              |
| Arqueta general de pluviales |                                 |                              |



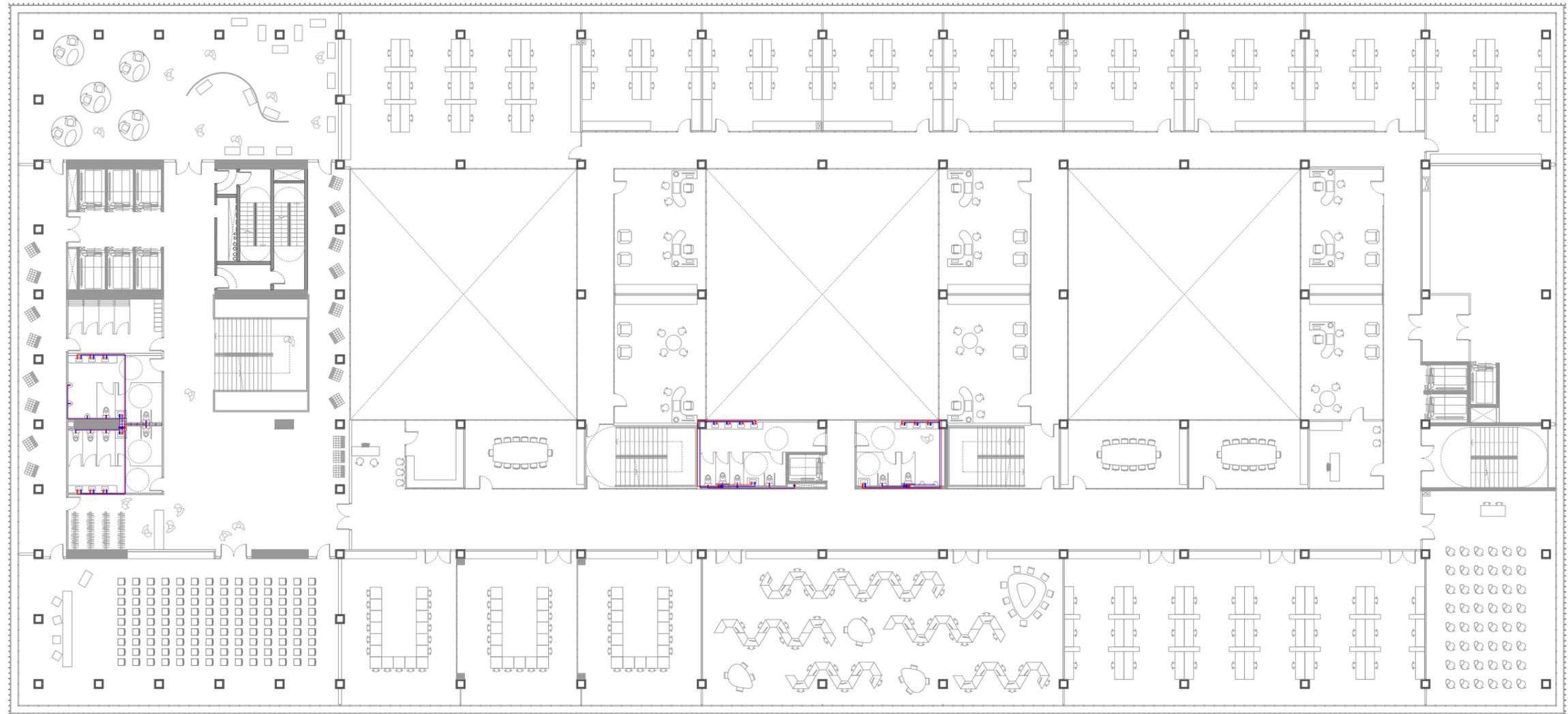
Planta sótano

- |                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| ● montante AF                       | — —  Llave de paso              |
| ● montante ACS                      | — —  Válvula antirretorno       |
| ● montante agua tratada             | ⊙ Bomba de presión              |
| — —  red de suministro AF           | ▷ Circulador                    |
| — —  red de suministro ACS          | ⊙ Calderín                      |
| — —  red de suministro agua tratada | ○ Depósito de rotura de presión |



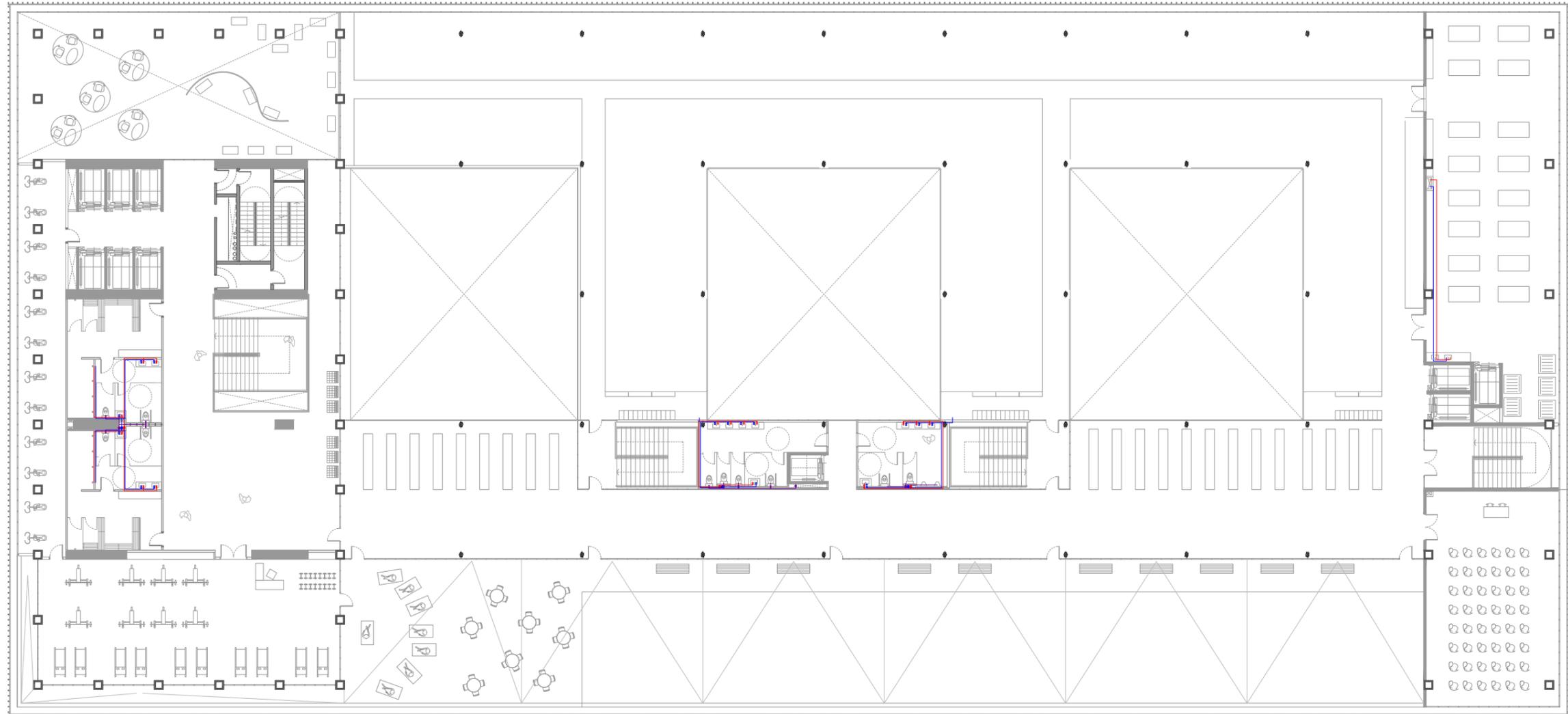
Planta baja

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| ● montante AF                    | —X— Llave de paso               |
| ● montante ACS                   | —V— Válvula antirretorno        |
| ● montante agua tratada          | ⊗ Bomba de presión              |
| — red de suministro AF           | ▷ Circulador                    |
| — red de suministro ACS          | ⊙ Calderín                      |
| — red de suministro agua tratada | ○ Depósito de rotura de presión |



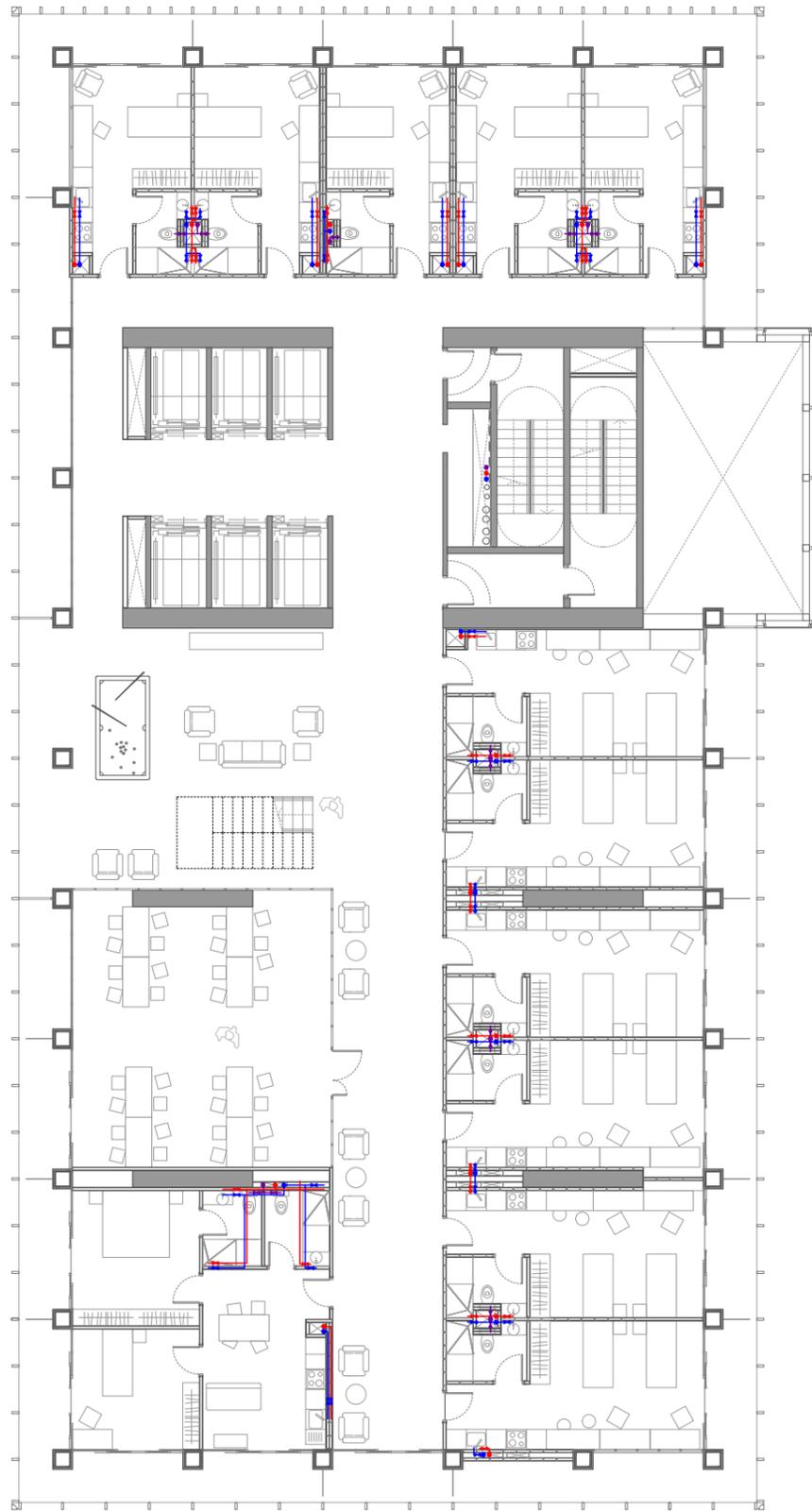
Primera planta

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| ● montante AF                    | ⊗ Llave de paso                 |
| ● montante ACS                   | ⊗ Válvula antirretorno          |
| ● montante agua tratada          | ⊗ Bomba de presión              |
| — red de suministro AF           | ▷ Circulador                    |
| — red de suministro ACS          | ⊗ Calderín                      |
| — red de suministro agua tratada | ○ Depósito de rotura de presión |



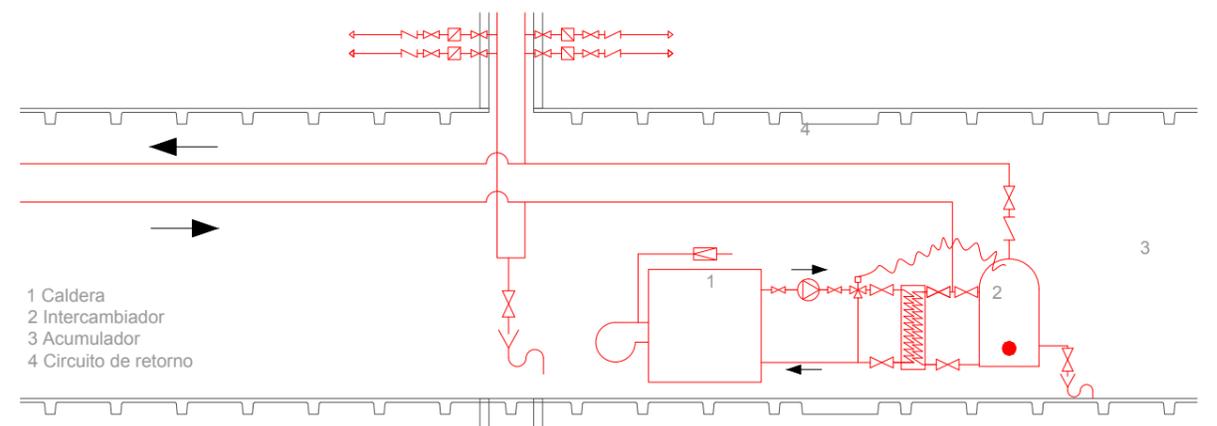
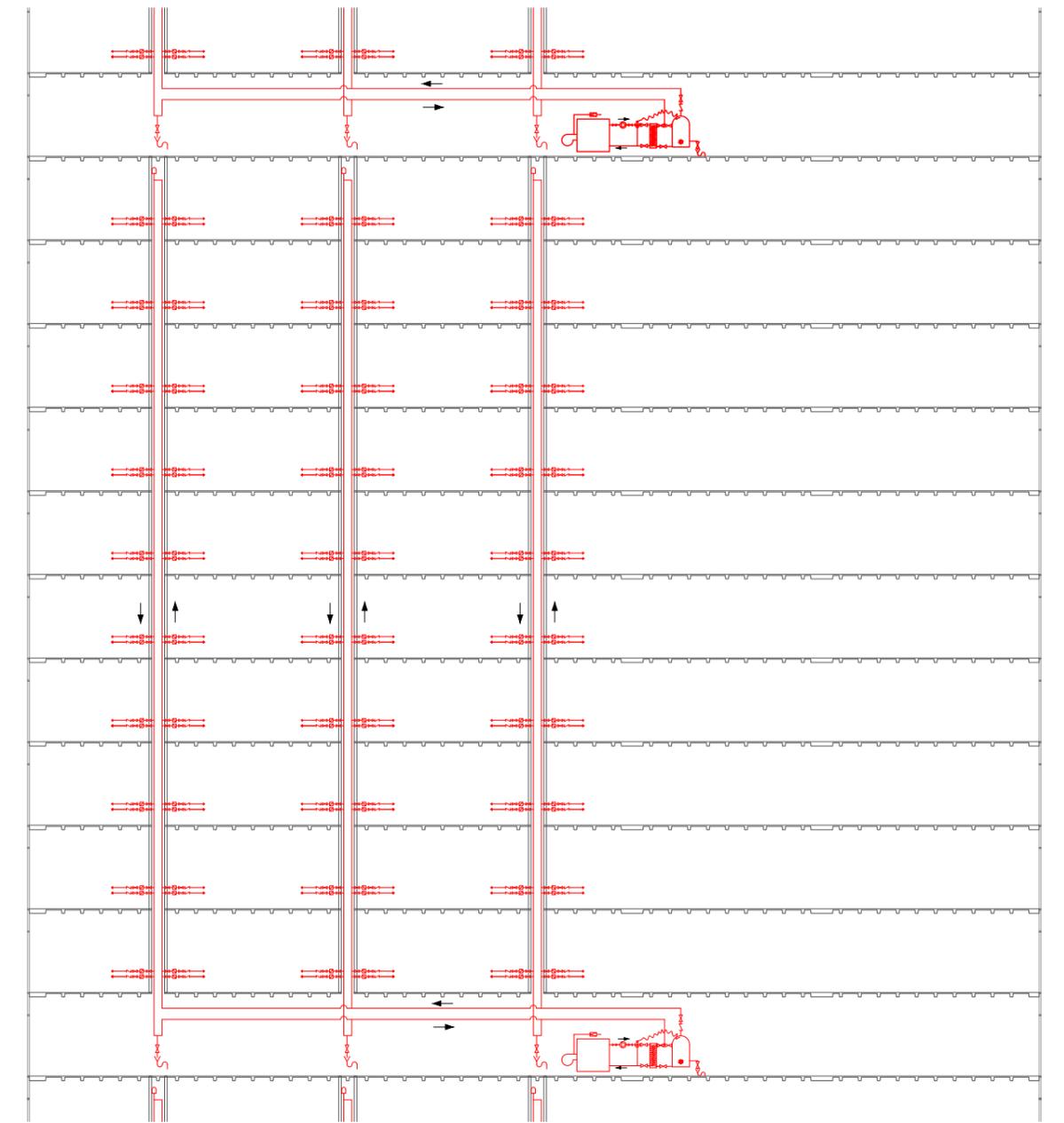
Segunda planta

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| ● montante AF                    | ⚡ Llave de paso                 |
| ● montante ACS                   | ⚡ Válvula antirretorno          |
| ● montante agua tratada          | ⊗ Bomba de presión              |
| — red de suministro AF           | ▷ Circulador                    |
| — red de suministro ACS          | ⊙ Calderín                      |
| — red de suministro agua tratada | ○ Depósito de rotura de presión |

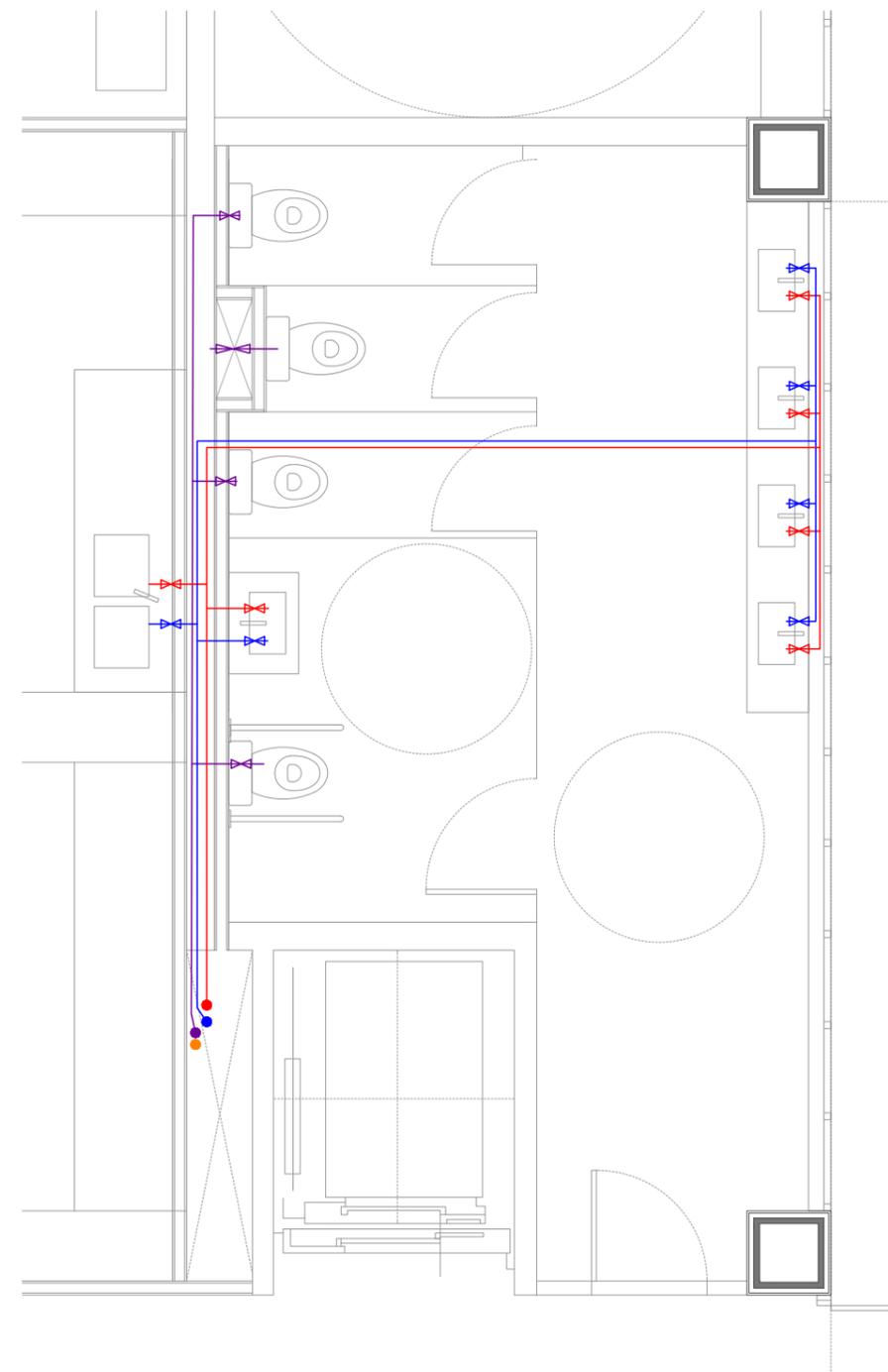
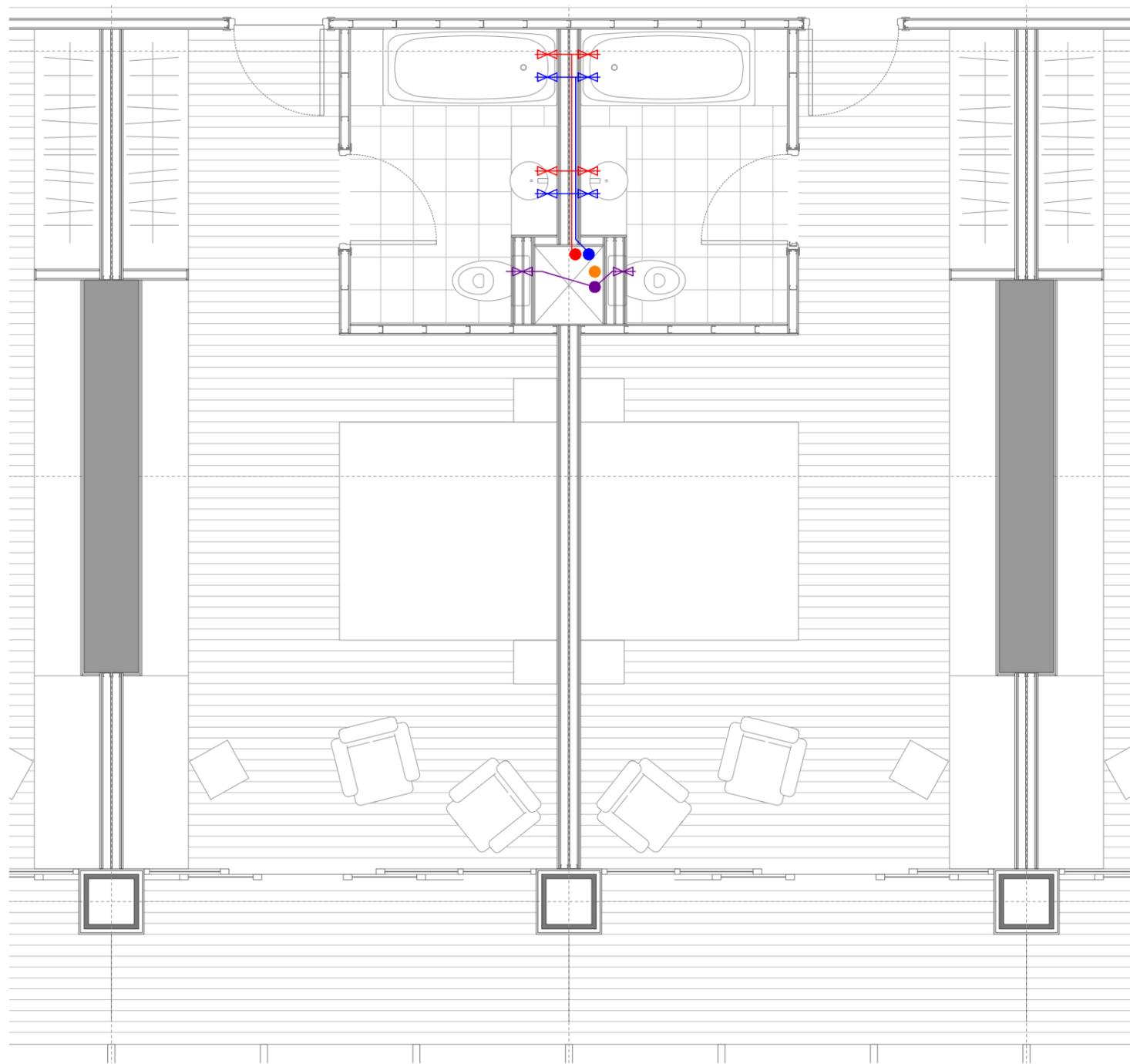


Planta Tipo Residencia I

- montante AF
- montante ACS
- montante agua tratada
- red de suministro AF
- red de suministro ACS
- red de suministro agua tratada
- ⚡ Llave de paso
- ⚡ Válvula antirretorno
- ⊕ Bomba de presión
- ⊕ Circulador
- ⊕ Calderín
- ⊕ Depósito de rotura de presión



Esquema de recirculación



- montante AF
- montante ACS
- montante agua tratada
- Montante de retorno ACS
- red de suministro AF
- red de suministro ACS
- red de suministro agua tratada
- Llave de paso

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES

## ELECTRICIDAD

### 1 - DESCRIPCIÓN GENERAL

Este apartado tiene por objeto determinar las características de la instalación eléctrica.

La normativa de aplicación en el diseño y cálculo de la instalación eléctrica es:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT).
- Instrucciones técnicas complementarias (ITC) del reglamento de baja tensión.

### 2 - PARTES DE LA INSTALACIÓN

#### INSTALACIÓN DE ENLACE:

La instalación de enlace une la red de distribución a las instalaciones interiores. Se compone de los siguientes elementos:

- Centro de transformación: A partir de una previsión de carga superior a los 50KVA, la propiedad debe reservar un local para el centro de transformación. En este caso se situará en el sótano y será considerado de alto riesgo a efectos de las condiciones exigibles respecto a la evacuación, compartimentación y elementos constructivos.

- Suministro complementario: En previsión de posibles fallos de suministro eléctrico se preverá la instalación de un grupo electrógeno de emergencia capaz de cubrir al menos el 30% de la potencia total del complejo, que entrará en funcionamiento de manera automática en caso necesario y constará de los siguientes servicios mínimos:

- 33% del alumbrado de pasillos y zonas comunes.
- 50% ascensores.
- Grupos de presión para abastecimiento de agua potable y suministro de la red contra incendios.

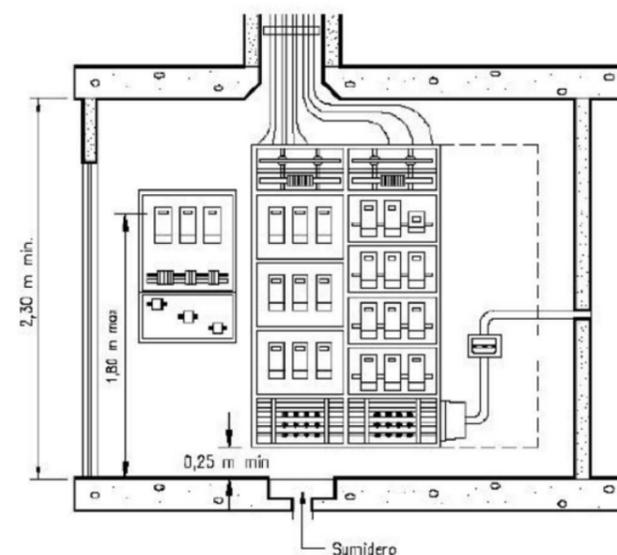
- Acometida: Parte de la instalación comprendida entre la red de distribución pública y la caja general de protección. El tipo, naturaleza y número de conductores que forman la acometida está determinado por la empresa distribuidora en función de las características e importancia del suministro a efectuar.

- Cuadro general de protección (CGP): Se sitúa junto al acceso de cada espacio al que den servicio, lo más próximo al mismo. Además de los dispositivos de mando y protección, albergará el interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente. El cuadro se colocará a una altura mínima de 1 m respecto al nivel del suelo. En nuestro caso, al ser un edificio que combina varios usos entre los que se encuentra el uso de pública concurrencia, se deberán tomar las precauciones necesarias para que no sea accesible al público.

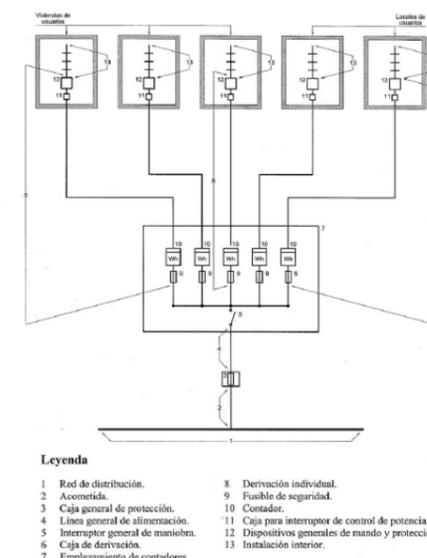
Se instalarán en la fachada de los edificios de la intervención, en lugares de fácil acceso. Cuando la acometida sea subterránea, como es el caso, se instalará en un nicho de pared que se cerrará con puerta metálica.

- Línea general de alimentación (LGA): Tramo de conducciones eléctricas que va desde el CGP hasta la centralización de contadores. El suministro es trifásico.

- Contadores: Miden la energía eléctrica que consume cada usuario. Cuando se utilicen módulos o armarios, éstos deben disponer de ventilación interna para evitar condensaciones, sin que disminuya el grado de protección; y deben tener las dimensiones adecuadas para el tipo y número de contadores.



Esquema 2.2.2. Para varios usuarios con contadores en forma centralizada en un lugar



#### INSTALACIONES INTERIORES:

- Derivaciones individuales: Conducciones eléctricas que se disponen entre el contador de medida (cuarto de contadores) y los cuadros de cada derivación, situados por planta. El suministro es monofásico y estará compuesto por un conductor o fase (marrón, negro o gris), un neutro (azul) y la toma de tierra (verde y amarillo). El reglamento, en la ITC- BT 15, formaliza como sección mínima del cable 6 mm<sup>2</sup>, y un diámetro nominal del tubo exterior de 32 mm. El trazado de este tramo de la instalación se realiza por un patinillo de instalaciones. Cada 15 m se dispondrán tapas de registro, colocadas a 0,2 m del suelo.

- Cuadro general de distribución: Se sitúa junto a la entrada a una ramificación del edificio, lo más próxima a la misma. Además de los dispositivos de mando y protección, albergará el interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente. El cuadro se coloca a una altura comprendida entre 1,4 y 2 m. El suministro es monofásico, por tanto se compondrá de una fase y un neutro, además de la protección. El trazado se divide en varios circuitos, en los que cada uno lleva su propio conductor neutro. Se compone de:

- Interruptor general automático
- Interruptor diferencial general
- Dispositivos de corte omnipolar
- Dispositivo de protección contra sobretensiones (si fuera necesario)

### 3 - ELECTRIFICACIÓN DE NÚCLEOS HÚMEDOS

La instrucción ITC-BT 24 establece un volumen de prohibición y otro de protección, en los cuales se limita la instalación de interruptores, tomas de corriente y aparatos de iluminación. Todas las masas metálicas existentes en el cuarto de baño (tuberías, desagües, etc.) deberán estar unidas mediante un conductor de cobre, formando una red equipotencial, uniéndose esta red al conductor de tierra o protección.

Deberemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Cada aparato debe tener su propia toma de corriente.
- Cada línea debe dimensionarse con arreglo a la potencia.
- Las bases de enchufe se adaptarán a la potencia que requiera el aparato, por lo que se distinguirán en función de la intensidad: 10A, 16A y 25A.

### 4. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se entiende por puesta a tierra la unión conductora de determinados elementos o partes de la instalación con el potencial de tierra, protegiendo así los contactos accidentales en determinadas zonas de una instalación. Para ello, se canaliza la corriente de fuga o derivación ocurridos fortuitamente en las líneas, receptores, partes conductoras próximas a los puntos de tensión y que pueden producir descargas a los usuarios. Se conectará a la puesta a tierra:

- La instalación del pararrayos.
- La instalación de antena de TV y FM.
- Las instalaciones de fontanería, calefacción, etc.
- Los enchufes eléctricos y las masas metálicas de aseos, baños, etc.
- Los sistemas informáticos.

### 5. PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS

Una sobrecarga es producida por un exceso de potencia en los aparatos conectados. Esta potencia es superior a la que admite el circuito. Las sobrecargas producen sobreintensidades que pueden dañar la instalación. Para ello, se disponen los siguientes dispositivos de protección:

- Cortacircuitos fusibles: Se colocan en la LGA (en la CGP) y en las derivaciones individuales (antes del contador).
- Interruptor automático de corte omnipolar: Se situarán en el cuadro de cada vivienda para cada circuito de la misma.

### 6. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

1. Protección contra contactos directos: Deberá garantizarse la integridad del aislante y evitar el contacto de cables defectuosos con agua. Además, está prohibido la sustitución de barnices y similares en lugar del aislamiento.

2. Protección contra contactos indirectos: Para evitar la electrocución de personas y animales por

fugas en la instalación. Se procederá a la colocación de interruptores de corte automático de corriente diferencial. La colocación de estos dispositivos será complementaria a la toma de tierra.

### 7. PARARRAYOS

Instrumento cuyo objetivo es atraer un rayo ionizando el aire: para excitar, llamar y conducir la descarga hacia tierra, de tal modo que no cause daño a las personas o construcciones. Las instalaciones de pararrayos consisten en un mástil metálico (acero inoxidable, aluminio, cobre o acero) con un cabezal captado. El cabezal tiene muchas formas en función de su funcionamiento: punta, multipunta, esférico o semiesférico y debe sobresalir por encima de las partes más altas del edificio. El cabezal está unido a una toma de tierra eléctrica por medio de un cable conductor.

## ELECTRICIDAD

Alumbrado:

Los tipos y aparatos de alumbrado a colocar en cada dependencia responderán a lo que se especifica en los diferentes planos de planta del edificio. En cada dependencia está previsto colocar el tipo de aparato, con la lámpara adecuada en función del uso a desempeñar por ésta.

Tipos de luminarias:

- Hall, zonas de circulación y espacios polivalentes:

Luminarias LEDs lineales suspendidas, en las zonas de falso techo metálico de bandas verticales de aluminio. Gracias a la separación entre bandas que conforma el falso techo se posibilita la disposición de las luminarias, adaptándose éstas a la modulación del falso techo y quedando las luminarias ocultas a la vista del observador.

iN 90 (Iguzzini) - Sistema luminoso modular para línea continua con perfil en aluminio versión Minimal.



- Espacio de doble altura: Luminarias downlight suspendidas, en la zona de estudio de la biblioteca.

Central 41 (Iguzzini) - Luminaria de suspensión con emisión de luz directa con difusor en aluminio.



- Habitaciones: Luminarias downlight empotradas.

Iround (Iguzzini) - Luminaria empotrada con emisión de luz directa con difusor en aluminio.

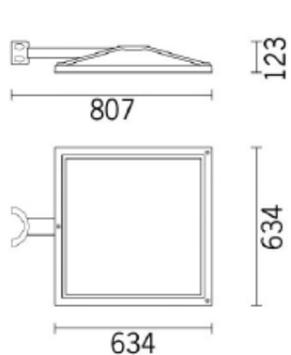


### 3. ILUMINACIÓN EXTERIOR

El nivel de iluminación para las circulaciones exteriores será de 50 lux.

La luminaria exterior escogida es la serie U.F.O. de Iguzzini, ya que se adapta perfectamente a las geometría ortogonal del conjunto. Sus características principales son:

1. Cuerpo óptico de aluminio fundición a presión, pantalla de cierre de cristal sódico-cálcico de 5 mm de grosor, sellado con silicona al marco que cierra el alojamiento de LEDS.
2. Tornillería exterior de acero inoxidable.



### 4. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

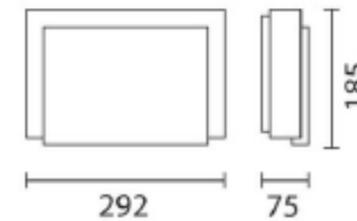
El alumbrado de emergencia tiene por objeto asegurar, en caso de fallo del alumbrado general, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas. Todas las luminarias tendrán una autonomía de una hora. En las estancias se disponen luminarias de emergencia en el falso techo en los recorridos y en las salidas de emergencia. En dichos recorridos de evacuación el nivel de iluminación debe ser como mínimo de 1 lux.

Según el CTE DB-SI los locales necesitados de alumbrado de emergencia son:

- Recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- Escaleras y pasillos protegidos, todos los vestíbulos previos y todas las escaleras de incendios.
- Locales que alberguen equipos generales de instalaciones de protección.
- Cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Motus (Iguzzini) - Luminaria cuerpo pequeño con funcionamiento sólo emergencia 1h con pictograma.

### TELECOMUNICACIONES



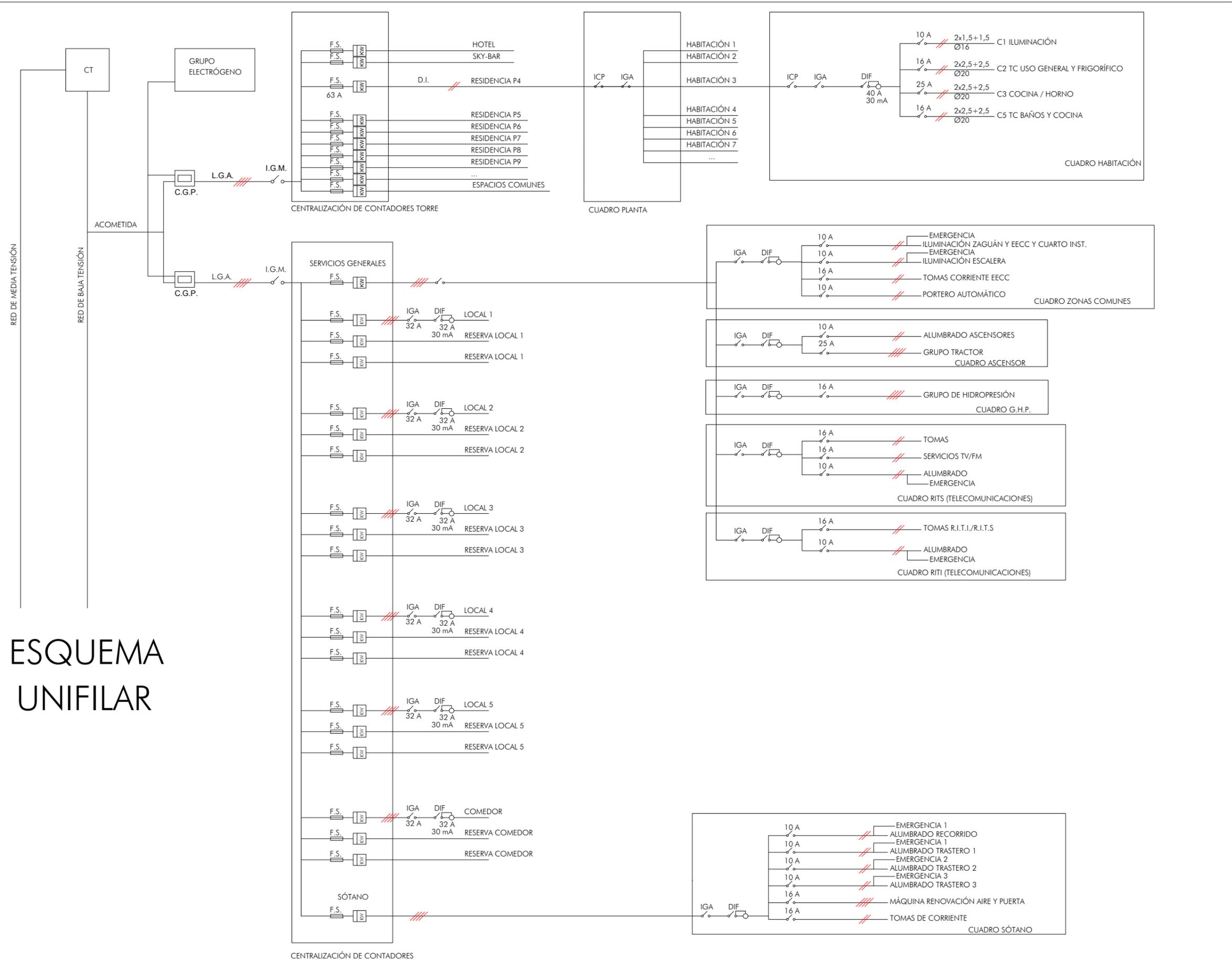
La normativa de aplicación en el diseño y cálculo de la instalación de telecomunicaciones es:

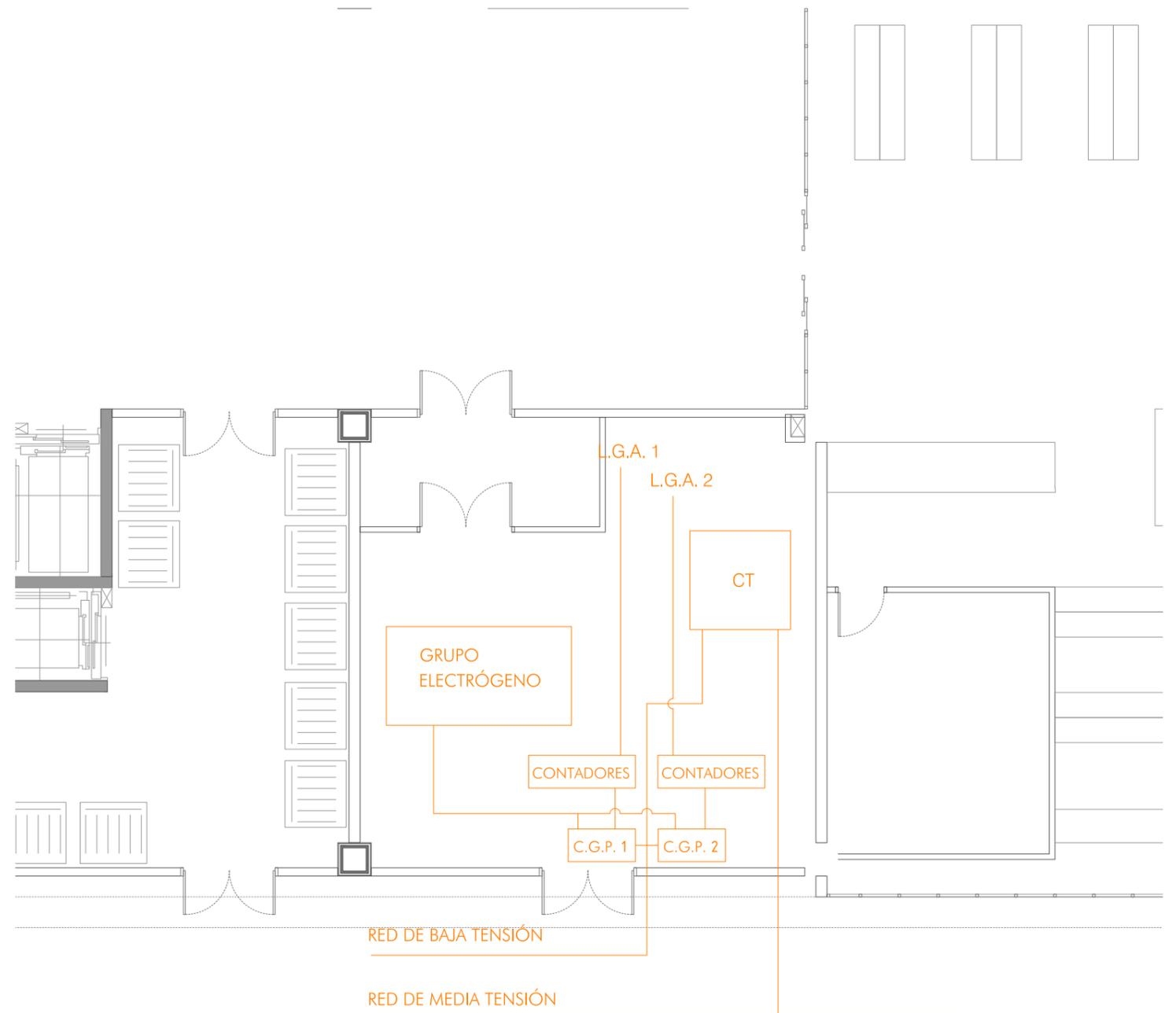
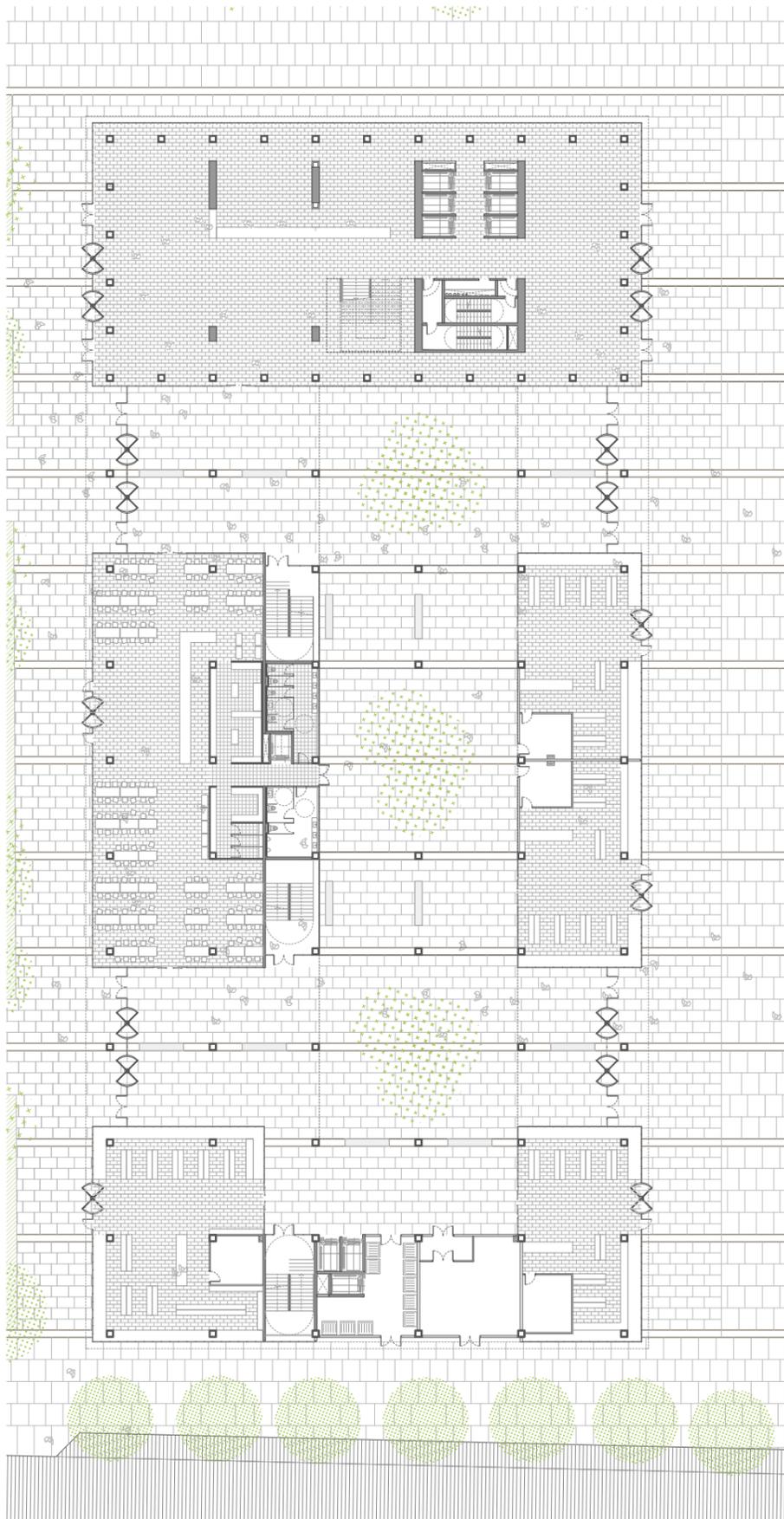
- REAL DECRETO LEY 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- REAL DECRETO 401/2003, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

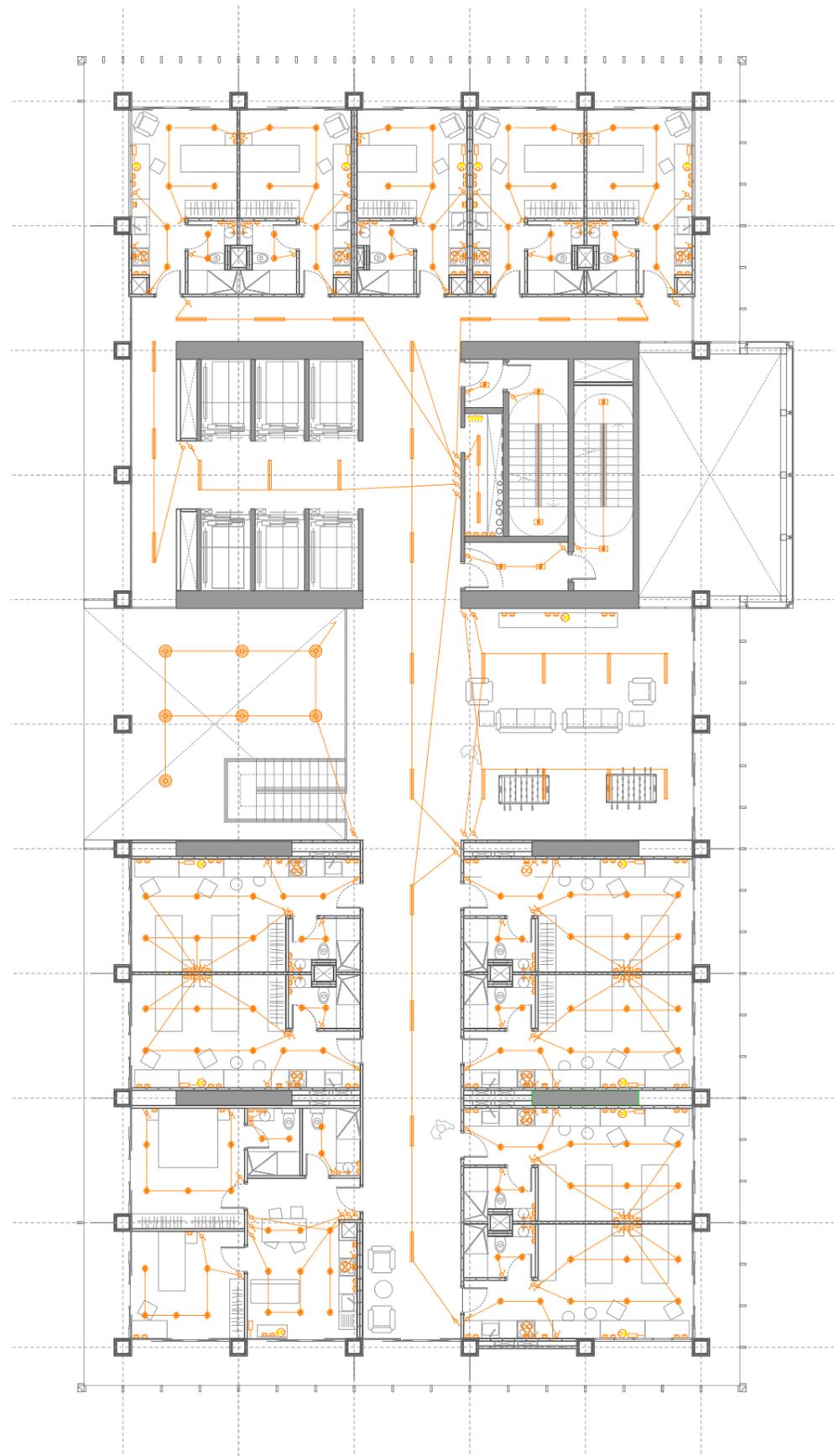
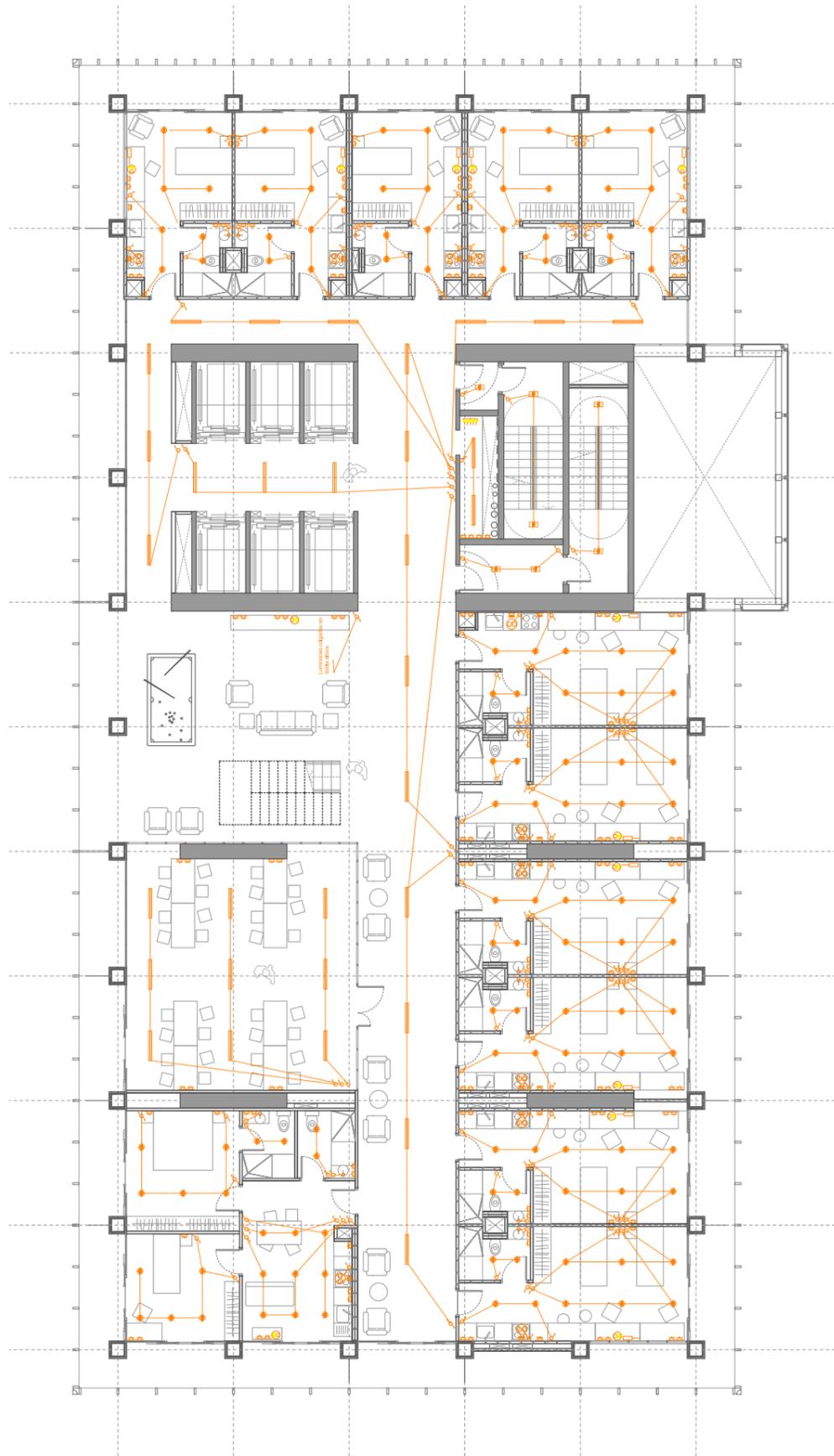
### 2. PARTES DE LA INSTALACIÓN

- RITU: recinto de instalación de telecomunicación único.
- RITS: recinto de instalación de telecomunicación superior.
- RITI: recinto de instalación de telecomunicación inferior.
- PAU: punto de acceso usuario.
- BAT: base de acceso de terminal (toma de usuario).
- Registros.

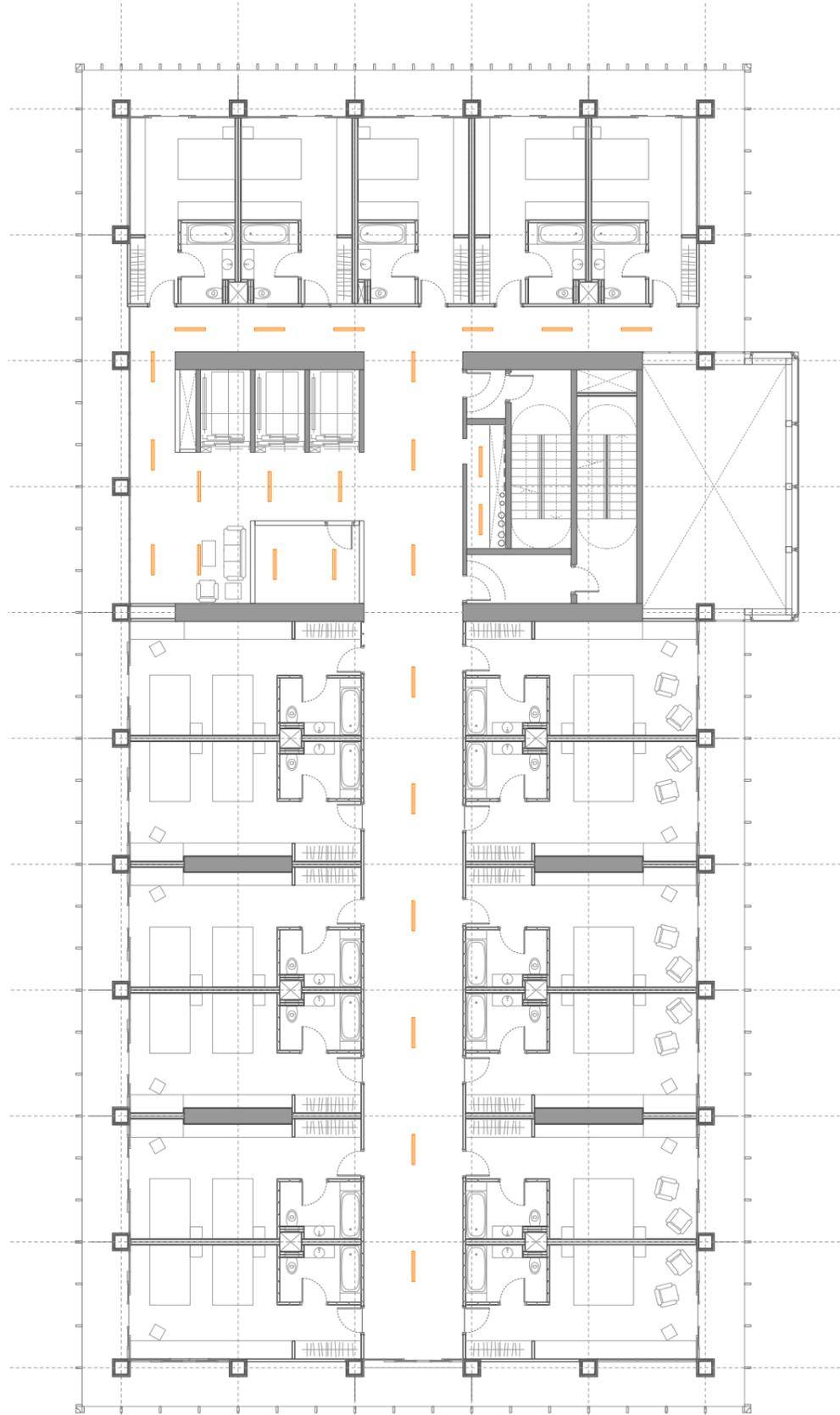
# ESQUEMA UNIFILAR



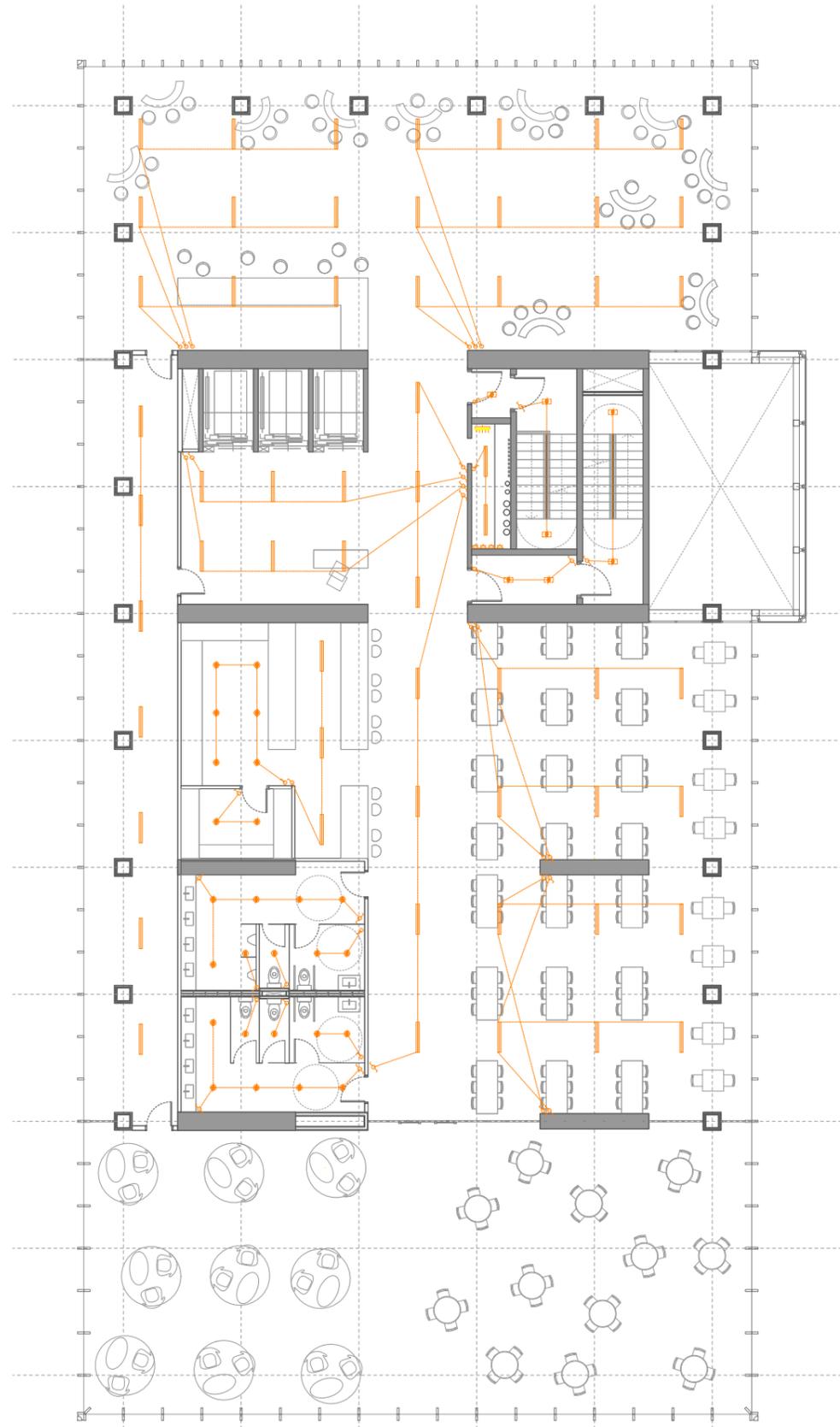




- LEYENDA ELECTRICIDAD**
-  DOWLIGHT EMPOTRADO DE IGUZZINI MODELO IROUND
  -  LUMINARIA EMPOTRADA EN TECHO DE IGUZZINI MODELO IN90
  -  LUMINARIA EMPOTRADA DE IGUZZINI MODELO MOTUS
  -  LUMINARIA COLGADA DE IGUZZINI MODELO CENTRAL 41
  -  INTERRUPTOR UNIPOLAR
  -  INTERRUPTOR BIPOLAR
  -  INTERRUPTOR CONMUTADO
  -  BASE ENCHUFE OTROS USOS 10A
  -  BASE ENCHUFE LAVADORA Y LAVAVAJILLAS 16A
  -  BASE ENCHUFE COCINA Y CALEFACCION 25A
  -  BASE ENCHUFE ESTANCO
  -  CUADRO ELECTRICO
  -  TOMA TELEFONO
  -  TOMA T.V. Y F.M.
  -  CONTADOR
  -  CAJA GENERAL DE PROTECCION
  -  EXTRACTOR
  -  PORTERO AUTOMATICO EXTERIOR
  -  PORTERO AUTOMATICO INTERIOR
  -  TIMBRE
  -  ZUMBADOR



Planta Tipo Hotel



Skybar

LEYENDA ELECTRICIDAD

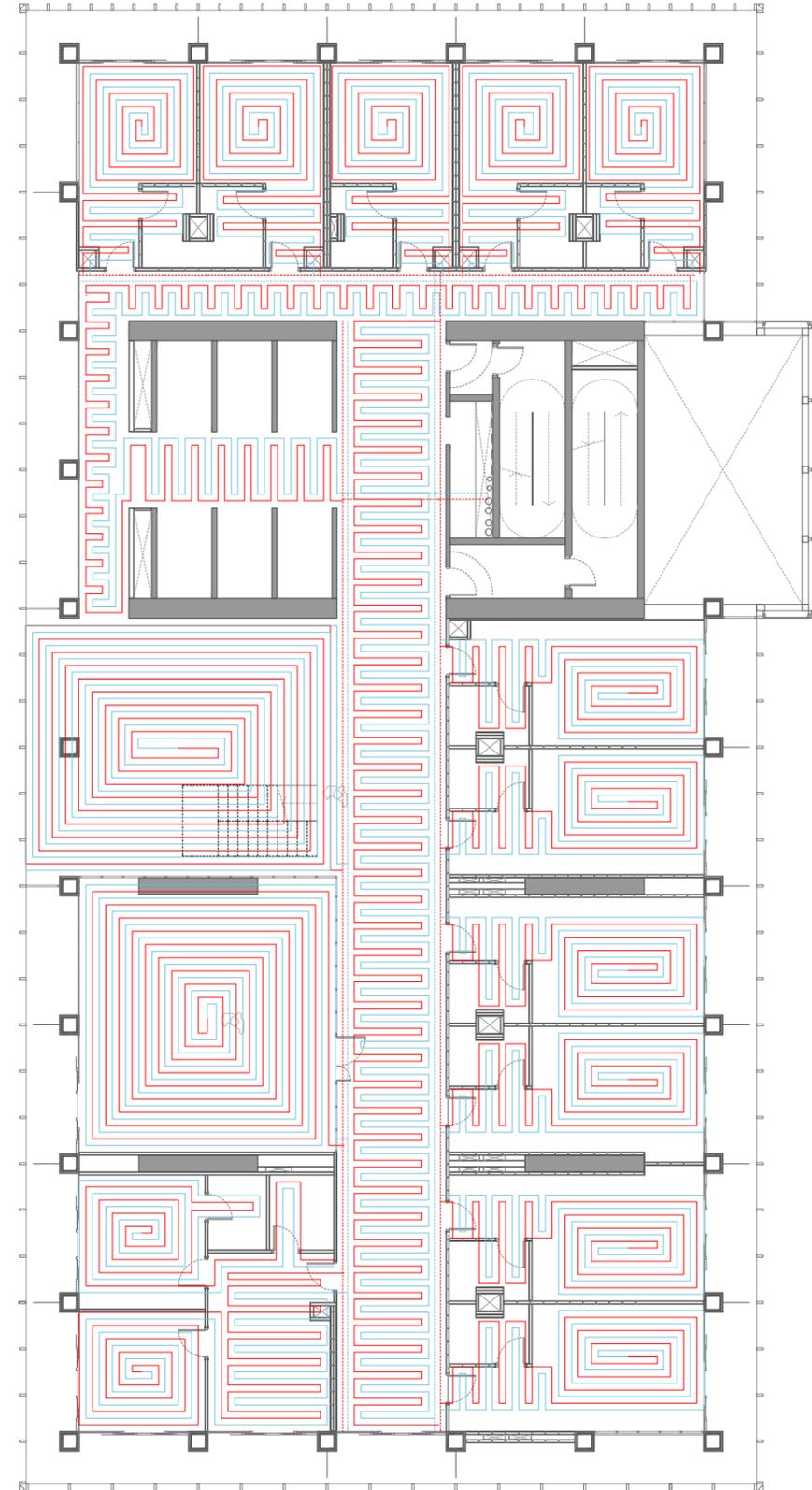
-  DOWLIGHT EMPOTRADO DE IGUZZINI MODELO IROUND
-  LUMINARIA EMPOTRADA EN TECHO DE IGUZZINI MODELO IN90
-  LUMINARIA EMPOTRADA DE IGUZZINI MODELO MOTUS
-  LUMINARIA COLGADA DE IGUZZINI MODELO CENTRAL 41
-  INTERRUPTOR UNIPOLAR
-  INTERRUPTOR BIPOLAR
-  INTERRUPTOR CONMUTADO
-  BASE ENCHUFE OTROS USOS 10A
-  BASE ENCHUFE LAVADORA Y LAVAVAJILLAS 16A
-  BASE ENCHUFE COCINA Y CALEFACCION 25A
-  BASE ENCHUFE ESTANCO
-  CUADRO ELECTRICO
-  TOMA TELEFONO
-  TOMA T.V. Y F.M.
-  CONTADOR
-  CAJA GENERAL DE PROTECCION
-  EXTRACTOR
-  PORTERO AUTOMATICO EXTERIOR
-  PORTERO AUTOMATICO INTERIOR
-  TIMBRE
-  ZUMBADOR

## CLIMATIZACIÓN

### 1 - DESCRIPCIÓN GENERAL

La climatización en los edificios puede superar el 60% del gasto energético. A pesar de los aspectos de eficiencia energética pasiva que se han incluido, es necesario disponer de un sistema de calefacción eficiente que garantice el confort y se adapte a las distintas necesidades del edificio.

Se ha optado por un sistema de suelo radiante que proporciona una distribución de la temperatura de alto confort por la uniformidad en la disposición de calor mientras reduce las pérdidas de calor entre el generador y el emisor de calor debido a la baja temperatura del agua. Además supone la solución perfecta cuando se dispone de una fuente energética geotérmica.



## DB-SU

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm. 74, Martes 28 de marzo 2006)

Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización (SU).

El objetivo del requisito básico "Seguridad de Utilización" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

El documento básico "DB-SU Seguridad de Utilización especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización.

### DESNIVELES

Altura:

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 900 mm cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6m y de 1100mm en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 400 m, en los que el pasamanos tendrá una altura de 900 mm, como mínimo.

La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera (véase figura 3.1).

Características constructivas:

Las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, situadas en zonas destinadas al público en establecimientos de uso Comercial o de uso Pública Concurrencia, en zonas comunes de edificios de uso Residencial Vivienda o en escuelas infantiles, estarán diseñadas de forma que:

a) No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual no existirán puntos de apoyo en la altura comprendida entre 200 mm y 700 mm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera;

b) No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 100 mm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia esté entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 50 mm (véase figura 3.2).

## ESCALERAS DE USO GENERAL

Peldaños:

En tramos rectos, la huella medirá 280 mm como mínimo, y la contrahuella 130 mm como mínimo, y 185 mm como máximo, excepto en las escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria o secundaria y edificios utilizados principalmente por ancianos, donde la contrahuella medirá 170 mm, 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 las escaleras previstas para evacuación ascendente y en las utilizadas preferentemente por niños, ancianos o personas con discapacidad no se admiten los escalones sin tabica ni con bocel. Las tabicas serán verticales o inclinadas formando un ángulo que no exceda de 15° con la vertical.

A su vez, todas las escaleras cumplen con la anchura mínima útil de 120 mm y con la meseta que tiene un radio e giro superior a 1200 mm.

### LIMPIEZA DE LOS ACRISTALAMIENTOS EXTERIORES:

En todas las fachadas se prevé la limpieza del acristalamiento del edificio, ya que entre los paños de vidrio y la piel de lamas GRC existe una pasarela exterior accesible.

### SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO EN RECINTOS

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

Las dimensiones y la disposición de los pequeños recintos y espacios serán adecuadas para garantizar a los posibles usuarios en sillas de ruedas la utilización de los mecanismos de apertura y cierre de las puertas y el giro en su interior, libre del espacio barrido por las puertas. La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 150 N, como máximo, excepto en las de los recintos a los que se refiere el punto 2 anterior, en las que será de 25 N, como máximo.

## ACCESIBILIDAD

### NORMATIVA APLICABLE Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Se contempla el cumplimiento del Decreto 39/2004, de 5 de Marzo, por el que se desarrolla la "Ley 1/1998, de 5 de Mayo de 1998, de la Generalitat Valenciana, en materia de Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas y de la Comunicación", en materia de accesibilidad en la edificación de pública concurrencia y en el medio urbano.

Y contempla también, el cumplimiento de las dos órdenes que desarrollan este Decreto; La Orden del 25 de Mayo de 2004, de la Consellería de Infraestructuras Y Transporte en materia de accesibilidad en la edificación de pública concurrencia.

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL "DECRETO 39/2004, del 5 de Marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se desarrolla la Ley 1/1998, del 5 de Mayo, de la Generalitat, en materia de accesibilidad en la edificación de pública concurrencia y en el medio urbano".

### ACCESIBILIDAD EN EDIFICIOS DE PÚBLICA CONCURRENCIA

Se consideran las entradas del edificio como accesos de uso público y se consideran itinerarios de uso público los recorridos desde los accesos de uso público hasta todas las zonas de uso público.

Los servicios higiénicos serán zonas con nivel de accesibilidad adaptado y todos los tipos de aparatos sanitarios cumplen las condiciones del nivel adaptado.

El espacio exterior destinado a aparcamiento cuenta con plazas de aparcamiento adaptadas, cumpliendo la proporción establecida.

En los elementos de atención al público (mostradores, mobiliario fijo u otros) deberán facilitar las funciones propias del edificio cara a los usuarios.

El equipamiento que no forme parte de la edificación (mobiliario, máquinas expendedoras u otros) dispondrán de espacio libre de aproximación y de uso que facilite a todas las personas su utilización. La señalización que contenga información relevante se dispondrá además de en modalidad visual, al menos, en una de las dos modalidades sensoriales siguientes: acústica y táctil.

### ACCESIBILIDAD EN EL MEDIO URBANO

Se entiende como barrera urbanística cualquier impedimento frente a las distintas clases y grados de discapacidad, que presente el espacio libre de edificación, de dominio público o privado, sus elementos de urbanización y su mobiliario urbano.

Son elementos de urbanización todos aquellos que componen las obras de urbanización (viarío, pavimentación, saneamiento...

Es mobiliario urbano el conjunto de objetos existentes en las vías y espacios libres públicos (papeleras, bancos, etc.)

Se entiende por itinerario peatonal el ámbito o espacio de paso destinado al tránsito de peatones cuyo recorrido permita acceder a los espacios de uso público y edificaciones del entorno. Siendo la banda libre peatonal la parte del itinerario libre de obstáculos, salientes y mobiliario urbano.

Consideraremos condiciones de accesibilidad las necesarias que deben de reunir los elementos de urbanización y mobiliario urbano para que los itinerarios peatonales dispongan del nivel de accesibilidad que les corresponda. Se ajustarán a las condiciones de accesibilidad exigibles al nivel adaptado. Se señalizarán permanentemente, con el símbolo internacional de accesibilidad, de forma que sean fácilmente visibles.

### CONDICIONES FUNCIONALES

#### 1. ACCESOS DE USO PÚBLICO

Los espacios exteriores conectarán con el interior mediante un itinerario adaptado. En el caso de las puertas giratorias, existirá en todo caso junto a ellas una puerta batiente con un mecanismo de apertura automático que también hará la función de puerta de emergencia.

#### 2. ITINERARIOS DE USO PÚBLICO

2.1. Circulaciones horizontales: Existe un itinerario, con el mismo nivel de accesibilidad en todo su recorrido desde el acceso exterior hasta los núcleos de comunicación vertical. Los pasillos tienen un ancho superior a 1.20m, según se indica en planos, existiendo en los extremos de cada tramo recto o cada 10m o fracción, un espacio de maniobra donde se pueda inscribir una circunferencia de 1.50m. Se evitará la colocación de mobiliario u otros obstáculos en los itinerarios y los elementos volados que sobresalgan más de 0.15m por debajo de los 2.10m de altura.

2.2. Circulaciones verticales: Se dispone de dos medios alternativos de comunicación vertical general: escalera y ascensor. Son los siguientes: las escaleras protagonistas de la zona de recepción de la torre, escaleras de dos tramos a lo largo de las plantas inferiores, las escaleras especialmente protegidas de los núcleos de comunicación de la torre, y ascensores. Todas estas circulaciones son adaptadas y los parámetros que han de cumplir son:

- Escaleras: Los tramos cuentan como mínimo de tres peldaños. El ancho libre es, en ambos casos superior a 1 m. La huella de ambas escaleras es 30cm, huella mínima permitida y la tabica es de 17.5 cm inferior a la huella máxima permitida de 0.18m.

- Ascensor: La cabina tendrá en la dirección de cualquier acceso o salida una profundidad mínima de 1.40m y un ancho de 1.10m. Las puertas serán automáticas y el hueco de acceso tendrá un ancho libre mínimo de 0.85m. Frente al hueco de acceso al ascensor, se dispondrá de un espacio libre donde se pueda inscribir una circunferencia con un diámetro de 1.50m.

2.3. Puertas: Las puertas tienen una altura mínima de 2.10m permiten un ancho libre que supera los 0,85m. La apertura mínima en puertas abatibles es de 90°. El bloqueo interior permitirá, en caso de emergencia, su desbloqueo desde el exterior. La fuerza de apertura o cierre de la puerta será menor de 30 N.

### 3. SERVICIOS HIGIÉNICOS

En ellos las cabinas de inodoro son adaptadas y disponen de un espacio libre donde se puede inscribir una circunferencia de diámetro de 1.50m.

### 4. PLAZAS DE APARCAMIENTO

La plaza de aparcamiento adaptada tiene dimensiones de 3.50x5.00m.

### 5. ELEMENTOS DE ATENCIÓN AL PÚBLICO Y MOBILIARIO

El mobiliario de atención al público permite la aproximación a usuarios de sillas de ruedas, teniendo en cuenta que la atención no es personalizada o con una ocupación temporal prolongada (recepción). Esta zona deberá tener un desarrollo longitudinal mínimo de 0.80m, una superficie de uso situada entre 0.75m y 0.85m de altura, bajo la que existirá un hueco de altura Q 0.70m y profundidad Q0.60m.

### 6. EQUIPAMIENTO

Los mecanismos, interruptores, pulsadores y similares, sobre paramentos situados en zonas de uso público, se colocan a una altura comprendida entre 0.70m y 1.00m. Las bases de conexión para telefonía, datos y enchufes sobre paramentos situados en zonas de uso público, se colocan a una altura comprendida entre 0.50m y 1.20m. Los dispositivos eléctricos de control de la iluminación de tipo temporizado se señalarán visualmente mediante un piloto permanente para su localización. La regulación de los mecanismos o automatismos se efectuará considerando una velocidad máxima de movimiento del usuario de 0.50 m/seg.

En general, los mecanismos y herrajes en zonas de uso público, serán fácilmente manejables por personas con problemas de sensibilidad y manipulación, por lo que se disponen de tipo palanca (manivelas), o presión (tiradores).

La botonera del ascensor tanto interna como externa a la cabina, se situará entre 0.80m y 1.20m de altura, preferiblemente en horizontal. No se emplearán pulsadores sensores térmicos.

### 7. SEÑALIZACIÓN

Se señalarán los elementos de accesibilidad de uso público, existirá: Información sobre el acceso del edificio (indicando la ubicación de los elementos de accesibilidad de uso público), un directorio de los recintos de uso público existentes en el edificio, carteles en los despachos de atención al público, señalización del comienzo y final de las escaleras, así como de las barandillas, mediante un cambio de textura en el pavimento que informe a disminuidos visuales y con la antelación suficiente.

En el interior de la cabina del ascensor, existirá información sobre la planta a que corresponde cada pulsador, el número de planta en la que se encuentra la cabina y apertura de la puerta. La información deberá ser doble, sonora y visual. La botonera, tanto interna como externa a la cabina dispondrá de números e indicaciones escritas en Braille.

### CONDICIONES DE SEGURIDAD

### 1. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

Se disponen pavimentos antideslizantes, especialmente en los recintos húmedos y en el exterior. No tendrán desigualdades acusadas que puedan inducir al tropiezo, ni perforaciones o rejillas con huecos mayores de 0.80cm de lado. Las superficies acristaladas hasta el pavimento estarán señalizadas para advertir de su presencia mediante una banda a una altura entre 1.70m y 0.85m del suelo.

Las escaleras se dotan de barandillas con pasamanos situados a una altura entre 0.90 y 1.05m. Los pasamanos serán de diámetro entre 4 y 5cm sin elementos que interrumpan el deslizamiento de la mano y se separa de la pared entre 4.5 y 5.5cm. La cabina del ascensor también dispondrá de pasamanos en el interior a 0.90m de altura.

### 2. SEGURIDAD EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

En el caso de una situación de emergencia, se dispone de escaleras protegidas y especialmente protegidas en accesibles desde todos los puntos del edificio, donde se puede contactar y esperar el rescate por parte del personal cualificado.

### CONDICIONES DE APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS EN ESPACIOS ADAPTADOS

#### 2.1. INODOROS:

La altura del asiento estará comprendida entre 0.45m y 0.50m. Se colocarán de forma que la distancia lateral mínima a una pared o aun obstáculo sea de 0.80m. El espacio libre lateral tendrá un fondo mínimo de 0.75m hasta el borde frontal del aparato, para permitir las transferencias a los usuarios de silla de ruedas. Deberá estar dotado de respaldo estable. El asiento contará con apertura delantera para facilitar la higiene y será de un color que contraste con el aparato. Los accesorios se situarán a una altura comprendida entre 0.70m y 1.20m.

#### 2.2. LAVABO

Su altura estará comprendida entre 0.80m y 0.85m. Se dispondrá de un espacio libre de 0.70m de altura hasta un fondo mínimo de 0.25 desde el borde exterior, a fin de facilitar la aproximación frontal de una persona en silla de ruedas. Los accesorios se situarán a una altura comprendida entre 0.70m y 1.20m.

#### 2.6 GRIFERÍA

Serán de tipo monomando con palanca alargada, de modo que sean fácilmente alcanzables.

#### 2.7. BARRAS DE APOYO:

La sección de las barras será preferentemente circular y de diámetro comprendido entre 3 y 4cm. La separación de la pared estará comprendida entre 4.5 y 5.5cm. Su recorrido será continuo, con superficie no resbaladiza. Las barras horizontales se colocarán a una altura comprendida entre 0.70m y 0.75m del suelo, con una longitud entre 0.20m y 0.25m mayor que el asiento del aparato. Las barras verticales se colocarán a una altura comprendida entre 0.45m y 1.05m del suelo, 0.30m por delante del borde de la aparato, con una longitud de 0.60m.

## DB-HE

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía".

En el caso que nos ocupa, a pesar de tratarse de un edificio con una envolvente de vidrio, se ha realizado una doble piel precisamente para lograr un colchón térmico frente a los duros inviernos berlineses. Además, estos cerramientos deberán prevenir la condensación y los consecuentes problemas de humedades.

Las condiciones que establece el DB-HE son las siguientes:

### LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1, y de la carga interna en sus espacios según el apartado 3.1.2.

2 La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2.

Condensaciones:

1) Las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

2) Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

Permeabilidad al aire:

1) Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) y lucernarios de los cerramientos se caracterizan por su permeabilidad al aire.

2) La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos que limitan los espacios habitables de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1.

3) La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, ten-

drá unos valores inferiores a los siguientes:

- a) para las zonas climáticas A y B: 50 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>;
- b) para las zonas climáticas C, D y E: 27 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>.

### RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

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

En el caso que nos ocupa se ha optado por un sistema eficiente como es el suelo radiante combinado además con una fuente de energía renovable como es la geotérmica.

### EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Valor de Eficiencia Energética de la Instalación:

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = P \cdot 100 / S_{Em}$$

siendo,

P la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W];

S la superficie iluminada [m<sup>2</sup>];

Em la iluminancia media mantenida [lux]

Sistemas de control y regulación:

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

a) toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización;

b) se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario.

Mantenimiento y conservación:

1) Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotéc-

nicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEI, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras acciones, las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, la limpieza de luminarias con la metodología prevista y la limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria. Dicho plan también deberá tener en cuenta los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

### CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Tratándose de un edificio con uso predominante residencial y con varios usos adicionales, esta sección es aplicable a este proyecto de residencia en altura.

Sin embargo, tal y como establece el DB-HE, se podrá disminuir justificadamente cuando se cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio, como es el caso, puesto que cuenta con una bomba de calor geotérmica además de paneles fotovoltaicos.

### CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El edificio dispone de un sistema de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos que deberá cumplir con las siguientes condiciones:

1) Una instalación solar fotovoltaica conectada a red está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, generando energía eléctrica en forma de corriente continua y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los consumidores conectados a la red de distribución de corriente alterna. Este tipo de instalaciones fotovoltaicas trabajan en paralelo con el resto de los sistemas de generación que suministran a la red de distribución.

2) Los sistemas que conforman la instalación solar fotovoltaica conectada a la red son los siguientes:

a) sistema generador fotovoltaico, compuesto de módulos que a su vez contienen un conjunto de elementos semiconductores conectados entre sí, denominados células, y que transforman la energía solar en energía eléctrica;

b) inversor que transforma la corriente continua producida por los módulos en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica;

c) conjunto de protecciones, elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

3) Se entiende por potencia pico o potencia máxima del generador aquella que puede en-

tregar el módulo en las condiciones estándares de medida. Estas condiciones se definen del modo siguiente:

- a) irradiancia 1000 W/m<sup>2</sup>;
- b) distribución espectral AM 1,5 G;
- c) incidencia normal;
- d) temperatura de la célula 25 °C.

Mantenimiento:

1) Para englobar las operaciones necesarias durante la vida de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma, se definen dos escalones complementarios de actuación:

- a) plan de vigilancia;
- b) plan de mantenimiento preventivo