

Edificios Luz

"Cinco lugares para la infancia"

Juan Ignacio Casillas Rodrigo  
PFC-T5 abril 2014

### "Cinco lugares para la infancia"

"Para entender, habitar y evaluar el espacio, resulta crucial reconocer su aspecto temporal. El espacio no existe simplemente en el tiempo; es del tiempo."

"Las acciones de sus usuarios recrean continuamente sus estructuras."

Comienzo con esta cita del artista danés Olafur Eliasson (que siempre me ha fascinado) porque no he sido capaz de empezar a escribir de otra manera, tras pasar un par de horas ensimismado mirando el papel en blanco. Estas palabras llevan persiguiéndome desde hace ya varios años y de alguna forma han quedado plasmadas en los trabajos que he realizado, incluyendo este proyecto.

En esta memoria trataré de explicar no sólo lo que se refiere a lo que tengo hoy, sino todo lo que ha ido aconteciendo desde que lo empecé. Lo que tenía antes de empezar y lo que finalmente ha quedado. Por eso, no sólo contaré en estas líneas lo que veís hoy colgado de las paredes, ni lo "construido" en las maquetas sino todo aquello que no ha quedado reflejado y subyace en esta propuesta.

Ahora bien, ¿Cómo abordar esta tarea?. ¿Cómo transmitir todas las vivencias, pensamientos y reflexiones de manera que puedan entenderse y no constituyan una cacofonía de ideas mezcladas, conceptos contradictorios...? Ante estas preguntas y tras una larga reflexión he llegado a la conclusión de que la manera más adecuada de proceder es empezar desde el proyecto actual y volver, en cada apartado, la vista atrás para comprobar lo que ha ido cambiando y lo que no, desde que lo comencé.

### **El Lugar**

P- ¿Cuánto tiempo cuesta comprender un lugar?

R- Quién sabe... ¿un día? ¿un mes? ¿un año? ¿una vida entera?

### **Edificios Luz**

Barrio Jaume Roig

Un lugar, ni bueno ni malo, más bien interesante. ¡Un espléndido lugar donde intervenir!, aún sabiendo de su complejidad.

Desde el principio tenía claro que quería trabajar aquí, a ciencia cierta no sabría decir por qué, sólo se que me apetecía. Igual me atraía la idea de plantear una escuela infantil sobre un edificio ya construido. Debo confesar que siempre me atraen los lugares con más condicionantes donde, a priori, menos libertad tiene uno de proponer cosas, y donde más cuidado se ha de tener a la hora de proyectar (esto último no lo recordaba mucho al iniciar el ejercicio).

Sin más dilación pasaré a contarles lo que percibí de este lugar (algunas cosas casi un año después de iniciado el proyecto).

### **El Lugar**

El barrio de Jaume Roig, donde se encuentran los edificios LUZ, surge en 1946 con el Plan General de Ordenación de Valencia, en él se recoge la ampliación de la ciudad ocupando terrenos de huerta. La tipología urbana planteada fué la de edificación abierta, como se puede comprobar si se recorre este barrio.

Uno de los primeros edificios que se construyeron fué el colegio Alemán, seguido de los Edificios Cadahia , proyectados por Fernando M. García-Ordóñez y Juan Maria Dexeus Beatty. Este proyecto constituye un precedente de lo que posteriormente se tornaría en cierta medida una norma. Decidieron retrasar la edificación respecto de la calle, a la vez que emplazaban en planta baja una zona de estar comunitaria. Con esta operación generan un recorrido, casi ritual, para acceder al edificio atravesando un jardín, luego elevándose de la cota de la calle con unas plataformas, para acabar accediendo al estar comunitario.

El grupo de personas que encargó la construcción del anterior edificio, ante el temor de que atentasen con su estilo de vida al construir un edificio de tipología de manzana cerrada, decide comprar el terreno en cuestión y encargan a GO-DB la edificación de éste. Los arquitectos plantean una "remodelación de volúmenes, creando unas terrazas elevadas para uso de los propietarios de las viviendas". Mediante esta operación buscaban "duplicar la superficie pisable y dedicar una parte de esta a zona realmente vividera y peatonal, lo cual por otra parte le confería una total privacidad".

Continúo transcribiendo literalmente las palabras de los arquitectos porque no tienen desperdicio:

*La terraza comunitaria está proyectada para ser un auténtico centro de convivencia con Salón Social, guardería de niños, almacenes, jardinería, pista de baile, iluminación nocturna, etc... y aunque todavía no se ha finalizado completamente este programa, se observa que aún sin esas comodidades están siempre llenos de niños, bicicletas y alguna madre haciendo punto; existiendo un auténtico ambiente convivencial.*

¿Que ha sido de todo aquello? ¿Donde están ahora los niños y las madres haciendo punto?

Resulta complicado imaginarse de nuevo la cubierta llena de actividad y convertida en un "auténtico ambiente convivencial". Ésto aumenta mas, si cabe, mi interés en devolver la cubierta al estado que fué y debe ser:

### **"UN AUTÉNTICO AMBIENTE CONVIVENCIAL"**

Convertiré este estado, en el "Leitmotiv" de mi intervención, donde los usuarios sean los coproductores de espacio que, a su vez, sean coproductores de interacción.

Una vez dicho esto, continuemos desgranando los entresijos de este lugar.

### **El Lugar (continuación I)**

La disposición de las torres de viviendas puede parecer contradictoria, ya que proyectan sombra sobre la mayor parte de la cubierta. Si atendemos a sus argumentos vemos que resulta la opción mas acertada, separándose de las proximidades del colegio Alemán, para evitar proyectar excesivas sombras sobre el área de juego de éste. La decisión se ve reforzada por las costumbres de los habitantes, que anteponen las vistas a la iluminación.

Tomando ésto como base, a la hora de plantear la escuela en la cubierta de los edificios LUZ, se entiende que priman otros aspectos sobre la iluminación, ello no significa que se deje de lado este aspecto, es más, puedo decir que resulta una de las cosas que mas me han preocupado y más he tenido en cuenta.

La elección del "lugar" (ahora mas concreto) dentro del conjunto de los edificios luz viene condicionada por varios aspectos:

- Una cubierta con una potente componente horizontal y gran extensión.
- Unas Torres de viviendas que no "tocan" la cubierta y muy distanciadas entre si.
- Un zócalo muy extenso, unas oficinas oscuras, con una estructura dispuesta regularmente, salvo bajo las torres.
- Un patio abandonado.

La decisión del "lugar" donde intervenir no fue la primera, ni la segunda, sino la tercera. En un principio, abrumado por la falta de soleamiento de la cubierta, decidí trasladar la escuela al otro zócalo, situado a sur. Estuve trabajando en este zócalo durante bastante tiempo, no pretendo decir que fuese una pérdida de tiempo, ya que siempre se aprenden cosas y muchas veces se empieza de una manera y tras muchos giros y cambios, la propuesta final acaba pareciéndose en cierta medida a la inicial. Al tiempo de trabajar en este zócalo, decidí, en un acto de compromiso arquitectónico (¿para qué intervenir en un edificio que ya "funcionaba", teniendo al lado uno que necesitaba una ayuda?, ¿no iba a ser un cobarde!) regresar al propuesto inicialmente.

De vuelta en los edificios LUZ (aún no comprendía el "lugar") y ante el aparente mal estado de la planta baja y de las oficinas, debido a la falta de iluminación, no tuve otra idea que perforar un gran patio central para sanear el edificio. Tal era el impacto sobre el conjunto, que aún hoy me arrepiento de la falta de sensibilidad que mantuve durante también un buen tiempo. No fué hasta una corrección con Salva que unos inocentes comentarios calaron profundamente en mí:

**¿Es necesario tanto cambio, o con tocar una cosa aquí y otra allí basta?**

Estas palabras causaron un revuelo en mi conciencia, ¿Había ido demasiado lejos?, para calmar mi mente decidí volver a pasear por los Edificios Luz, descubriendo cuán ciego había estado hasta ese momento.

**El Lugar** (continuación II)

Un sitio totalmente distinto apareció ante mis ojos, donde antes solo veía "ruina" y abandono, ahora veía valores:

Tranquilidad, silencio, árboles...

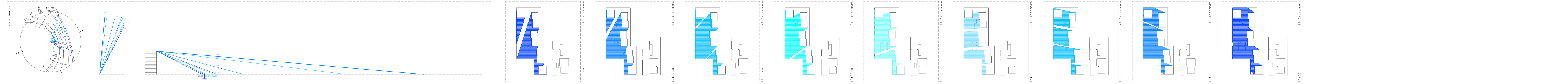
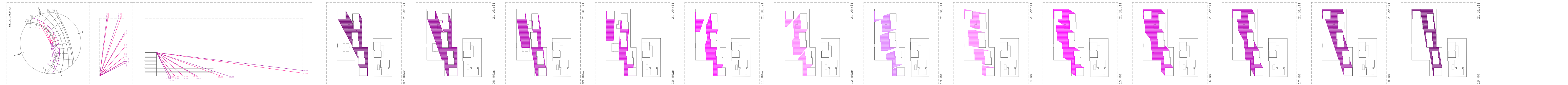
Confieso que los Edificios Luz habían cambiado, no sólo ante mis ojos, sino físicamente. Los pasajes tenían mas luz, había niños jugando en ellos, todo por una capa de pintura y un día soleado. En ese momento recordé que todas la veces que había ido a visitarlos, eran días nublados, o al atardecer.

Con esta nueva realidad abierta a mis ojos, claramente supe como debía de intervenir en ellos de nuevo.

**Nada de excesos, solo lo necesario.**

No piensen que cuando me refiero a sólo lo necesario, lo hago en alusión a la escuela infantil. La escuela infantil no es otra cosa que el catalizador encargado de convertir los Edificios Luz en el auténtico ambiente convivencial que era.







#### ENTORNO MANZANA

##### EXCESO TRÁFICO RODADO

Por norma general el vehículo ha inundado completamente la manzana. En concreto la calle Álvaro de Bazán se encuentra saturada de coches aparcados a ambos lados de la calle, resultando muy difícil caminar por la acera

##### CALLE ENTRE EDIFICIOS ABANDONADA

El espacio entre los dos zócalos se encuentra totalmente abandonado, no existe ningún tipo de actividad, el motivo principal puede deberse básicamente a que los locales de planta baja no vuelcan a este espacio sino al lado contrario del zócalo

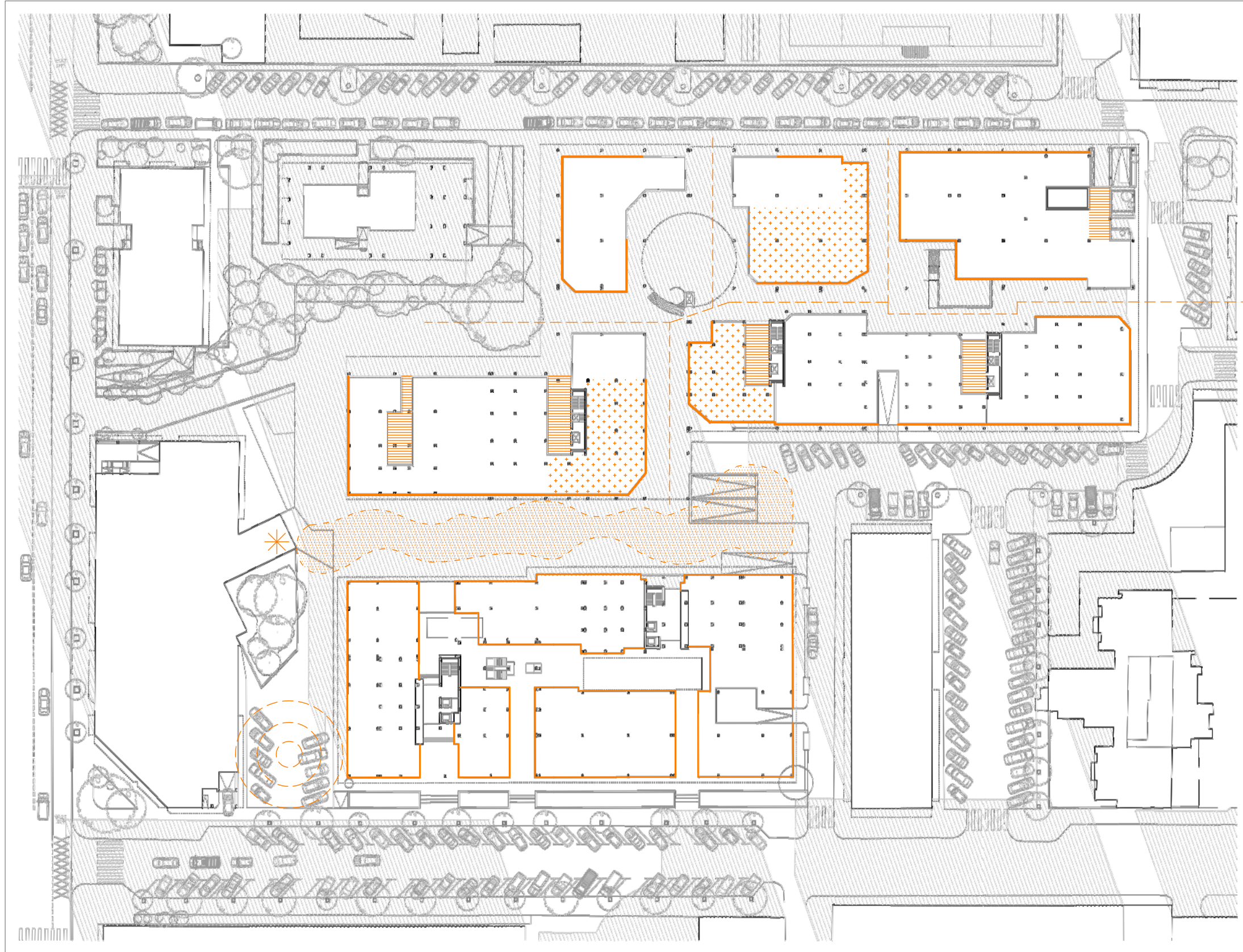
##### SOLAR ABANDONADO (DESCAMPADO-PARKING)

Donde termina la edificación que cierra la manzana por su parte inferior izquierda, existe un descampado abandonado que corta la transición entre el interior de la manzana y el exterior.

##### CASITA DE HUERTA AISLADA ENTRE COLOSOS

Pareciera como si todo fuera malo, eso no es cierto, también hay cosas buenas. La "casita" que resta de la antigua huerta posteriormente transformada en ciudad me resulta fascinante, no sólo por su reducida dimensión y carácter propio que posee, sino por emplazarse justo en el final de la calle entre los zócalos. Todas las miradas convergen en ella desde un ángulo de 180 grados.

Desde que la vi la imagino como una casita para los niños, con un parque al lado y juegos ...



#### EDIFICIOS LUZ

##### LOCALES COMERCIALES CEGADOS

Nos encontramos con un problema serio, la mayoría de los locales comerciales existentes en planta baja se encuentran "cegados" por unos potentes muros de bloque de hormigón que impiden el paso de luz y de relación con el exterior. Tan sólo algún local comercial conserva su cerramiento original, éste se compone de un paramento de vidrio de suelo a techo. Nada que ver con los muros de bloque de hormigón.

##### PASAJES COMERCIALES OSCUROS Y DEGRADADOS

Como consecuencia de que los cerramientos de los locales comerciales están cegados nos encontramos con que los pasajes comerciales se encuentran oscuros, lúgubres, y degradados (gran cantidad de grafitis y pintadas en los muros), generando un ambiente de inseguridad y de abandono. Los locales comerciales que dan a estos pasajes han de recurrir a iluminar artificialmente sus establecimientos para que sean visibles por los usuarios.

Ya de por sí presentan poca iluminación los pasajes, al tener construido un potente zócalo en planta primera, con dos aperturas bastante distanciadas entre sí.

##### LOCALES COMERCIALES VACÍOS

Hay que sumar a los problemas destacados anteriormente la falta de ocupación de bastantes locales, seguramente debido a la falta de luz en planta baja.

##### ZAGUANES DE ACCESO A LAS TORRES DE VIVIENDA

Resulta curioso que los zaguanes de entrada a cada torre de vivienda se encuentren profusamente decorados y con un acabado material muy cuidado, en contraposición con el resto de la planta baja. En parte creo que se debe a que los residentes identifican como propio dicho espacio, así como su vivienda, desentendiéndose del resto del conjunto de los edificios LUZ.

No olvidemos que las viviendas construidas, a pesar de su apariencia superficial decrepita, se encuentran bien cotizadas, alcanzando el millón de euros por piso.

Cualquiera no puede vivir aquí, han de ser personas con altos ingresos y por consiguiente (no tiene por qué) con un nivel cultural elevado. Entonces ¿cómo pueden vivir en un edificio tan descuidado?. La respuesta es bien sencilla, solo transitan de su casa a la calle o al garaje, sin ocupar el resto de espacios que brinda el edificio (una cubierta maravillosa).

Hay que cambiar esta tendencia.

#### ENTORNO MANZANA

##### EXCESO TRAFICO RODADO respuesta:

Se limita el uso del vehículo dentro de la manzana, para ello se equipara el nivel en toda su extensión y se pavimenta, para evitar la separación entre peatones y vehículos, quedando estos relegados a un segundo lugar.

Se habilitan unas áreas de estacionamiento temporal que permitan la descarga de mercancías para los locales y de espera a que los niños salgan de la escuela.

En la calle Álvaro de Bazán se elimina la fila de estacionamiento adyacente a los edificios luz, con el fin de dotar de mayor amplitud a la acera y de recuperar el carácter del proyecto original.

##### CALLE ENTRE EDIFICIOS ABANDONADA respuesta:

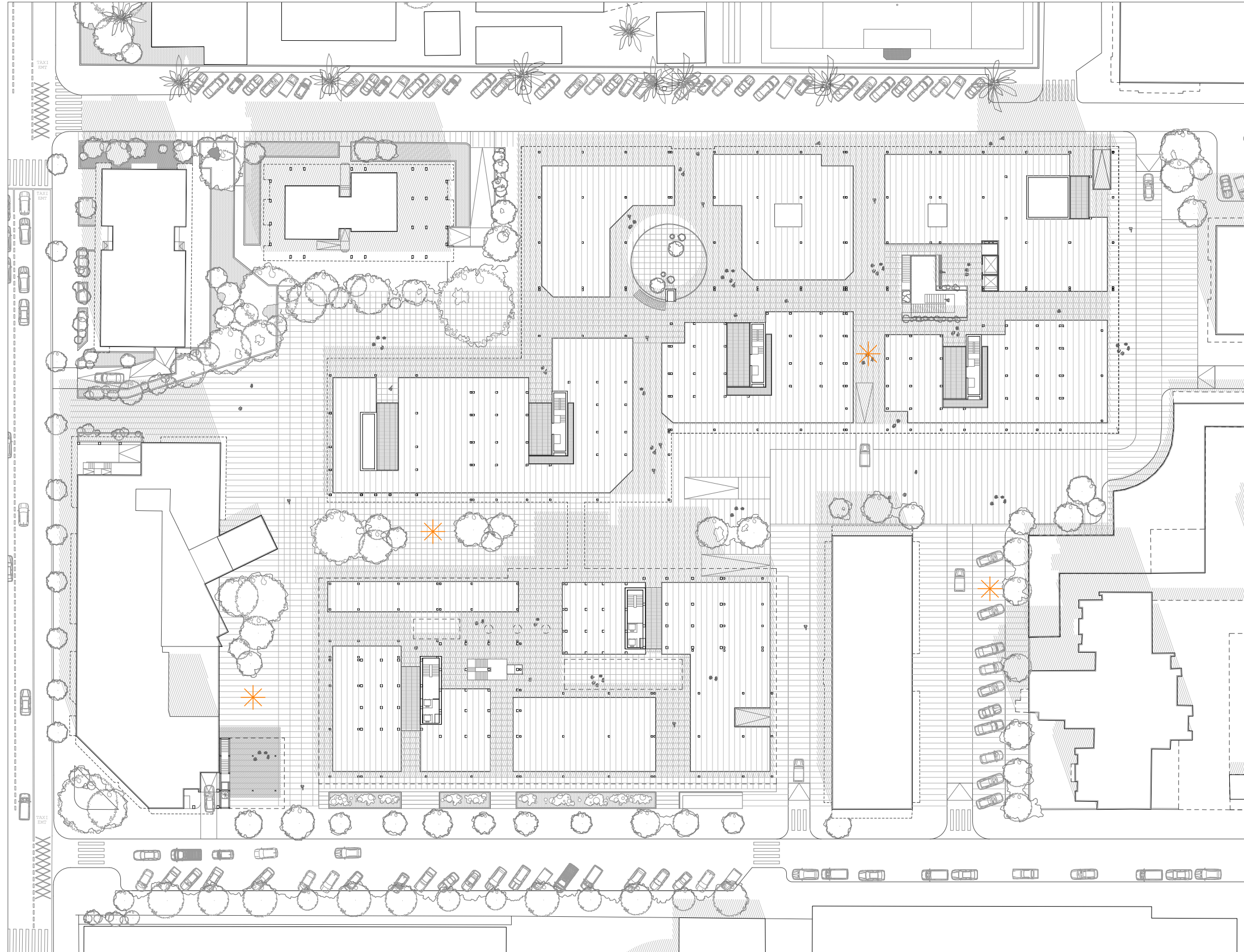
Tras peatonalizar la manzana y reconvertir el cerramiento de los locales, estos se relacionan directamente con este espacio, generando actividad.

Asimismo se refuerza el carácter transitorio e interno de la manzana al disponer de árboles y bancos donde sentarse a hablar, ver pasar el tiempo, quedar con los amigos ...

##### SOLAR ABANDONADO (DESCAMPADO-PARKING) respuesta:

Este descampado se sustituye por una zona de juegos infantiles, donde los niños puedan relacionarse entre sí y con los de la ciudad.

Asimismo se construye una estructura adosada a la medianera existente que actúa a modo de plataforma elevada donde reposar, y como elemento anunciador de los comercios existentes en los edificios luz.



#### EDIFICIOS LUZ

##### LOCALES COMERCIALES CEGADOS respuesta:

La respuesta es bien sencilla dado que se vuelve al cerramiento proyectado por GO-DB originalmente para este edificio y que se ha ido degradando progresivamente hasta lo que nos encontramos hoy en día. Este se compone de unos paneles de vidrio que conforman el perímetro de los locales comerciales, dejando pasar la luz hasta el interior del zócalo.

En la fotografía, tomada tras su construcción, se puede apreciar perfectamente la existencia de una gran permeabilidad entre el interior y el exterior.

##### PASAJES COMERCIALES OSCUROS Y DEGRADADOS respuesta:

Al modificar el cerramiento de los locales comerciales, los pasajes se ven inmediatamente afectados por estos cambios y experimentan una notable mejoría en cuanto a las condiciones de iluminación.

Para reforzar la iluminación natural de éstos, se pinta de blanco todo el falso techo y se cambia el pavimento del suelo por uno más claro, ayudando a la difusión de la luz.

Asimismo se abre un nuevo pasaje comercial que conecte con la plaza del Profesor Tamarit Olmos fomentando la relación del interior de los edificios luz con el resto de la manzana

##### LOCALES COMERCIALES VACÍOS respuesta:

Al corregir los anteriores problemas y efectuar una regeneración importante, se considera que comenzará a existir una mayor demanda de locales comerciales, por lo que no quedarán más locales desocupados. No hay que olvidar la cercanía de los Edificios Luz con el Hospital Universitario, siendo este un foco de actividad considerable.

#### Nota

Durante el transcurso de este ejercicio, he visto como se rehabilitaba en cierta medida el conjunto de los edificios LUZ. La transformación más importante que se realizó fue cuando se pintaron todas las paredes de blanco, junto con el falso techo de la planta baja. El cambio fue asombroso, pasó de ser un lugar lúgubre a uno luminoso y con bastantes cualidades. ¡Tan solo por una capa de pintura!.

Este cambio marcó un antes y un después en la percepción que tenía de estos edificios, hasta ese momento no tenía piedad con ellos, planteaba una rehabilitación muy agresiva (abrir un gran patio central) para resolver los problemas de iluminación. Me di cuenta que no era necesaria tanta actuación, solo con tocar una cosa aquí y otra allá se solucionaban los problemas.

Todo por una capa de pintura y ... un día soleado

## CONJUNTO DE LOS DOS ZÓCALOS

### PERÍMETRO FACHADA DEGRADADO

La fachada de ambos zócalos, pero sobre todo la de los edificios LUZ se encuentra saturada de unidades exteriores de producción de frío y calor, hasta tal punto de que llega a distorsionar la unidad de la fachada adquirida mediante el modulado de los paneles de Amianto-cemento dispuestos regularmente.

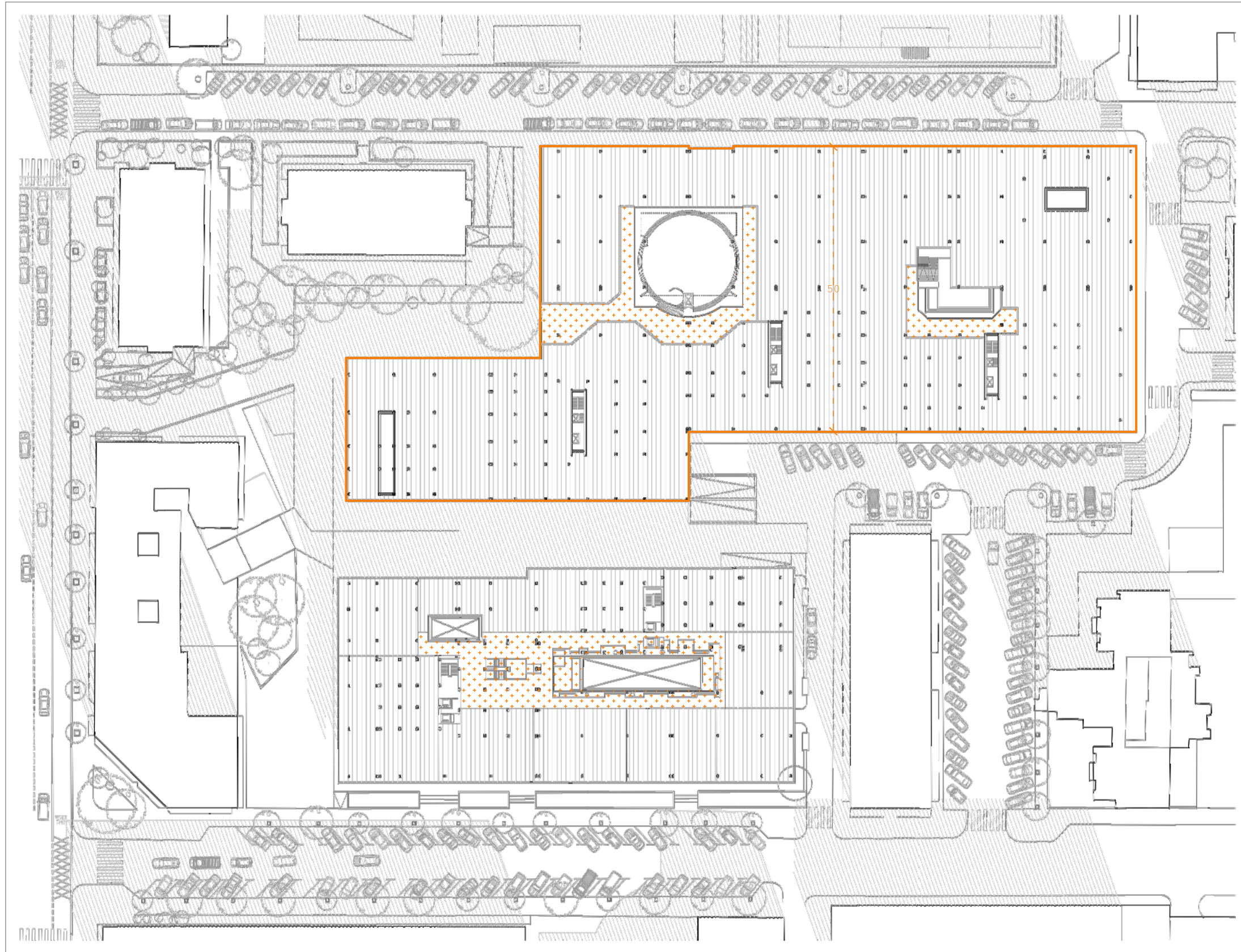
Asimismo se encuentran elementos tales como rótulos e incluso tubos de extracción de aire de considerable dimensión que alteran el zócalo

### ESTRATIFICACIÓN DE USOS

Ambos zócalos sufren de la misma "patología": unos usos muy delimitados espacialmente. Una planta baja destinada a servicios, un zócalo a oficinas, unas torres a vivienda y una cubierta a "nada". La principal consecuencia de esta rigidez se manifiesta en unos usos horarios de actividad muy marcados, hay horas con actividad, y en otras horas no hay nadie. Se convierte en una mole dormida esperando que comience una nueva jornada laboral, día tras día, sin acontecimientos.

### AUSENCIA DE ESPACIOS COMUNES

No existe un espacio común como tal en el zócalo de los Edificios Luz, en cambio éste sí se haya presente en el otro zócalo. Como consecuencia no es posible interactuar entre los distintos trabajadores de las oficinas.



## ZÓCALO EDIFICIOS LUZ

### PROFUNDIDAD DEL ZÓCALO EXCESIVA

Se hace palpable que la gran profundidad del zócalo no ayuda en la distribución de las oficinas, la mayoría cuenta con espacios oscuros. Resulta anecdótico que esto sea así, teniendo en cuenta que tan solo las separa un forjado de la luz.

### UN PATIO ABANDONADO

De los dos únicos patios que dan servicio a la totalidad de las oficinas, tan solo uno "funciona", el circular y de mayor tamaño. Por el contrario, el más pequeño se encuentra en un estado de abandono considerable, con entradas de agua y suciedad. Existe una escalera que sube desde la planta baja hasta la primera en un solo tramo, oxidada, y que curiosamente prosigue hasta la cubierta, pero no permite acceder a ella.

Resulta contradictorio este hecho, ya que constituye el único punto de todo el edificio desde el cual un transeúnte puede percibir que existe una cubierta "habitabile" sobre su cabeza.

**"Tan cerca y a la vez tan lejos"**

### OFICINAS CON UNA GRAN SUPERFICIE

Las oficinas existentes poseen una elevada superficie, en torno a los setecientos metros cuadrados, generando poca variedad de servicios y por tanto una menor actividad y algunas se encuentran desocupadas.

## CONJUNTO DE LOS DOS ZÓCALOS

### PERÍMETRO FACHADA DEGRADADO respuesta:

Se rehabilita completamente la fachada, devolviendo el carácter inicial del edificio. Para ello se eliminan los rótulos y las unidades exteriores de producción de frío y calor. En la misma línea, y por motivos de seguridad, se retiran los paneles de Amianto-cemento colocados inicialmente por su toxicidad, en caso de fragmentación e inhalación por las personas. Para ello se emplean las medidas de seguridad propias de este tipo de trabajos.

### Se unifica nuevamente la imagen exterior y se refuerza el concepto de zócalo

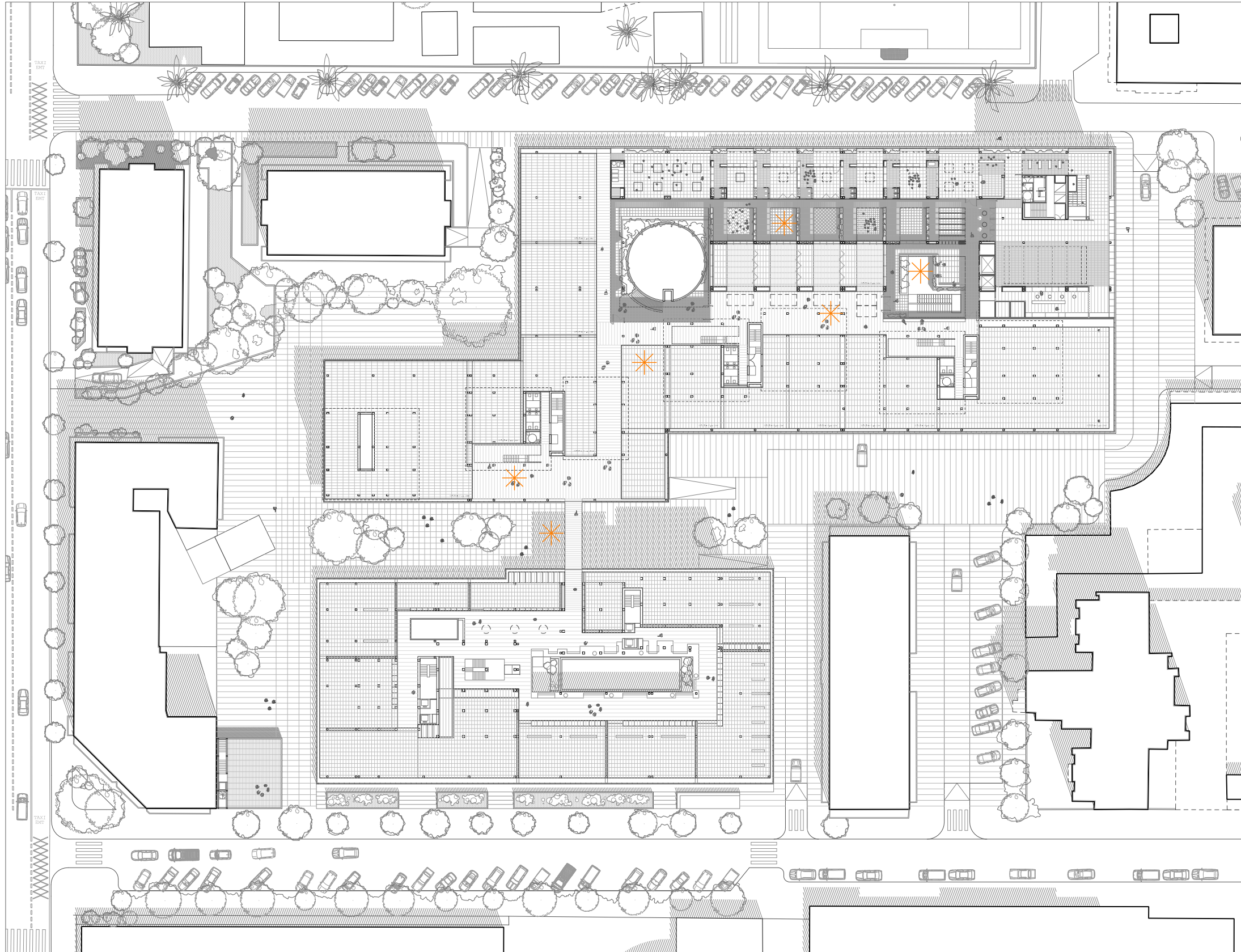
### ESTRATIFICACIÓN DE USOS respuesta:

Tras intervenir en ambos zócalos se fomenta la heterogeneidad de usos en todo el conjunto. Para ello, y apoyados por la escuela, se genera un nuevo "pasaje" a semejanza del existente en planta baja que conecta ambos zócalos y convierte dos entidades en una sola.

Podríamos decir que la planta baja se prolonga ahora hasta la primera, a través de los dos patios conectados por el nuevo "pasaje", y la planta primera a la cubierta, gracias a los "patios" que conectan el pasaje y las oficinas bajo la huella de las torres.

Se pasa de una distribución espacial rígida en altura, sin conexiones entre las distintas plantas, a otra donde se mezclan todos los usos y el edificio se puede recorrer en todas sus cotas.

¡Por fin se vislumbra la cubierta!



## ZÓCALO EDIFICIOS LUZ

### PROFUNDIDAD DEL ZÓCALO EXCESIVA respuesta:

La profundidad del zócalo se reduce al insertar la escuela infantil. Se busca alcanzar un equilibrio entre los dos usos, sin priorizar uno sobre el otro, ya que ambos deben coexistir simultáneamente. En los puntos donde las oficinas necesitan luz, la escuela las ayuda, aportándoles la preciosa luz que necesitan. Asimismo, éstas se posicionan principalmente en el perímetro del zócalo dejando el interior a la escuela.

### UN PATIO ABANDONADO respuesta:

El patio abandonado se recupera como un segundo acceso al zócalo, tanto a las oficinas como a la escuela. Para ello se construye una nueva escalera, adaptándose a la escuela (tabica mas pequeña), de dos tramos y girada noventa grados respecto a la original. Se elimina la "conexión" (inexistente en realidad) con la cubierta, pasando a realizarse desde en interior del zócalo, bajo la huella de las torres residenciales.

Los patios, antes separados, ahora se unen generando unas circulaciones interiores que recorren el interior del edificio. Con esta operación se consigue revitalizar las oficinas y fomentar la percepción del edificio como un conjunto y no como la suma de sus partes.

### OFICINAS CON UNA GRAN SUPERFICIE respuesta:

Con la nueva distribución, las oficinas pueden dividirse o agruparse según se necesite, generándose una gran flexibilidad, (como lo planeó originalmente GO-DB). Las superficies resultantes se encuentran entre los 150m<sup>2</sup> y, en algunos casos, de 600m<sup>2</sup>.

Resulta evidente que al construir la escuela se ha reducido la superficie destinada a oficinas y comercial, por ello se decide recuperar parte de esta superficie en la cubierta, bajo una parte de la huella de las torres. Me parece el mejor sitio de todos, con luz, aire, el cielo..

## CONJUNTO DE LOS DOS ZÓCALOS

### CUBIERTA DESOCUPADA

A mi juicio, el mejor espacio del que disponen estos edificios, es el que menos uso tiene, por no decir inexistente. Es una pena que haya quedado relegado a albergar todas las instalaciones de las oficinas que no pueden alojarse en la planta primera.

Puedo decir, sin ánimo de parecer exagerado, que es tierra de nadie, ni los residentes de las torres disfrutan de él, ni los trabajadores de las oficinas pueden utilizarlo; unos porque no quieren y otros porque no pueden.

### SOLEAMIENTO DESIGUAL

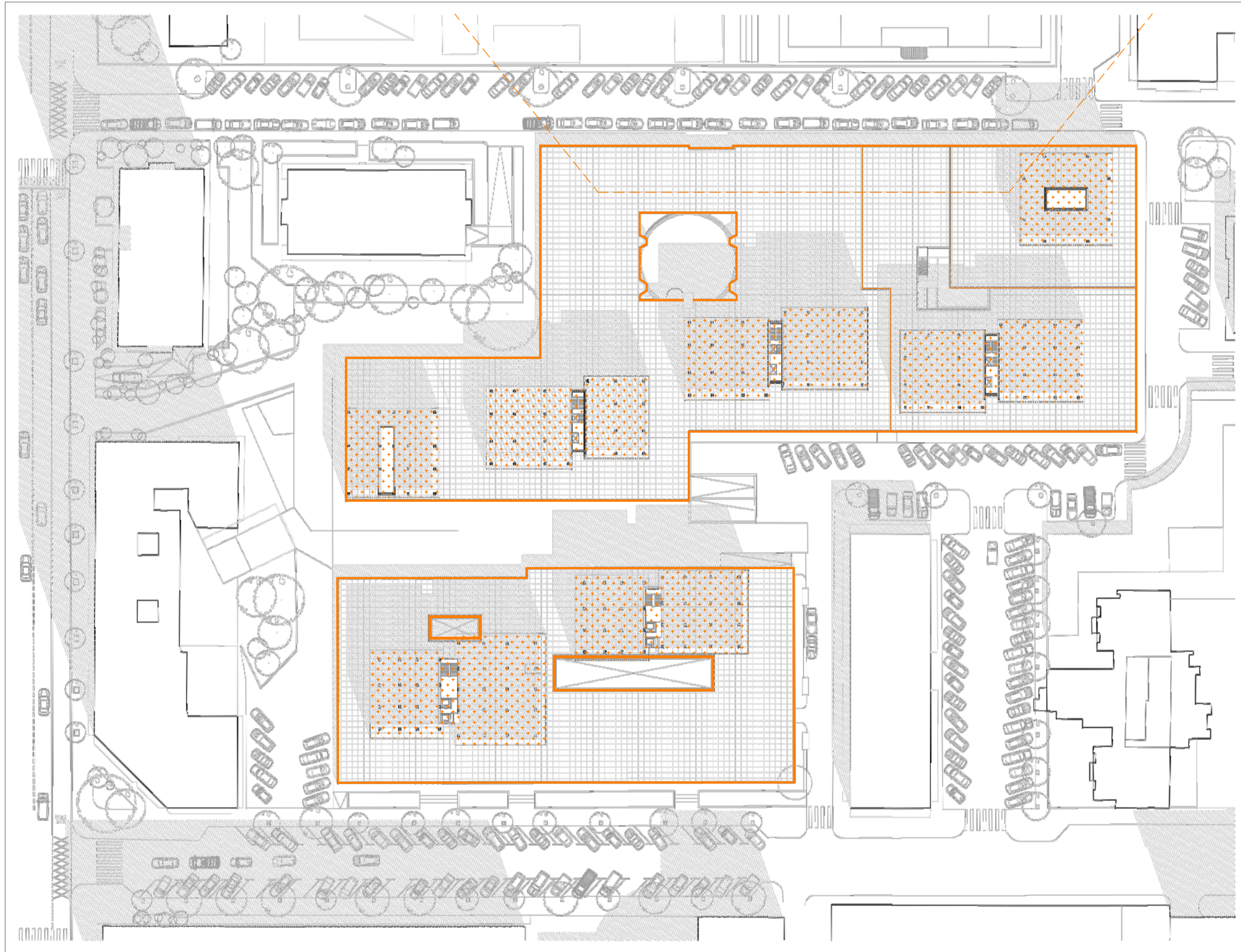
Cada cubierta presenta un soleamiento distinto, una más sombría y otra más soleada. Estas diferencias permiten considerar una más idónea para los meses más cálidos y otra para los más fríos.

### JARDINERA ANTEPECHO

La jardinera que ocupaba el extremo superior del antepecho de la cubierta se encuentra actualmente cegada, probablemente en un intento de reducir el de por sí escaso mantenimiento que se le brinda a la cubierta.

### VISTAS PRIVILEGIADAS

Todo no van a ser defectos. La cubierta constituye un magnífico espacio, como un remanso de paz dentro de la ciudad, con solo elevar este plano 8 metros sobre el suelo se consigue obrar el milagro. Desde ella se puede sentir un gran vacío enfrente: el colegio Alemán; una situación no muy común si tenemos en cuenta que nos encontramos en la ciudad, donde abundan las edificaciones y escasean los espacios abiertos.



## ZÓCALO EDIFICIOS LUZ

### CUBIERTA FRAGMENTADA

A pesar de su carácter unitario, la cubierta se encuentra "fragmentada" en distintos sectores. Aparecen divisiones en forma de muretes que delimitan la porción de cubierta "propiedad" de cada torre.

Contaré una anécdota que ilustra esta situación, que ocurrió cuando estábamos visitando los edificios LUZ. Le preguntamos al portero de una torre si nos dejaba subir a la cubierta y muy amablemente accedió. Tras abrirnos la puerta que daba a la cubierta, nos dejó solos un rato, situación que aprovechamos lógicamente para recorrer la cubierta en toda su extensión. Al rato de estar recorriendo la cubierta, apareció de nuevo y nos comentó que no podíamos estar donde nos encontrábamos. Sorprendidos, le preguntamos el motivo, a lo que él contestó que habíamos traspasado la propiedad de la que él se hacía cargo. Para nuestra sorpresa, el límite lo constituía una raya amarilla pintada en el pavimento.

Valga esta anécdota para reflejar la percepción que se tiene actualmente de la cubierta por parte de los residentes.

### LA HUELLA DE LAS TORRES EN MAL ESTADO

El encuentro de las torres con la cubierta se encuentra descuidado, el falso techo que recubría el forjado inferior de cada torre se ha desprendido, los módulos jardinera de las torres están rotos, y no existe una conexión clara con las torres.

### CONJUNTO DE LOS DOS ZÓCALOS

#### CUBIERTA DESOCUPADA respuesta:

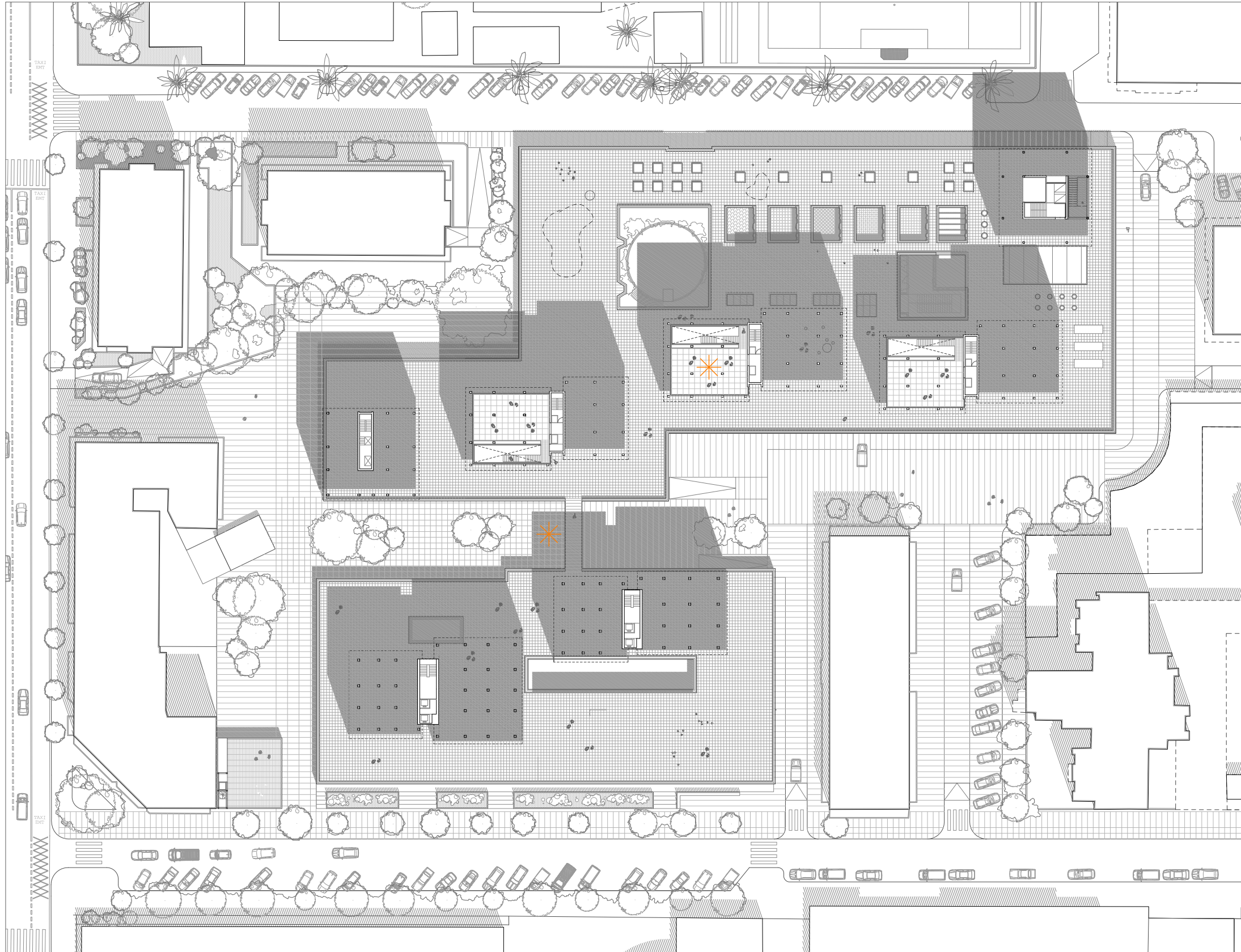
Se genera actividad, ¿Como?, pues estableciendo por un lado la cubierta como el patio de juegos general de la escuela, por otro lado recuperando la cubierta para los residentes de las torres y, para terminar, se otorga la posibilidad a los trabajadores de las oficinas de estar en ella. Incluso se puede llegar a permitir un acceso completamente libre en situaciones excepcionales: jornadas culturales, asambleas..., donde los ciudadanos puedan reunirse.

#### SOLEAMIENTO DESIGUAL respuesta:

Se aprovecha esta cualidad uniendo mediante una pasarela ambas cubiertas, generando un patio de juego soleado para invierno en la cubierta sur y uno más fresco para verano en la norte.

#### JARDINERA ANTEPECHO respuesta:

Se recupera la jardinera de coronación del antepecho y se adapta dicho antepecho a los nuevos requerimientos de la escuela, en cuanto a la altura, mediante una barandilla fijada mecánicamente a él.



### ZÓCALO EDIFICIOS LUZ

#### CUBIERTA FRAGMENTADA respuesta:

Tras la intervención la cubierta se convierte en un único espacio continuo y percible en toda su extensión. No se añade ningún antepecho nuevo, donde se perfora y se interviene, se aboga por colocar elementos que potencien la transparencia.

Las barandillas que protegen los patios de las aulas se construyen con barrotes verticales y así los niños pueden sentarse y dejar pasar las piernas mientras observan su patio inferior. A primera vista puede pensarse que si fuesen de vidrio la transparencia sería mayor en parte si, pero por el contrario al constituir un paramento continuo dejan de ser permeables al aire, por otro lado generan reflejos que impiden la vista, y requieren de un mayor mantenimiento, al tener que limpiarse a menudo.

#### LA HUELLA DE LAS TORRES EN MAL ESTADO respuesta:

Las huellas de las torres adquieren la relevancia que les corresponde como único elemento que techa en la cubierta, que protege de la lluvia, el sol, etc.

El lado izquierdo de las torres se recupera como espacio de oficinas, y se dispone de unos patios que conectan la cubierta con la planta primera. En el lado derecho, éstas se mantienen como vacíos, donde desarrollar actividades a la sombra y conectar con las torres residenciales.



**Fachada Original año 1970**

La fachada original, sin alterar, responde al entorno de manera unitaria, mediante un zócalo potente y que se eleva del suelo, para gracias a esto, albergar bajo si mismo unos locales comerciales transparentes. Estos locales se retranquean del perímetro, mostrando la estructura que sustenta el zócalo.

Se proyectan unas luminarias bajo este forjado que bañan todo el perímetro, reforzando la idea de un zócalo apoyado en pilares



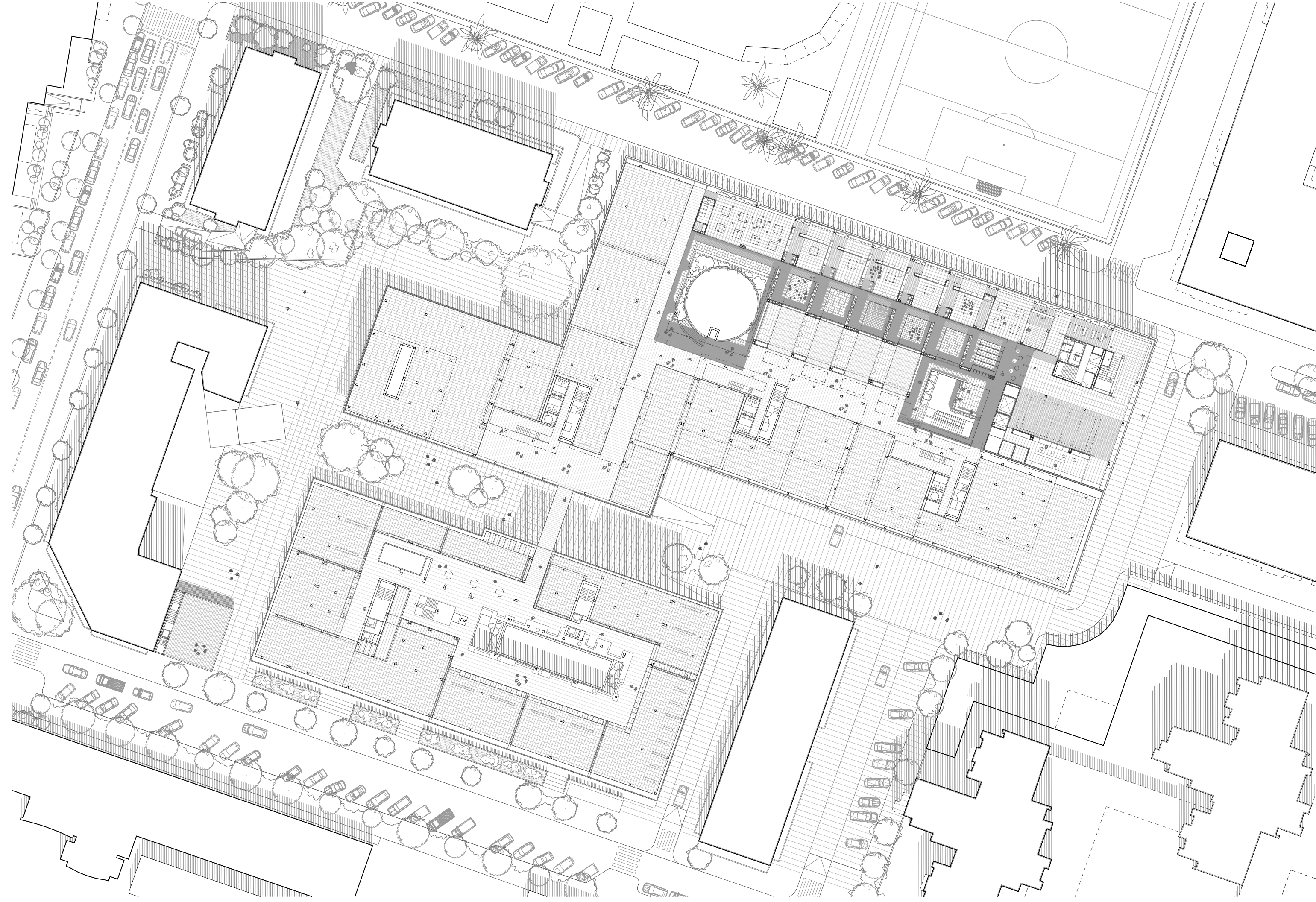
**Fachada actual año 2014**

La imagen unitaria que anteriormente mostraba al entorno, comienza a distorsionarse, salpican constantemente, innumerables objetos extraños a lo largo de toda la fachada (unidades exteriores e producción de frío y calor, rótulos, conductos de extracción de aire

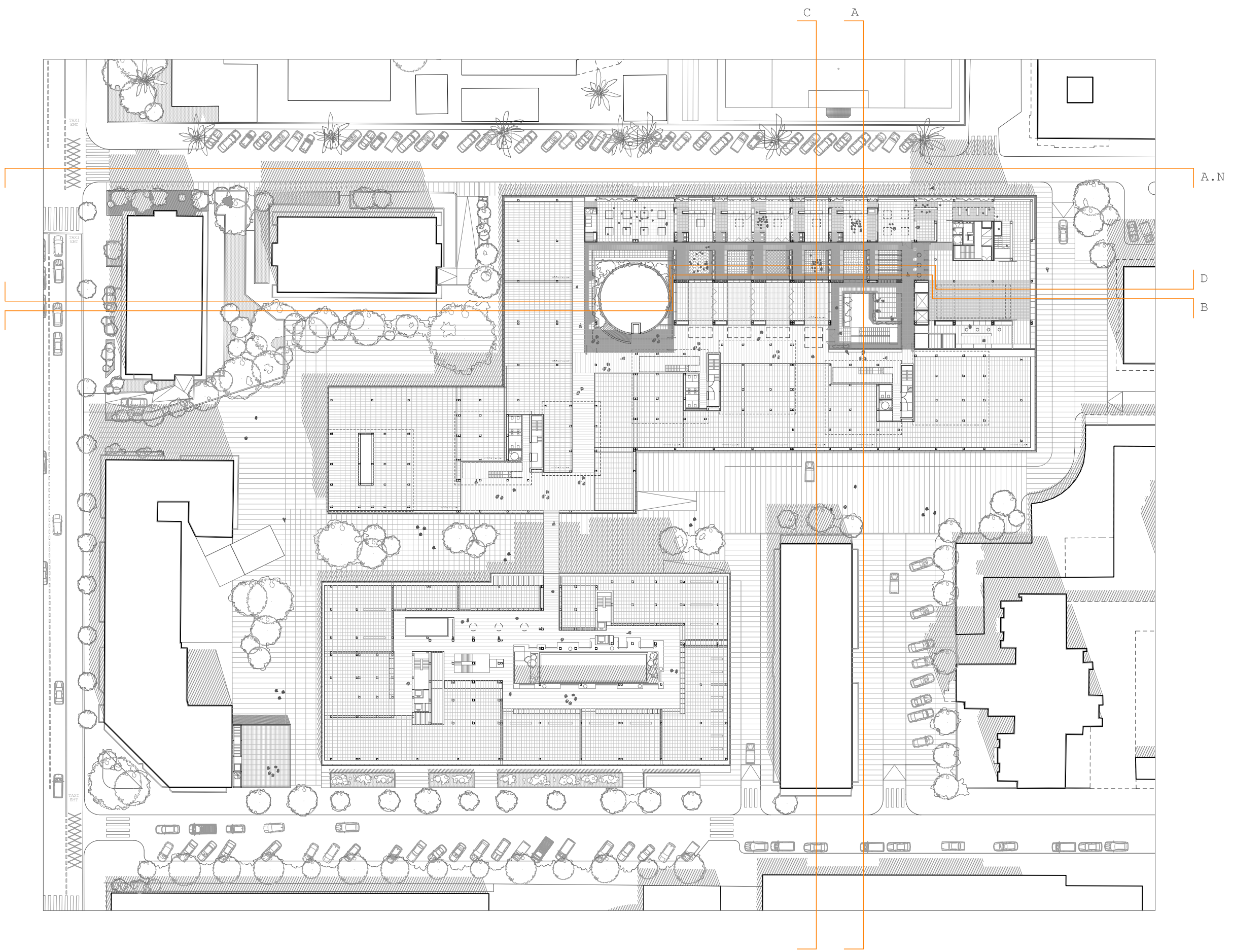
. En planta baja se desarrolla igualmente, aunque se lleva a cabo una acción mas agresiva que la acaecida arriba, se ciegan los locales comerciales.

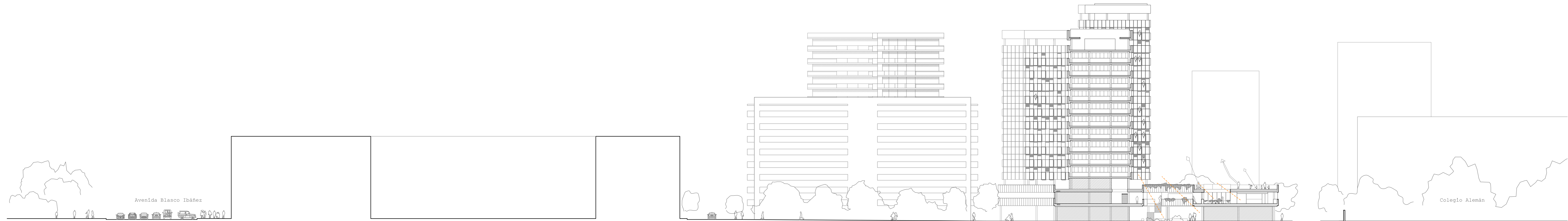
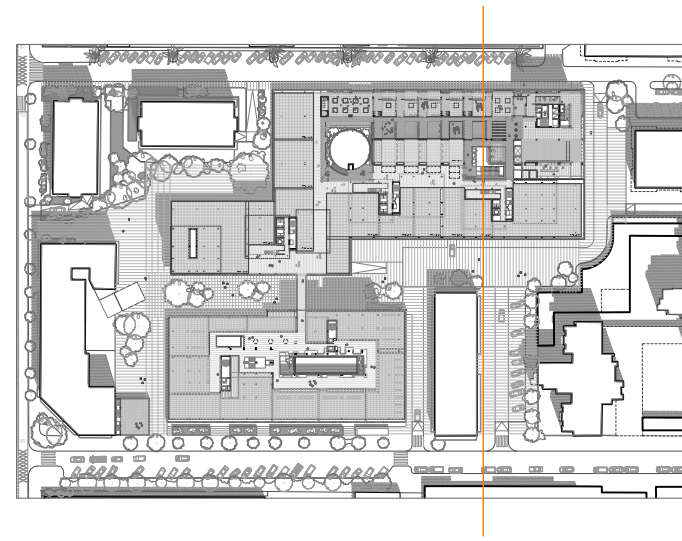


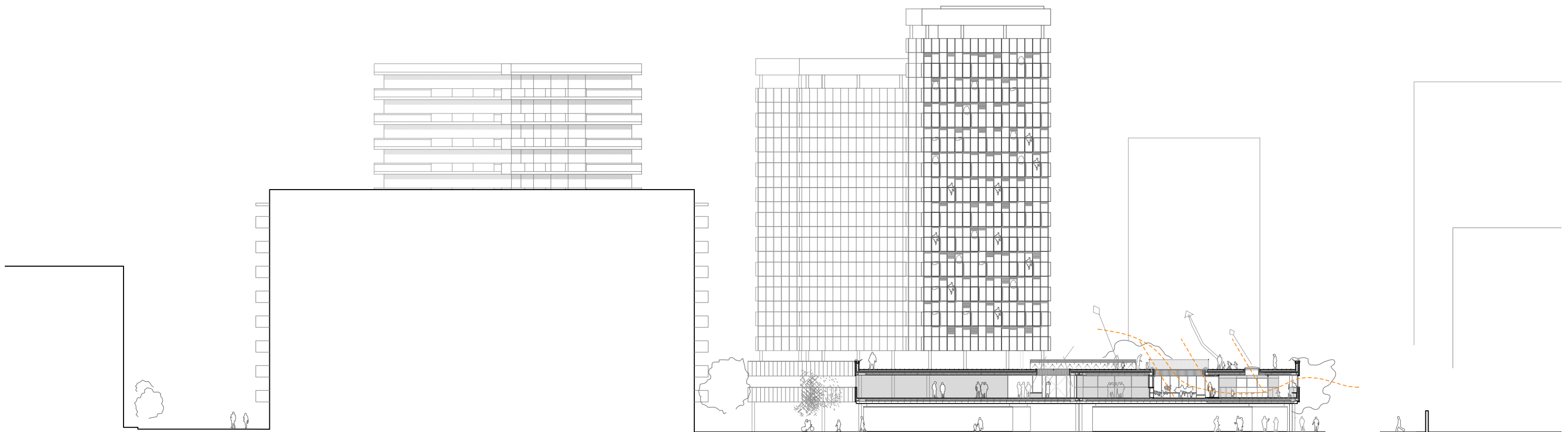
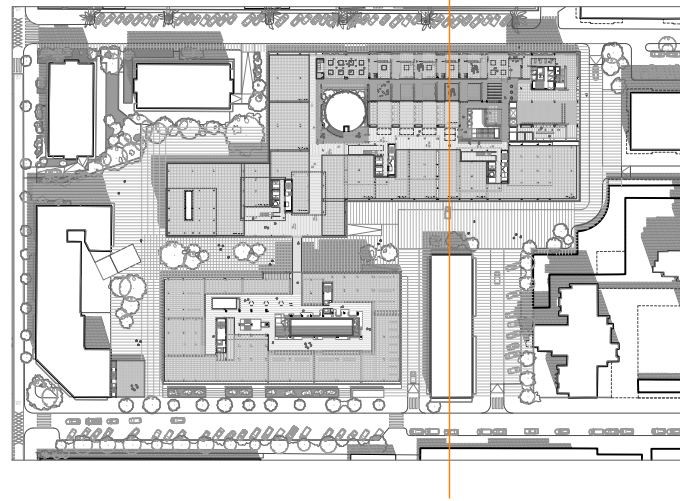


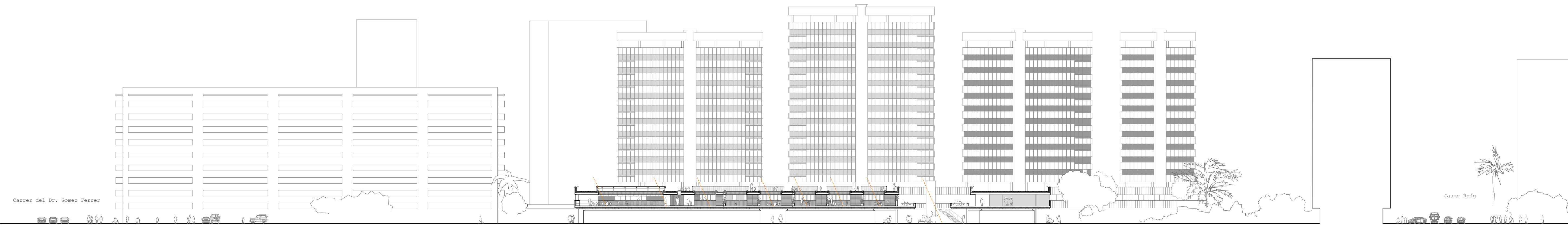
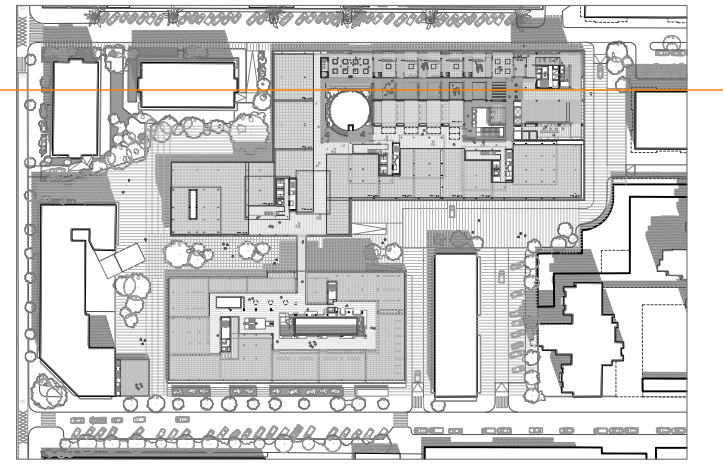






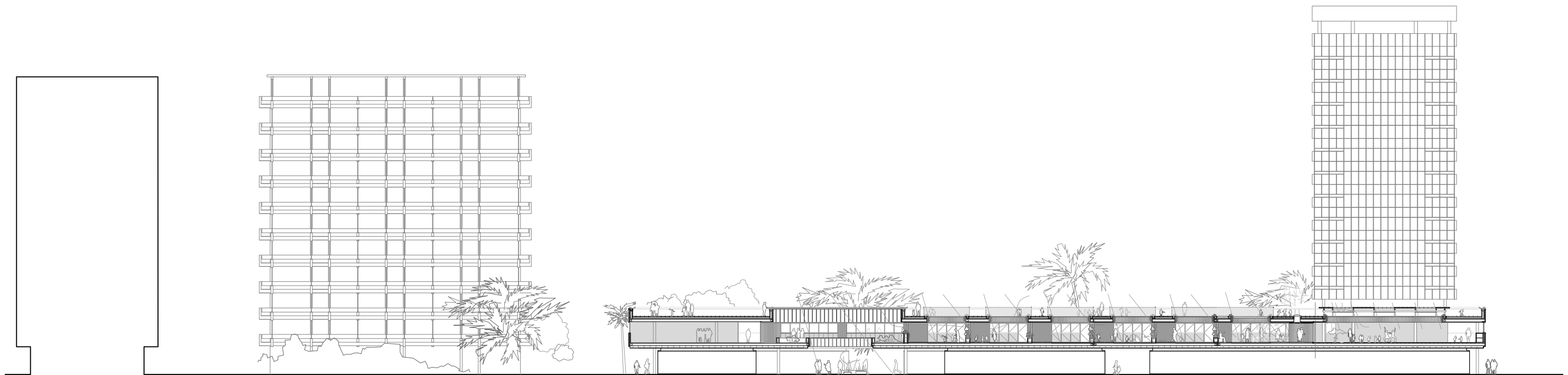
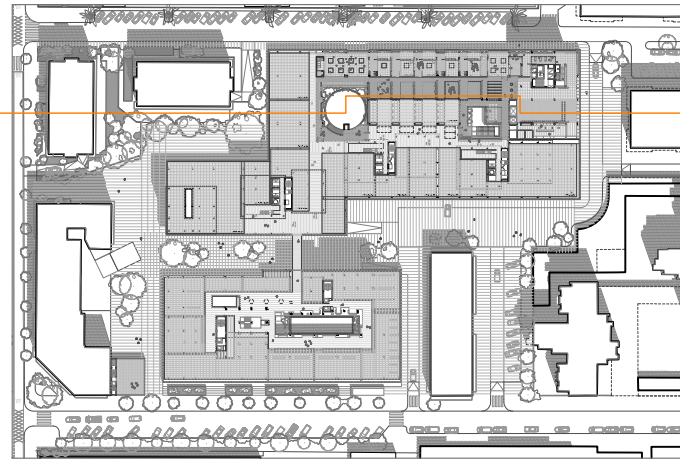




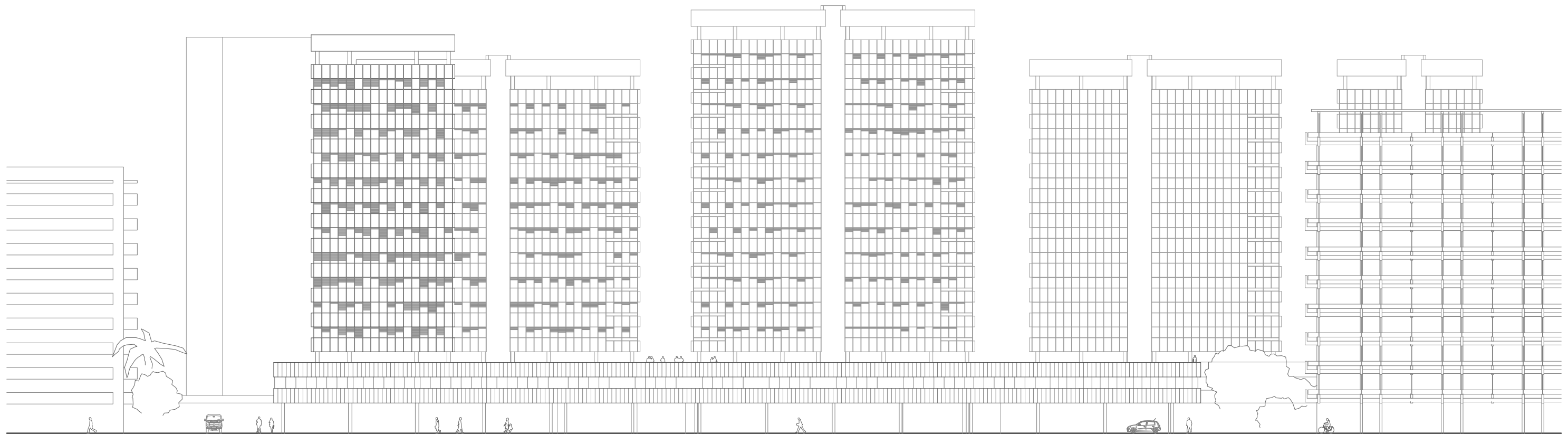
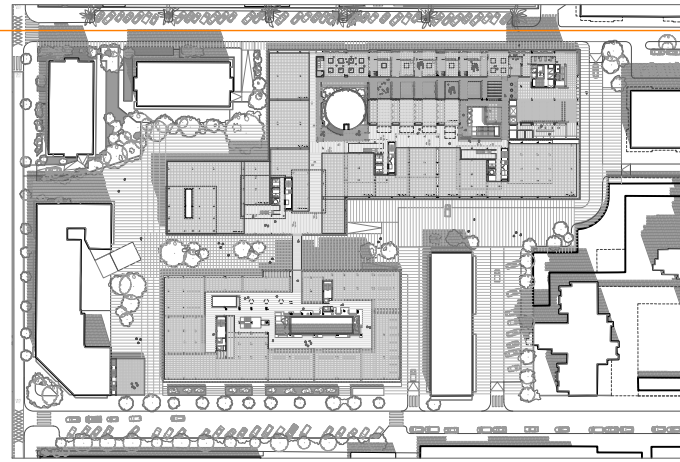


Carrer del Dr. Gomez Ferrer

Jaume Roig







#### **La Escuela**

P- ¿Es solo una escuela?

R- Sí, y mucho más

**Un edificio, una escuela, una simbiosis.**

No puedo imaginar una escuela aislada, dentro de un edificio. Negando su responsabilidad en los cambios que introduce.

La escuela infantil proyectada asume esta responsabilidad y se compromete con el edificio que la "acoge", colaborando en su recuperación. Se llega a un punto en el que resulta imposible entender cada una de las partes por separado. Resumiendo:

**La escuela es a los Edificios Luz lo que los Edificios Luz son a la escuela**

### **La escuela**

La escuela infantil se concibe como un ente compuesto por numerosas partes (aulas, espacios comunes, patios, talleres) capaz de movilizar en función de cada situación unos espacios u otros. Se busca en la medida de lo posible dotarla de la máxima flexibilidad (el espacio que se roba al zócalo, se devuelve cuando no se use).

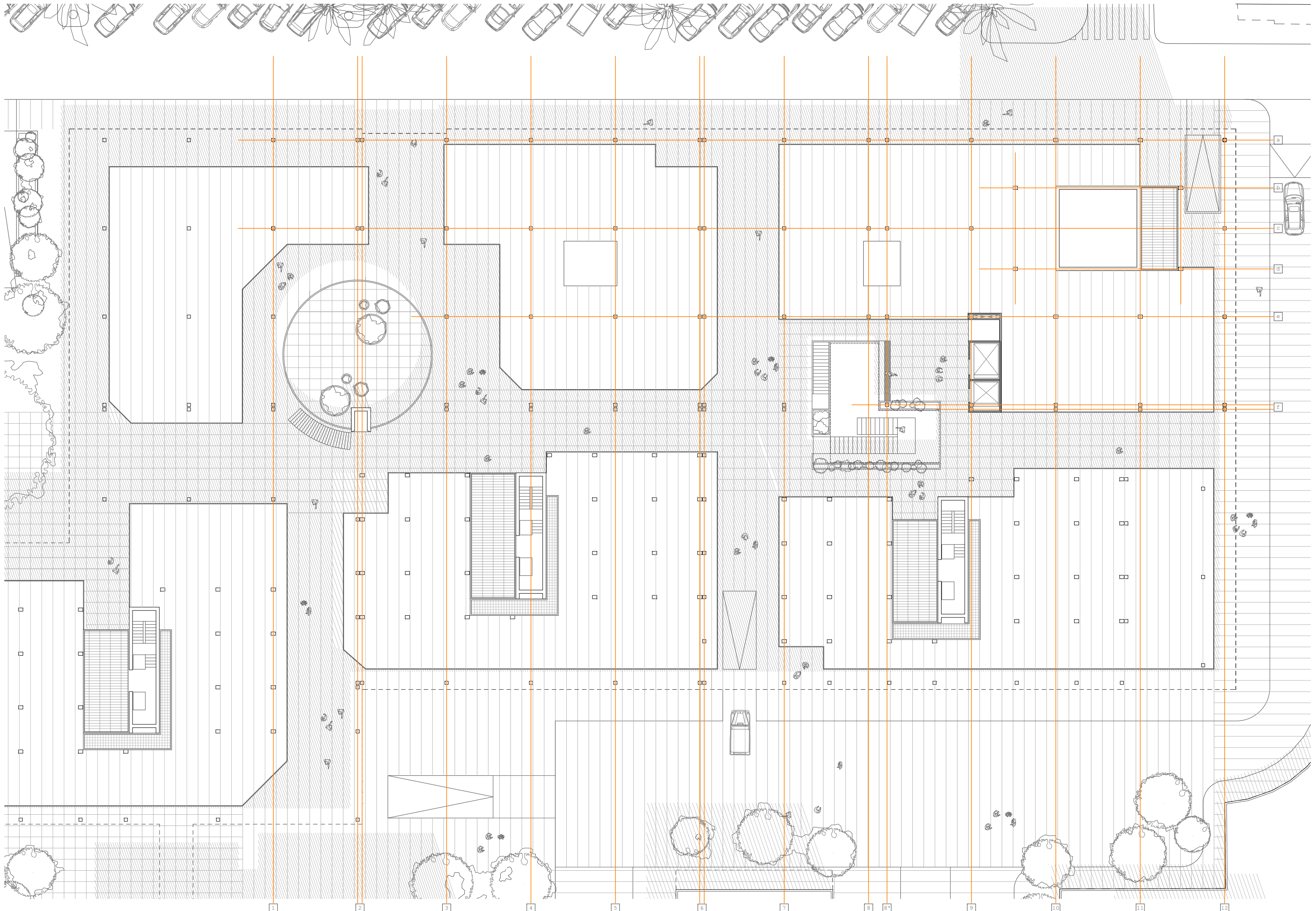
Se desarrolla en el interior del zócalo, tratando de no interferir con la cubierta existente. La cubierta regresa al antiguo estado de auténtico ambiente convivencial, donde los niños de la escuela juegan, los residentes de las torres pueden relajarse y tomar el sol.

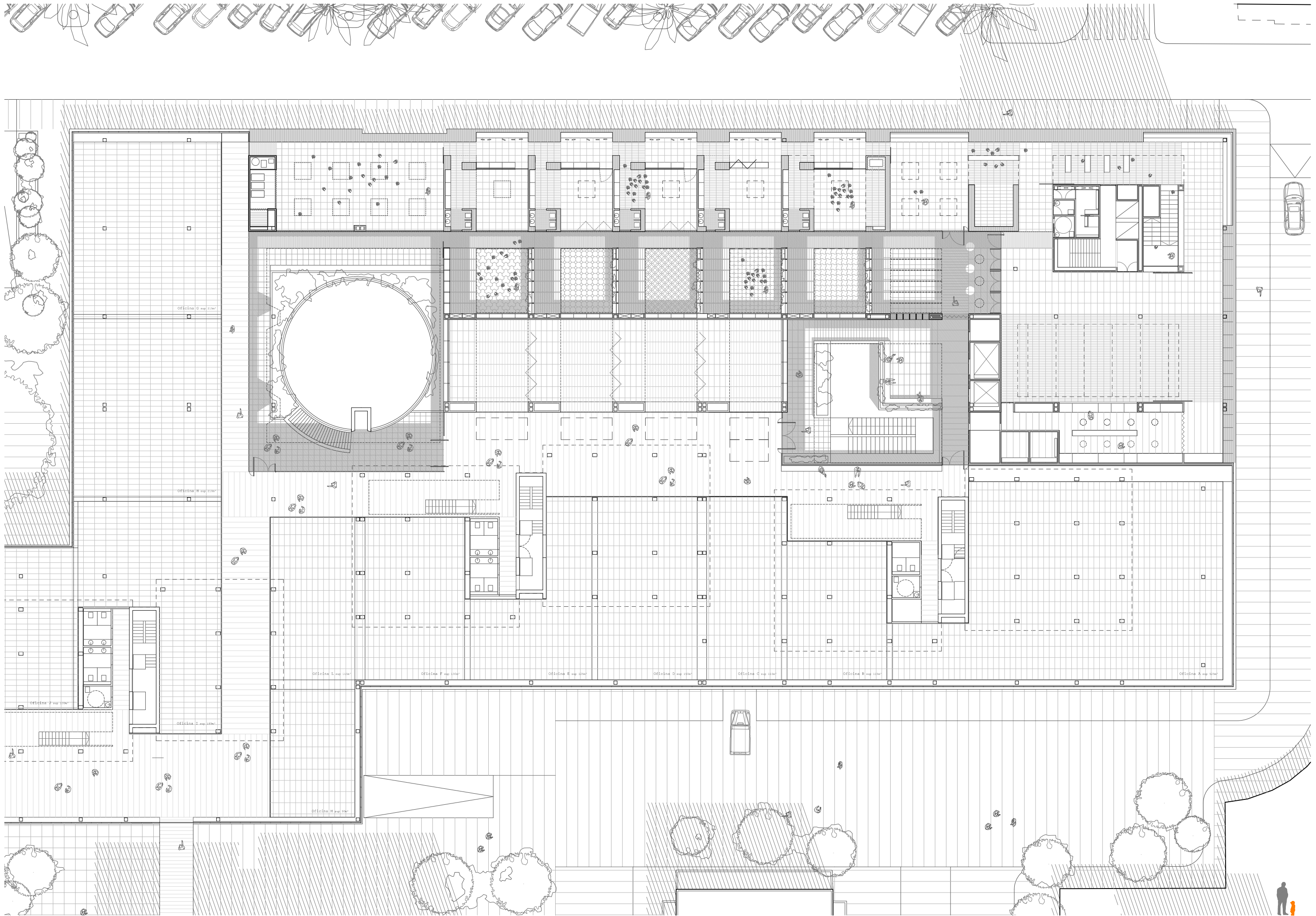
Se establece una segunda escala, de menor magnitud, el patio, adyacente al aula, donde dar clase cuando hace buen tiempo, jugar en los ratos libres, etc.

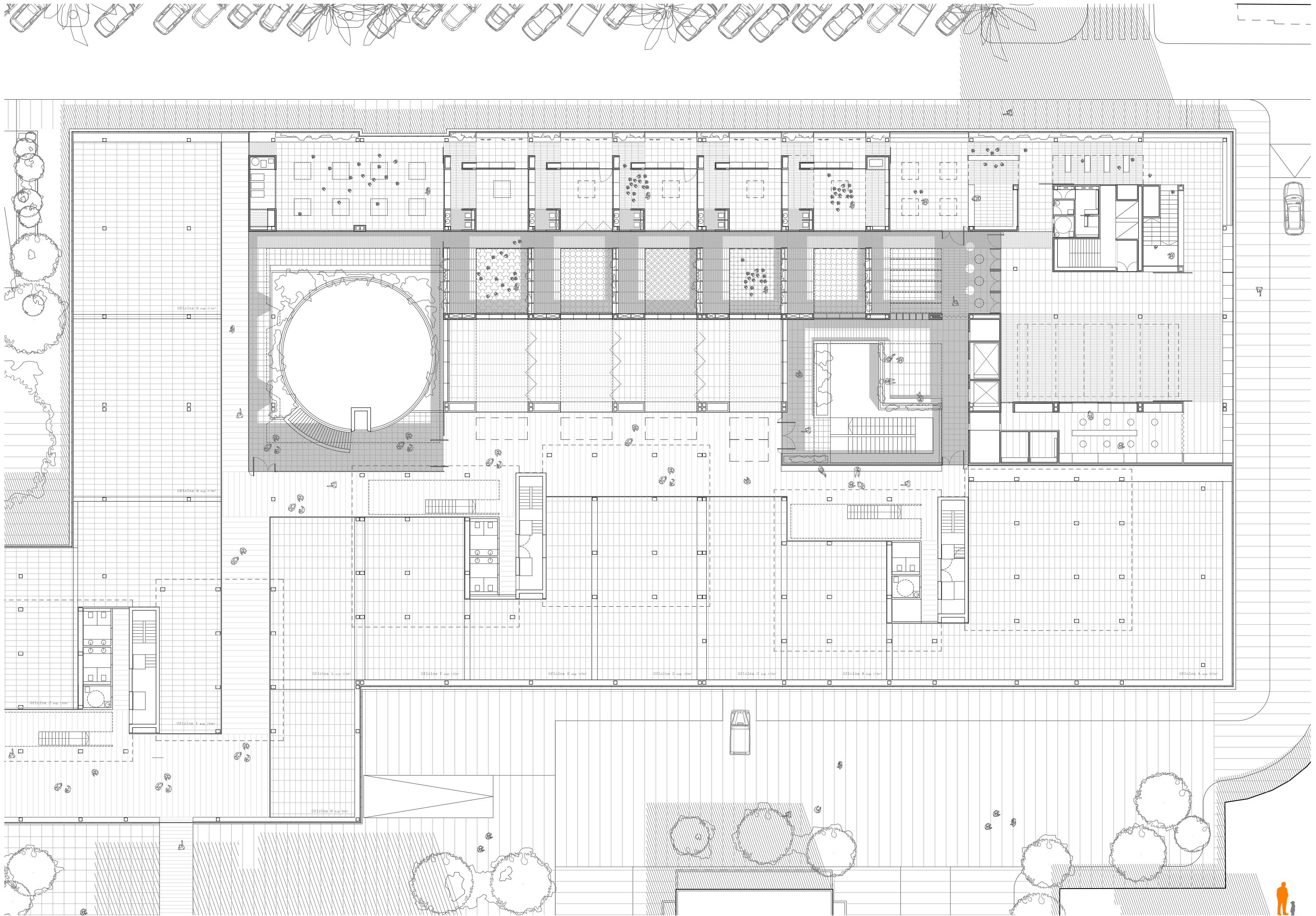
Para llegar a ella se establece un "recorrido", en consonancia con el existente para acceder a las torres residenciales de los edificios Luz. Tres gradaciones distintas constituyen este tránsito. Primero, hay que adentrarse bajo el zócalo, caminar por los pasajes hasta encontrar un punto de luz en forma de patio. Desde aquí, y mediante una escalera adaptada a los niños, nos elevamos del nivel de la calle, para acabar en un patio común con el resto del edificio. Desde aquí se accede a la escuela propiamente dicha atravesando un umbral y entrando en un nuevo espacio abierto cenitalmente. Este patio es más privado, permitiendo el acceso a la escuela o al comedor-gimnasio, en el caso de que funcionen independientemente. También se puede recorrer la secuencia de patios de las aulas hasta acceder a ellas, si así se requiere, llegando a salir al segundo patio general de los Edificios Luz.

Desde el interior de la escuela, también se pueden recorrer todas las aulas, hasta llegar siguiendo el antepecho habitado de la escuela (a veces mesa, otras armario, gradas etc ...).

Lo que resta y que no se ha contado, lo encontrarán reflejado en las siguientes páginas...







Oficina G sup 110m

Oficina H sup 110m

Oficina L sup 110m

Oficina F sup 110m

Oficina E sup 110m

Oficina D sup 110m

Oficina C sup 110m

Oficina B sup 110m

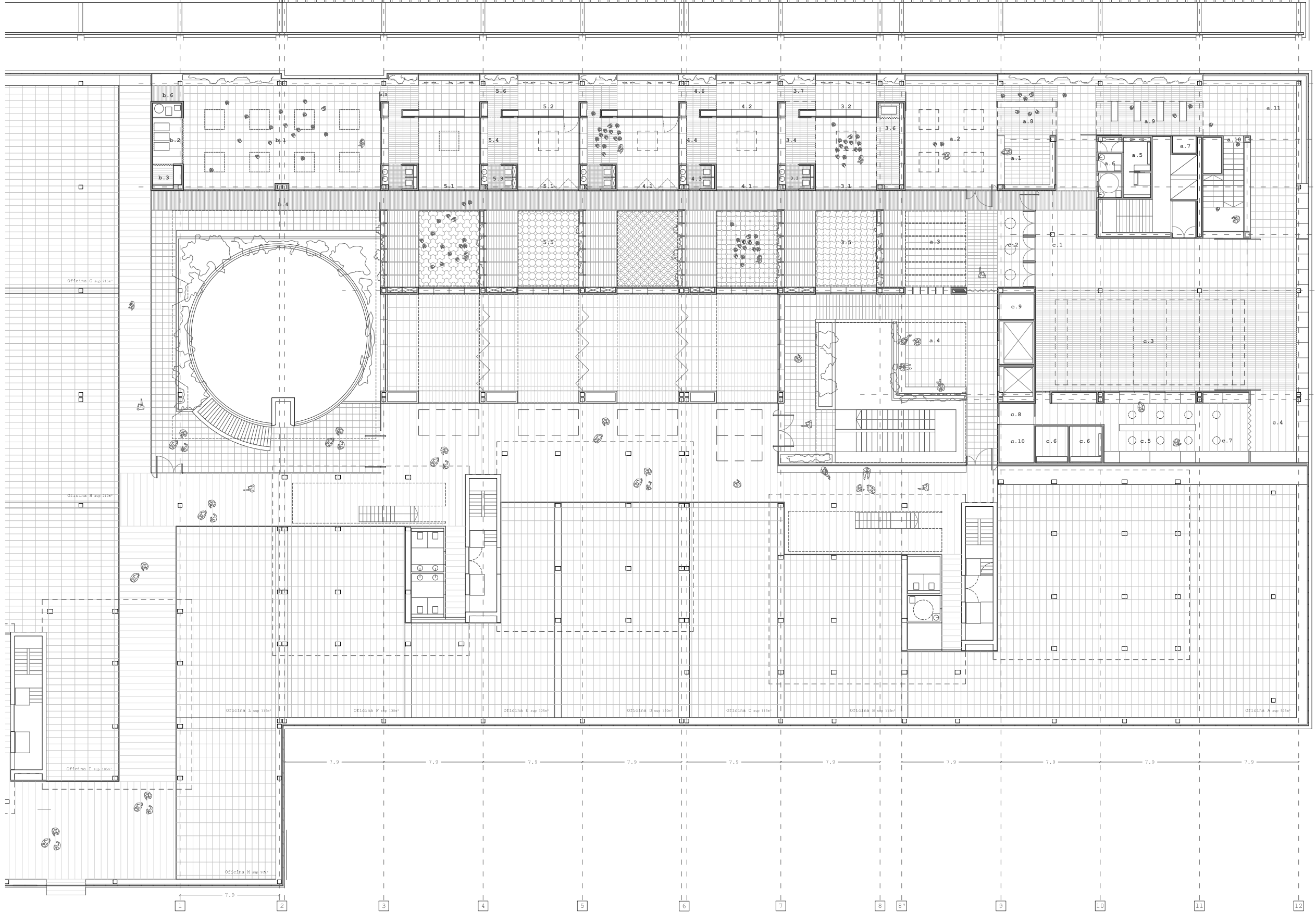
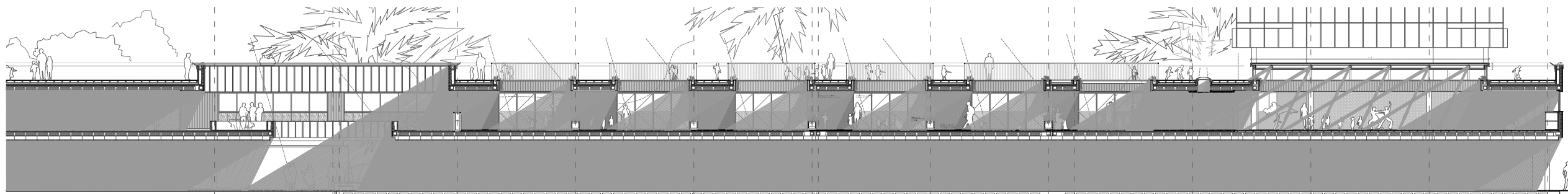
Oficina A sup 110m

Oficina I sup 110m

Oficina J sup 110m

Oficina K sup 110m

Oficina M sup 110m



**Usos escuela infantil**

**a. acceso y conjunto independiente 1:**

1. mostrador de recepción y administración
2. vestíbulo de acceso
3. patio previo acceso escuela,
4. patio acceso común con oficinas y con comunicación vertical
5. vestuario personal docente
6. aseos comunes
7. cuarto de limpieza
8. zona lectura
9. zona trabajo (dibujo, etc)
10. subida a la cubierta
11. pequeño anfiteatro

**3. aula de 3 años**

1. espacio principal
2. espacio secundario
3. baño
4. almacenamiento
5. espacio exterior
6. zona de descanso
7. perchas

**4. aulas de 4 años**

1. espacio principal
2. espacio secundario
3. baño
4. almacenamiento
5. espacio exterior
6. perchas

**5. aulas de 5 años**

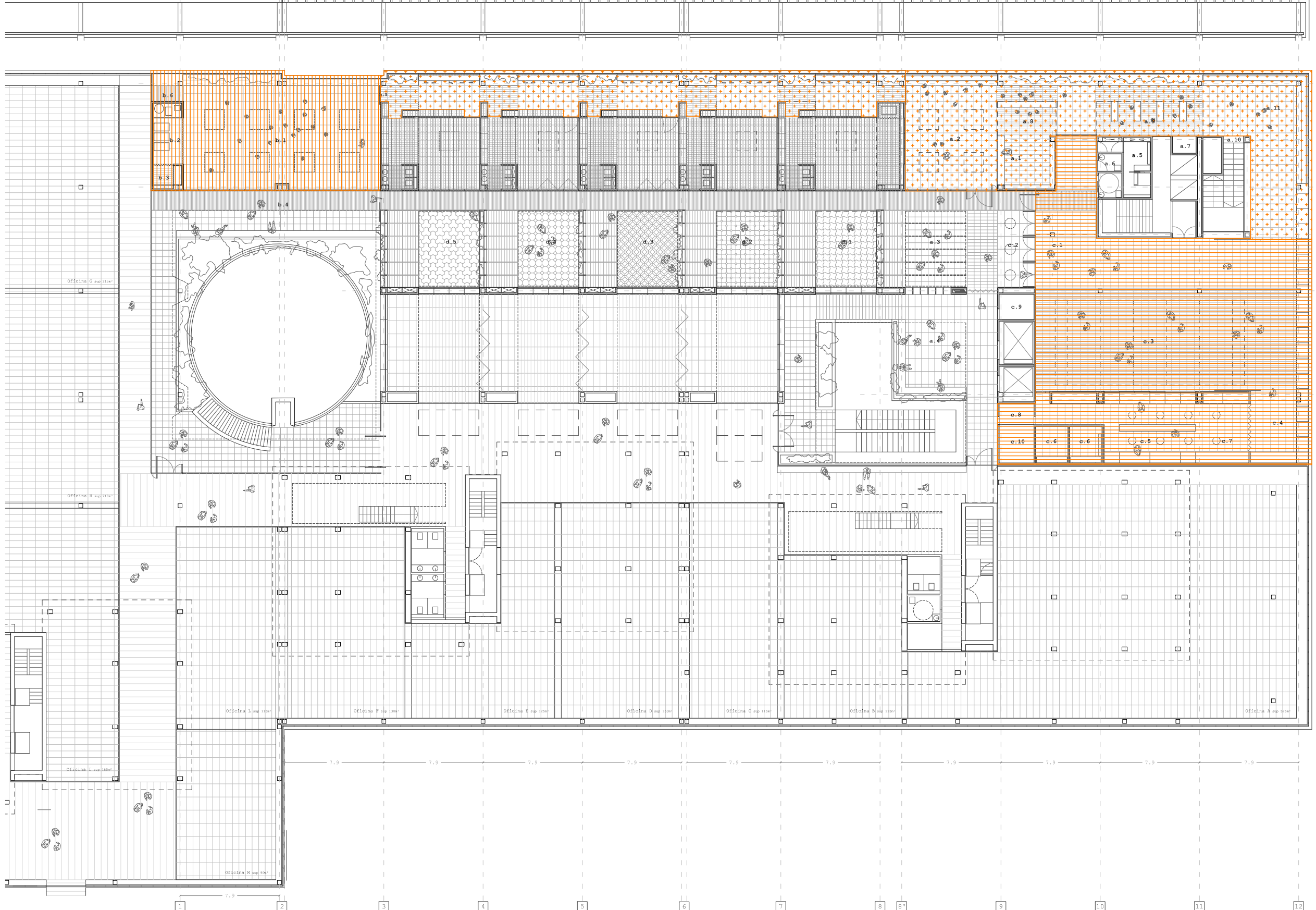
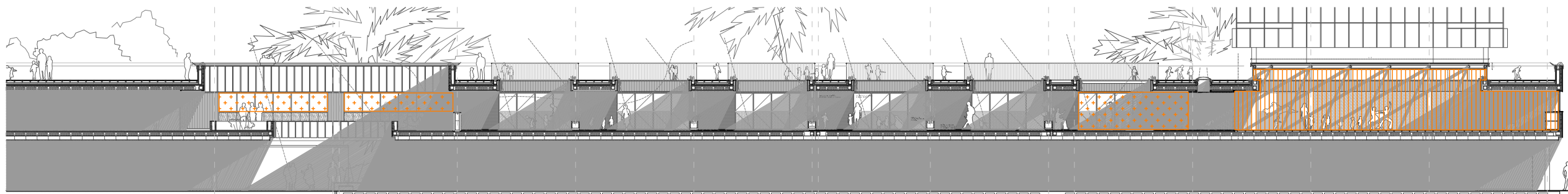
1. espacio principal
2. espacio secundario
3. baño
4. almacenamiento
5. espacio exterior
6. perchas

**b. sala usos multiples y conjunto independiente 2:**

1. espacio principal
2. almacenamiento
3. vestuario
4. espacio exterior
5. acceso desde escuela
6. acceso secundario

**c. comedor/gimnasio/publico y conjunto independiente 3:**

1. vestíbulo
2. espacio exterior
3. espacio principal
4. aula de cocina
5. zona preparación alimentos
6. almacén de comida
7. zona de transporte de alimentos (carritos)
8. acceso independiente
9. cuarto instalaciones
10. cuarto de basuras



Usos escuela infantil  
¡Cuando no hay escuela!

**a. acceso y conjunto independiente 1: LUDOTECA/ ESCUELA DE VERANO...**

1. mostrador de recepción y administración
2. vestíbulo de acceso
3. patio previo acceso escuela,
4. patio acceso común con oficinas y con comunicación vertical
5. vestuario personal docente
6. aseos comunes
7. cuarto de limpieza
8. zona lectura
9. zona trabajo (dibujo, etc)
10. subida a la cubierta
11. pequeño anfiteatro

**b. sala usos múltiples y conjunto independiente 2: GIMNASIO/ SALA DE CONFERENCIAS/ TALLERES/ ASAMBLEAS...**

1. espacio principal
2. almacenamiento
3. vestuario
4. espacio exterior
5. acceso escuela (cerrado)
6. acceso secundario

**c. comedor/gimnasio/publico y conjunto independiente 3: SALÓN DE ACTOS/ SALA DE EXPOSICIONES/ CAFETERÍA...**

1. vestíbulo
2. espacio exterior
3. espacio principal
4. aula de cocina
5. zona preparación alimentos
6. almacén de comida
7. zona de transporte de alimentos (carritos)
8. acceso independiente
9. cuarto instalaciones
10. cuarto de basuras

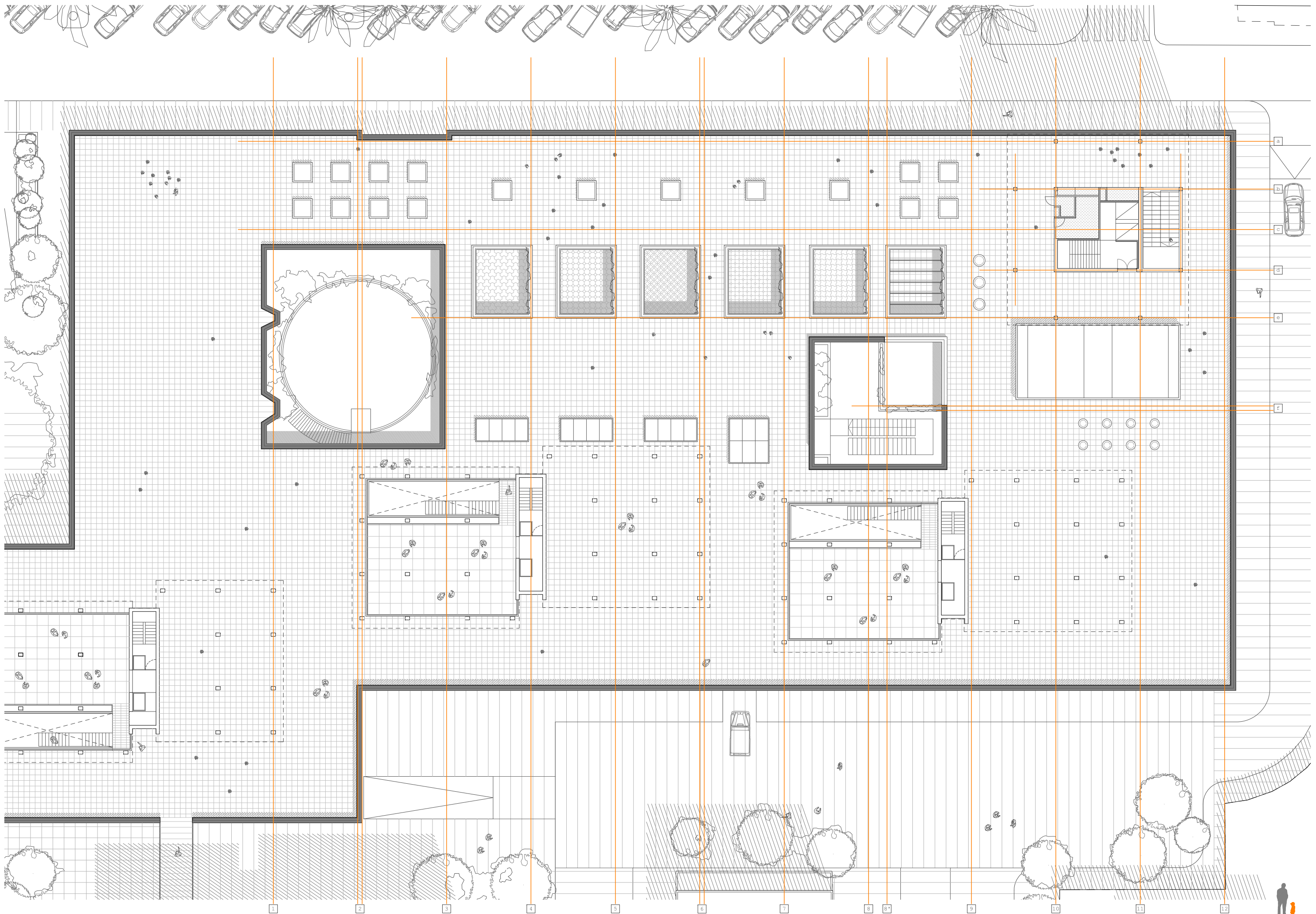
**d. patios exteriores de cada aula: TALLERES AL AIRE LIBRE (JARDINERÍA, PINTURA, MÚSICA)**

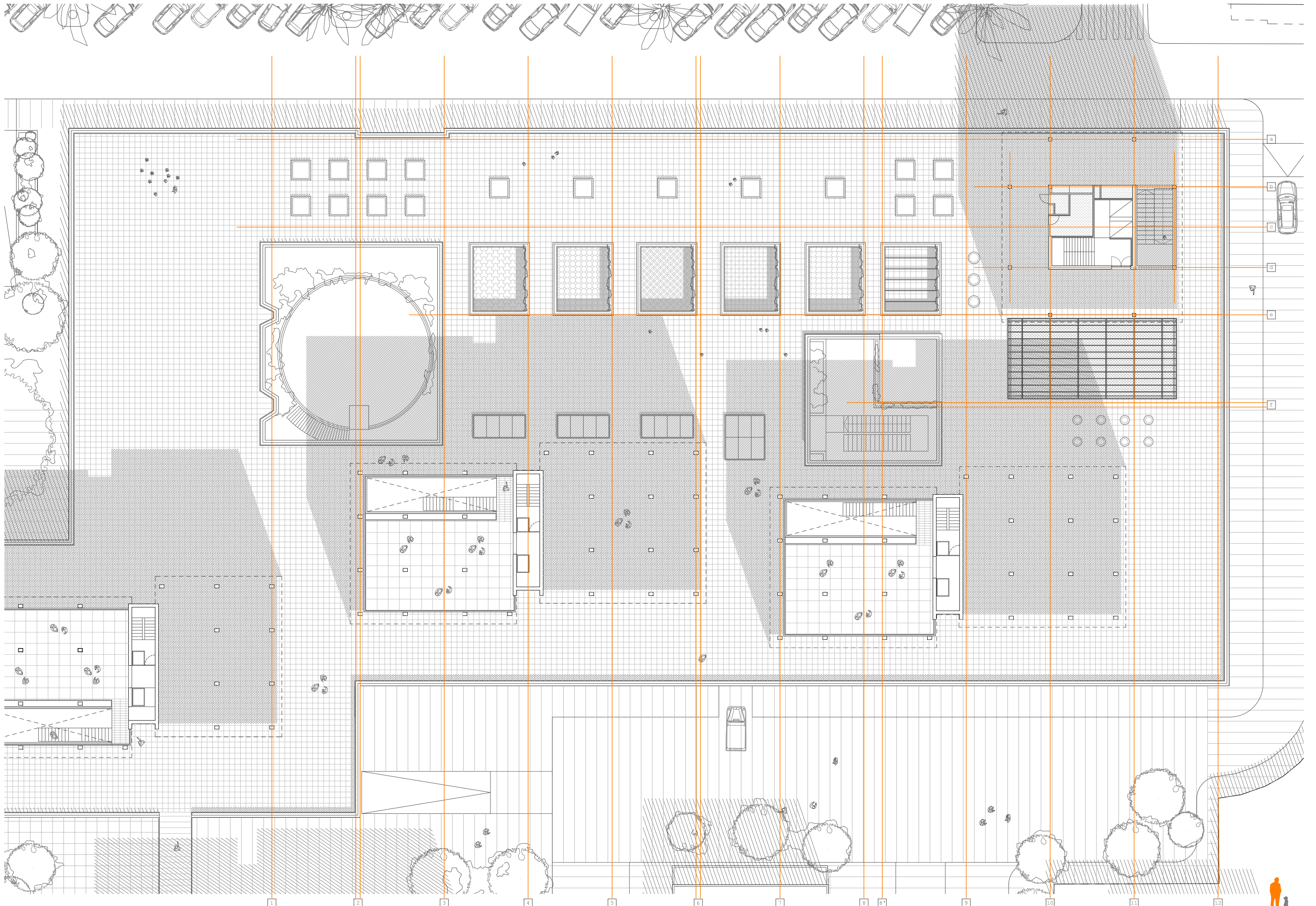
**"La escuela cuando no hay escuela"**

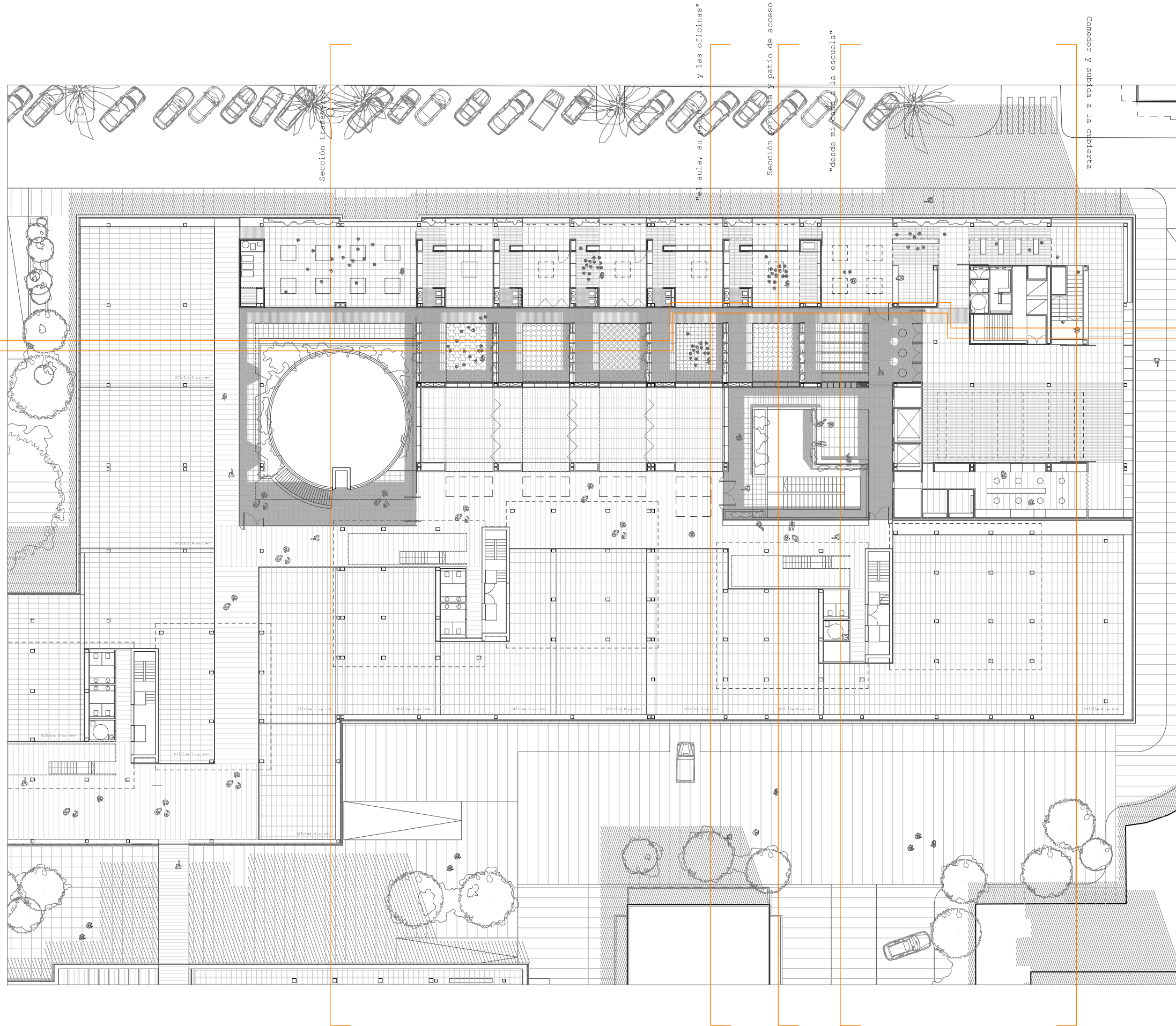
Se bloquean los espacios de aprendizaje, preservando las "cosas" que los niños dejaron por la mañana. El resto de la escuela, vuelve a ocuparse por la tarde de otra forma, de manera más pública, social ... en definitiva:

Se devuelve el espacio "robado" de los Edificios LUZ a la "Ciudad"









Sección transversal

Sección longitudinal y las oficinas

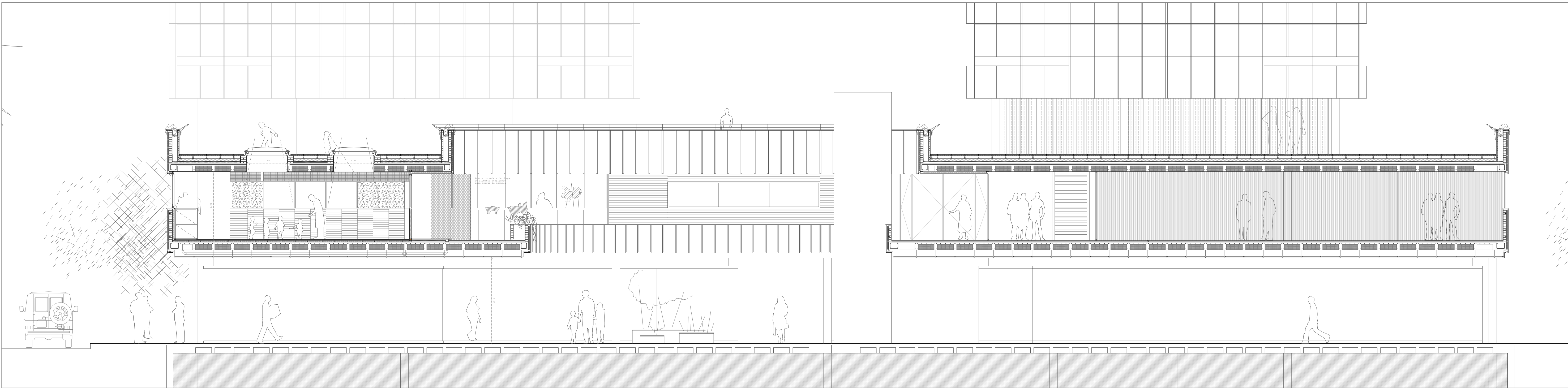
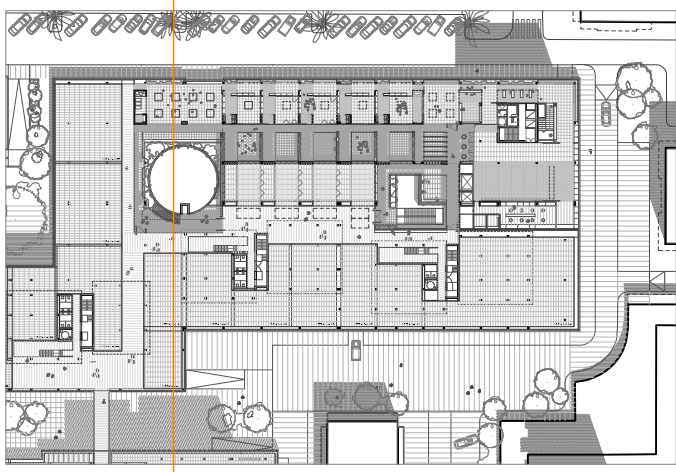
Sección longitudinal y patio de acceso

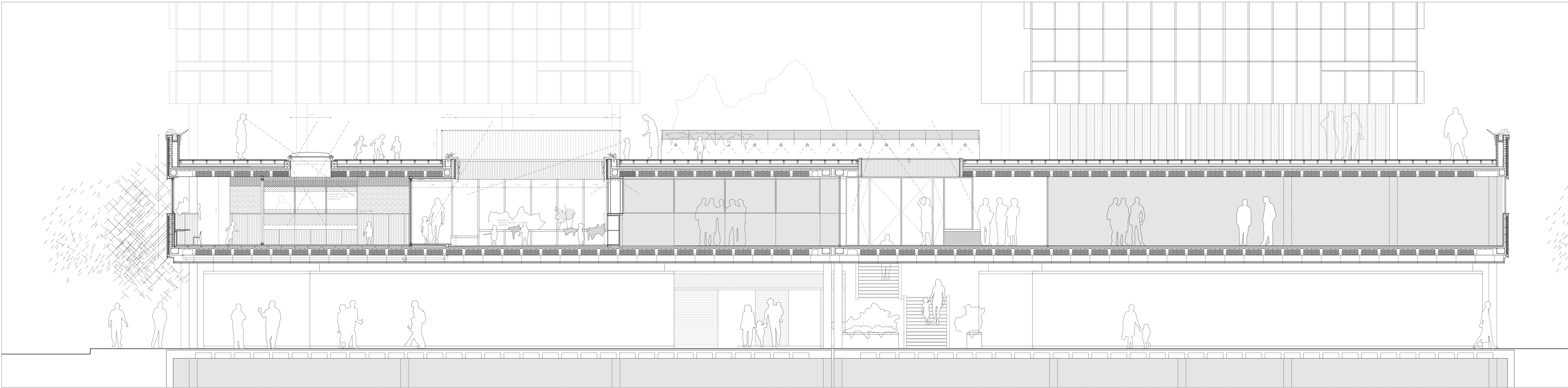
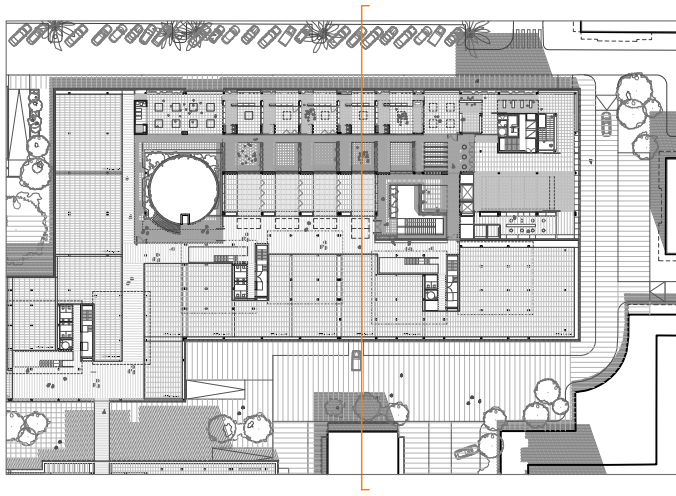
Sección longitudinal desde mi edificio a la escuela

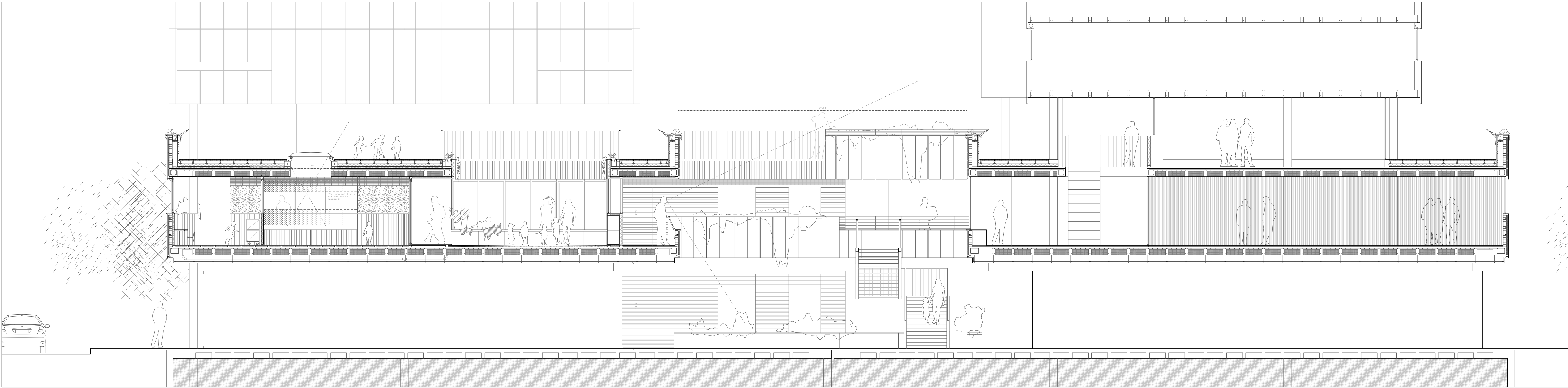
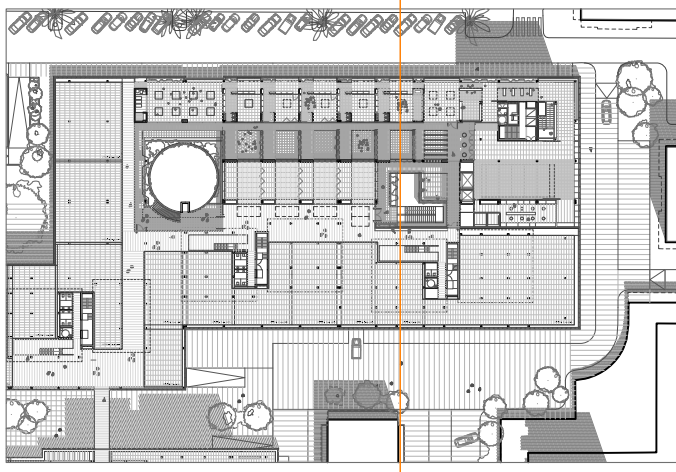
Sección longitudinal comedor y subida a la cubierta

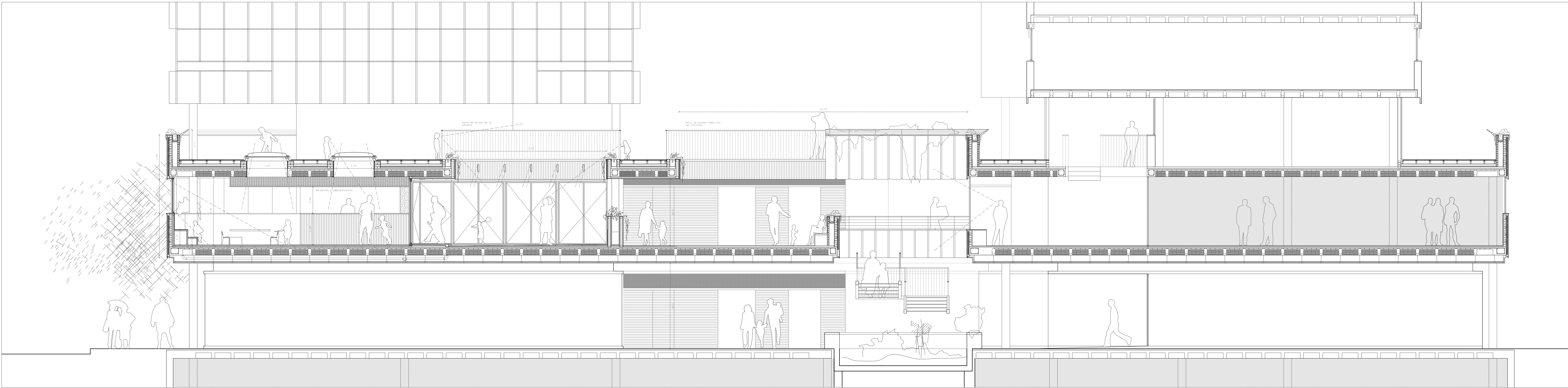
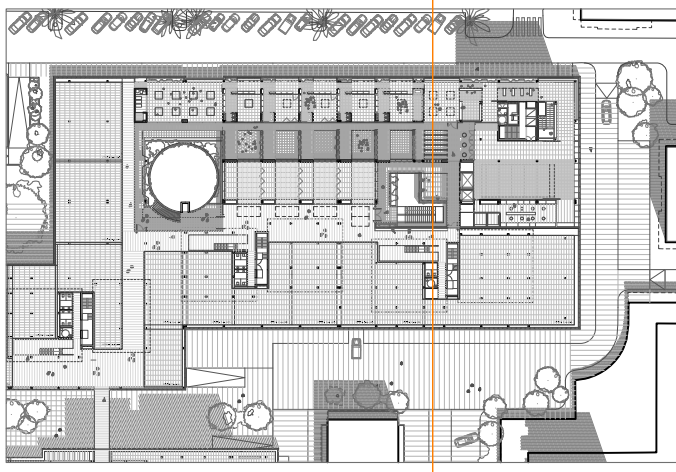
"Los patios de la escuela"

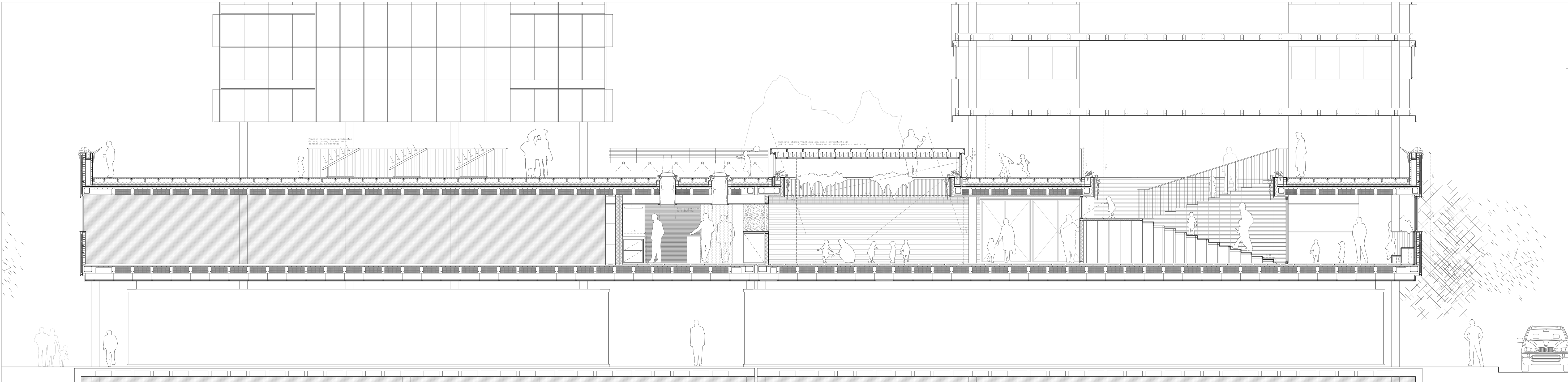
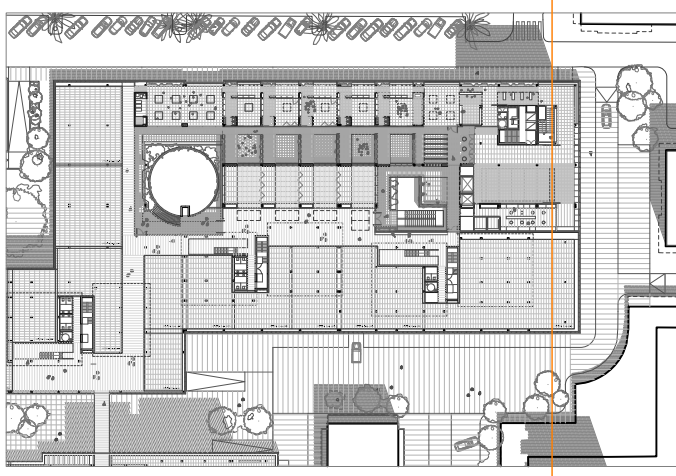
"Los edificios Luz... y la escuela"



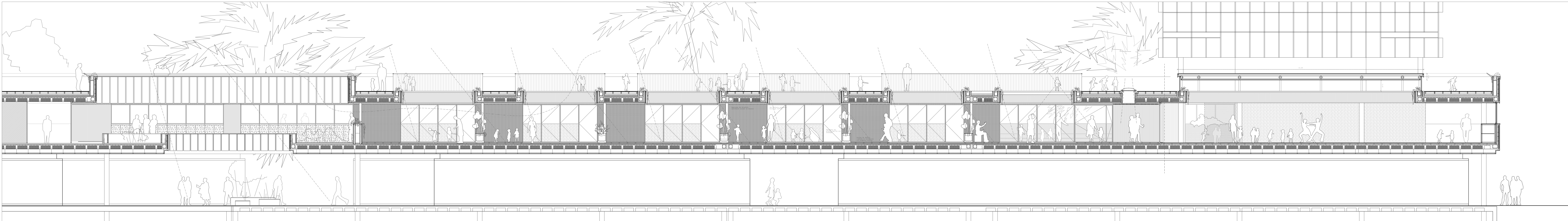
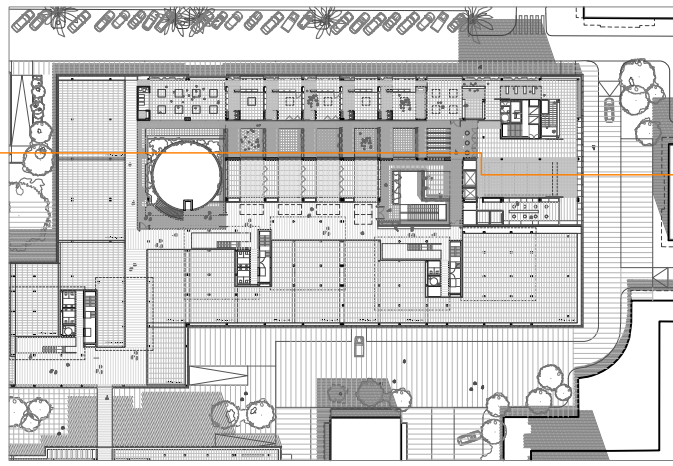


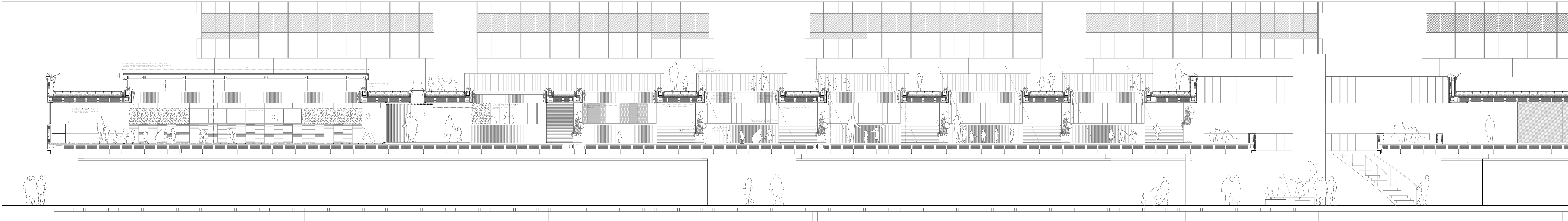
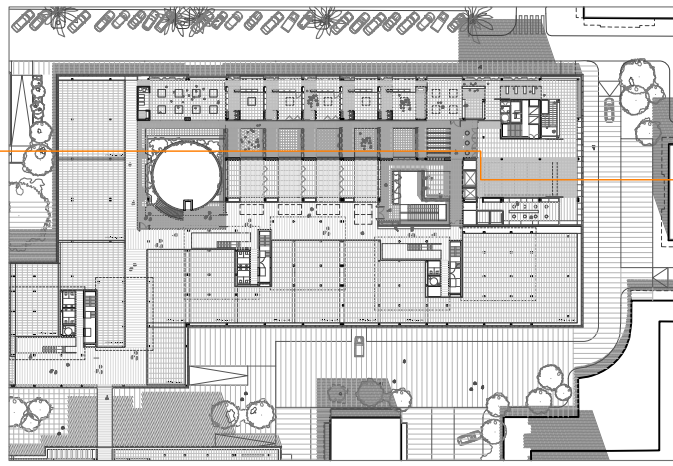


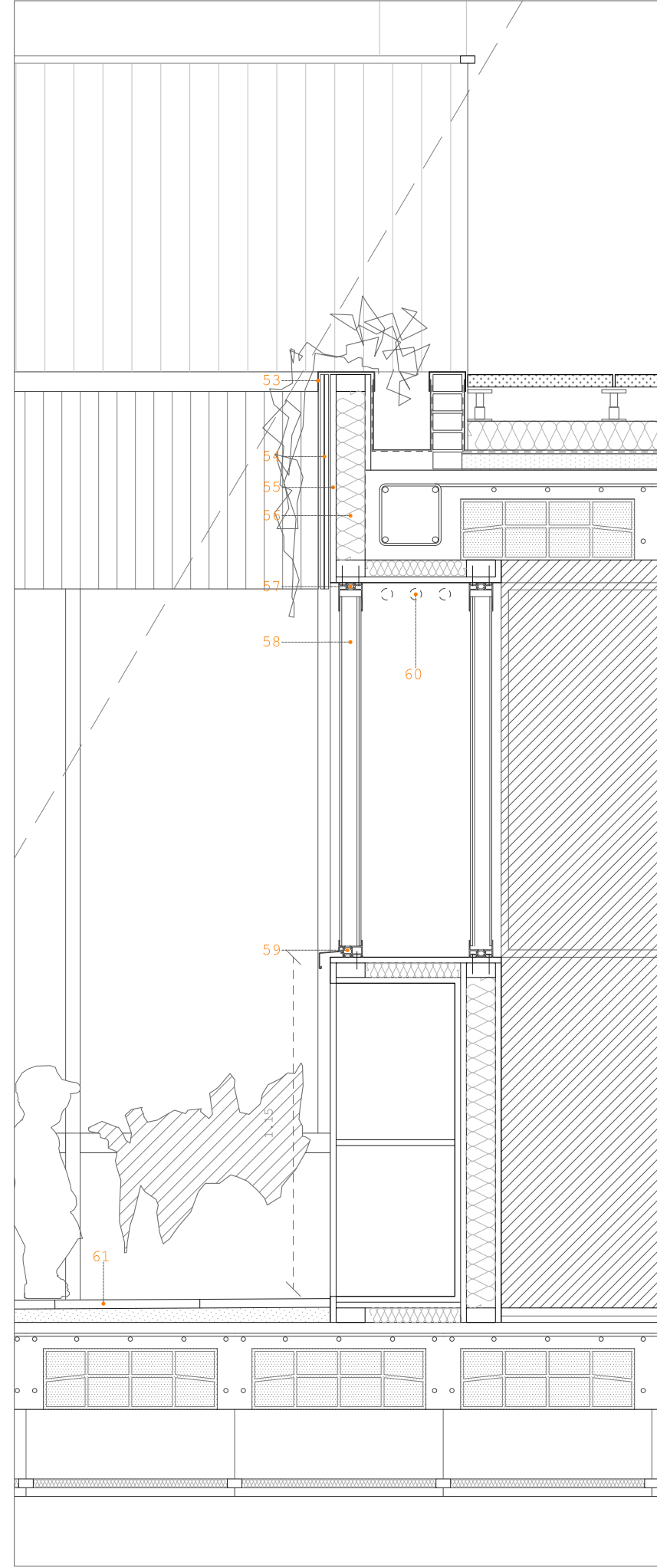
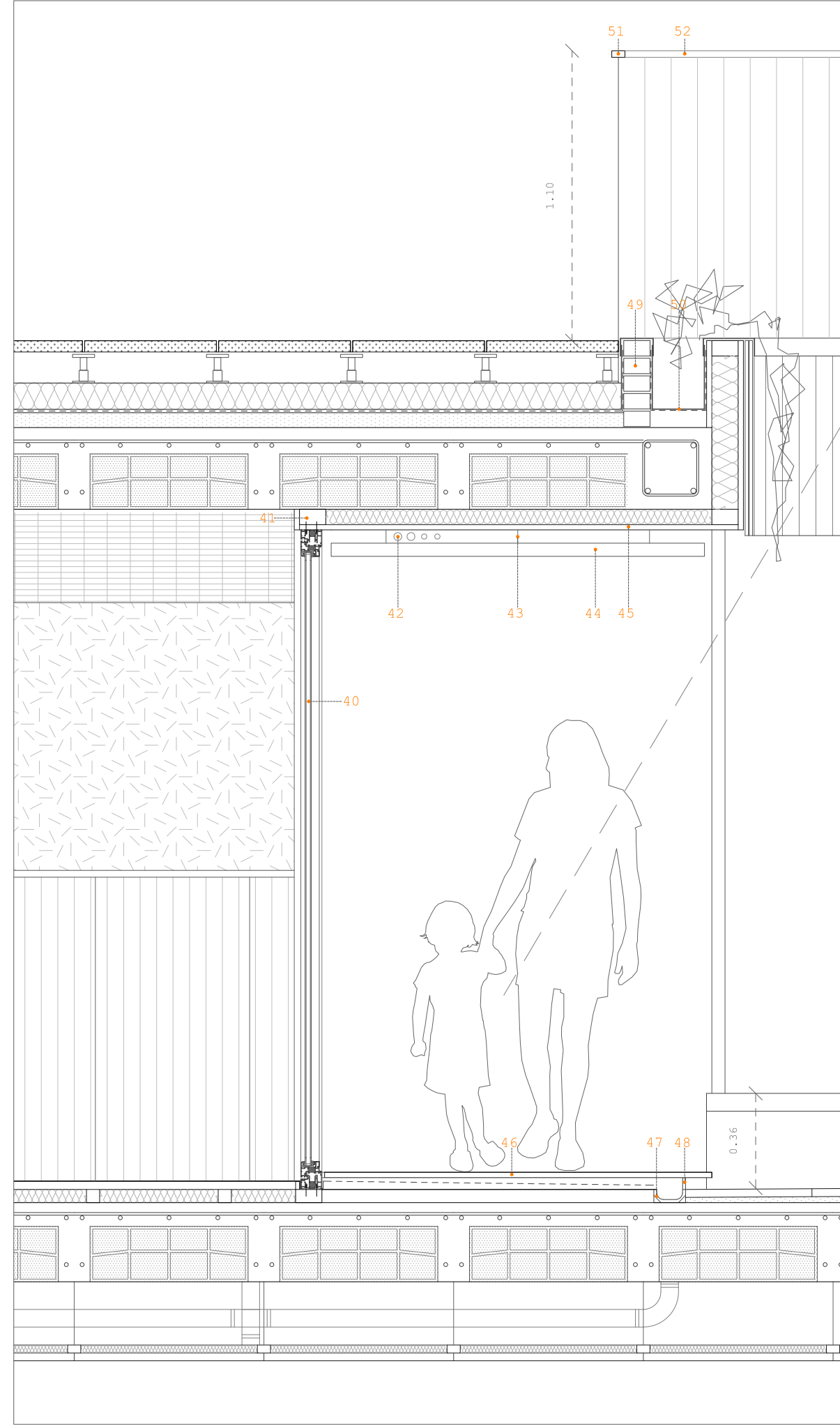
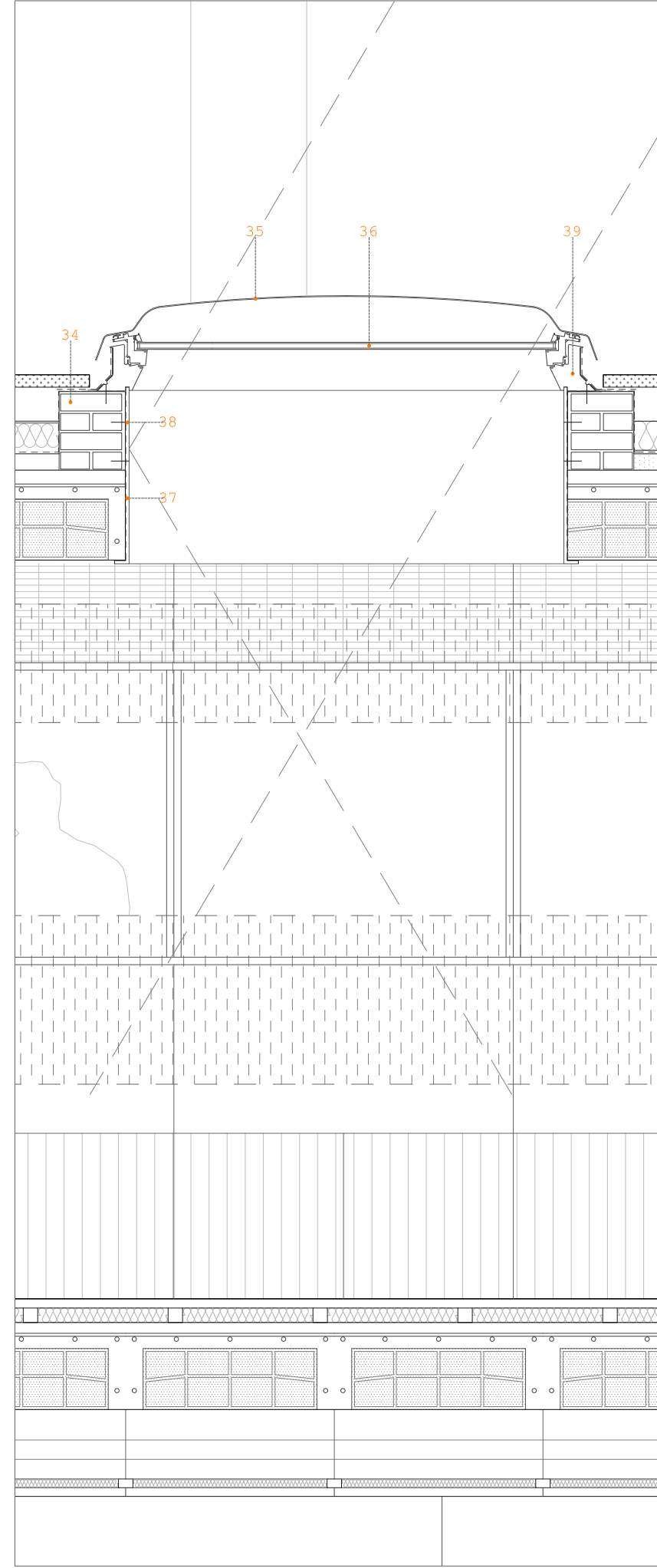
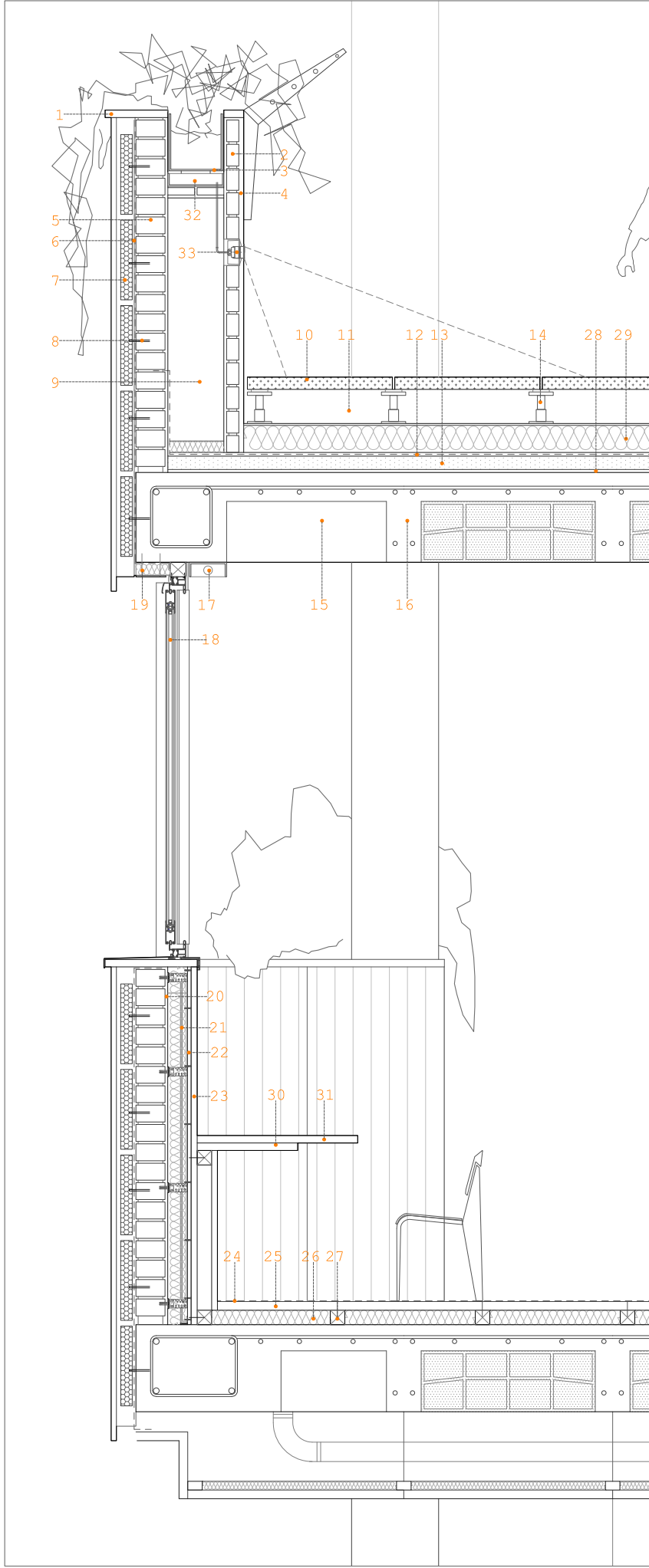










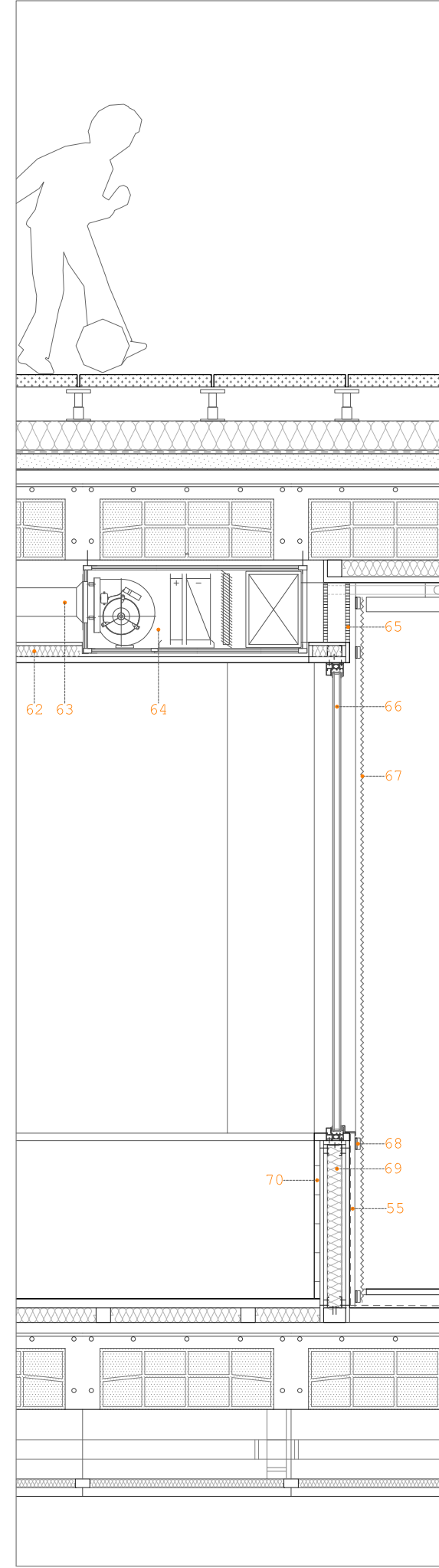


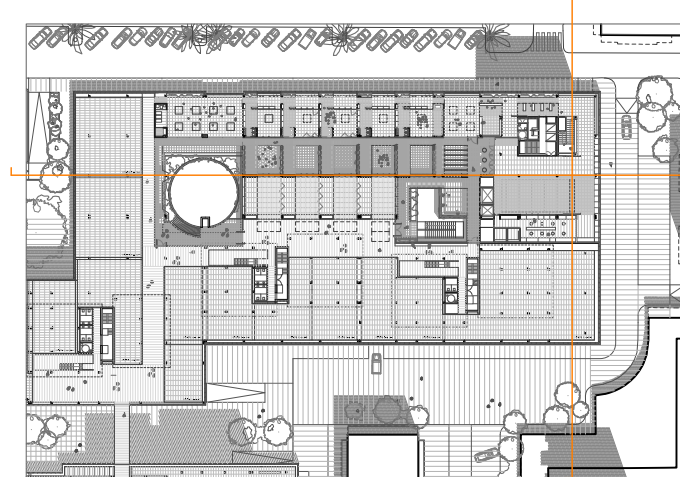
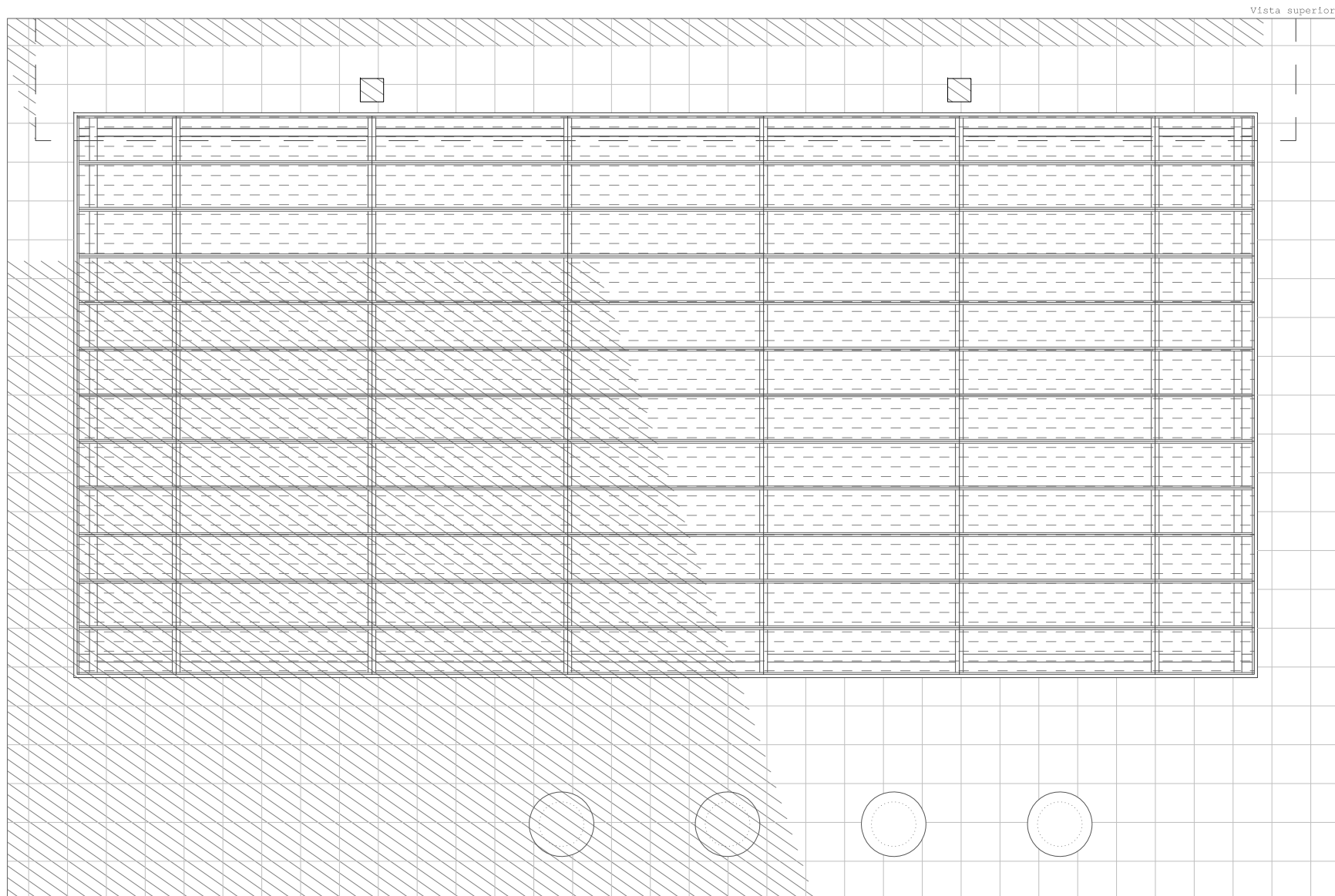
- 01- Vierteaguas de piedra
- 02- Murete de ladrillo para conformar macetero (¿del 6 o 7?)
- 03- Macetero oculto en antepecho
- 04- Enfoscado de cemento. e=15mm
- 05- Murete de ladrillo macizo para soporte de paneles de fachada
- 06- Lámina impermeable bituminosa
- 07- Paneles de GRC en sustitución del original de amianto-cemento con celdas de aislante térmico incorporado
- 08- Anclajes metálicos para fijación de paneles de fachada
- 09- Cámara de aire antepecho
- 10- Pavimento elevado de baldosa de granito, 100x100cm, e=5cm
- 11- Cámara de aire y recogida de aguas pluviales
- 12- Lámina impermeable bituminosa
- 13- Hormigón formación de pendientes, e=5cm
- 14- Soportes de plástico para pavimento flotante registrable
- 15- Área de macizado de forjado reticular
- 16- Forjado reticular formado por nervios de 12cm y casetones de EPS de 60x60x20 y capa de compresión de 10cm
- 17- Luminaria tubo fluorescente
- 18- Ventana corredera Soleal, Technal, con doble vidrio
- 19- Panel EPS para exteriores, acabado de chapa, e=50mm
- 20- Enfoscado de antepecho, e=15mm?
- 21- Panel de Rockwool de lana de roca, e=5cm
- 22- Trasdosado de antepecho existente mediante sistema Pladur autoportante 72/400 (46) LM FOC
- 23- Panel de contrachapado de abedul, e=2cm
- 24- Pavimento de linóleo de colores distintos para cada aula e=1,5mm
- 25- Tablero DM hidrófugo e=2cm
- 26- Panel Rockwool de lana de roca e=5cm
- 27- Listón de Abeto de 5x5cm
- 28- Lámina flexible de polietileno para aislamiento acústico de impacto, e=10mm
- 29- Aislamiento rígido, e=10cm
- 30- Tablero de madera maciza de pino e=2cm
- 31- Tablero de madera de roble
- 32- Bandeja metálica para paso de instalaciones y cables eléctricos
- 33- Luminaria de orientación Led empotrada ERCO
- 34- Murete de ladrillo macizo doble para soporte de estructura de instalación del lucernario Velux
- 35- Cúpula de recubrimiento exterior del lucernario Velux acrílica PMMA
- 36- Vidrio aislante de seguridad laminado
- 37- Placa de acero galvanizada lacada en blanco para recubrimiento del corte efectuado en el forjado
- 38- Sistema de anclaje de la chapa al forjado
- 39- Lucernario Velux CVP 63Q
- 40- Cerramiento plegable Solarlux SL-70e
- 41- Listón de madera de pino de 5x10 cm
- 42- Bandeja metálica para conducción de instalaciones
- 43- Falso techo de lamas de madera de abeto pintadas de blanco 3x5 cm con separación de 5cm
- 44- Sistema de suspensión de las lamas
- 45- Panel sándwich para exteriores, acabado de chapa galvanizada en blanco
- 46- Tarima de madera tratada en autoclave de pino macizo 95x22mm sobre rastreles
- 47- Desague lineal Minkit de ULMA
- 48- Rejilla de acero galvanizado
- 49- Murete de ladrillo macizo para conformar el macetero de borde de forjado
- 50- Chapa galvanizada de e=1,5mm
- 51- Perfil metálico rectangular de acero inoxidable de 3x6cm, para formar el pasamanos de la barandilla
- 52- Barandilla de barrotes verticales redondos de acero inoxidables 1,5 cm de diámetro con separación de 10cm
- 53- Vierteaguas de chapa galvanizada e=1,5mm
- 54- Chapa ondulada con canales en vertical de acero galvanizado lacada en blanco y fijada mecánicamente a paramento interior
- 55- Tablero contrachapado de abedul cuperizado para exteriores e=2cm
- 56- Panel de aislante térmico de lana de roca e=10cm
- 57- Perfilera de aluminio extrusionado con rotura de puente térmico para U-Glas
- 58- Cerramiento doble de U-glas opaco en cámara, 26,2x120cm
- 59- Perfilera de aluminio extrusionado con rotura de puente térmico y vierteaguas incorporado
- 60- Luminaria tubo fluorescente
- 61- Pavimento exterior de piedra con junta cerrada y despiece distinto según el patio
- 62- Falso techo zonas interiores de contrachapado de abedul e=2cm
- 63- Conductos climatización rectangulares
- 64- Unidad de tratamiento de aire (UTA) marca TROX
- 65- Rejilla metálica para evitar la entrada de insectos
- 66- Carpintería fija con doble acristalamiento marca Goldbrecht
- 67- Panel deployée de aluminio lacado en blanco
- 68- Placas de anclaje de panel deployée, fijadas a paramento interior de madera tratada para exterior e=2cm
- 69- Panel Pladur 106/400 (46) LM forrado con tablero OSB
- 70- Baldosas cerámicas de 10x10 cm blancas adheridas al tabique

SISTEMA CONSTRUCTIVO

Se ha escogido un sistema constructivo capaz de enfrentarse a las distintas situaciones que se generan en la intervención de manera similar, facilitando su ejecución. Este se define en respuesta a las siguientes situaciones que se dan en la intervención:

- **Fronte de fachada:** Se decide trasdosar el antepecho existente en la planta primera con el fin de aumentar su aislamiento y construir un perímetro habitable en toda su extensión, capaz de generar múltiples situaciones, mesa, macetero, gradas etc. En el antepecho de la planta de la cubierta se restaura el macetero (ahora cegado) y con el fin de adecuarlo a la altura requerida, se instala una barandilla fijada a este y conformada con cables trenzados de acero sobre perfilera metálica. Asimismo, se instala un conjunto de bañadores Led de suelo para iluminar el perímetro de la cubierta, acotando su extensión. Se cambian las carpinterías existente por unas nuevas correderas con rotura de puente térmico Soleal de Technal.
- **Apertura de huecos en cubierta:** Las numerosas perforaciones que se realizan sobre el forjado de cubierta se efectúan mediante maquinaria especial de corte de hormigón, bien de corona diamantada bien de disco. Tras efectuar la perforación pertinente se instala el lucernario CVP 63Q de Velux, directamente apoyado en un murete de doble ladrillo. Por último se recubre el interior del hueco mediante una chapa de acero galvanizada en blanco, fijada mecánicamente a los muretes de ladrillo.
- **Perimetro del patio con la escuela:** El encuentro del aula con el nuevo espacio exterior generado en planta primera se realiza de dos formas, en función del espacio interior. Cuando el espacio principal del aula da al patio, se coloca un cerramiento plegable solarlux SL-70e que permite volcar completamente el espacio interior con el exterior, generándose una relación directa entre los dos espacios. Cuando el núcleo húmedo del aula se encuentra con el espacio exterior, al requerir de ventilación y conexión con las instalaciones generales, se elige un cerramiento formado por una malla de aluminio desplegada lacada en blanco que soluciona estos requerimientos técnicos (pasar y dejar pasar el aire, entrada de instalaciones) además de tamizar la visión del exterior hacia en interior del aseo.
- **Perimetro del patio con las oficinas:** El encuentro entre la escuela y las oficinas se realiza mediante un elemento divisorio capaz de generar una simbiosis entre ambos usos ya que dota de almacenamiento a los patios de la escuela y además dota de luz a las oficinas. Se resuelve mediante un doble cerramiento de U-Glas en cámara, situado sobre un módulo de almacenamiento. Cuando no hay oficinas se colocan unos paneles correderos de aluminio desplegado lacado en blanco, controlando la privacidad con el patio del aula. El perímetro de los huecos practicados en el forjado de cubierta se resuelve recubriendo el canto del forjado con panel aislante y tablero de madera tratada para exterior sobre la cual se fija una plancha de aluminio ondulada para resolver la impermeabilización. Se construye un macetero con chapa galvanizada y se fija una barandilla de barrotes a un perfil metálico anclado al forjado.





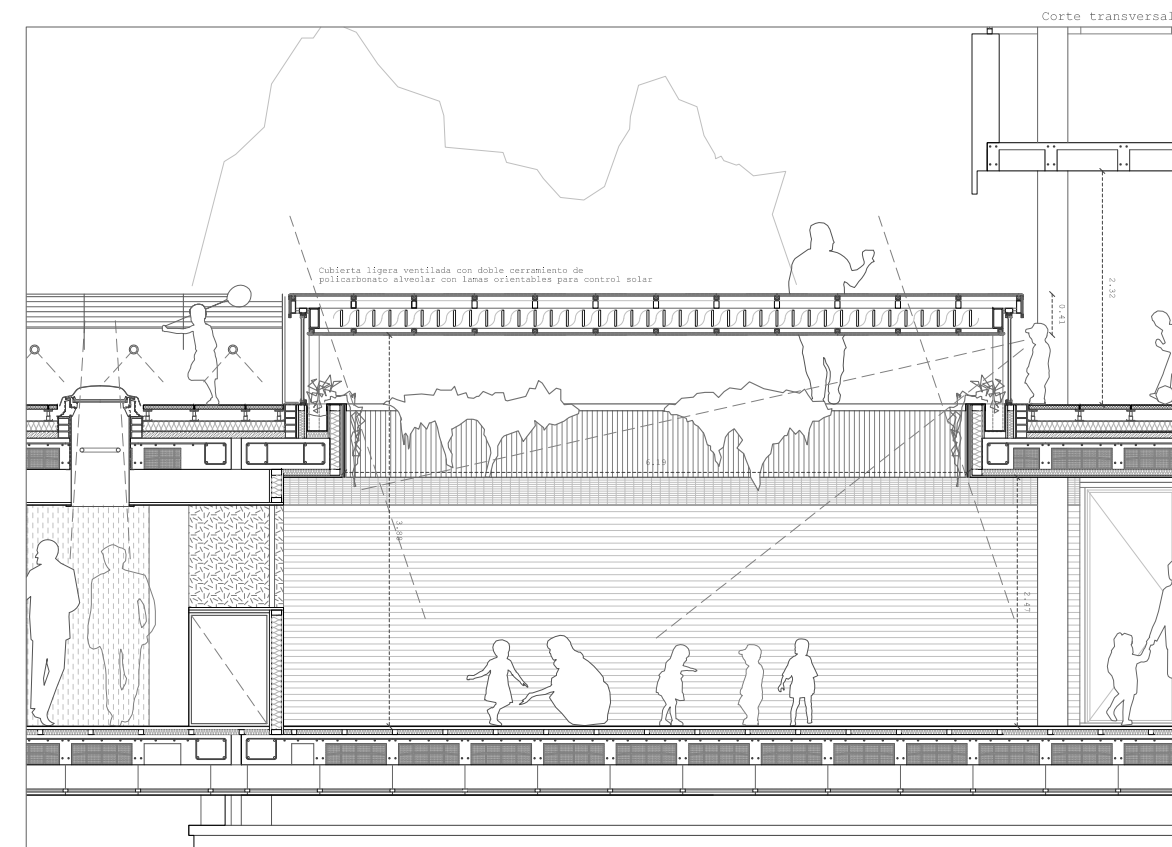
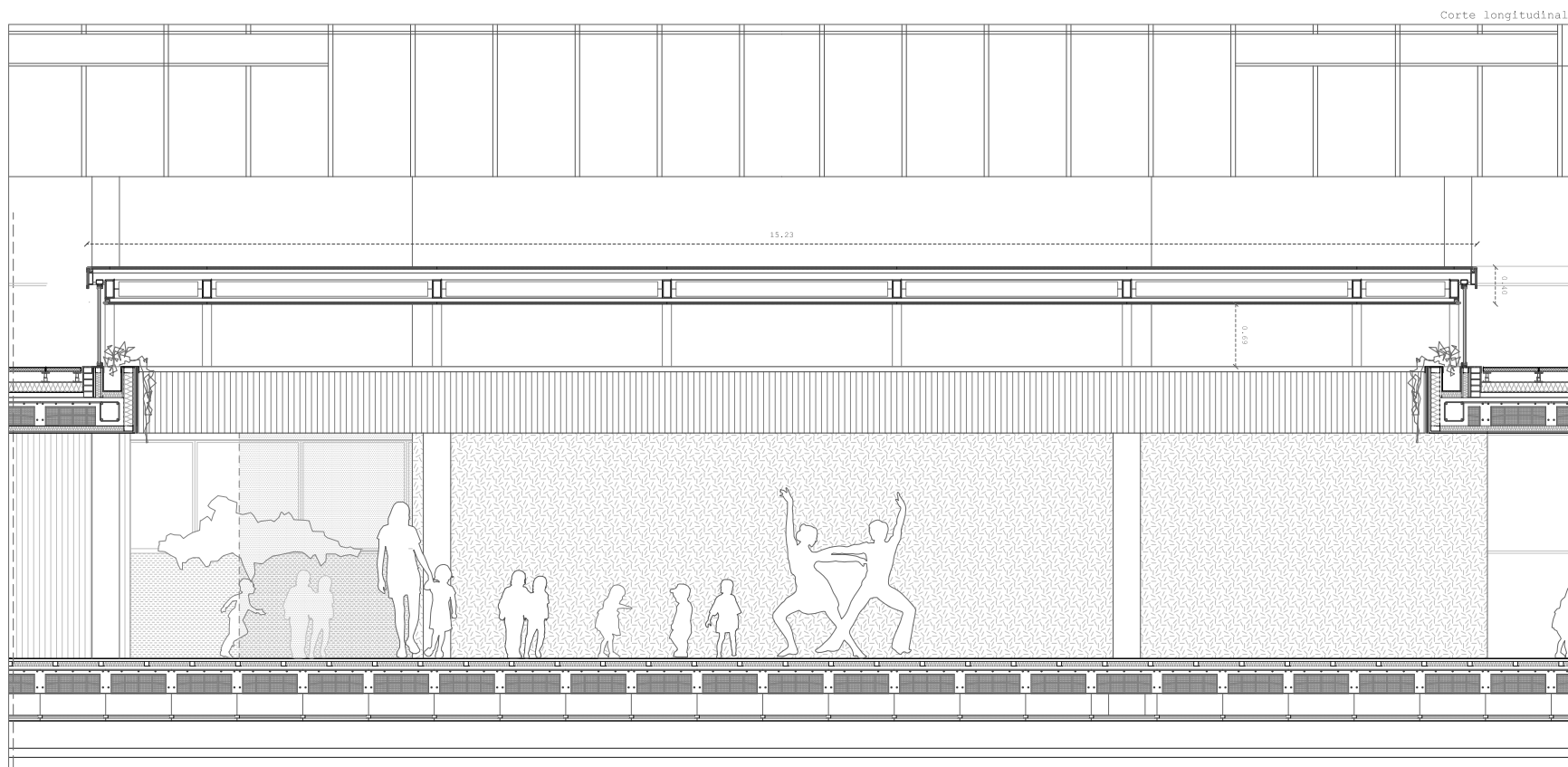
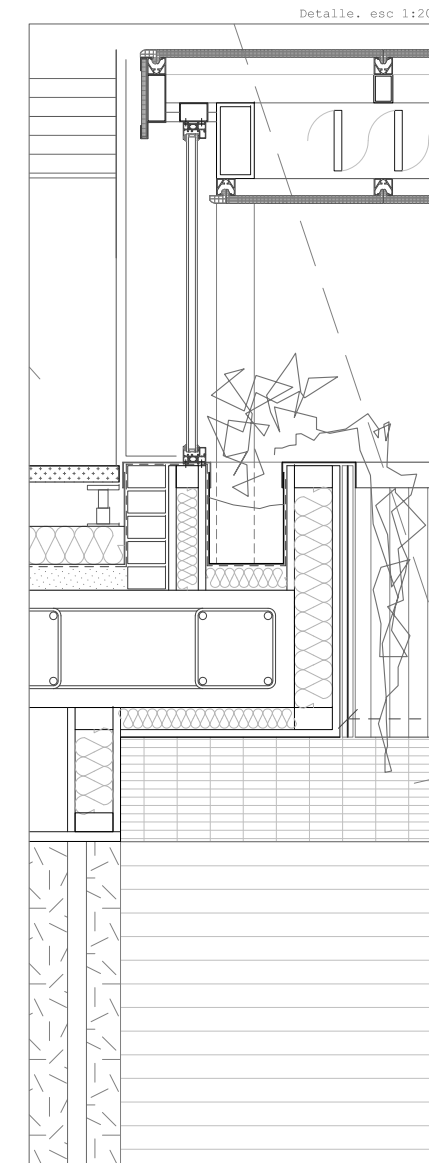
**CUBIERTA DEL COMEDOR**

La estructura que cubre el "patio" del comedor constituye el único elemento que se eleva del plano del suelo, adquiriendo bastante relevancia. A la hora de afrontar el diseño de este elemento se ha tenido en cuenta una serie de factores a los que se debe atender:

- Iluminación adecuada.
- Evacuación del agua de lluvia.
- Aislamiento térmico y acústico.
- Ganar toda la altura y volumen de aire posible con el hueco efectuado en el forjado.
- Buen comportamiento estructural.

Antes de continuar debo aclarar que me parece mal cubrir un espacio que con tanto esfuerzo ha costado abrir, por ello, más que hablar de una cubierta que "cierra" dicho espacio, prefiero definirla como una cubierta que "cubre" en su más estricto sentido. De esta forma el comedor pasa a ser un espacio más "exterior" a semejanza de los patios de las aulas, pero protegido de la lluvia, el sol (cuando le dá), el aire ...

Sé que lo primero que les vendrá a la mente si les digo que es una cubierta translúcida de policarbonato alveolar, será el "invernadero" que es el "Palau de la Música", pero deseo matizar que el soleamiento no es el mismo. Según el estudio de soleamiento realizado y si miramos en "huella solar" el plano de radiación solar anual recibida, podemos observar cómo la radiación solar anual que recibe no llega al 20% o a dos horas de sol al día. Por ello se decide aprovechar al máximo la luz difusa que recibe y, en el caso de que sea directa, se disponen unas lamas orientables para controlar la entrada de rayos de sol. Al colocar estas lamas, al incidir el sol, lo reflejan y aumenta la temperatura en la cámara de aire existente (40cm). Para evitarlo se dispone de aberturas en los laterales de la cubierta que permiten ventilar la cámara de aire.



#### **El Aula**

**"No es un aula, sino muchas a la vez"**

El aula que encontrará plasmada en las próximas paginas es fruto de un arduo trabajo de depuración. Tras muchas pruebas y opciones descartadas, se ha conseguido lograr un equilibrio entre todas las partes que componen esta ecuación ( epistemología, materialidad, estímulos físicos y el edificio en el que se ubica) generándose el resultado final.

09:00

Llegar a la escuela

11:00

leer, pintar, almorzar

12:00

aprendemos cosas nuevas

13:00

irnos a comer

13:00

jugar en la cubierta

14:30

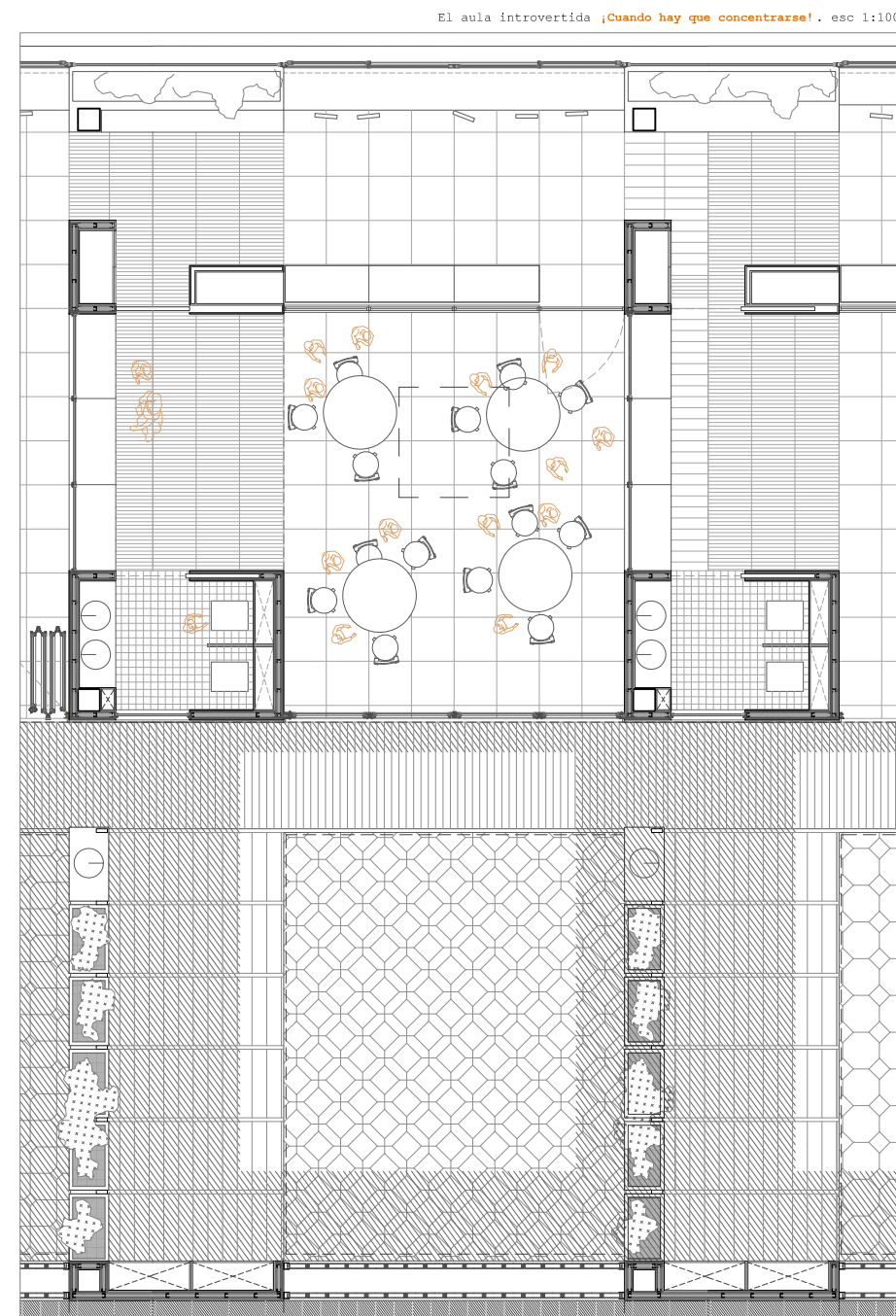
volver de jugar en el patio

17:00

se acaba la escuela

20:00

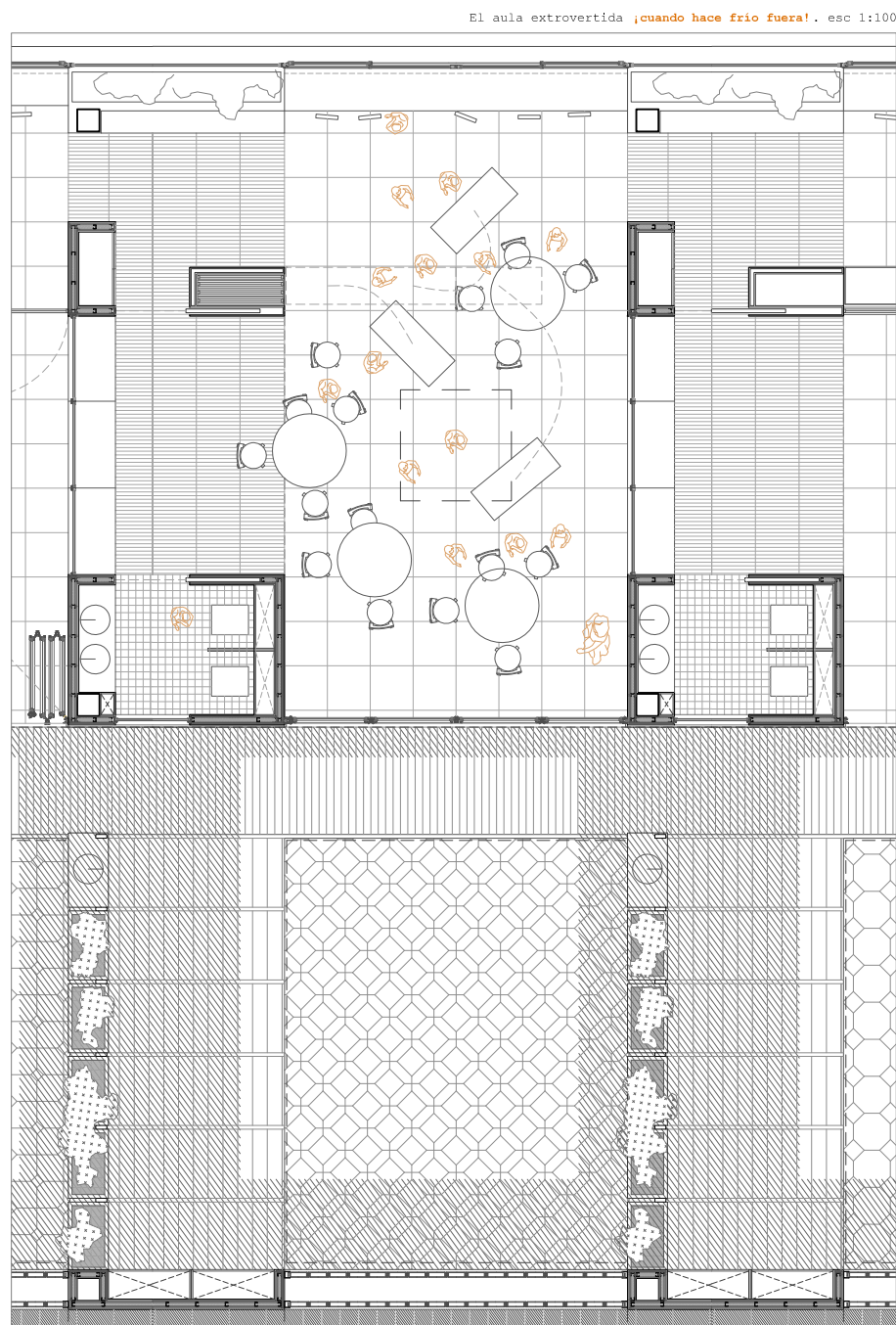
¡a casa!



**El aula introvertida**

La opción con menor espacio movillizado, la mas introvertida, idónea si se desea que los niños desarrollen actividades que requieran concentración, calma y silencio. No existe contacto alguno entre los niños de un aula y la contigua, tan solo el tutor tiene permitido otear, si así se requiere, el aula adyacente.

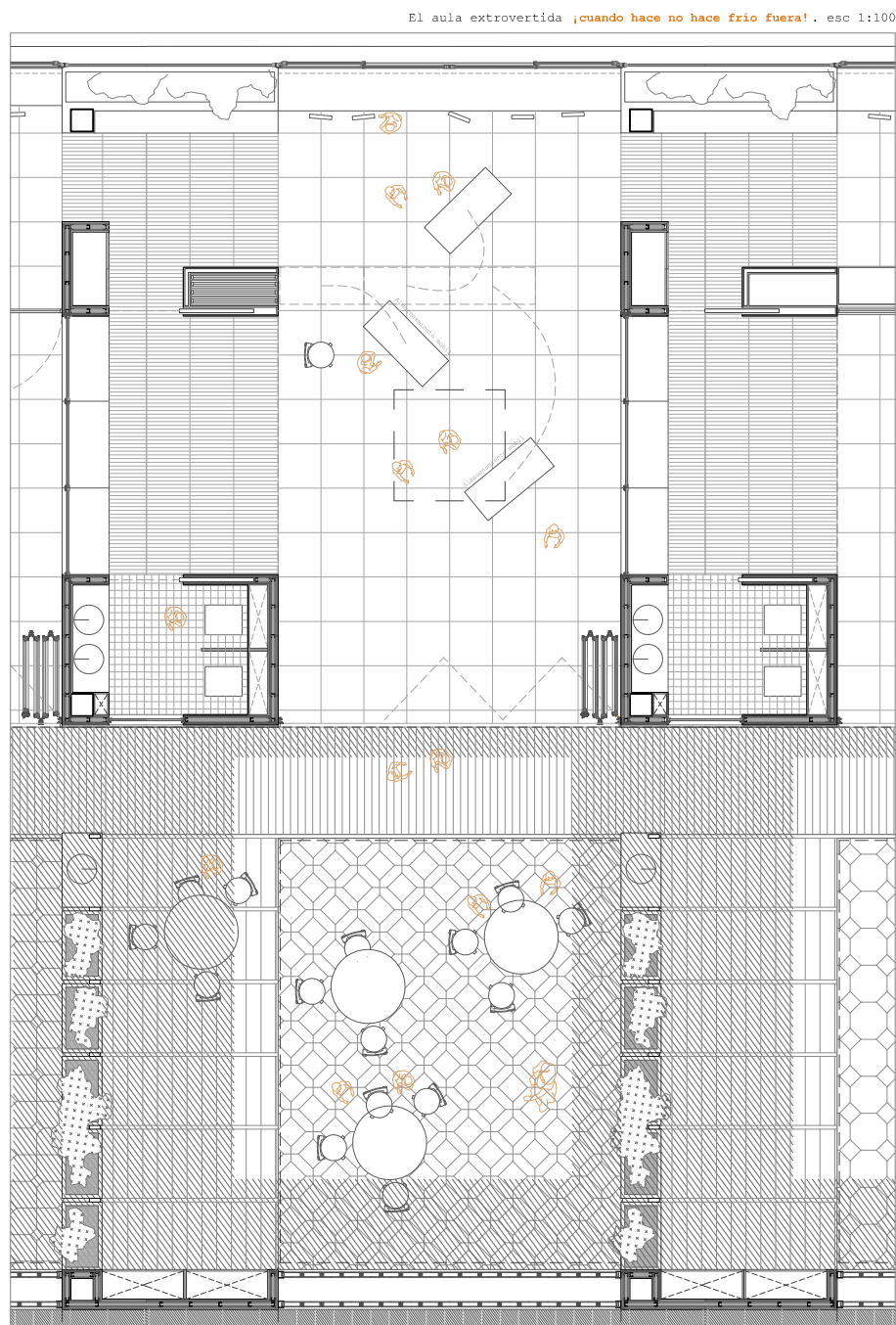
El patio se observa desde el interior, próximo pero inaccesible. El gran hueco superior provee de luz cenital, permitiendo ver el cielo, el paso del tiempo ...



**El aula extrovertida**

Ya comienza a desarrollarse el potencial innato del aula, colonizando el "corredor" e integrándolo como un espacio más de aprendizaje. El límite que supone el tabique móvil desaparece, como por arte de magia, generándose un nuevo mundo para el niño. La anterior estructura rígida y jerarquizada desaparece, fomentando el trabajo individual y la libre interacción entre los niños. El tutor pasa a ser un mero espectador, motivando a los niños ocasionalmente .

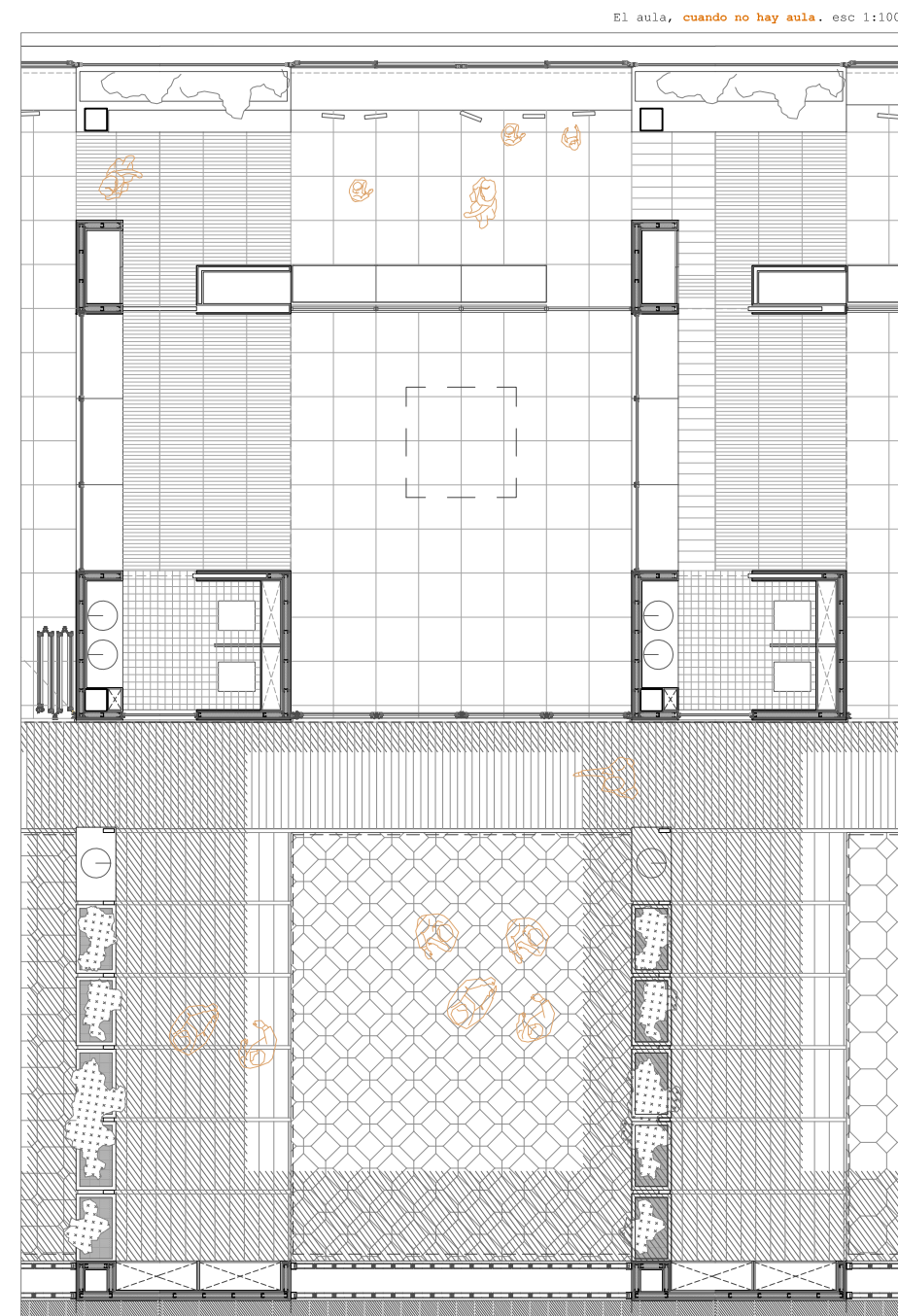
El patio se sigue observando desde el interior, próximo pero inaccesible, el gran hueco superior continúa proviendo de luz cenital, permitiendo ver el cielo ... y aparece un nuevo estímulo, el horizonte, una vasta extensión verde y "vacía" a través de las ventanas. El niño lo sabe y disfruta de ello, se sube a la mesa sabiendo que será regañado, no puede evitarlo.



**El aula extrovertida**

Finalmente se muestra el potencial innato del aula. El espacio de aprendizaje deja de quedar relegado al interior, ahora nota la brisa del viento, el sol colgándose por el patio, los otros niños y el cielo. Desaparecen todos los límites anteriormente impuestos, personificando la libertad del niño para desarrollarse, haciendo lo que quiera. Puede estar fuera, dentro, o en ambos sitios a la vez.

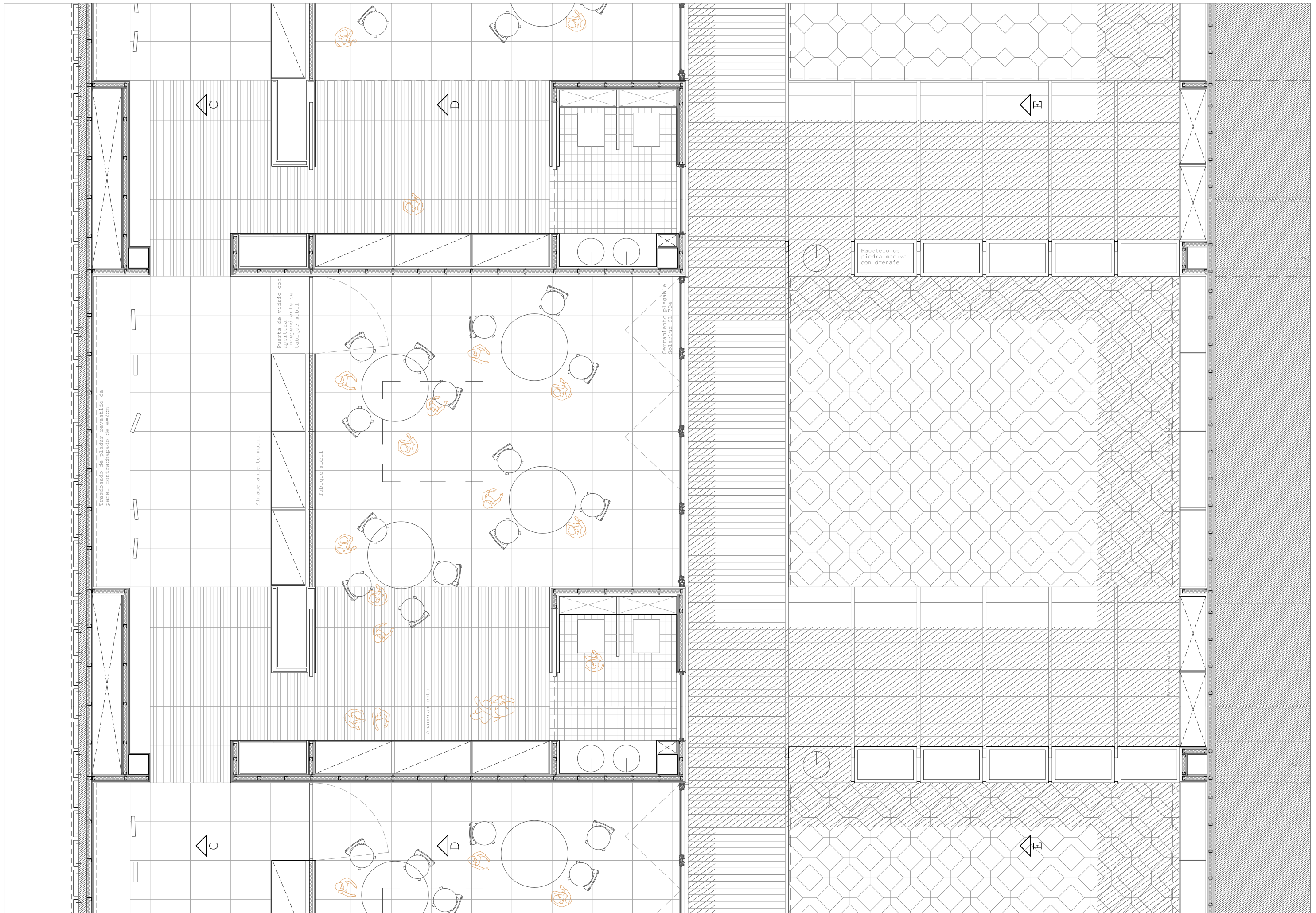
El patio deja de observarse desde el interior, emerge como el nuevo espacio principal. Si el sol resulta demasiado sofocante, se puede cubrir mediante un toldo. Si llueve, nos refugiarnos en la "cabaña" con suelo de listones de madera y lamas verticales que arropen dicho espacio.



**El aula, cuando no hay aula**

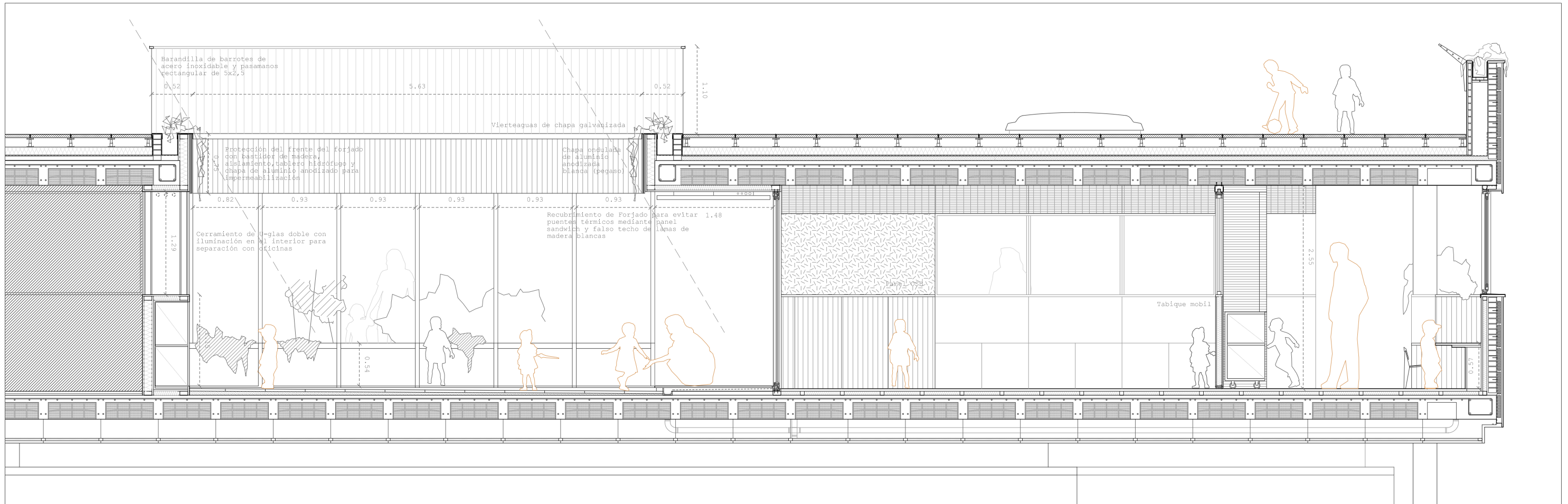
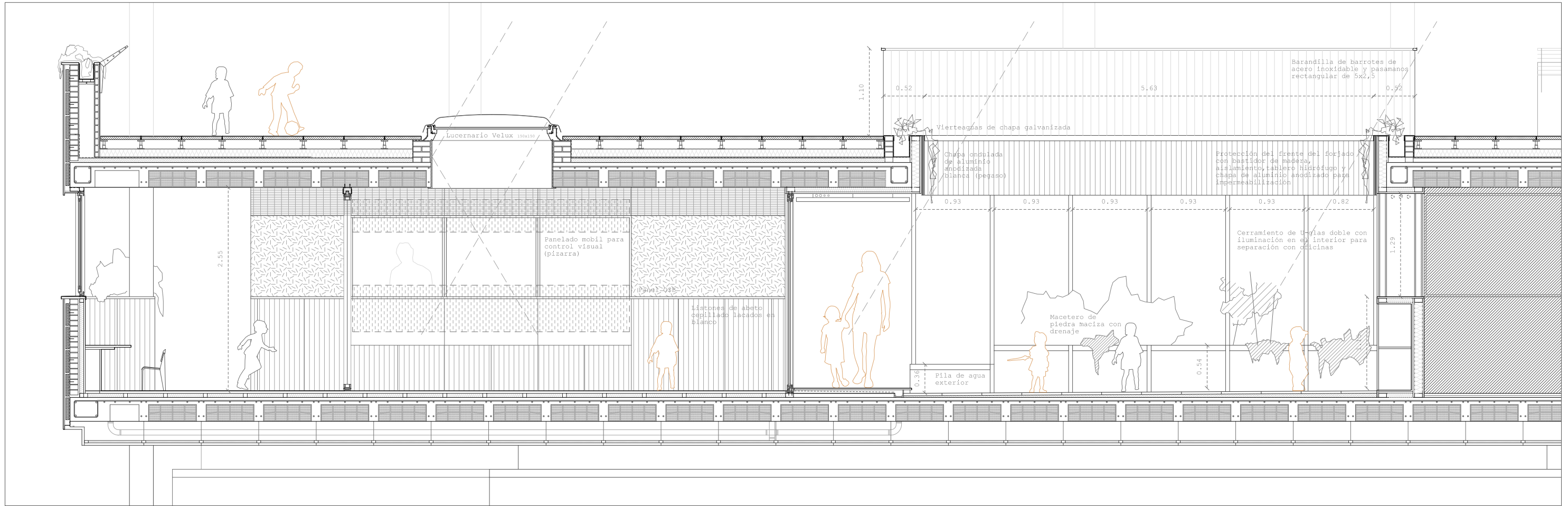
Se acaba el día de escuela, algunos niños regresan a casa, otros esperan a sus padres. Mientras, la escuela va transformándose, adaptándose a unas nuevas actividades que están por llegar. El aula involuociona, se retrae, volviendo a su estado original como "aula introvertida". A continuación cierra sus puertas, en espera de un nuevo día de clase, preservando el lugar mas íntimo y privado de los niños intacto, alejado de los nuevos inquilinos que comienzan a vislumbrarse en la lejanía.

Ajenos a este acontecimiento, adultos y niños comienzan a llegar, unos para continuar jugando y aprendiendo en los rincones que restan libres, otros para desarrollar actividades comunes, en sociedad.









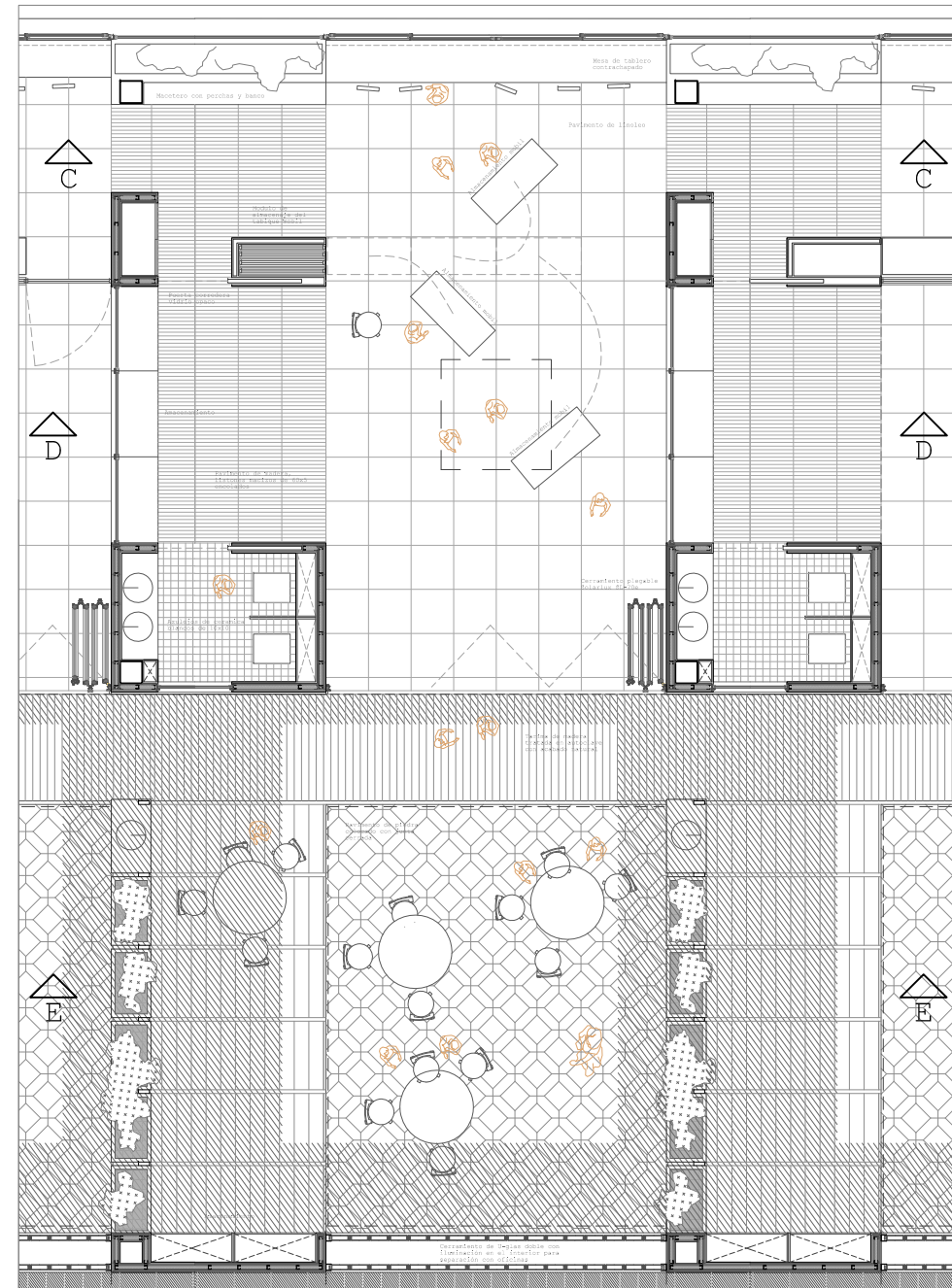
**El nivel del niño (+0.5m)**

El nivel del niño abarca desde el suelo, hasta una cota de 1,20 metros, coincidiendo con la altura del antepecho existente. Los usuarios de esta cota son los niños constituye su espacio abarcable, por así decirlo, donde tocar, ver, pintar ... Los materiales escogidos son variados para estimular el desarrollo de los niños, encontrando superficies frías y duras (aluminio minionda), heterogéneas y suaves (listones de abeto cepillado lacados en blanco), rugosas y cálidas (panel OSB), translúcidas (vidrios opacos en puertas) e interactivas (pizarras en paneles móviles).

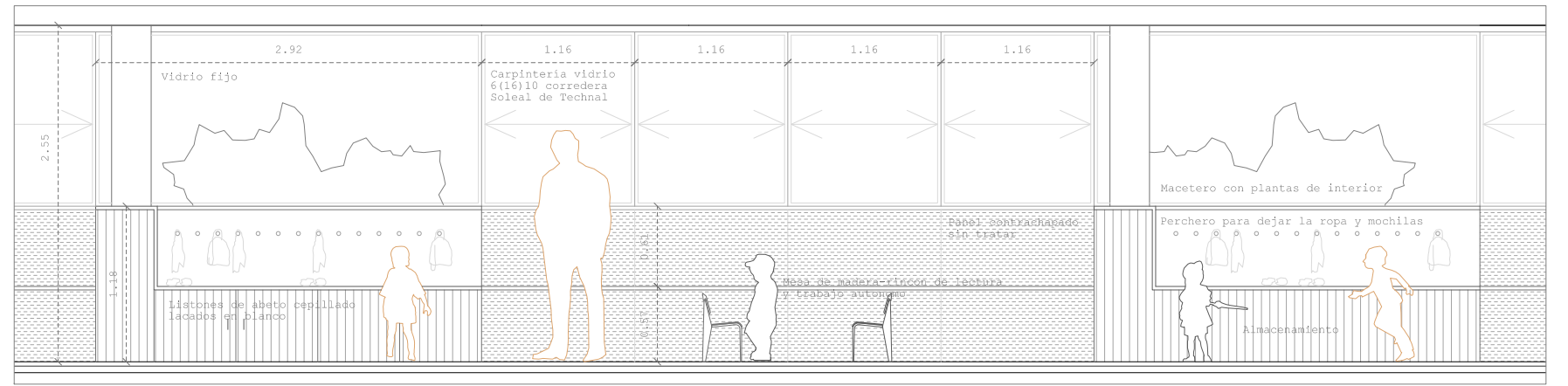
El plano del suelo adquiere gran importancia, por ello se eligen dos tipos distintos de acabados encargados de diferenciar sutilmente los espacios. En el interior de la "cabaña" (entiéndase la banda donde se ubica el acceso) se dispone un parquet de madera maciza, que junto al falso techo de listones de madera separados entre si, e iluminados desde el interior, producen la sensación de encontrarse en un lugar cobijado, protegido, donde descansar cuando se tiene sueño. En contraposición, para el suelo del espacio principal, se escoge un pavimento continuo de linóleo que fluye y conecta ambos extremos del aula, desde el patio hasta la bancada bajo el antepecho. Este pavimento se coloca de distinto color y motivo en cada una de las aulas, favoreciendo el reconocimiento por parte del niño de su "lugar" en la escuela, al mismo tiempo que se apropia de él.

En el patio se establecen dos cotas, aunque no muy separadas entre si, pero suficiente para diferenciarlas. Por un lado el espacio a cielo abierto (con pavimento de piedra de distinto despiece), por el otro, una tarima bajo el espacio cubierto, que recorre toda la extensión de la escuela, alojando los sumideros lineales bajo ella.

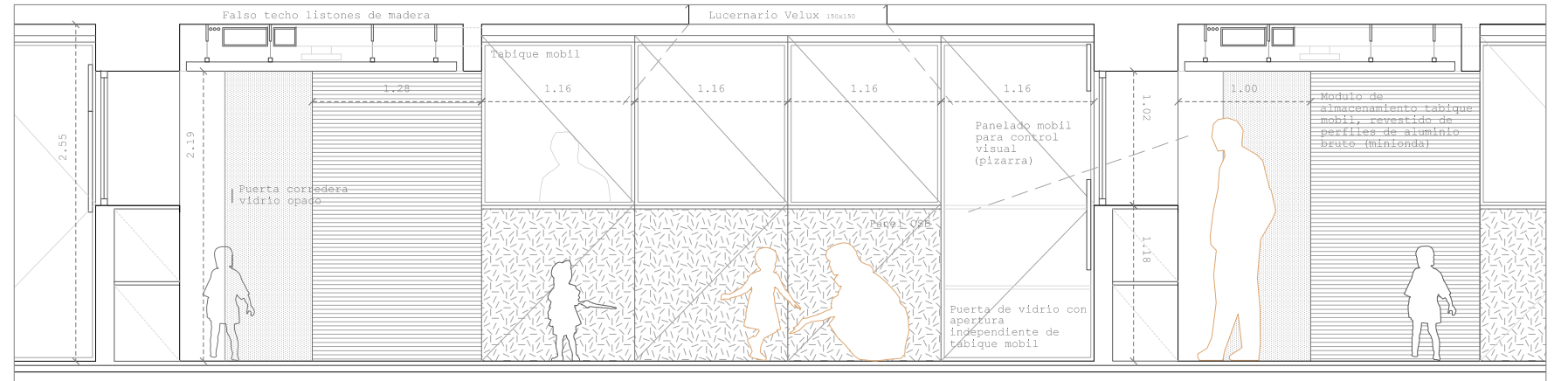
Aula, Escala 1:50



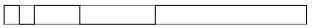
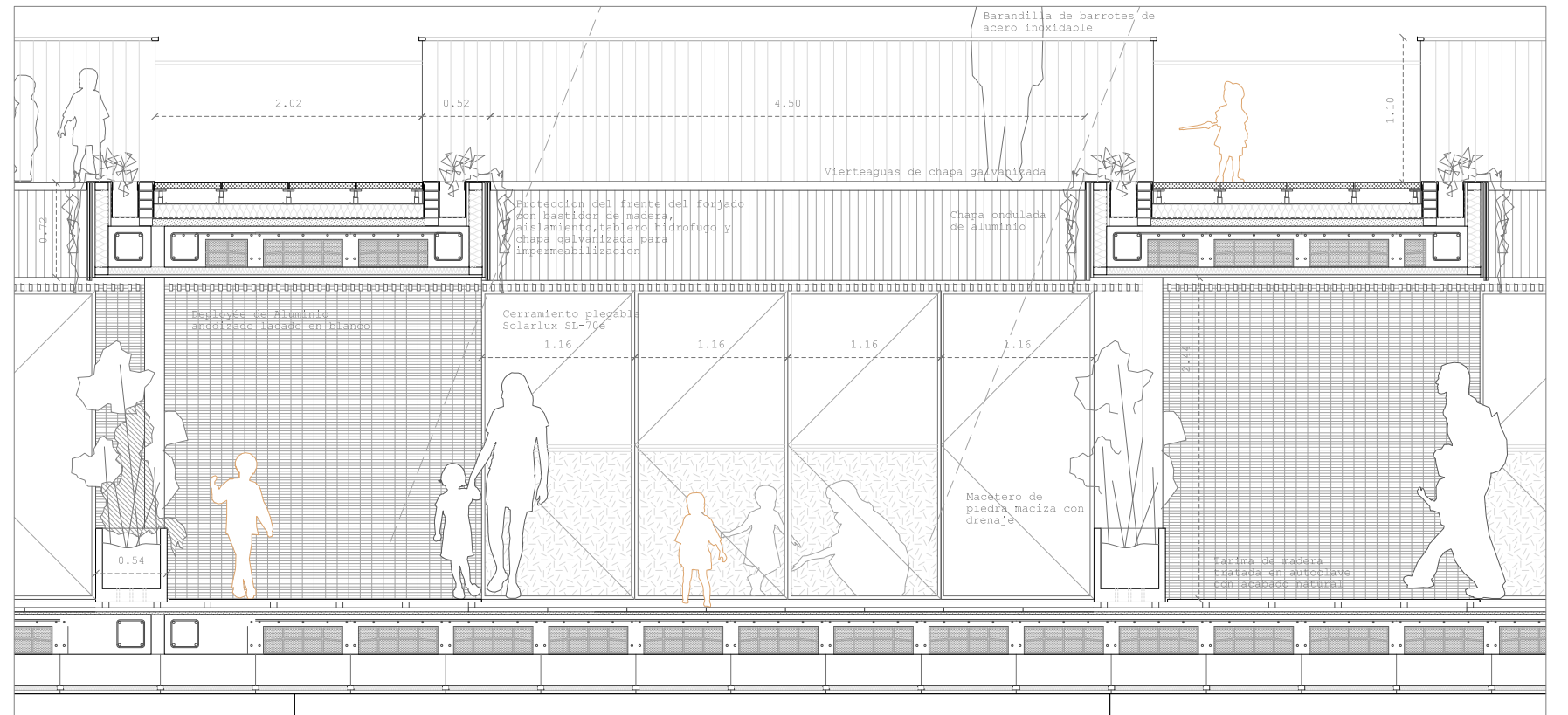
Sección C Escala 1:50



Sección D Escala 1:50



Sección E Escala 1:50



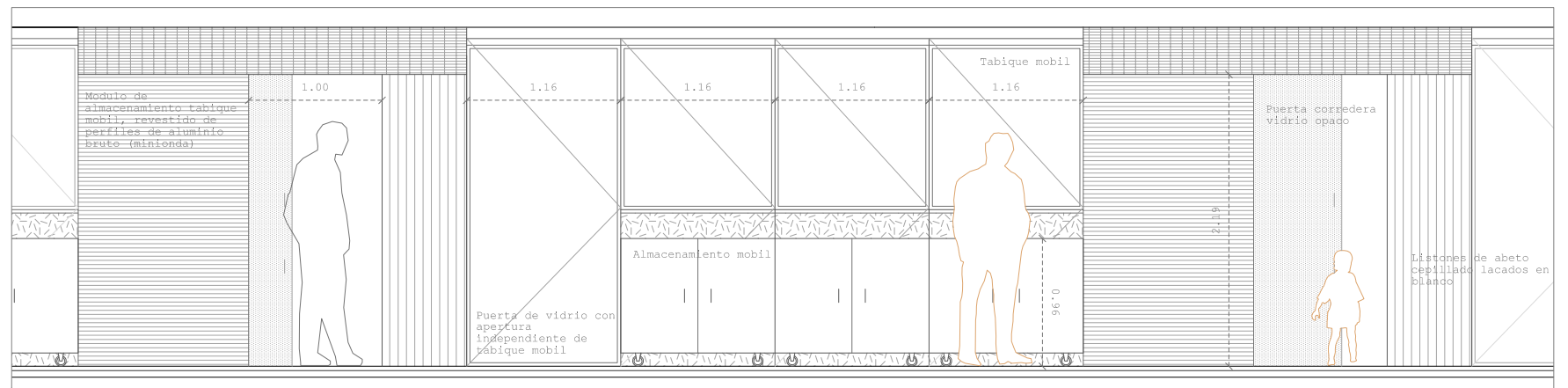
El nivel del adulto (+1.5m)

El nivel del adulto se desarrolla donde concluye el del niño. De carácter más funcional, ya que los adultos no son los verdaderos usuarios de la escuela, se encarga de atender a otro tipo de necesidades.

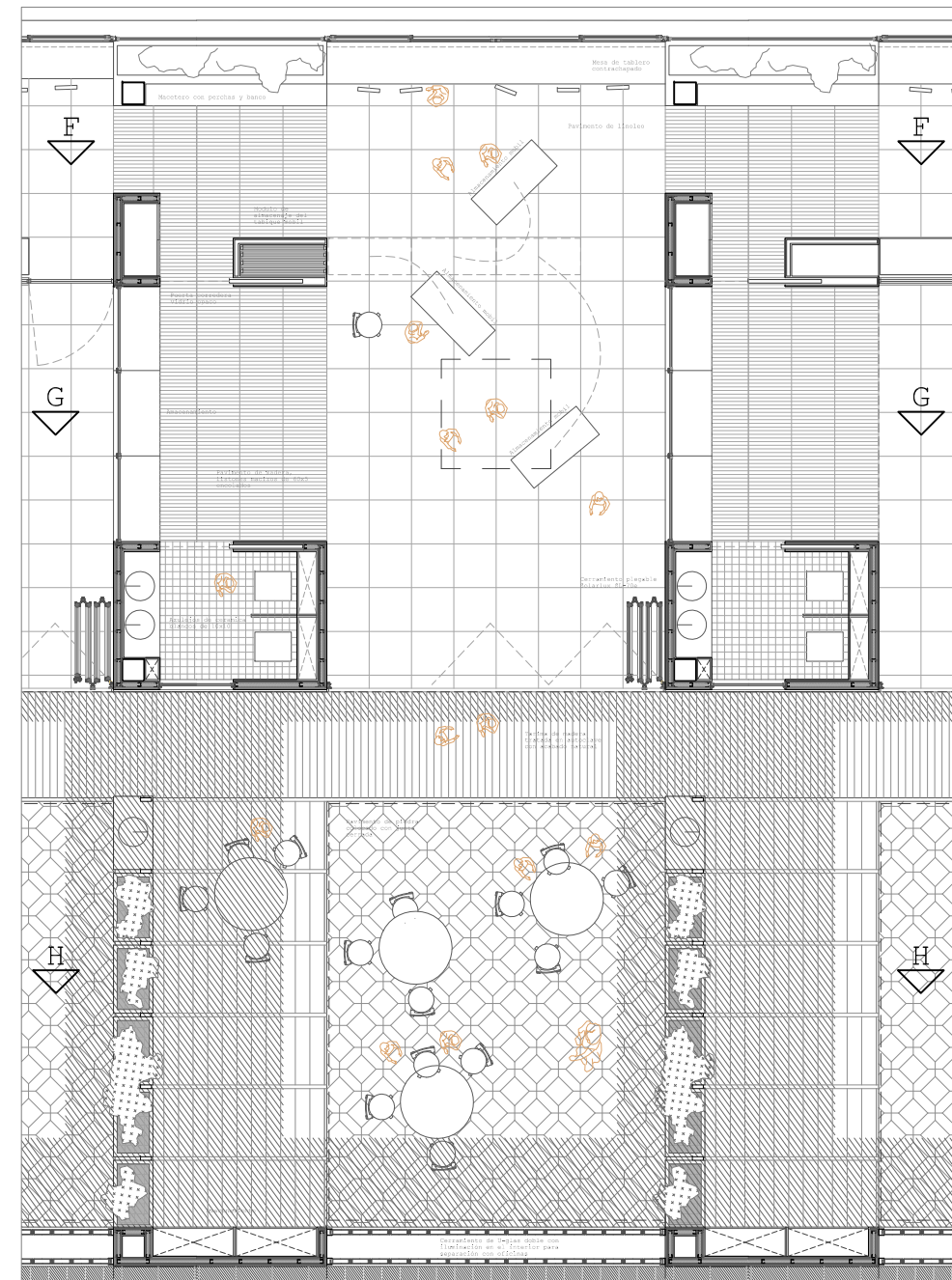
Los paramentos se construyen con un tabique de yeso laminado al que posteriormente se atornilla en la cara externa un panel OSB. La elección de este sistema viene condicionada por la ubicación geográfica del edificio. En España, a diferencia de otros países como EEUU, existe poca costumbre de realizar particiones mediante entramado de madera (montantes y tableros de madera). Este sistema permite adaptarse perfectamente a las situaciones particulares que puedan producirse, cortando los perfiles y las placas de yeso.

Se plantean una serie de aperturas visuales entre aulas, permitiendo que en caso de necesidad, pueda controlarse el aula contigua.

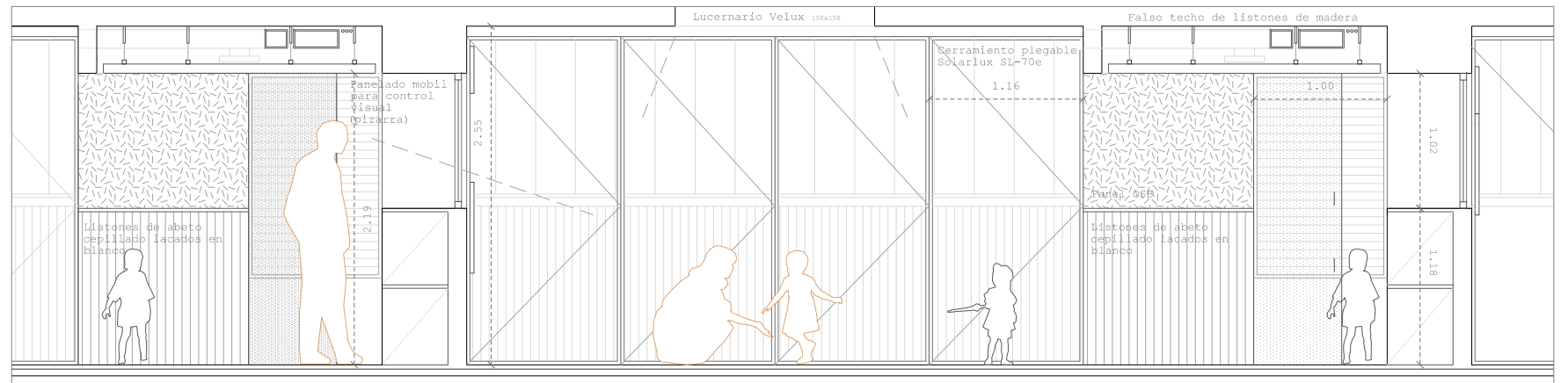
El tercer nivel que puede reconocerse, parte a partir de 2.2m, ubicándose en él las instalaciones necesarias para un correcto desarrollo de la actividad.



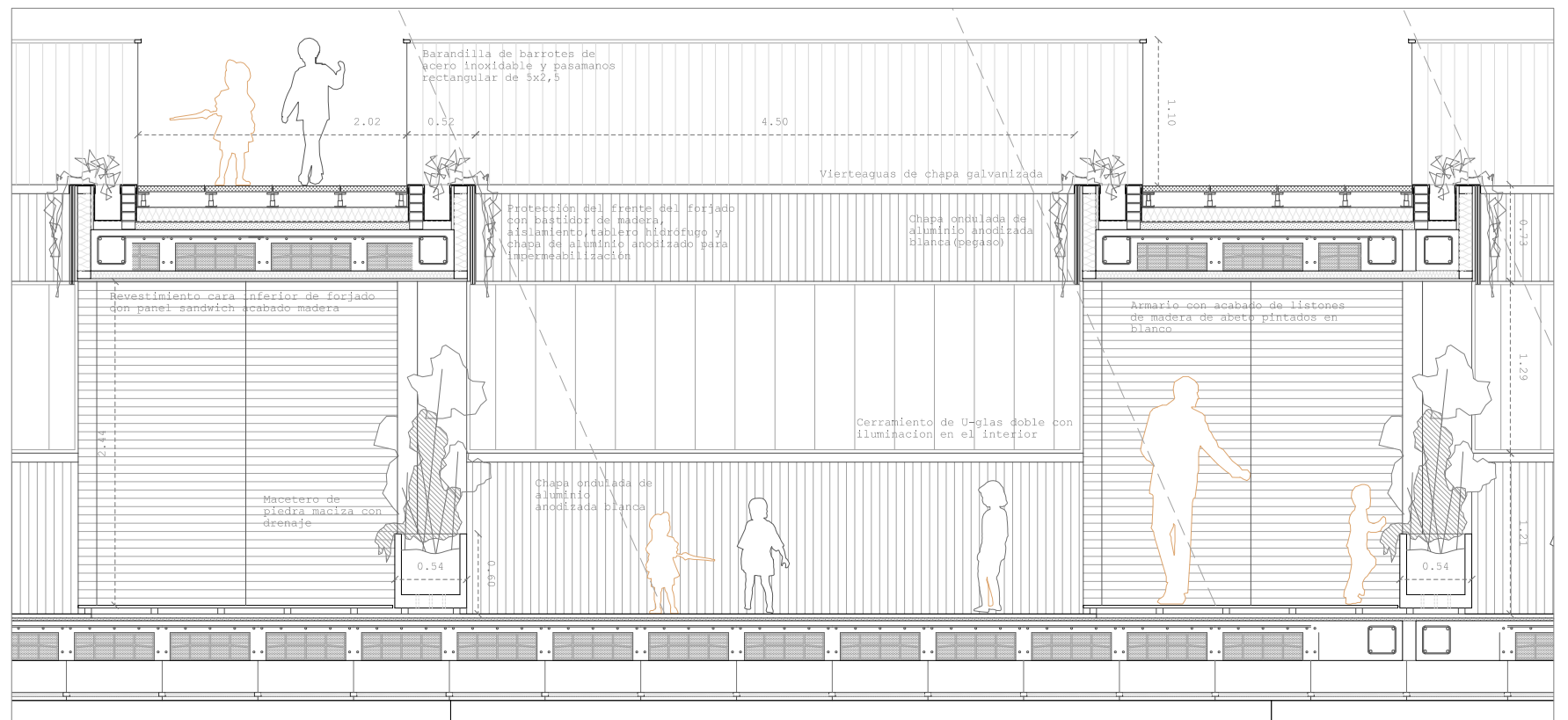
Aula, Escala 1:50



Sección G Escala 1:50



Sección H Escala 1:50



#### **Una estructura**

¿Que hacer con una estructura desconocida, sin saber nada o casi nada de ella?

Eso mismo me preguntaba, lo normal sería:

- Primero, recabar toda la información posible.
- Segundo, proyectarla como lo hizo GO-DB.
- Tercero, proyectarla hoy en día.
- Finalmente, comprobar si la intervención es admisible.

Eso mismo encontrará en esta parte

## 0. INTRODUCCIÓN

El análisis de la estructura se realiza sobre un edificio existente y por tanto constituye un proyecto de reforma donde las actuaciones que se realizan se centran en el forjado de la cubierta, de la entreplanta principalmente. La actuación comprende la perforación de una serie de huecos en el forjado de dimensiones considerables. Se hace necesaria por tanto una comprobación de la redistribución de esfuerzos resultante de estas perforaciones. En caso de no cumplir con el armado de la losa existente, se colocarán refuerzos, o se replanteará la posición de los huecos.

Antes de comenzar con el estudio de la estructura se explican los pasos seguidos a la hora de abordar el análisis. Se tiene en cuenta en todo momento la normativa recogida en el CTE en cuanto a estructuras se refiere.

### 1. Estudio de la estructura existente:

Se obtiene toda la información posible acerca de la estructura del edificio redibujando la posición de los soportes y de la losa. Asimismo se busca la Normativa vigente en el momento de la construcción del edificio (años 60-70) a fin de conocer las disposiciones que en ella se regulaban y que condicionaron el dimensionado y cálculo de la losa. La Normativa que se emplea es la **NTE-EHR** (Normas Tecnológicas de la Construcción), de **1973**, que regula la **construcción de forjados reticulares**, la **MV-101** de **1962** que se centra en el estudio del conjunto de **acciones sobre la edificación**, y la **NTE-EAS** de **1982** donde se reflejan las disposiciones de **soportes metálicos**.

Si esta fuera una memoria de un proyecto con visos de ejecutarse en la realidad, este primer apartado incluiría la extracción de probetas y realización de catas, a fin de averiguar la resistencia del hormigón y la cantidad de armado dispuesto. Al ser un ejercicio teórico, se trabaja sobre estas normativas y se supondrá una resistencia del hormigón que luego se modificará mediante coeficientes de seguridad, como si de un edificio de nueva planta se tratase.

### 2. Estudio del armado teórico tras la intervención:

A continuación se aborda el estudio de la losa, una vez se han efectuado las perforaciones pertinentes, por medio de programas de cálculo informático que trabajan con el método **de los elementos finitos (MEF)**. Primero se modeliza la losa y posteriormente se calcula con el programa **Architrave**. Se obtienen unas solicitaciones para las cuales se estudiará el armado necesario de acuerdo a la normativa actual (**EHE-08 y DB-SE-AE**), con distintas hipótesis de combinación de acciones y exigencias de servicio de acuerdo al nuevo uso del edificio.

### 3. Comprobación del armado existente:

Se realiza una verificación de si el armado supuestamente colocado en la losa, según la NTE-EHR, cumple con las nuevas solicitaciones obtenidas del cálculo de la losa por el MEF.

### 4. Colocación de refuerzos:

En las zonas donde sea necesaria una mayor sección resistente se propondrán la construcción de refuerzos, enumerando las posibles opciones disponibles, aunque no se profundice mucho en ello.

Al final de todo este proceso se consigue un conocimiento muy extenso de la estructura existente en el edificio lo que no deja de ser una parte primordial del conjunto arquitectónico.

## 1. MEMORIA CONSTRUCTIVA (estudio de la estructura existente)

Se procederá a estudiar de todos los elementos afectados por la intervención, incluyendo los soportes y losas, aunque nos centraremos básicamente en el cálculo del forjado de la cubierta de la entreplanta.

### 1.0.- Normativas empleadas.

En primer lugar se ha de localizar la normativa que regulaba en ese momento, tanto la construcción y diseño de forjados reticulares, como el diseño de soportes metálicos así como las acciones que actúan sobre la edificación.

Como los Edificios Luz se construyeron en las décadas de los 60 y 70, hemos de consultar la normativa vigente entonces.

Respecto del primer requisito, hemos de remontarnos a la NTE-88 dentro de la cual encontramos la **NTE-EHR de 1973**. Ésta constituye la primera normativa donde se regula el diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento de las "Estructuras de Hormigón Armado: Forjados Reticulares", entrando en vigor el 1 de diciembre de 1973. Como veremos a continuación, por medio de esta norma resulta muy sencillo calcular la disposición y cantidad de armado de la losa de cubierta.

Para el diseño de forjados reticulares basta con dirigirse a la **NTE-EAS de 1982** dentro de la NTE-88, donde se regulan las actuaciones de diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento de "Estructuras de acero: soportes", entrando en vigor el 28 de diciembre de 1982. Con esta norma identificaremos las características de los soportes de la losa de la cubierta para que, en caso de ser necesario, proceder a calcular los refuerzos que se precisen.

Finalmente, al consultar la **MV-1962**, se dispone de la información detallada de las acciones tenidas en cuenta a la hora de calcular y construir el conjunto de los edificios LUZ, (en un principio). Dicha norma quedó aprobada en el **Real Decreto 195/1963, de 17 de enero**. Se calcularán las acciones sobre la edificación originaria para suponer el armado existente.

Como habrá podido comprobarse, las normativas anteriormente mencionadas: **NTE-EHR-1973, NTE-EAS-1982** entran en vigor una vez finalizada la construcción de los edificios LUZ, siendo únicamente coetánea la **MV-1962**. Esto se debe a que con anterioridad no existía una normativa, como tal, que regulara la construcción de estos elementos estructurales. Tan solo encontramos unas recomendaciones del **Instituto Eduardo Torroja** del año 1961, la **H.A. 61**. Podemos remontarnos aún más en el tiempo y encontramos la **"Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón"** de **1939**, donde en el artículo 37 se habla de forjados, aunque de una manera muy superficial. Por este motivo se decide aplicar estas normas.

### 1.1.- Cimentación del edificio y adecuación del terreno.

#### 1.1.1.- Movimientos de Tierra

No es aplicable

#### 1.1.2.- Cimentación

La cimentación del conjunto de los edificios luz se realizó mediante zapatas aisladas en la zona donde solo se construye una planta (Zócalo) unidas a unas losas de cimentación macizas (cimentación torres de viviendas) mediante vigas riostras. Se adjunta un plano de cimentación aproximado.

## 1.2.- Sistema estructural

### 1.2.1.- Estructura vertical

La estructura vertical se encuentra formada por soportes metálicos UPN's empresillados de sección variable, en función de las cargas que transmiten. Las dimensiones de las presillas y de los cordones de soldadura se estudiará posteriormente, junto con el encuentro de los pilares metálicos y la losa. El tipo de acero empleado se deducirá de la normativa.

En algunos puntos se duplica el pilar para construir las juntas de dilatación de la losa de hormigón armado.

Los núcleos de comunicación de las torres se conforman con muros de hormigón armado de 25 cm de espesor, sirviendo para absorber tanto los esfuerzos verticales como los horizontales.

En un principio no resulta necesario calcular la estructura vertical, ya que al efectuarse perforaciones, se reducen las cargas aplicadas sobre estos últimos. Sin embargo, al variar la distribución de solicitaciones en la losa, se hace imprescindible comprobar que los nuevos Esfuerzos Cortantes y Momentos Flectores no menoscaban la capacidad portante de los pilares.

### 1.2.2.- Estructura horizontal

La estructura horizontal en el forjado de cubierta de la entreplanta se encuentra realizada por medio de un forjado reticular de hormigón armado y aligerado con piezas perdidas de entrevigado cerámicas. El canto de dicho forjado es de 30cm, correspondiendo 25cm al canto de los casetones y 5cm a la capa de compresión. Los nervios empleados son de 10cm de anchura con un intereje de 60 cm. En las zonas de ábacos y de voladizos se eliminan las piezas cerámicas, quedando una losa maciza de hormigón armado de 30 cm de espesor. El hormigón empleado es HA-25.

### 1.2.3.- Arriostramiento Horizontal

El sistema de arriostramiento transversal se compone de los muros de hormigón armado que conforman los núcleos de comunicación de las torres de Viviendas. Estos tienen 25cm de espesor y se consideran suficientes para absorber todos los esfuerzos horizontales generados.

## 1.3.- Bases de calculo

A continuación , con el fin de conocer el armado de la losa y la dimensión de los pilares metálicos, se procede a seguir el proceso estipulado tanto en la norma NTE-EHR de 1973 como en la NTE-EAS de 1982.

### 1.3.1- Condicionantes

....

5. La carga Q estará uniformemente repartida, ...

6. Las sobrecargas de uso, no serán mayores de tres veces las concargas.

....

### 1.3.2.- Acciones

#### 1.3.2.1- Cargas verticales:

"El valor de la carga Q, en Kg/cm<sup>2</sup>, se obtendrá sumando todas las cargas gravitatorias que actúan sobre el forjado, incluido el peso propio."

"En los voladizos el valor de la sobrecarga lineal P en el borde será el peso propio mas 200Kg/m de sobrecarga de uso, en voladizos cerrados será el peso propio del cerramiento"

### 1.3.2.2.- Cargas horizontales

"Para el presente cálculo, se considera que serán absorbidas por otros elementos de rigidez como pórticos, núcleos rigidizadores y muros.

### 1.3.2.3.- Coeficientes de seguridad

"Las tablas se encuentran calculadas incluyendo los siguientes coeficientes" Cargas(Q)= 1,6, Hormigón= 1,6, Acero= 1,16

A continuación se recogen en una tabla las acciones utilizadas que se han evaluado de acuerdo con la MV-101. En algún caso se hace necesaria una interpolación, al no conocer el valor exacto. No hay que olvidar que en el momento de la redacción del proyecto original se preveían otros usos en la cubierta (guardería, oficinas, etc), por tanto a la hora de considerar las sobrecargas de uso se tendrán en cuenta las de uso docente y administrativo.

Peso Propio	Carga permanente	Sobrecarga uso	Viento	Total (Q)
Losa aligerada de hormigon con bloques ceramicos t=5 330 Kg/m <sup>2</sup>	Baldosa Hidraulica grueso 5cm 80 Kg/m <sup>2</sup>	Uso: Azoteas accesibles al público. Uso docente 300 Kg/m <sup>2</sup>	Presión dinamica altura 0-10, situacion normal 50 Kg/m <sup>2</sup>	
	Hormigón de pendientes (celular) 10cm 100 Kg/m <sup>2</sup>	Nieve: para altitud de 0 a 200 m 40 Kg/m <sup>2</sup>	Sobrecarga sobre cubierta p=0,4x50 20 Kg/m <sup>2</sup>	
	Aislante térmico 10 cm 20Kg/m <sup>2</sup>	Balcones: 200 Kg/m	Sobrecarga sobre fachada p=0,8x50 40 Kg/m <sup>2</sup>	
	Revoco de cemento 16 Kg/m <sup>2</sup>	Antepechos: Uso público 100 Kg/m		
	Impermeabilizante asfáltico 13 Kg/m <sup>2</sup>			

Con-carga	Uso	Viento	
559 Kg/m <sup>2</sup>	340 Kg/m <sup>2</sup>	110 kg/m <sup>2</sup>	899 Kg/m <sup>2</sup>

Una vez obtenida la carga Q (total acciones gravitatorias) se procede a seguir la normativa NTE-EHR de 1973 al pié de la letra, en orden de conocer el dimensionamiento de la losa de cubierta existente.

### 1.3.3.- Resistencia materiales estructura

Hormigón: Resistencia Característica 175Kg/cm<sup>2</sup>

Acero en redondos: AE-42N

Acero en perfiles: AE-42b

Posteriormente se comparan las resistencias de estos materiales con los que se emplean en la actualidad.

### 1.4- Cálculo del forjado

En este punto nos encontramos como en 1965, y vamos a seguir los pasos que muy probablemente siguieron entonces los GO-DB a la hora de calcular la losa.

#### 1.4.1- Elección del tipo

Primero se realiza un predimensionado "del canto  $H$  del forjado a partir de las dimensiones  $M \times N$  de los vanos adyacentes y del valor  $q$  de la carga gravitatoria, excluido el peso propio del forjado"

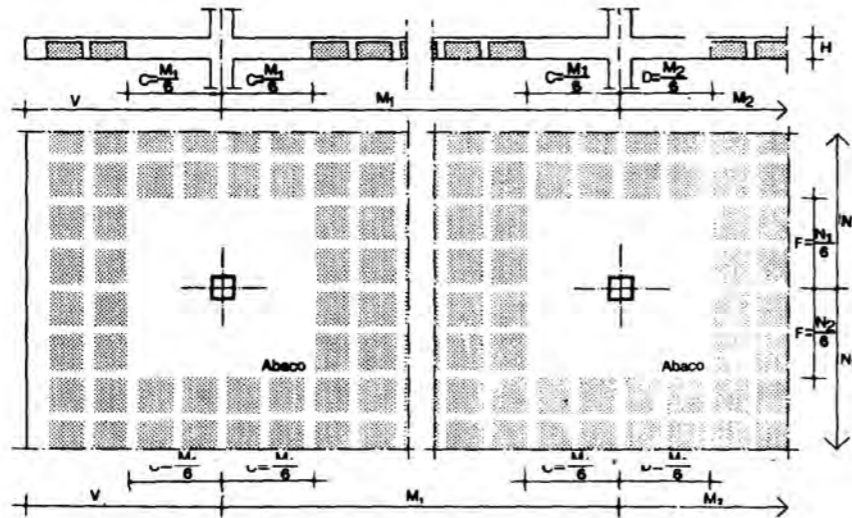
Tabla	$M \cdot N$		$H$		$M \cdot N$		$H$	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
			$q \leq 400$	$q > 400$			$q \leq 400$	$q > 400$
Carga $q$ Recuadro $M \cdot N$ $\rightarrow$ $H$	400 - 400		20	20	650 - 550		25	30
	450 - 400		20	20	650 - 600		25	30
	450 - 450		20	20	650 - 650		25	30
	500 - 400		20	20	700 - 400		30	35
	500 - 450		20	20	700 - 450		30	35
	500 - 500		20	20	700 - 500		25	30
	550 - 400		20	25	700 - 550		25	30
	550 - 450		20	25	700 - 600		25	30
	550 - 500		20	25	700 - 650		25	30
	550 - 550		20	25	700 - 700		25	30
	600 - 400		25	25	750 - 400		30	35
	600 - 450		25	25	750 - 450		30	35
	600 - 500		25	25	750 - 500		30	35
	600 - 550		25	25	750 - 550		30	30
	600 - 600		25	25	750 - 600		30	30
	650 - 400		25	30	750 - 650		30	30
650 - 450		25	30	750 - 700		30	30	
650 - 500		25	30	750 - 750		30	30	

El canto del forjado obtenido, a pesar de que los valores de  $M$  y  $N$  no son 7,5 metros sino que son ligeramente superiores ( $M=7,9m$  y  $N=7,56m$ ), resulta de **30 cm**.

#### 1.4.2.-Dimensionamiento de los ábacos

Alrededor de cada soporte el forjado irá macizado de hormigón en todo su espesor formando un ábaco de dimensión mínima en cada dirección, medida desde el eje del soporte al borde del ábaco, igual a  $1/6$  de la luz contigua correspondiente

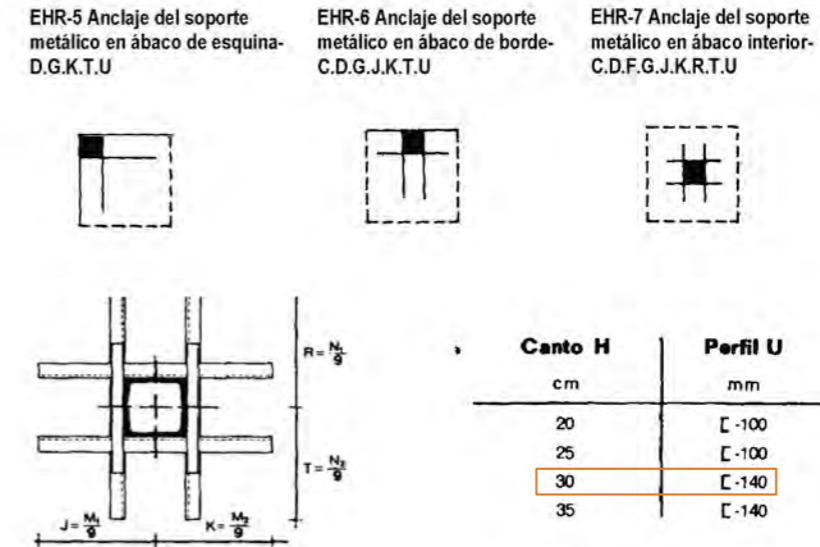
Los ábacos exteriores, de recuadros de borde o de esquina con voladizo, tendrán en la dirección del vuelo una dimensión mínima, medida desde el eje del soporte al borde del ábaco, igual a  $1/6$  de la luz contigua en la misma dirección



#### 1.4.3.- Refuerzo del soporte metálico en los ábacos

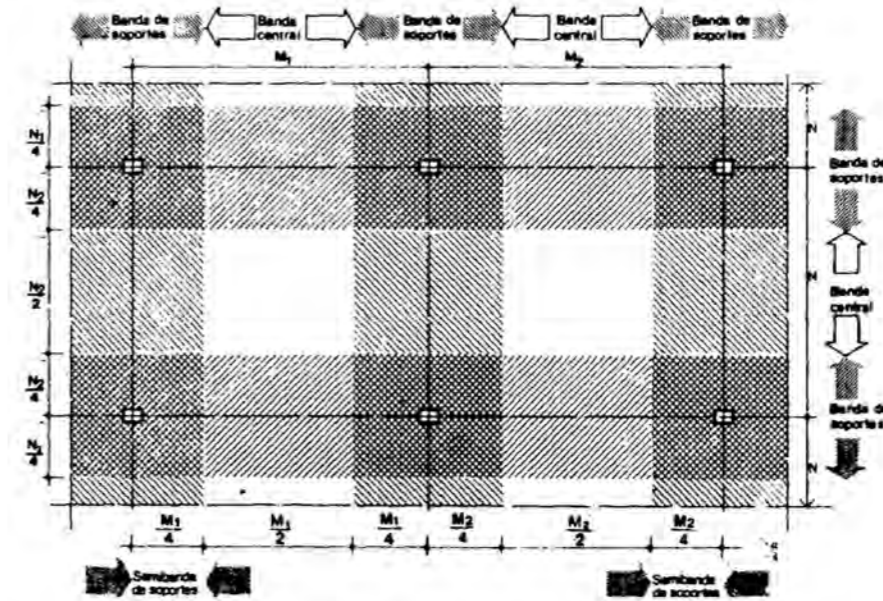
En los soportes metálicos, se reforzará su unión al ábaco con perfiles  $U$ , colocados según las especificaciones **EHR-5**, **EHR-6**, **EHR-7**.

La dimensión de estos perfiles, medida desde el eje del soporte al borde de los mismos, será igual a  $1/9$  de la luz contigua en la misma dirección, y su sección la que se indica en el cuadro adjunto en función del canto  $H$  del forjado.

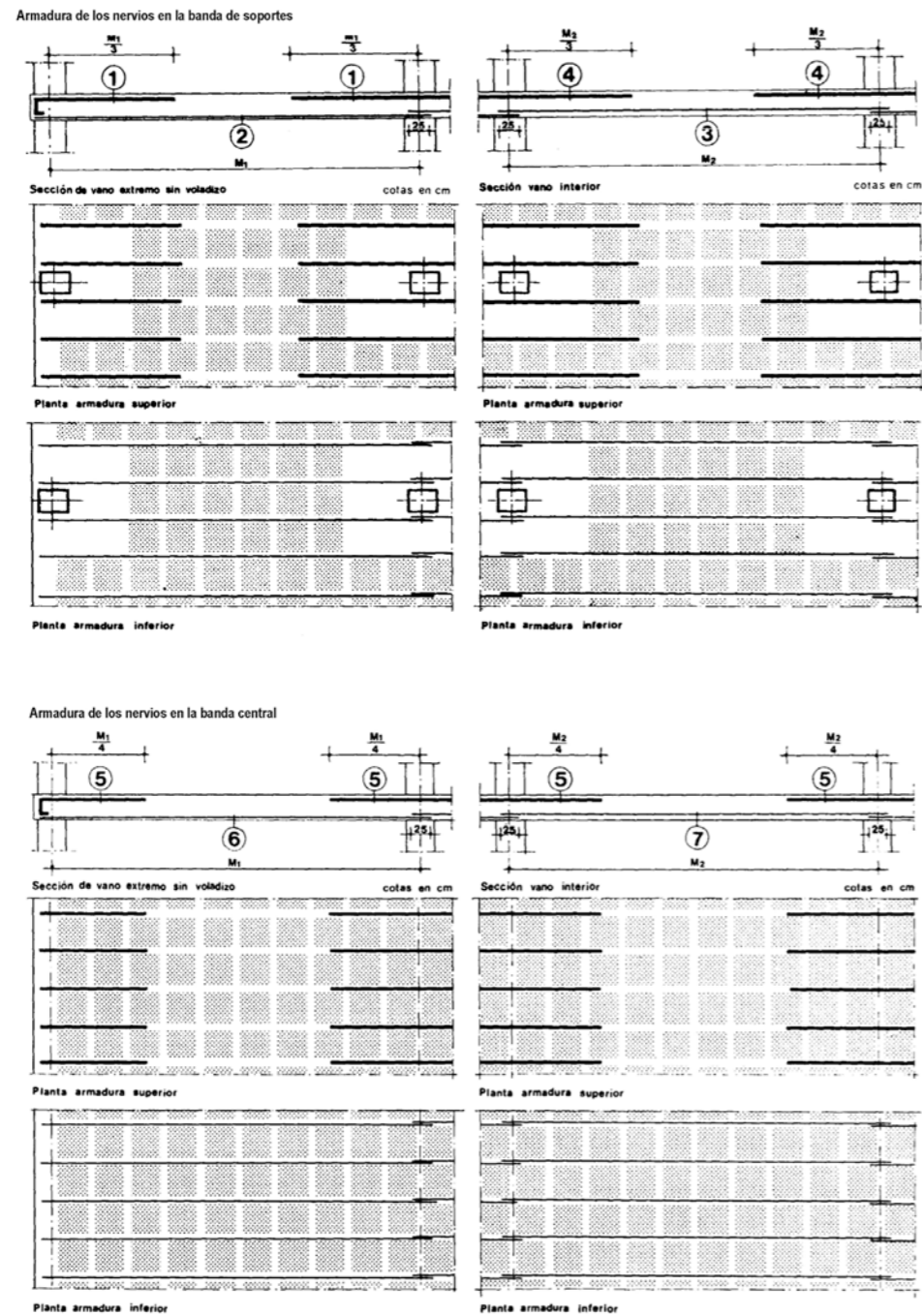


#### 1.4.4.- Armadura de nervios

Para el cálculo de las armaduras necesarias en cada uno de los nervios de un recuadro, apoyado sobre soportes aislados, se considerará previamente dicho recuadro, dividido en bandas paralelas a los nervios y con las siguientes dimensiones:



Cada uno de los nervios, incluso los perimetrales pertenecientes a cada una de estas bandas, llevarán la armadura cuya posición y longitud se indica en el esquema siguiente.



#### 1.4.5.- Tabla de recuadros

En la Tablas 1 a 14, para cada recuadro de luces  $M \times N$  se obtienen los diámetros de las armaduras en cada nervio y para las posiciones: 1,2,3,4,5,6 y 7 definidas en el esquema anterior.

En el caso de que el tipo o número de redondos en las posiciones 1, 4 o 5 sea diferente en dos vanos contiguos, se tomará la armadura de mayor sección

Cuando sea necesario mas de un redondo en las posiciones 2, 3, 6 o 7 se colocarán según indican las figuras.

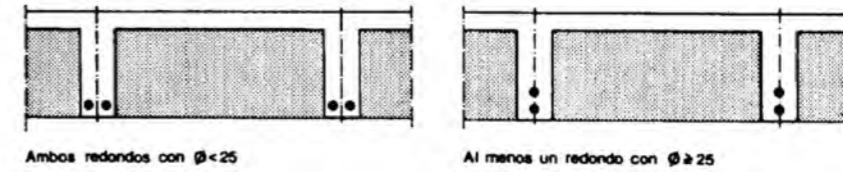


Tabla 9

$H=30$   
 $S=60$

Carga  $Q$  en  $Kg/cm^2$

Sección de vano extremo sin voladizo (30x60 cm)

Sección vano interior (30x60 cm)

armadura paralela a M  
armadura paralela a N

Carga $Q$ en $Kg/cm^2$	Armadura paralela al lado mayor M							Recuadro M-N	Armadura paralela al lado menor N						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
$Q = 1000$	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	2 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$	450-450	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	2 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$
	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	2 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$	500-450	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	2 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$
	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$	500-500	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$
	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	550-450	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	2 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$
	1 $\phi 32$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	550-500	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$
	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	550-550	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$
	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	600-450	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	2 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$
	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	600-500	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$
	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	600-550	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$
	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	600-600	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$
2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	650-450	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	2 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$	
2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	650-500	1 $\phi 32$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$	
2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	650-550	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	
2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	650-600	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	
2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	650-650	2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	
2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	700-450	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 25$	1 $\phi 12$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$	
2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	700-500	1 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	1 $\phi 10$	
2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	700-550	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	2 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	
2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	700-600	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	1 $\phi 32$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	
2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	700-650	2 $\phi 32$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	2 $\phi 25$	1 $\phi 16$	1 $\phi 16$	1 $\phi 12$	
2 $\phi 32$	2 $\phi 16$	1 $\phi 20$	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	700-700	2 $\phi 32$	2 $\phi 16$	1 $\phi 20$	2 $\phi 25$	1 $\phi 20$	1 $\phi 20$	1 $\phi 16$	

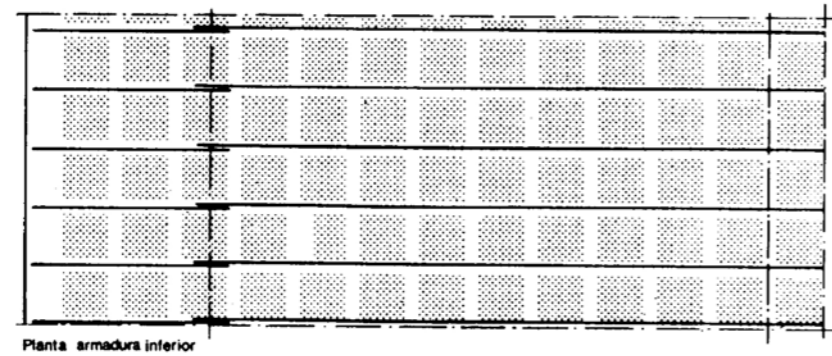
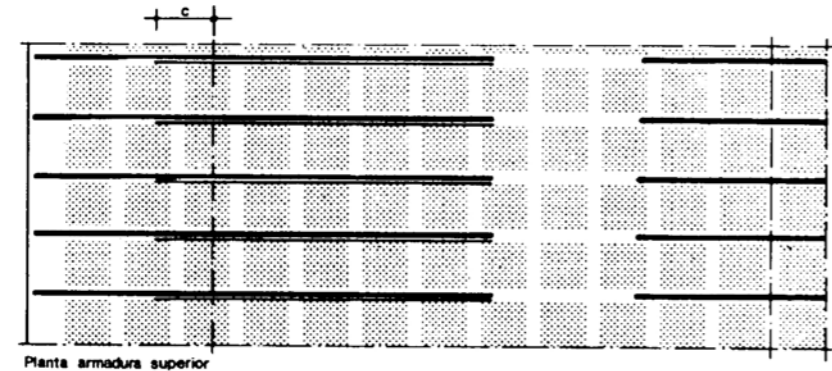
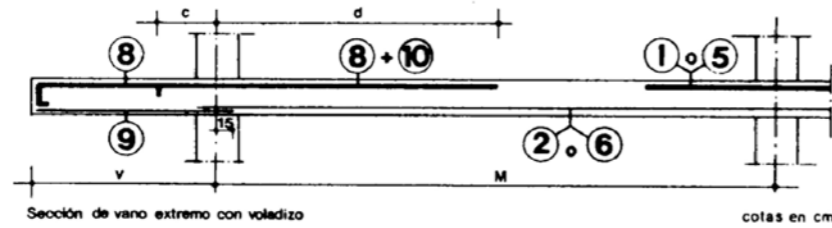
Como se puede comprobar en las tablas anteriores no hay valores para las longitudes  $M \times N$  propias de nuestro edificio, ya que no pasan de  $750 \times 750$  cm, siendo la longitud de nuestros vanos de  $790 \times 756$  cm. Lo que realizaremos, a fin de compensar este aumento de longitud, será considerar que la carga  $Q$  es mayor a la nuestra, con una  $Q=1000Kg/m^2$  en vez de la nuestra ( $Q=899Kg/m^2$ ), y para unas luces menores, de  $750 \times 750$ , confiando en que resulte válida la elección.

De todas maneras si la armadura escogida resultase menor de la colocada en la realidad, a la hora de efectuar los cálculos, ésta tendría menor capacidad portante y por ello nos colocamos del lado de la seguridad.



### 1.4.6.- Voladizos

En los voladizos, cada uno de los nervios, incluso los perimetrales llevarán la armadura cuya disposición y longitud se indica en el siguiente esquema, con independencia de la banda a que pertenezcan.



En nuestro caso las dimensiones de los voladizos que afectan al área de la intervención son de  $v=50$  cm. A continuación se entra en la **tabla 17** y para un forjado de canto  $H=30$ ,  $v=50$ ,  $Q=1000\text{Kg/m}^2$  y  $P=200\text{Kg/m}$  (según artículo 3.5 de la MV-101/1962) el armado que se obtiene es el que sigue.

Tabla 17

S en cm	Q en $\text{kg/m}^2$	P en $\text{kg/m}$	Armadura en la dirección del vuelo v					
			v=50	v=75	v=100	v=150	v=200	v=250
			8 8	8 8	8 8	8 8	8 8	8 8
	1000	300	1Ø8 1Ø8	1Ø8 1Ø8	1Ø10 1Ø8	1Ø16 1Ø8	1Ø20 1Ø8	1Ø32 1Ø20
	800	300	1Ø8 1Ø8	1Ø10 1Ø8	1Ø12 1Ø8	1Ø20 1Ø8	1Ø25 1Ø8	2Ø25 2Ø20
	900	300	1Ø10 1Ø8	1Ø12 1Ø8	1Ø16 1Ø8	1Ø20 1Ø8	2Ø20 1Ø20	• •

En la tabla 19 se obtiene el diámetro de la armadura en la posición 10 a partir de:

Para la banda de soportes:

1-La armadura determinada en la **posición 8** del voladizo.

2-La armadura determinada en la **posición 1** correspondiente a los nervios del recuadro adjunto situados en prolongación del vuelo.

Para la banda de central:

1-La armadura determinada en la **posición 8** del voladizo.

2-La armadura determinada en la **posición 5** correspondiente a los nervios del recuadro adjunto situados en prolongación del vuelo.

Las longitudes **c y d** en el esquema anterior tomaran los siguientes valores en cm:

$$c = 40\theta + H$$

d= el mayor de los siguientes

Para la banda de soportes;  $d = 1,6v$ ;  $d = M/3$

Para la banda central;  $d = 1,5v$ ;  $d = M/4$

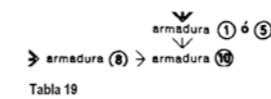


Tabla 19

Armadura en la posición 8	Armadura en la posición 1 ó 5												
	1Ø8	1Ø10	1Ø12	1Ø16	1Ø20	2Ø16	1Ø25	2Ø20	1Ø32	2Ø25	3Ø25	2Ø32	3Ø32
1Ø8	0	1Ø8	1Ø10	1Ø16	1Ø20	2Ø16	1Ø25	2Ø20	1Ø32	2Ø25	3Ø25	2Ø32	3Ø32
1Ø10	0	0	1Ø8	1Ø12	1Ø20	2Ø16	1Ø25	2Ø20	1Ø32	2Ø25	3Ø25	2Ø32	3Ø32
1Ø12	0	0	0	1Ø10	1Ø16	1Ø20	2Ø16	2Ø20	1Ø32	2Ø25	3Ø25	2Ø32	3Ø32
1Ø16	0	0	0	0	1Ø12	1Ø16	1Ø20	1Ø25	1Ø20	1Ø32	3Ø25	2Ø32	3Ø32
1Ø20	0	0	0	0	0	1Ø12	1Ø16	1Ø20	1Ø25	1Ø32	3Ø25	3Ø25	3Ø32
2Ø16	0	0	0	0	0	0	1Ø12	1Ø20	2Ø16	2Ø20	3Ø25	3Ø25	3Ø32
1Ø25	0	0	0	0	0	0	0	1Ø16	1Ø20	1Ø25	2Ø25	3Ø25	3Ø32
2Ø20	0	0	0	0	0	0	0	0	1Ø16	2Ø16	2Ø25	2Ø25	3Ø32
1Ø32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1Ø16	1Ø32	1Ø32	2Ø32
2Ø25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1Ø25	2Ø20	3Ø25
3Ø25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1Ø16	2Ø25
2Ø32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1Ø32
3Ø32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Al comprobar esta última tabla observamos que en la **posición 5** no es necesaria la colocación de ningún tipo de armadura en la **posición 10**. En cambio en la **posición 1** la armadura se convierte en **3Ø25** en vez de las **2Ø32** del anterior dimensionado.

### 1.4.7.- Nervio perimetral. Dimensiones

Irá situado en todo el perímetro del forjado, manteniendo el canto  $H$  del mismo y  $B$  que se indica. Para un canto  $H=30\text{cm}$  el ancho resultante es  $B=30\text{cm}$ .

### 1.4.8.- Armadura del nervio perimetral

Ademas de la armadura que le corresponde como nervio de la banda de soportes, para un canto  $H=30$  llevará: Armadura 6 barras de diámetro 14. Cerco de diámetro 8 cada 15cm. En los planos adjuntos se ha indicado la posición del nervio perimetral (zuncho), pero no se ha grafiado su armado a fin de evitar confusiones con el resto de armaduras.

**1.4.9.-Apoyo en muros perimetrales**

No se aplica

**1.4.10.- Refuerzo de huecos**

No se aplica

**1.4.11.- Refuerzo bajo cargas concentradas**

No se aplica

**1.4.12.- Armadura complementaria ábacos**

Estará formada por 1 barra de diámetro 10 situada en cada eje del entrevigado, entre las armaduras generales del forjado y en contacto con las de dirección normal a ella. Longitud en cada dirección igual a la del ábaco menos 10cm de separación en los extremos. Se dispondrán además el anclaje al soporte previsto en la especificación que le corresponda.

**1.4.13.- Planos del armado**

Para concluir este apartado se adjuntan los planos del armado superior e inferior de la losa del forjado de cubierta. Se incluyen las dos zonas de estudio escogidas de la losa con la dimensión de las barras indicada sobre ellas.

**1.5.- Calculo de los soportes metálicos**

A continuación se va a proceder a realizar el mismo ejercicio seguido anteriormente pero en este caso con los soportes metálicos del edificio, para poder conocer sus dimensiones exactas y resistencia.

En un principio y como se comentó anteriormente, este apartado no debería ser necesario, ya que la esencia de la intervención consiste en realizar perforaciones, por lo que las cargas que han de transmitir los soportes se ven reducidas. Es obvio que al alterar la distribución de cargas, la losa cambia su estado de equilibrio de fuerzas, generándose muy presumiblemente nuevos esfuerzos cortantes y momentos flectores que influyen directamente sobre los pilares, al encontrarse los nudos de éstos con un enlace de tipo empotramiento con la losa. Por ello nos limitaremos a obtener el tipo de pilar según sea centrado (ámbito de carga completo 7.9x7.5m), de medianería o en junta de dilatación (medio ámbito de carga 3.95x7.5m) y de esquina (un cuarto de ámbito de carga 3.85x3.75m).

Se seguirá la norma **NTE-EAS de 1982** que regula el dimensionamiento de los soportes metálicos.

**1.5.1.- Obtención del canto H del soporte**

Se predimensionará H en la Tabla 1. Para poder entrar a dimensionar H en dicha tabla se ha de conocer el valor N o **esfuerzo normal en t**. Este valor se obtiene de la **Norma Básica MV-103 del 1973** (Cálculo de las estructuras de acero laminado en edificación), resultante de la suma de todas las cargas sobre el soporte (permanentes y sobrecargas). En función de la posición del soporte se obtienen tres tipos de esfuerzos normales:

- a)  $7.9 \times 7.5 \times 899 = 53,26t$
- b)  $3.95 \times 7.5 \times 899 = 26,63t$
- c)  $3.85 \times 3.75 \times 899 = 13,316t$

Una vez obtenido el esfuerzo normal en t sin mayorar y conociendo la longitud L del soporte (3m) entramos en la tabla 1 para obtener la dimensión del canto H del soporte según la carga sea centrada o descentrada.

**Predimensionado**

El predimensionado del canto H en mm del soporte se obtiene en la Tabla 1 en función de la posición de la carga con respecto al soporte, la luz L en m, la carga sin mayorar N en t, y el Tipo de sección.

**Tabla 1**

Posición de carga  
 ↓  
 Tipo de sección  
 ↓  
 L → N → H

L en m	Soporte interior Posición de carga: Centrada						Soporte exterior Posición de carga: Descentrada							
	N en t	HEB	UPN	UPN	UPN	IPN	IPN	IPN	IPN	IPN	IPN	IPN	IPN	IPN
3,0	10	100	↓	↓	↓	•	•	10	100	100	↓	↓	•	•
	20	120	↓	↓	↓	•	•	20	120	120	100	100	•	•
	30	↓	100	100	100	•	•	30	140	140	120	120	•	•
	40	140	120	120	120	•	•	40	↓	160	140	140	•	•
	50	↓	140	↓	↓	•	•	50	160	180	160	160	•	•
	60	160	↓	140	140	•	•	60	↓	200	↓	180	•	•
	70	↓	160	160	160	•	•	70	180	↓	180	200	•	200
	80	180	180	180	180	•	•	80	↓	220	200	↓	200	↓
	90	↓	200	↓	↓	•	200	90	200	↓	↓	220	↓	220
	100	↓	↓	200	200	200	↓	100	↓	240	220	↓	↓	↓
	110	200	220	↓	220	↓	220	110	↓	↓	240	240	220	240
	120	↓	↓	220	220	↓	↓	120	220	260	240	↓	↓	↓
	130	220	240	↓	220	220	240	130	↓	↓	240	260	240	270
	140	↓	↓	240	240	↓	↓	140	240	280	260	↓	↓	↓
	150	↓	260	↓	240	240	270	150	↓	↓	280	↓	↓	↓
	160	240	↓	260	260	↓	↓	160	↓	300	280	↓	260	300
	170	↓	280	280	280	260	↓	170	260	↓	↓	300	↓	↓
	180	260	↓	↓	↓	↓	300	180	↓	↓	↓	↓	280	↓
	190	↓	300	300	300	↓	↓	190	280	↓	↓	↓	↓	↓
	200	280	•	•	•	280	•	200	300	•	•	•	300	•

Para un soporte de tipo UPN resulta de un canto H de:

- a) H=140mm para N=53,26t
- b) H=140mm para N= 26,63t
- c) H=100mm para N= 13,316t

Si miramos a continuación la primera tabla que aparece en la NTE-EAS podemos saber la dimensión final del soporte:

- a) UPN empresillado cerrado = 140
- b) UPN cajón = 140 (al ser de medianera tiene que ser en cajon)
- c) UPN empresillado cerrado = 100

Canto H	Simple HEB	Cajón UPN	Empresillado UPN Abierto		Empresillado UPN Cerrado		Empresillado IPN			Empresillado IPE			
	T	T	S=V	T	V	S=T	V	S	T	V	S	T	
100	100	100	100	200	100	200	—	—	—	—	—	—	
120	120	110	120	230	110	220	—	—	—	—	—	—	
140	140	120	140	260	130	250	—	—	—	—	—	—	
160	160	130	160	290	150	280	—	—	—	—	—	—	
180	180	140	180	320	160	300	—	—	—	—	—	—	
200	200	150	200	350	170	320	170	260	350	180	280	380	
220	220	160	220	380	190	350	188	280	372	190	300	410	
240	240	170	250	420	200	370	194	300	406	208	320	432	
260	260	180	300	480	220	400	237	350	463	•	•	•	
270	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	215	350	485
280	280	190	320	510	230	420	251	370	489	•	•	•	
300	300	200	350	550	250	450	275	400	525	250	400	550	

H, S, T, V en mm  
 • No existe en la Serie.  
 — No se contempla en la Norma.

1.5.2.- Comprobación del canto H del soporte

Se ha de comprobar a continuación que la secciona elegida es capaz de resistir las solicitaciones de agotamiento Nu, Mxu, Myu:

Para ello es necesario aplicar los coeficientes de mayoración correspondientes a la carga permanente 1.33 y a la sobrecarga 1,5. Si efectuamos esto para los tres tipos de soportes:

- a) Nu= (7,9x7,5)x560x1,33 + (7,9x7,5)x340x1,5 = 73,351t
- b) Nu= (3,95x7,5)x560x1,33 + (3,95x7,5)x340x1,5 = 36,67t
- c) Nu= (3,95x3,75)x560x1,33 + (3,95x3,75)x340x1,5 = 18,33t

Mxu y Myu se considerara dependiendo de la excentricidad de calculo para cada soporte. En el caso del centrado no existe excentricidad alguna, ya que se aplica la carga completamente a eje del pilar. Por el contrario en el pilar de medianeria se produce una excentricidad en la direcci6n del vano mayor (7,9m) del orden de 0,125m, si medimos desde el eje del soporte a la cara externa del perfil UPN donde apoyan las crucetas del 6baco, es decir que si que existirá un Mxu. Por 6ltimo, en el caso de pilar de esquina, la excentricidad se produce en las dos direcciones, tanto vano mayor como menor, siendo 6stas de 0,125m y 0,07, es decir existirá un Mxu y Myu.

- b) Mxu= 36,67x0,07= 2,56mt
- c) Mxu= 18,33x0,125= 2,29mt
Myu= 18,33x0,07= 1,38mt

Tabla 3
Soporte Caj6n

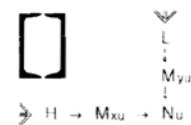


Table with columns for length L (2.5, 3.0, 3.5, 4.0) and height H (0.0 to 4.0) showing moment values Mxu and Myu.

Tabla 5
Soporte Empesillado UPN Cerrado

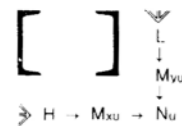


Table with columns for length L (2.5, 3.0, 3.5, 4.0) and height H (0.0 to 3.5) showing moment values Mxu and Myu.

Hay que interpolar para ver si el soporte empesillado upn cerrado 140mm es v6lido para el pilar de esquina:

Mxu= 34-10/10=2,4x4=9,6
34-9,6= 24,4t
Myu= 24,4-22/5=0,48x4=1,92

24,4-1,92= 22,48t mayor que Nu= 18,33t
Por tanto es v6lida la dimensi6n de 140mm

1.5.3.- Dimensionado chapas de cabeza y base

El espesor de las chapas de cabeza y base de los soportes, Es en mm, y el espesor del cord6n de soldadura con el perfil o perfiles y con el soporte inferior Gc en mm, se obtiene en la Tabla 8, en funci6n de la Serie del perfil y del canto H en mm.

Tabla 8

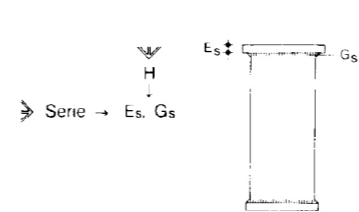


Table showing thickness (Es, Gc) and weld thickness (Gs) for series HEB, UPN, IPN, IPE across various height values H.

No existe en la Serie

1.5.4.- Dimensionado soldadura de los perfiles UPN en soportes de Caj6n

La distancia entre centros de cordones consecutivos D en mm, la longitud de los cordones C en mm y su espesor en Gc en mm, se obtienen en la tabla 9, en funci6n del canto H en mm

Tabla 9

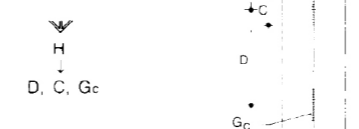


Table showing weld dimensions (D, C, Gc) for series UPN across various height values H.

1.5.5.- N6mero de pares de presillas

El n6mero de pares de presillas n se obtiene en la Tabla 10 en funci6n de la Serie del perfil del canto H en mm, y la luz L en m.

Tabla 10

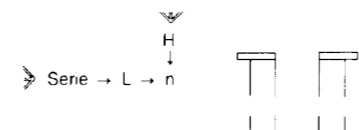


Table showing the number of pairs of stiffeners (n) for series UPN, IPN, IPE across various length L and height H values.

n n6mero de pares de presillas

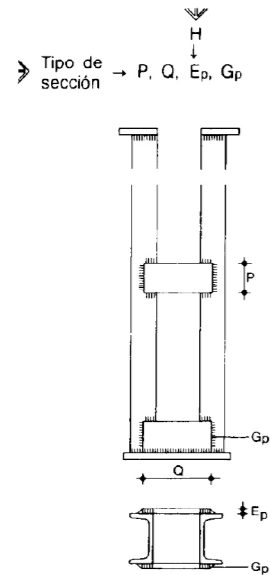
### 1.5.6.- Dimensiones de las presillas

Las dimensiones de las presillas P, Q y  $E_p$  en mm, y el espesor del cordón de soldadura con los perfiles  $G_p$  en mm, se obtienen en la tabla 11 en función del tipo de sección y el canto H en mm.

#### Dimensiones de las presillas

Las dimensiones de las presillas: P, Q y  $E_p$  en mm, y el espesor del cordón de soldadura con los perfiles  $G_p$  en mm, se obtienen en la Tabla 11 en función del Tipo de sección y el canto H en mm.

Tabla 11



Tipo de sección	H en mm													
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	270	280	300	300	300
<b>Empresillado UPN Abierto</b>														
P	80	80	80	80	90	100	110	120	130	•	140	150		
Q	180	200	220	240	270	300	330	370	430	•	460	500		
$E_p$	8	8	8	8	8	8	8	8	10	•	10	10		
$G_p$	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0	•	5,0	5,5		
<b>Empresillado UPN Cerrado</b>														
P	80	80	80	80	90	100	110	120	130	•	140	150		
Q	180	200	230	260	280	300	330	350	380	•	400	430		
$E_p$	8	8	8	8	8	8	8	8	10	•	10	10		
$G_p$	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0	•	5,0	5,5		
<b>Empresillado IPN</b>														
P						100	110	120	130	•	140	150		
Q						310	340	360	420	•	440	480		
$E_p$						8	8	8	10	•	8	8		
$G_p$						4,0	4,5	4,5	5,0	•	5,0	5,0		
<b>Empresillado IPE</b>														
P						100	110	120	•	130	•	140		
Q						330	360	380	•	420	•	470		
$E_p$						8	8	8	•	8	•	8		
$G_p$						3,5	3,5	3,5	•	4,0	•	4,0		

• No existe en la Serie

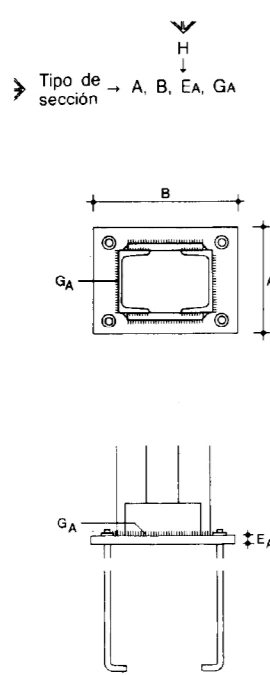
#### Dimensiones de las presillas y su soldadura

### 1.5.7.- Placa de anclaje centrada en la cimentación

Aunque el predimensionado que se ha llevado a cabo anteriormente se ha realizado de los soportes de la planta primera, se puede ver mediante este apartado como se debe producir el anclaje a la cimentación.

Las dimensiones de la placa centrada en la cimentación: A, B, y  $E_a$  en mm, y el espesor del cordón de soldadura con el soporte  $G_a$  en mm, se obtienen en la tabla 12 en función del tipo de sección y el canto H en mm

Tabla 12



Tipo de sección	H en mm													
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	270	280	300	300	300
<b>Simple</b>														
A	240	260	280	300	350	380	420	450	480	•	500	550		
B	240	260	280	300	350	380	420	450	480	•	500	550		
$E_a$	12	15	20	25	30	30	35	35	35	•	40	40		
$G_a$	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	6,5	7,0	•	7,0	7,0		
<b>Cajón</b>														
A	240	260	280	310	350	380	420	450	480	•	500	540		
B	240	250	260	280	300	330	350	370	400	•	420	440		
$E_a$	20	22	25	25	30	30	35	35	35	•	40	40		
$G_a$	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	6,5	7,0	•	7,0	7,0		
<b>Empresillado UPN Abierto</b>														
A	240	260	280	300	320	340	360	380	400	•	420	440		
B	340	370	400	430	460	490	520	560	620	•	650	690		
$E_a$	18	20	20	20	22	22	22	22	22	•	22	22		
$G_a$	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	6,5	7,0	•	7,0	7,0		
<b>Empresillado UPN Cerrado</b>														
A	240	260	280	300	320	340	360	380	400	•	420	440		
B	340	360	390	420	440	460	490	510	540	•	560	590		
$E_a$	18	20	20	20	22	22	22	22	25	•	25	25		
$G_a$	4,0	4,5	4,5	5,0	6,0	6,0	6,5	6,5	7,0	•	7,0	7,0		
<b>Empresillado IPN</b>														
A						340	360	380	400	•	420	440		
B						490	520	550	600	•	630	670		
$E_a$						22	22	22	25	•	25	25		

### 1.5.7.- Disposiciones constructivas

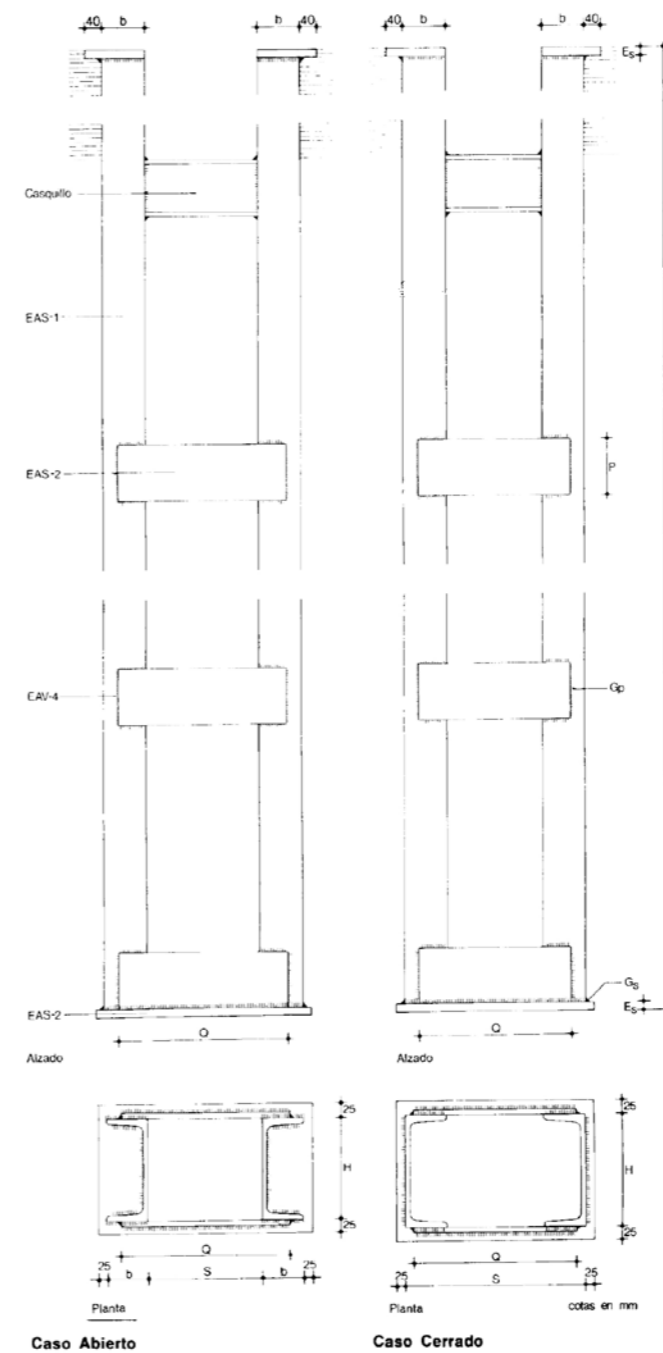


Estructuras de Acero

## Soportes



#### EAS-5 Soporte Empresillado UPN-Caso H-L-Es-Gs-n-P-Q-Ep-Gp



**EAS-1 Perfil**  
Par de perfiles iguales de la Serie UPN, canto H y longitud L-2  $E_e$  en mm dispuestos enfrentados, con separación entre almas S en mm según Documentación Técnica, unidos mediante presillas.  
Caso Abierto: las alas orientadas hacia afuera de la sección.  
Caso Cerrado: las alas orientadas hacia adentro de la sección.  
A la altura fijada en Documentación Técnica llevará soldado el casquillo central de apoyo de la viga pasante según la Norma NTE-EAV.

**EAS-2 Chapa**  
Par de chapas de cabeza. De espesor  $E_s$  en mm, niveladas en el extremo superior del soporte y unidas a los respectivos perfiles mediante cordón continuo de soldadura, con vuelo exterior a la sección de 40 mm según dibujos.  
Chapa de base. De igual espesor que las chapas de cabeza, centrada y nivelada en el extremo inferior del soporte y unida a los perfiles mediante cordón continuo de soldadura, con vuelo de 25 mm a cada lado.  
En los soportes apoyados en la cimentación, la chapa de base se sustituye por la placa de anclaje. En los soportes de la última planta se soldará a cabeza otra chapa igual a la chapa de base, tras el montaje de la viga pasante.  
Presillas. De dimensiones P, Q y  $E_p$  en mm, soldadas por pares a ambos lados de los perfiles. Número de pares de presillas n, distribuidos uniformemente desde la base del soporte hasta el casquillo de apoyo de la viga pasante.

**EAV-4 Cordón de soldadura en ángulo.**  
Continuo en la unión de los perfiles con las chapas en todo el perímetro de contacto y en la unión del soporte con el soporte inferior si lo hubiera. Espesor  $G_s$  en mm según Documentación Técnica. Continuo en la unión de las presillas con los perfiles en el perímetro exterior de contacto.

## 2. CUMPLIMIENTO DEL CTE EN LO RELATIVO A LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Se procede a la justificación del cumplimiento del CTE tras la realización de los huecos sobre el forjado existente.

La estructura resultante de la intervención se ha calculado según lo establecido en los siguientes Documentos Básicos:

DB-SE: Bases de cálculo.

DB-SE-AE: Acciones en la edificación.

Además se ha tenido en cuenta la resistencia al fuego de la estructura, contemplado en el DB-SI: Seguridad en caso de incendio, concretamente el apartado SI-6: Resistencia al fuego de la estructura, y la normativa que regula las estructuras de hormigón estructural, la EHE-08.

### 2.1.- Cumplimiento del DB-SE: Bases de cálculo.

Tal y como recoge el DB, la estructura se ha analizado y dimensionado tanto a Estados Límites Últimos como a Estados Límites de Servicio. El motivo principal de estas comprobaciones radica en garantizar que el edificio cumple todos los requisitos estructurales para los que se ha concebido, tanto a nivel de estabilidad y seguridad, como de confort de los usuarios, funcionamiento y apariencia de la construcción.

#### 2.1.1.- SE-1. Resistencia y estabilidad

Se calcula la estructura frente a Estados Límites Últimos (E.L.U) en aras de asegurar los principios básicos de estabilidad y resistencia adecuadas a la estructura dado que si el estado tensional superase el reflejado en el E.L.U se incurriría en un riesgo físico para las personas, llegando a dejar fuera de servicio el edificio o producir un colapso total o parcial de la estructura.

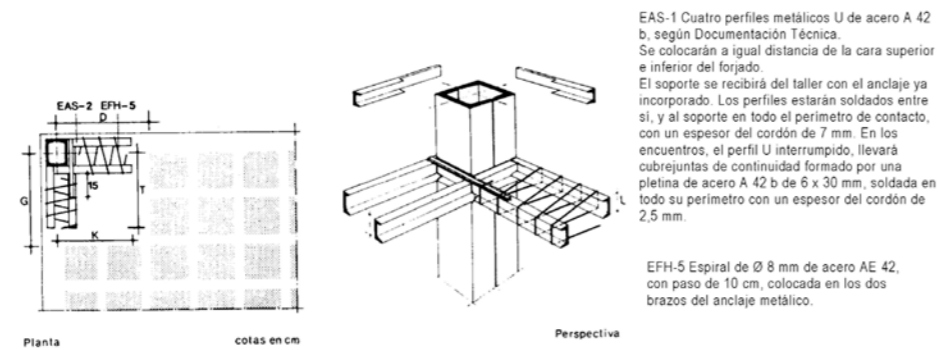
Los Estados Límites Últimos contemplados en el análisis, de acuerdo al DB-SE-3.2.1 son:

- Los debidos a una pérdida de equilibrio del edificio, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido.
- Los debidos a un fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales (incluidos los apoyos y la cimentación) o de sus uniones, o inestabilidad de elementos estructurales incluyendo los originados por efectos dependientes del tiempo y agentes externos (corrosión, fatiga, etc.).

Las verificaciones llevadas a cabo de los E.L.U y que aseguran la capacidad portante de la estructura son establecidos en el DB-SE-4.2.1 y son las siguientes :

1) Se ha de comprobar que el valor de cálculo del conjunto de las acciones desestabilizadoras ( $E_d, dst$ ) resulta inferior al valor de cálculo del efecto del conjunto de acciones estabilizadoras ( $E_d, stb$ ).

2) Se ha de comprobar que el valor de cálculo del efecto de las acciones ( $E_d$ ) resulta inferior al valor de cálculo de la resistencia de la estructura portante ( $R_d$ )



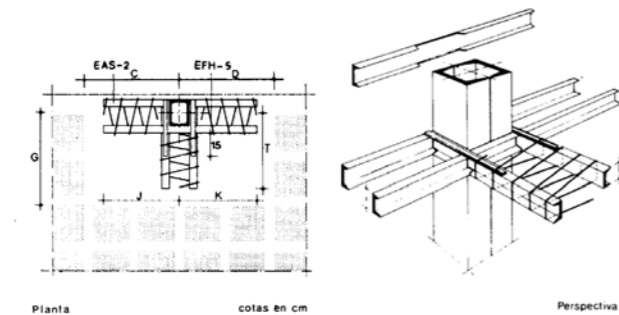
Planta cotas en cm

Perspectiva

EAS-1 Cuatro perfiles metálicos U de acero A 42 b, según Documentación Técnica. Se colocarán a igual distancia de la cara superior e inferior del forjado. El soporte se recibirá del taller con el anclaje ya incorporado. Los perfiles estarán soldados entre sí, y al soporte en todo el perímetro de contacto, con un espesor del cordón de 7 mm. En los encuentros, el perfil U interrumpido, llevará cubrejuntas de continuidad formado por una pletina de acero A 42 b de 6 x 30 mm, soldada en todo su perímetro con un espesor del cordón de 2,5 mm.

EFH-5 Espiral de  $\varnothing$  8 mm de acero AE 42, con paso de 10 cm, colocada en los dos brazos del anclaje metálico.

EHR-6 Anclaje de soporte metálico en ábaco de borde-C.D.G.J.K.T.U



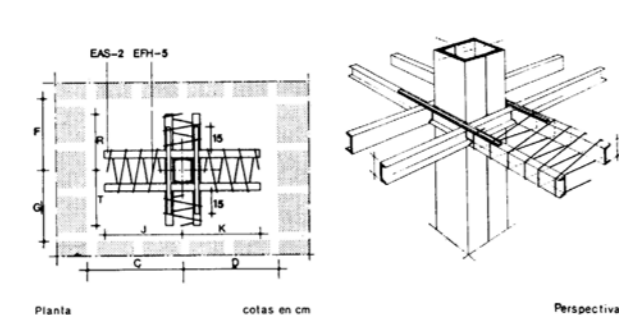
Planta cotas en cm

Perspectiva

EAS-1 Cuatro perfiles metálicos U de acero A 42 b, según Documentación Técnica. Se colocarán a igual distancia de la cara superior e inferior del forjado. El soporte se recibirá del taller con el anclaje ya incorporado. Los perfiles estarán soldados entre sí, y al soporte en todo el perímetro de contacto, con un espesor del cordón de 7 mm. En los encuentros, el perfil U interrumpido, llevará cubrejuntas de continuidad formado por una pletina de acero A 42 b de 6 x 30 mm, soldada en todo su perímetro con un espesor del cordón de 2,5 mm.

EFH-5 Espiral de  $\varnothing$  8 mm de acero AE 42, con paso de 10 cm, colocada en los tres brazos del anclaje metálico.

EHR-7 Anclaje de soporte metálico en ábaco interior-C.D.F.G.J.K.R.T.U



Planta cotas en cm

Perspectiva

EAS-1 Cuatro perfiles metálicos U de acero A 42 b, según Documentación Técnica. Se colocarán a igual distancia de la cara superior e inferior del forjado. El soporte se recibirá del taller con el anclaje ya incorporado. Los perfiles estarán soldados entre sí, y al soporte en todo el perímetro de contacto, con un espesor del cordón de 7 mm. En los encuentros, el perfil U interrumpido, llevará cubrejuntas de continuidad formado por una pletina de acero A 42 b de 6 x 30 mm, soldada en todo su perímetro con un espesor del cordón de 2,5 mm.

EFH-5 Espiral de  $\varnothing$  8 mm de acero AE 42, con paso de 10 cm, colocada en los cuatro brazos del anclaje metálico.

### 2.1.2.- SE-2 Aptitud al servicio.

Para asegurar el requisito básico de dotar al edificio de una estructura que permita un uso adecuado, sin deformaciones, etc, se ha calculado frente a Estado Limite de Servicio (E.L.S), ya que en caso de superar éstos, afectarían a la apariencia de la estructura y su funcionamiento.

Los Estados Limite de Servicio (E.L.S), considerados de acuerdo con el DB-SE 3.2.2 son los siguientes:

a) Las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de usuarios o al funcionamiento de equipos e instalaciones.

b) Las vibraciones que causan una falta de confort de las personas, o que afectan a la funcionalidad de la obra.

c) Los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

Se ha comprobado que para las situaciones de dimensionado pertinentes, el comportamiento es el adecuado, ya que el efecto de las acciones no alcanza el valor limite admisible establecido en el punto 4.3 del DB-SE.

### 2.1.3.- Hipótesis de calculo

Las hipótesis que se han considerado para el cálculo de la cubierta son las siguientes:

H1. Cargas Gravitatorias

H2. Sobrecargas de uso sobre el forjado de cubierta

H3. Nieve

La acción del viento no se ha tenido en cuenta a la hora del calculo de debido a que según el apartado 3.3.4 del DB-SE-AE, "en edificios con cubierta plana la acción del viento sobre la misma, generalmente de succión, opera habitualmente del lado de la seguridad, y se puede despreciar".

#### 2.1.3.a.- Combinación de Hipótesis de Calculo

Las combinaciones de Estados Limites Últimos resultantes según el DB-SE que contemplan las situaciones del proyecto, son:

$$ELU 1 = 1,35 G_k + 1,5 Q_{sobrecarga de uso} + 0,75 Q_{Sobrecarga de nieve}$$

$$ELU 2 = 1,35 G_k + 1,05 Q_{sobrecarga de uso} + 1,5 Q_{Sobrecarga de nieve}$$

De acuerdo a lo enunciado en el apartado 4.2.2 Combinación de Acciones del DB-SE:

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

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

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

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

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

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2

Y teniendo en cuenta los coeficientes parciales de seguridad para las acciones reflejados en la tabla 4.1 del DB-SE:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Asimismo se ha de tener en cuenta los coeficientes de simultaneidad de las acciones reflejados en la tabla 4.2 del DB-SE:

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		<sup>(1)</sup>	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

<sup>(1)</sup> En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Para Estados Limites de Servicio, según las distintas situaciones contempladas en el proyecto, las combinaciones de hipótesis resultantes que define el DB-SE son:

$$ELS 1 (\text{Característica 1}) = 1 G_k + 1 Q_{sobrecarga de uso} + 0,5 Q_{Sobrecarga de nieve}$$

$$ELS 2 (\text{Característica 2}) = 1 G_k + 0,7 Q_{sobrecarga de uso} + 0 Q_{Sobrecarga de nieve}$$

$$ELS 1 (\text{Frecuente 1}) = 1 G_k + 0,5 Q_{sobrecarga de uso} + 0 Q_{Sobrecarga de nieve}$$

$$ELS 1 (\text{Frecuente 2}) = 1 G_k + 0,3 Q_{sobrecarga de uso} + 0,2 Q_{Sobrecarga de nieve}$$

$$ELS 1 (\text{Casi Permanente 1}) = 1 G_k + 0,3 Q_{sobrecarga de uso} + 0 Q_{Sobrecarga de nieve}$$

De acuerdo a lo enunciado en el apartado 4.2.2 Combinación de Acciones del DB-SE:

#### 4.3.2 Combinación de acciones

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

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.6)$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico ( $G_k$ );
  - b) una acción variable cualquiera, en valor característico ( $Q_k$ ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
  - c) el resto de las acciones variables, en valor de combinación ( $\psi_0 \cdot Q_k$ ).
- 3 Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.7)$$

siempre:

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico ( $G_k$ );
  - b) una acción variable cualquiera, en valor frecuente ( $\psi_1 \cdot Q_k$ ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
  - c) el resto de las acciones variables, en valor casi permanente ( $\psi_2 \cdot Q_k$ ).
- 4 Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + P + \sum_{i=1}^n \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.8)$$

siempre:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico ( $G_k$ );
- b) todas las acciones variables, en valor casi permanente ( $\psi_2 \cdot Q_k$ ).

#### 2.1.3.B.- Coeficientes de seguridad

A la hora de establecer los coeficientes de seguridad adoptados en el cálculo se han tenido en cuenta, además de los establecidos en el DB-SE, y enunciados anteriormente, los específicos de la norma EHE sobre estructuras de Hormigón Armado

- Relativo a las acciones:

Coefficiente de mayoración de acciones permanentes: 1,5

Coefficiente de mayoración de acciones variables: 1,6

- Relativo a los materiales:

Coefficiente de minoración de la resistencia del hormigón: 1,5

Este coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón lo emplearemos cuando exista incertidumbre acerca de la resistencia final del material. En nuestro caso habría que realizar un estudio in situ, tomando probetas y siguiendo el procedimiento de estudio expuesto en el **Anejo C Principios de los métodos probabilistas explícito e implícito** y en el **Anejo D Evaluación estructural de edificios existentes**, ambos del DB-SE, para conocer la resistencia real de dicho material. Para este trabajo se ha optado por adoptar una resistencia HA-25 y minorarlo con el coeficiente antes expuesto.

## 2.2.- Cumplimiento del DB-SE-AE: Acciones en la edificación.

Según los valores que marca el DB-SE-AE se han obtenido los estados de cargas de las tablas siguientes.

### 2.2.1.- Concargas

A continuación se indican los valores de carga superficial adoptados para los diferentes elementos constructivos.

Peso Propio	Acabado cubierta	Antepecho (carga lineal)	Cubierta del gimnasio/comedor
Lo simula directamente el programa, para una losa de 30cm de canto	Se unifican todas las cargas en una cubierta transitable de <b>2,5 KN/m²</b>	Ladrillo cerámico perforado 15KN/m³ x 1,35m (alto) x 0,12 de ancho <b>2,43 KN/m</b>	cubierta de policarbonato alveolar doble sobre correas metálicas: <b>0,5KN/m</b>
	(baldosas + aislante + hormigón)	Ladrillo hueco: <b>1,15 KN/m</b>	Ámbitos de carga de 2.52 y 2.17 metros: <b>1,26KN/m</b> y <b>1,08KN/m</b>
		Vierteaguas piedra: <b>0,125 KN/m</b>	Lamas de aluminio motorizadas: <b>0,26KN/m</b>
		Enfoscado a 1 cara: <b>0,3 KN/m</b>	
		Maceta + tierra: <b>1,8 KN/m</b>	
Concargas totales			
Carga superficial sobre cubierta	Carga lineal	Carga lineal sobre porticos	
<b>2,5 + Peso propio</b>	<b>5,81 KN/m</b>	---	

### 2.2.2.- Sobrecargas

La sobrecarga de la cubierta de la zona de juegos se asemeja a una sobrecarga para uso público, por tanto, ha de tener la sobrecarga mas desfavorable de los distintos usos que dan a ella. Los usos que confluyen en la cubierta son zonas administrativas o publicas (docentes). La sobrecarga mas desfavorable de las existentes es la de **C1 = 3KN/m²**, empleada en espacios donde hay sillas y mesas (aulas de escuelas, guarderías, etc). Se parte desde un espacio de este tipo en todos los accesos a la cubierta. Dicha sobrecarga coincide con la sobrecarga empleada en la MV-101 de 1963.

Para la cubierta que cubre el gimnasio/comedor se emplea una sobrecarga **G1 = 0,4KN/m²** correspondiente a *Cubiertas ligeras sobre correas accesibles únicamente para conservación*.

Por último, para la sobrecarga de nieve, se calcula la carga de nieve para la ciudad de Valencia mediante el Coeficiente de forma=1 (al ser la cubierta plana) y un  $s_k=0,2KN/m²$ , resultando una **qn= 0,2 KN/m²**

### 2.2.3.- Acción del viento

No se tiene en cuenta la acción del viento al ser una cubierta plana, contando además con una sola planta, y situada en el centro de una ciudad. Por otro lado, el único esfuerzo que se produciría sería de succión, por ello, si lo despreciamos, nos situamos del lado de la seguridad. Estas consideraciones se encuentran reflejadas en el punto 3.3.4 del DB-SE-AE.

Respecto de la cubierta construida sobre el comedor/gimnasio, dado que presenta una elevación inferior a 1,5 metros y queda recogida por debajo de la altura máxima del antepecho de la cubierta general, se decide no tener en cuenta los efectos del viento sobre dicha estructura.

### 2.2.4.- Acciones térmicas y reológicas

En la estructura existen diversas juntas de dilatación cada 40 metros, por lo que no resulta necesario considerar este tipo de acciones en el cálculo.

### 2.2.5.- Acciones sísmicas

No se aplica, ya que se da por hecho que este aspecto ya se encuentra resuelto en el proyecto original del edificio. Por otro lado la intervención se centra en el forjado de cubierta por lo que, aunque se quisiera, poco podría realizarse para mejorar el comportamiento de la estructura frente a estas acciones.

### 2.5.- Otras normativas

Además de lo establecido en el CTE, se han tenido en cuenta la norma EHE-08 que regula la instrucción del hormigón estructural.

### 2.6.- Características de los materiales

Los materiales se encuentran comentados en la Memoria Constructiva, al ser los existentes actualmente.

#### 2.6.1.- Hormigón

El hormigón a emplear en los cimientos, muros resistentes, losas y forjados reticulares y demás elementos estructurales será el HA-25, es decir, un hormigón que tendrá a los 28 días una resistencia característica de 25N/mm<sup>2</sup>.

#### 2.6.2.- Acero para armar

Se ha comentado previamente que el acero ya existente AE-42N posee unas características muy similares a las barras de nomenclatura actual B-400S, por ello se trabajará con este tipo de acero.

#### 2.6.3.- Acero para los soportes y vigas metálicas

El acero que se emplea para los perfiles y elementos de unión con la estructura de hormigón armado existente serán del tipo S-275JR, presentando un límite elástico de 275n/mm<sup>2</sup>. Dicho material solo aparece en la cubierta ligera que se construye sobre el hueco del comedor/gimnasio, empleándose perfiles normalizados de sección abierta o cerrada. En caso de resultar necesario un refuerzo de alguna parte de la estructura existente, se realizará mediante este material.

### 2.7.- Sistema de Cálculo

El método de cálculo utilizado para la estructura que se proyecta es un **Análisis Lineal**:

*"Es el que está basado en la hipótesis de comportamiento elástico-lineal de los materiales constituyentes y en la consideración del equilibrio en la estructura sin deformar. En este caso se puede utilizar la sección bruta de hormigón para el cálculo de las solicitaciones.*

*El análisis lineal elástico se considera, en principio, adecuado para obtener esfuerzos tanto en Estados Límite de Servicio como en Estados Límite Últimos en todo tipo de estructuras, cuando los efectos de segundo orden sean despreciables, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 43°"*

Estas hipótesis permiten la aplicación del principio de superposición, generando un sistema de ecuaciones lineales simultáneas, cuya resolución proporciona los movimientos de todos los nudos de la estructura y, a partir de ellos, la obtención de las leyes de esfuerzos en cualquier barra y reacciones en cualquier apoyo de la estructura.

#### 2.7.1.- Programa de Cálculo

El programa de cálculo que se ha escogido para llevar a cabo el análisis de la estructura es "Architrave", ya que maneja la totalidad de la estructura como un sistema unitario en el que todos sus elementos (vigas, pilares, muros, zunchos de atado, nervios, etc) colaboran entre si en la resistencia y estabilidad de la estructura.

El proceso de peritación de la estructura ha sido respectivamente:

##### a) modelizado de la estructura existente mediante "Architrave Diseño":

Los distintos elementos que conforman la estructura se han modelado de la siguiente manera:

1. Pilares: los pilares o elementos lineales se han modelizado como barras a las que se aplican sus características geométricas y de resistencia según el material.

2. Forjados: Se ha definido el forjado estudiado como una superficie en forma de malla creada a base de elementos finitos. A la hora de representar la rigidez del forjado, de acuerdo a su comportamiento en función del sistema constructivo, se ha modelizado una losa maciza de un espesor menor tal que sea equivalente con la rigidez del elemento aligerado proyectado. Las características del material siguen siendo las mismas que el hormigón, salvo por el peso.

b) asignación de cargas y combinación de hipótesis: Se introducen todos los valores de pesos propios, sobrecargas de uso, sobrecargas de nieve.

c) cálculo en "Architrave Calculo": Se exporta la modelización anterior y se calcula mediante esta aplicación, generándose los resultados de manera gráfica o si se desea mediante un listado de valores concretos. Se obtienen todos los valores de movimiento de nudos, esfuerzos y momentos, giros, etc de la totalidad o de cualquier barra que se desee.

d) comprobación del cumplimiento de la estructura: con los valores obtenidos anteriormente, se procede posteriormente a comprobar si el armado existente es el correcto, o si por el contrario se requiere de mas armadura.

Este apartado se desarrolla mas ampliamente en el siguiente anexo.



### 3. ANEXO DE CÁLCULO

#### 3.1.- Justificación de la solución adoptada.

La solución que se ha adoptado a la hora de intervenir en el edificio mediante perforaciones viene condicionada desde la génesis del proyecto. De todas formas se ha tratado siempre de ubicar los huecos en los sitios donde la incidencia sobre la resistencia de la losa fuese menor.

La cubierta del gimnasio/comedor se ha construido de la forma mas sencilla, utilizando elementos metálicos, que se fijan al zuncho que recoge el hueco realizado en la losa mediante placas de anclaje. Estas estructuras también se han modelizado mediante el programa informático Architrave.

#### 3.2-Modelización de la estructura

Únicamente se ha procedido a modelizar la losa de la cubierta, al intervenir solamente en ésta. Se ha obviado por tanto la existencia de la losa de planta primera y de las torres de vivienda. El procedimiento seguido se ha anticipado antes, a grosso modo, detallándose a continuación de forma minuciosa los pasos que se han seguido:

1. Dibujo de la losa, ábacos, huecos, ejes de los muros y posición de los pilares. El contorno de las losas, ábacos y huecos debe estar formado por polilíneas convenientemente cerradas, dado que si no el programa no las reconoce.

2. Modelización de las barras que forman los pilares a través de líneas verticales, asignándoles la sección de 30x30 de hormigón armado HA-25 en el programa Architrave Diseño. Se ha decidido modelizar los pilares como de hormigón armado, a pesar de que sabemos que son secciones cerradas UPN empresilladas debido a la no existencia de dicho tipo de secciones dentro del programa. He considerado que este hecho no resulta relevante, ya que el objetivo principal consiste en el estudio de la losa de cubierta ( hay que tener en cuenta que hemos reducido las cargas, por lo que los pilares reciben menos cargas). Se modeliza en el extremo inferior de cada barra un apoyo empotrado, para simplificar el modelo y por tanto el cálculo.

3. Modelización de los muros mediante la herramienta de creación de mallas de elementos finitos (EF). Para ello, se asigna un tamaño de división vertical y horizontal, eligiéndose de 400x500 para que posteriormente coincidan los nudos de los EF de la losa, con los propios de los muros. Si ésto no se realiza, el programa no reconocerá que el muro se encuentra empotrado con la losa. Por último, al igual que hemos realizado con las barras, colocamos apoyos empotrados en la base de estos.

4. Modelización de la losa mediante la herramienta de mallado complejo de la aplicación para EFC2D. La modelización de la losa se ha efectuado por zonas, coincidiendo con las juntas de dilatación existentes. Como en los muros, hay que especificar un tamaño de EF, por lo que escogemos de 600mm para los contornos y de 400mm para regresados y directrices de muros. Se procede a seleccionar la polilínea del contorno, de los huecos, de los regresados (ábacos) y por ultimo las polilíneas por donde han de pasar obligatoriamente nodos de EF (pilares y muros). El nervio perimetral de la losa se ha modelizado como un regresado mas. Al tener todos los elementos seleccionados, el programa genera una malla de EF en toda el área seleccionada, distinguiendo entre los EF de las zonas aligeradas de los EF de las zonas macizas. A la hora de modelizar la diferencia entre los EF de cada una de las zonas, se procede a aplicar cantos distintos a cada una de ellas. En las partes aligeradas se fija un canto de 220mm y a las macizas de 300mm, todo ello de acuerdo con las tablas proporcionadas por Architrave.

5. Una vez la losa se encuentra ya modelizada, se procede a modelizar la cubierta del gimnasio/comedor mediante pórticos de barras metálicas, a las cuales se asigna una sección inicial, que posteriormente se comprobará y en caso de no cumplir, se redimensionará. El cálculo de esta estructura se ha realizado por separado, para evitar interferir en el cálculo de la losa.

6. Aplicación de las cargas empleando para ello cada una de las capas correspondientes a las distintas hipótesis de carga.

7. Se comprueba que los nudos de los pilares y muros coincide con los de los EF de la losa. Asimismo verificamos que todas las barras se encuentren convenientemente apoyadas sobre un apoyo empotrado.

8. Exportamos el modelo al programa "Architrave Calculo"

#### 3.3.- Puntualizaciones sobre el cálculo

Antes de proceder con el cálculo de la estructura, de acuerdo con el manual de Architrave Cálculo, se han de efectuar unas correcciones en el material aplicado a los EF de la losa. Se ha de seleccionar todos los EF pertenecientes a la parte de la losa aligerada y se les asigna un material de peso específico menor (14,2 KN/m<sup>3</sup>), manteniendo las otras propiedades idénticas al hormigón( mismo límite elástico, coeficiente de Poisson, Coeficiente de dilatación térmica). De esta forma la losa aligerada presenta la misma rigidez y peso que la real. No olvidemos que para el programa se ha modelizado como con un canto de 220mm y maciza.

Una vez aclarado este punto se puede proceder al calculo de la losa, para posteriormente evaluar las solicitaciones y desplazamientos que se producen.

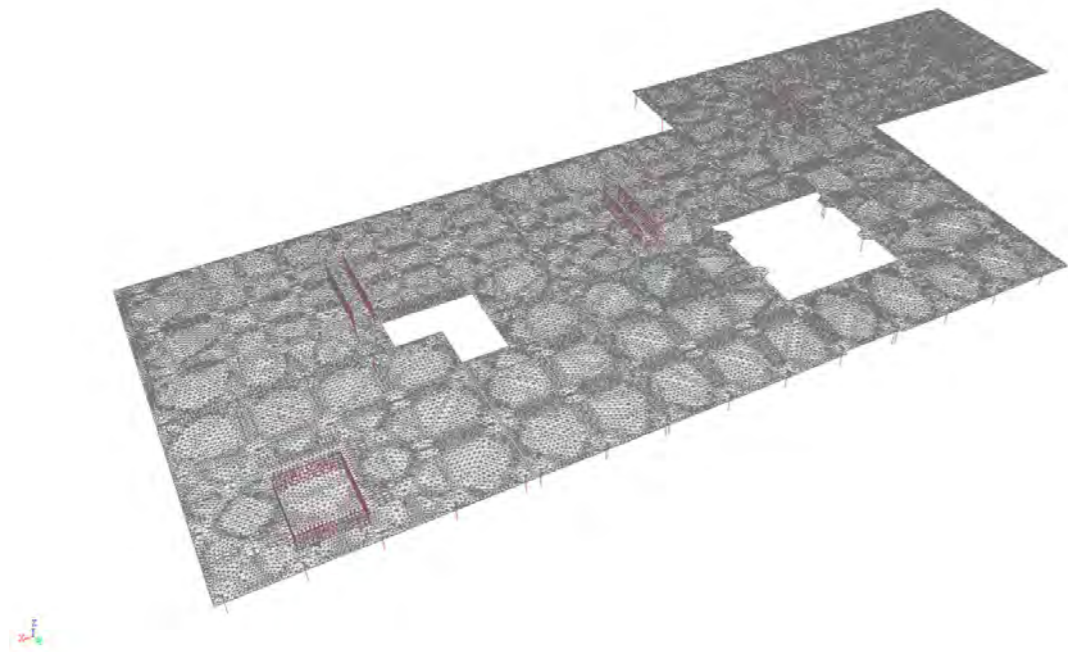
Debo aclarar que se ha modelizado la losa, tanto para el estado resultante de la intervención como el previo a ésta, con el fin de evaluar las transformaciones que sufre

#### 3.4.- Desplazamientos verticales

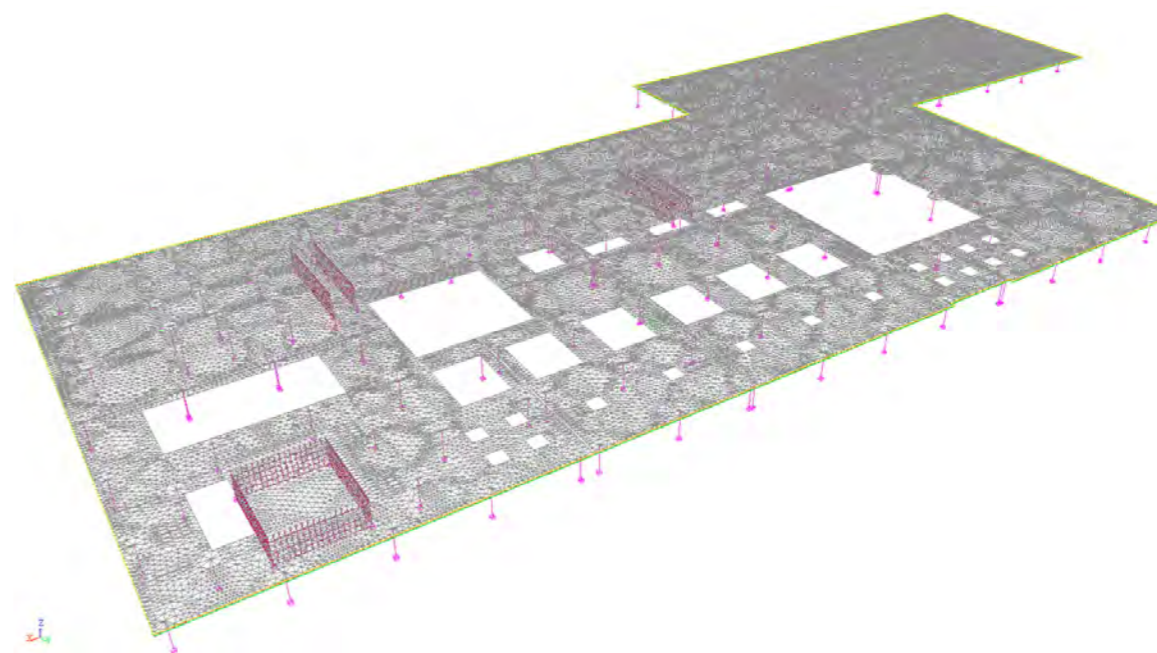
Como puede observarse, existen algunos puntos donde se producen desplazamientos verticales ligeramente grandes debido a la apertura de los huecos. El máximo desplazamiento negativo producido en la combinación ELS es de 1,37cm, concretamente en el contorno de un lucernario cuadrado del aula de 4 años. La máxima flecha activa admisible para dicha área es de L/400, siendo L 7,9 metros se obtiene una flecha resultante de 1,975 cm, superior a la obtenida por deformación de la losa. Por tanto los desplazamientos verticales que se producen resultan admisibles.

Es constatable que al efectuar una perforación regular sobre el segundo vano de la losa, al disminuir sus cargas, genera un desplazamiento positivo en toda esta área. El desplazamiento positivo no resulta excesivo por lo que no afecta al estado tensional de la estructura.

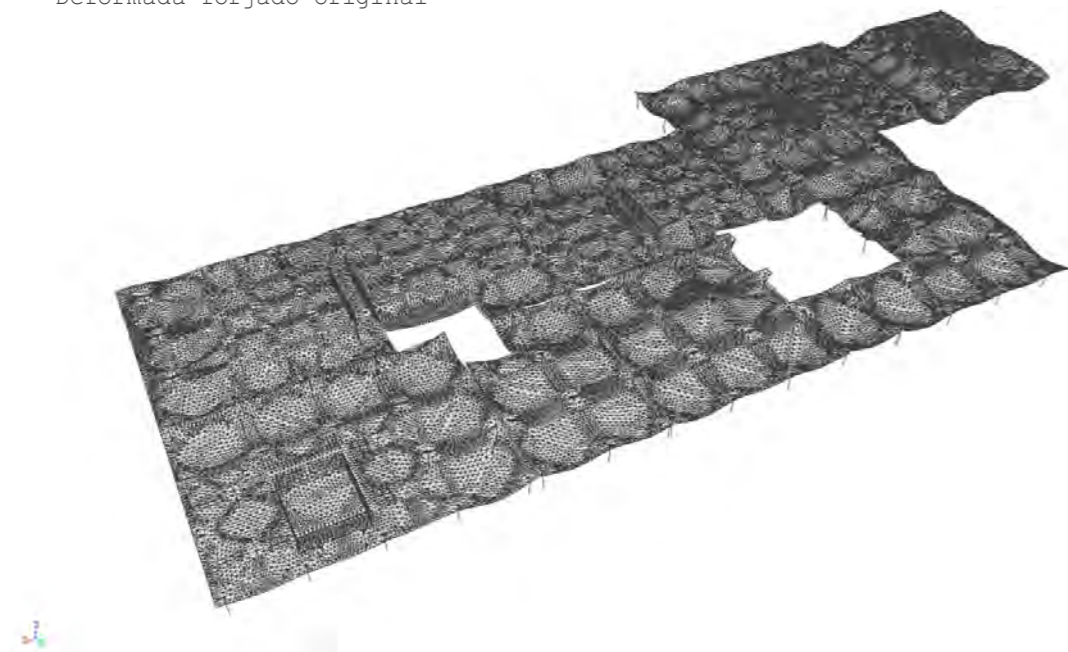
Estructura alambrica forjado original



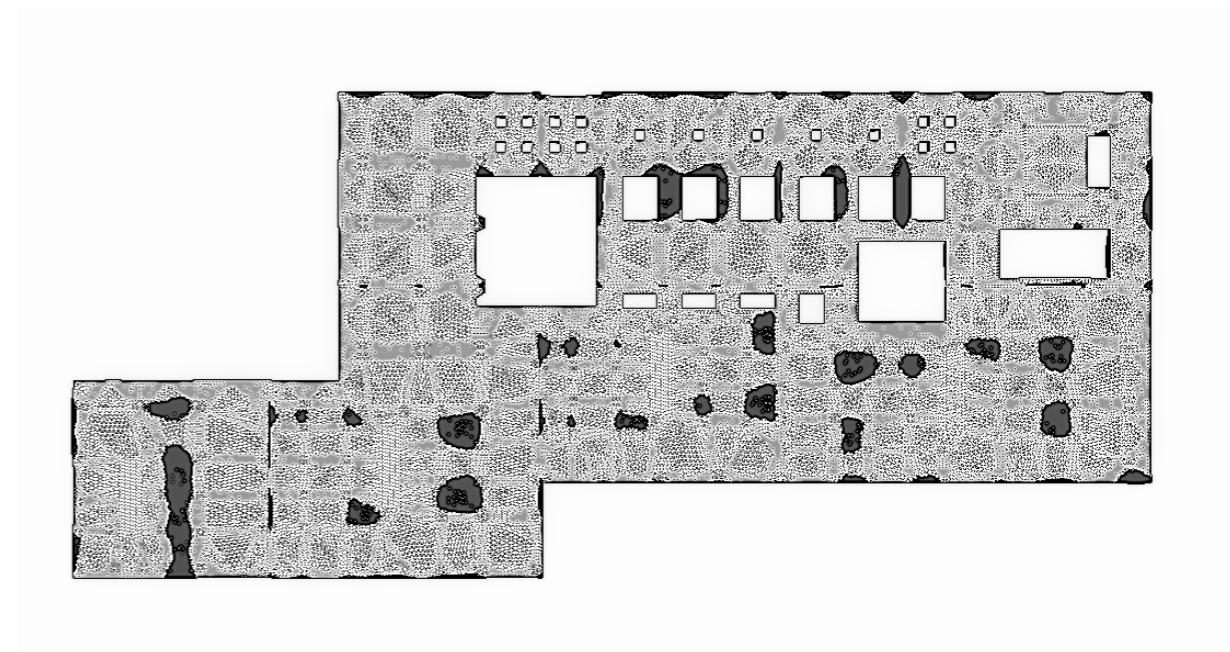
Modelización de losa tras la intervención

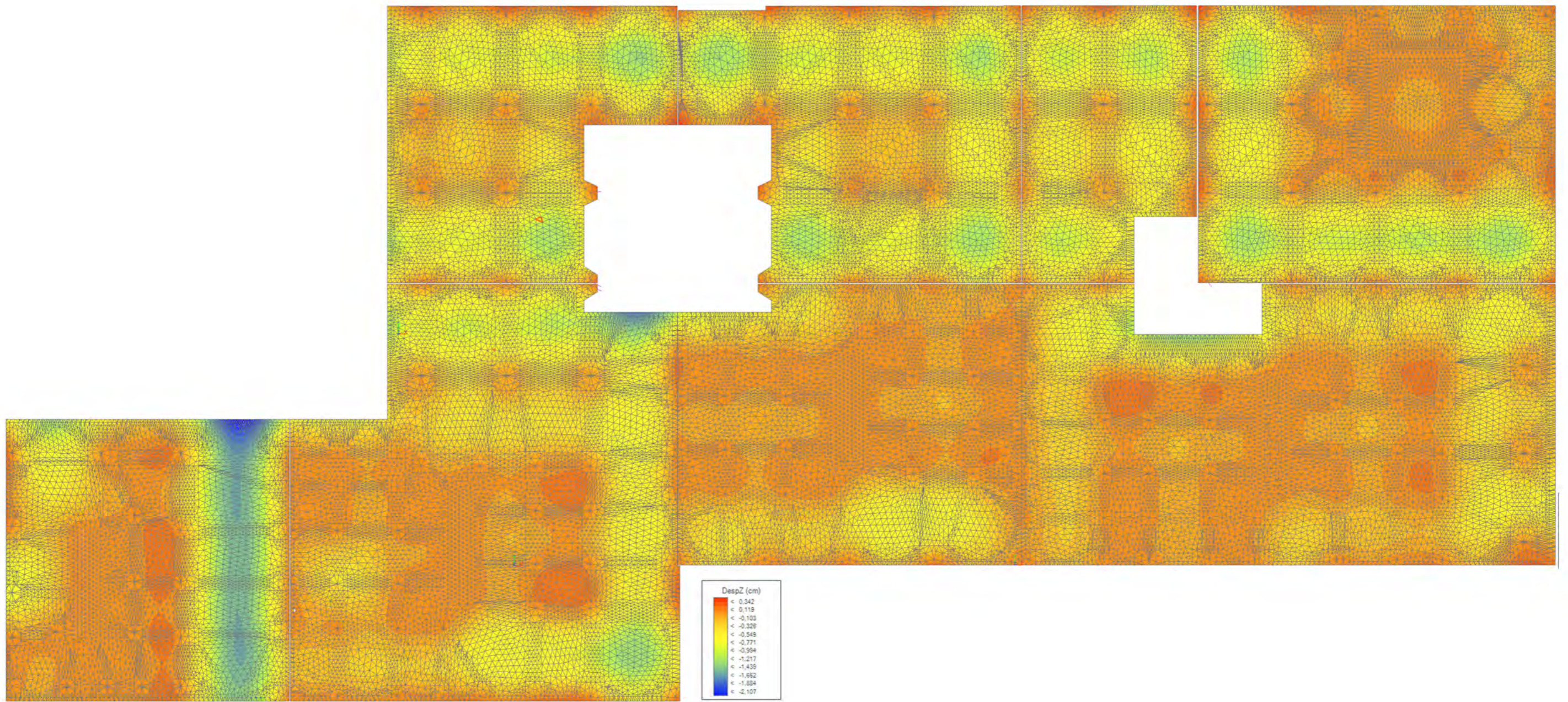
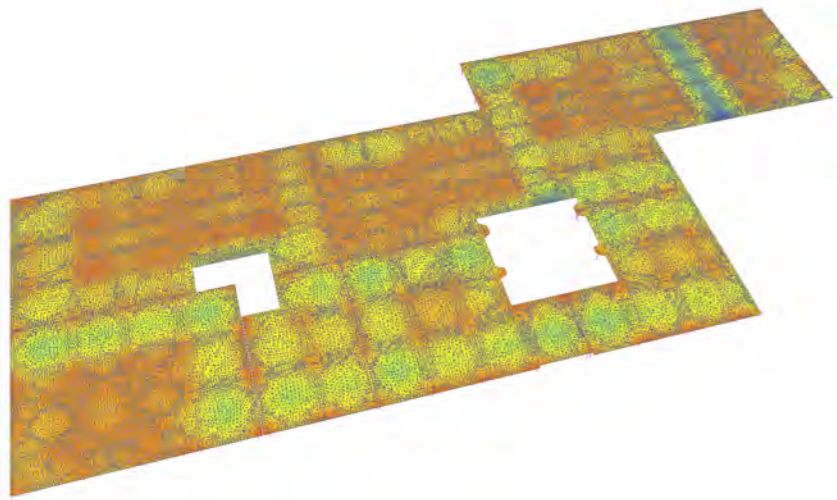


Deformada forjado original

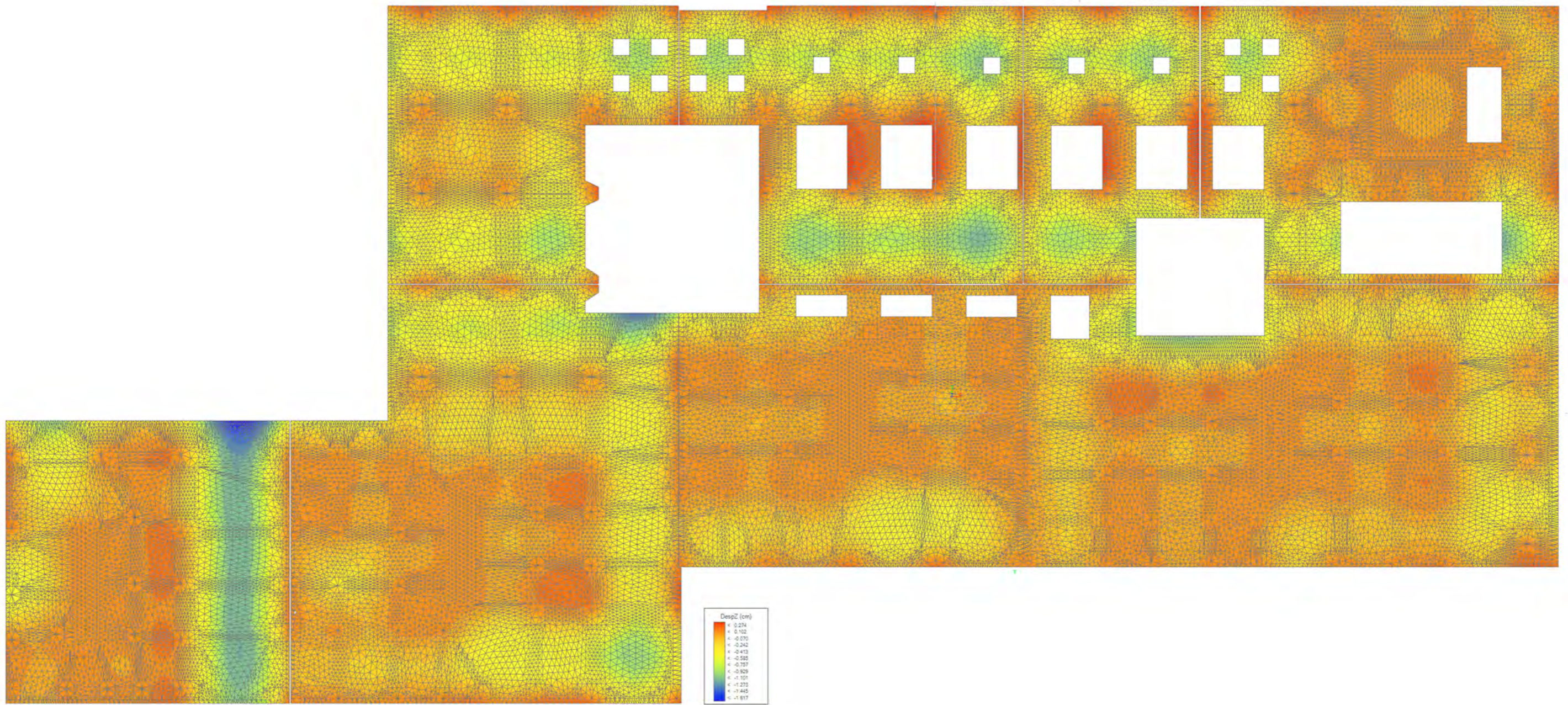
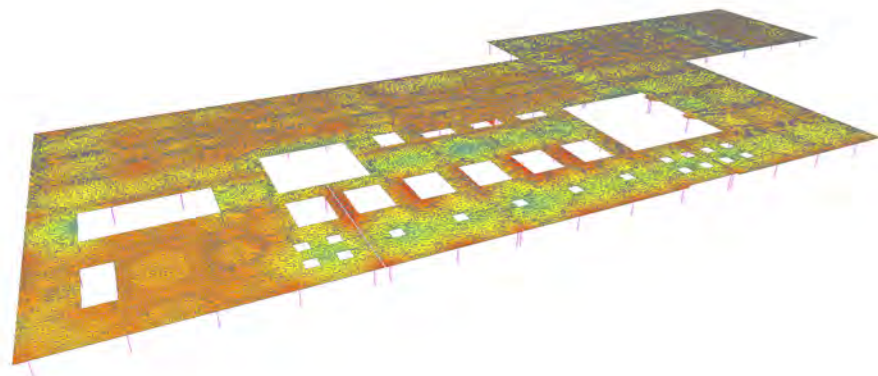


Deformada forjado cubierta tras la intervención

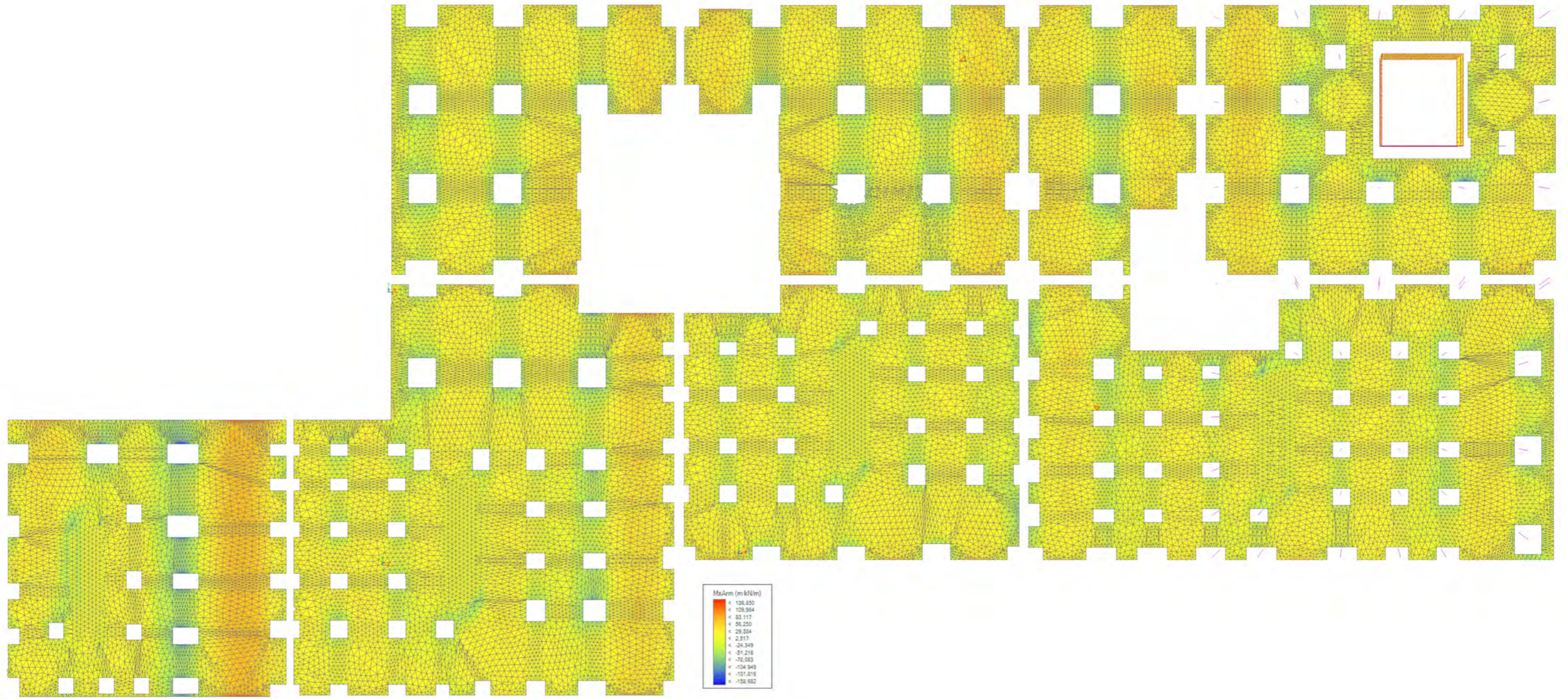




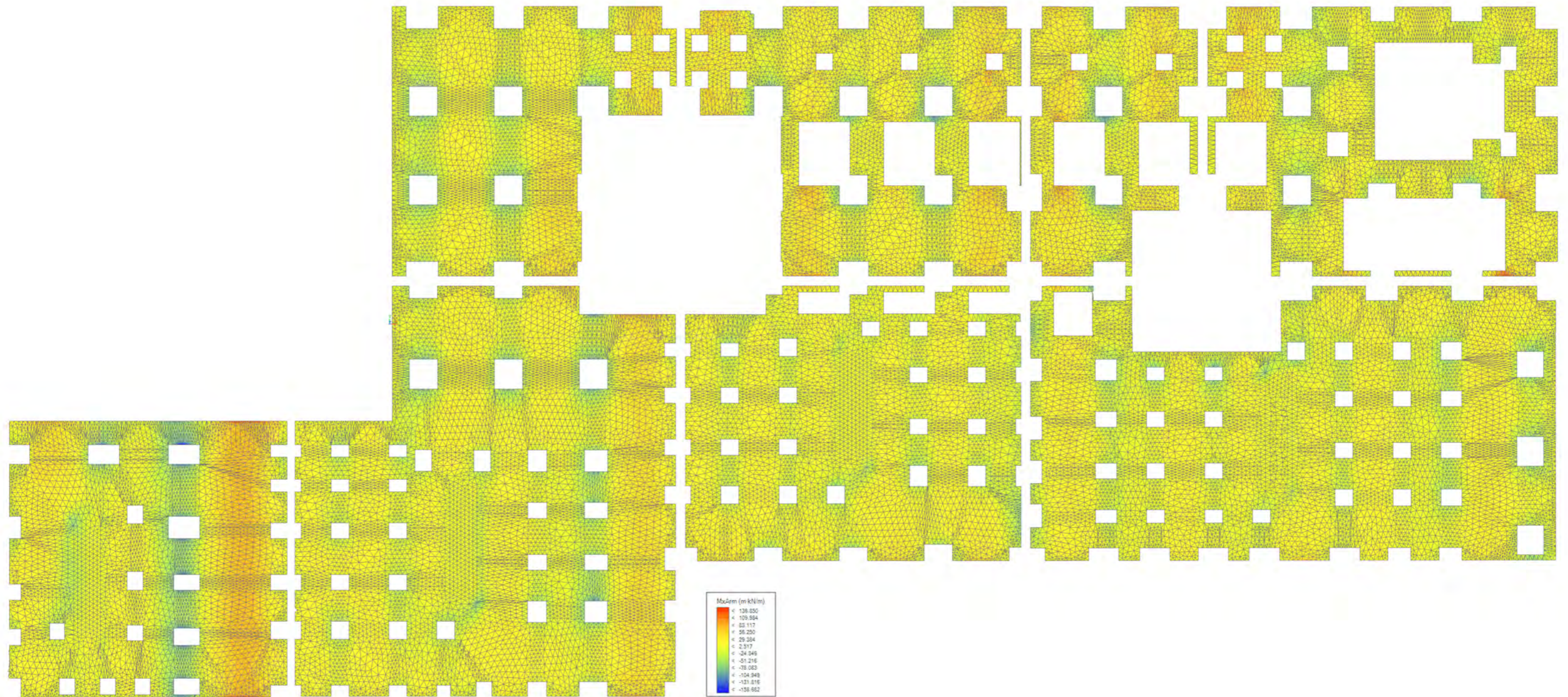
Desplazamientos verticales en la losa sin intervenir



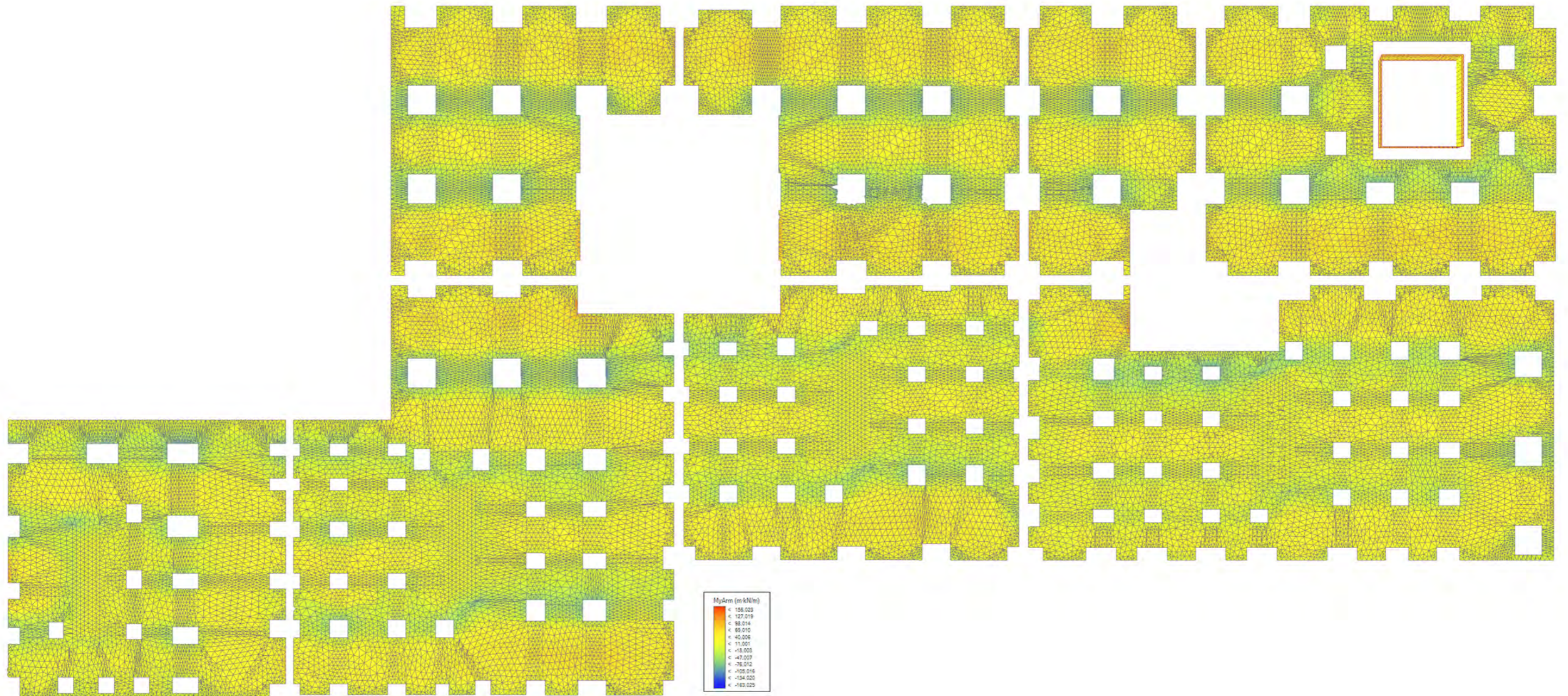
Desplazamientos verticales en la losa tras la intervención



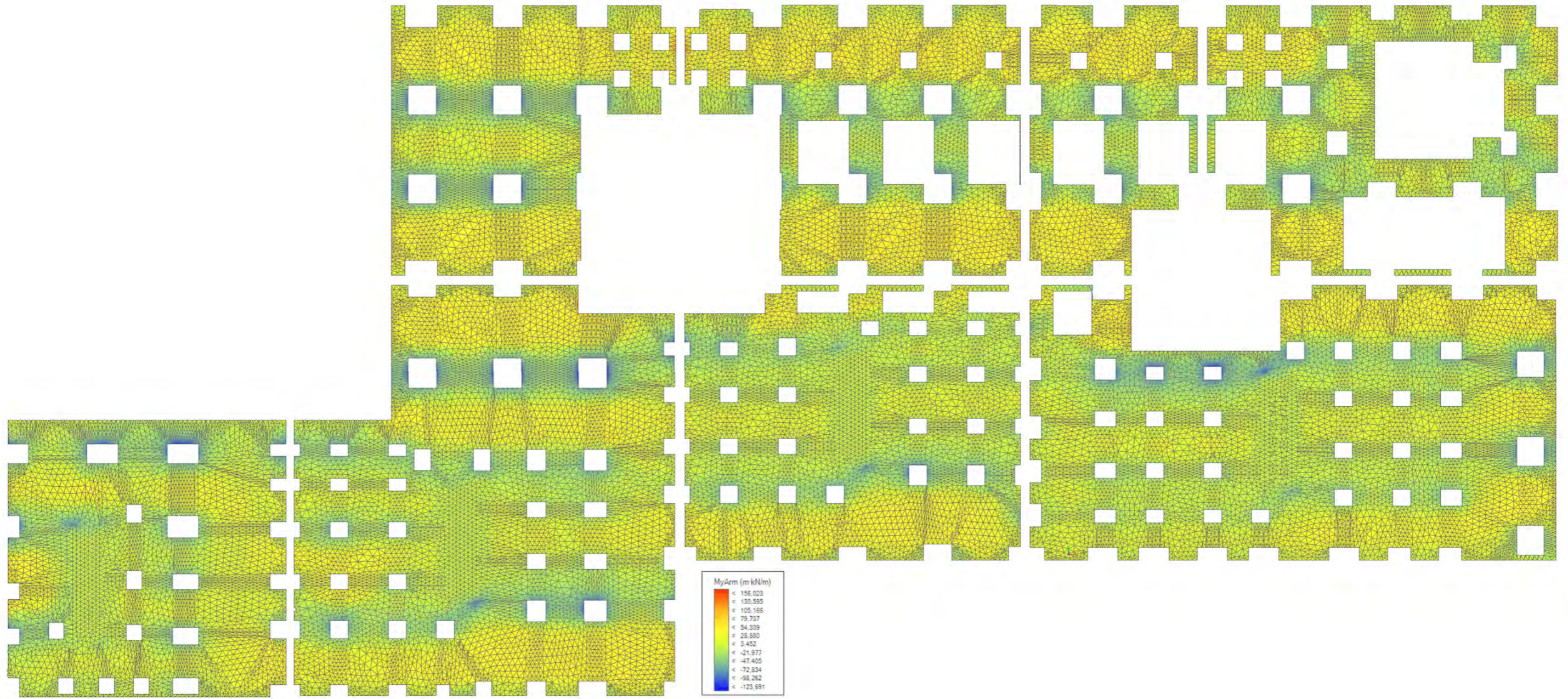
Momentos de armado en X en la losa sin intervenir, se desactivan los ábacos



Momentos de armado en X sobre la losa tras la intervencion, (se desactivan los ábacos)



Momentos de armado en Y en la losa sin intervenir, se desactivan los ábacos



Momentos de armado en Y sobre la losa tras la intervención, (se desactivan los ábacos)



### 3.5.- Momentos de armado

DIAGRAMAS DE MOMENTOS X E Y (perspectiva y planta)

#### 3.5.1.- Consecuencias

Los resultados obtenidos al realizar el análisis estático de los elementos finitos puede conducir a error si no son interpretados correctamente. Lo primero que uno percibe es que se encuentran en KN·m /metro, es decir que los esfuerzos reflejados en el programa que no alcanzan un metro de anchura tendrán que ser evaluados para darles solución específicamente según su situación. En los cálculos expuestos a continuación se especifica que valores se han adoptado para el armado.

Analizando estos valores, se puede comprobar como el forjado se comporta de manera muy eficiente frente a la flexión, al trabajar en las dos direcciones de manera muy similar y de esta forma distribuye los esfuerzos correctamente.

### 3.6.- Proceso de peritación de la estructura

Se aborda la peritación de la estructura con la finalidad de comprobar si la armadura ya existente es suficiente para resistir las redistribuciones de esfuerzos provocadas por la apertura de huecos en el forjado. Ello se llevará a cabo en cuatro apartados:

1. **Comprobación de armado existente** frente al teórico, necesario sobre el modelo de la losa original. Concretamente se realizará en la misma zona en la que posteriormente llevaremos a cabo la comprobación con la losa ya modificada.
2. **Comprobación general del armado** en la misma zona que el apartado anterior, pero sobre la estructura modificada. De esta forma comprobaremos si han variado significativamente las solicitaciones en dicha zona y, por extensión, en el resto de zonas quedando el armado existente invalidado.
3. **Comprobación pormenorizada** de las zonas en que se practican huecos, dado que se producen picos de esfuerzos importantes.
4. **Dimensionado y comprobación** de la estructura ligera metálica que cubre el comedor/gimnasio.

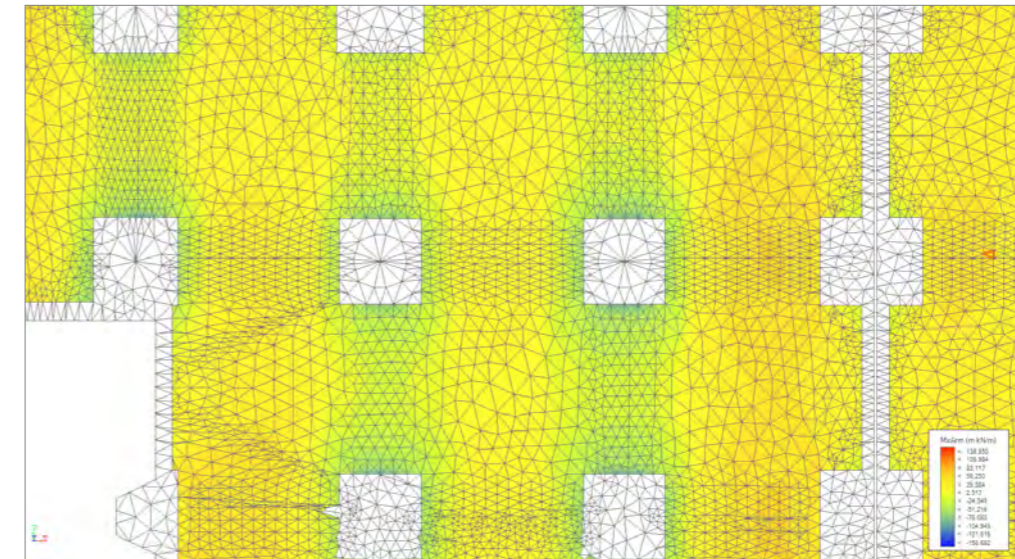
### 3.7.- Cálculo del armado por zonas

Para el cálculo de la armadura de la losa nos hemos ayudado de las tablas de cálculo que facilita el manual del programa Architrave. Se evita realizar un nuevo plano completo de armado, ya que el objetivo principal radica en comprobar si el armado necesario se encuentra dentro del colocado según la norma **NTE-EHR de 1973**.

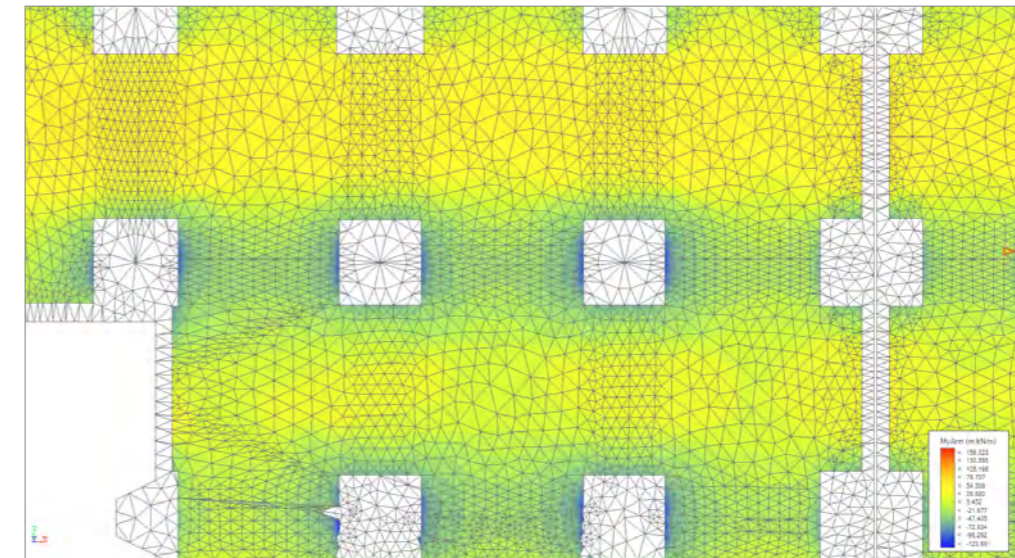
En las primeras dos zonas (mas ámbito), en su comprobación general, se tiene en cuenta que los vanos son casi cuadrados (M=7,9m y N=7,56m) y poseen el mismo armado en ambas direcciones, por lo que comprobaremos únicamente tres solicitaciones, en lugar de 6:

- Momentos positivos máximos de armado en banda de soporte
- Momentos positivos máximos de armado en banda central
- Momentos negativos máximos de armado en banda central

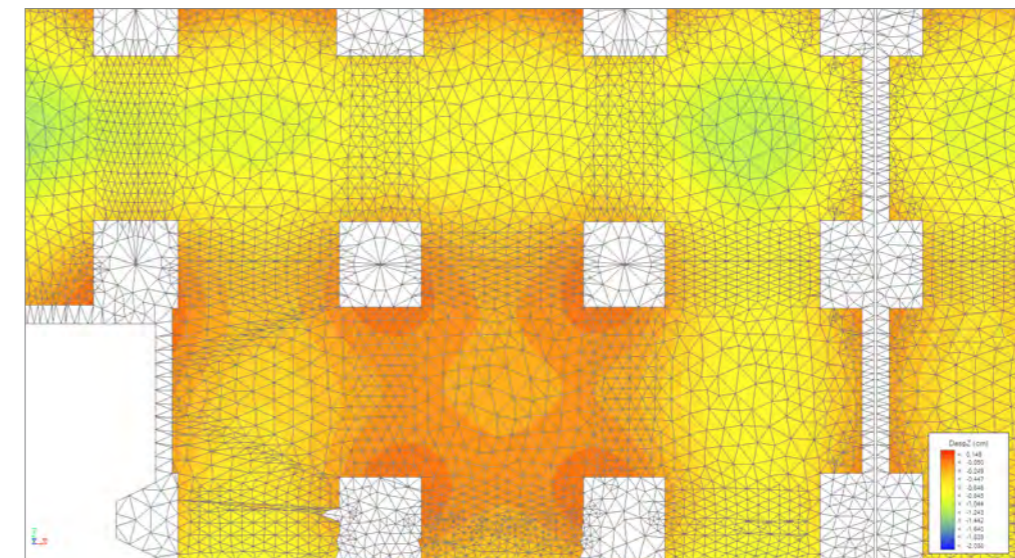
MX



MY



DZ



### 3.7.1.- Zona de losa sin modificar

Se efectuará un estudio del armado de dos vanos distintos, uno externo y otro interno. Los dos vanos posteriormente se encontrarán afectados por la intervención. Podremos contrastar exactamente de esta forma las consecuencias directas de la apertura de huecos y cómo proceder a reforzar la estructura en caso necesario.

Mediante las herramientas que proporciona el programa de cálculo de Architrave, obtendremos los momentos máximos en el eje x e y, de la zona armada de los patios sin modificar. Asimismo se obtendrá la armadura propuesta por las tablas del manual de Architrave para dichos momentos. Por último, compararemos el mas desfavorable de los dos (x e y) con la armadura colocada, que resulte simétrica y por tanto igual en ambas direcciones.

El momento negativo máximo de armado en la banda de soportes se encuentra en el ábaco, por lo que se comprobara esta zona independientemente.

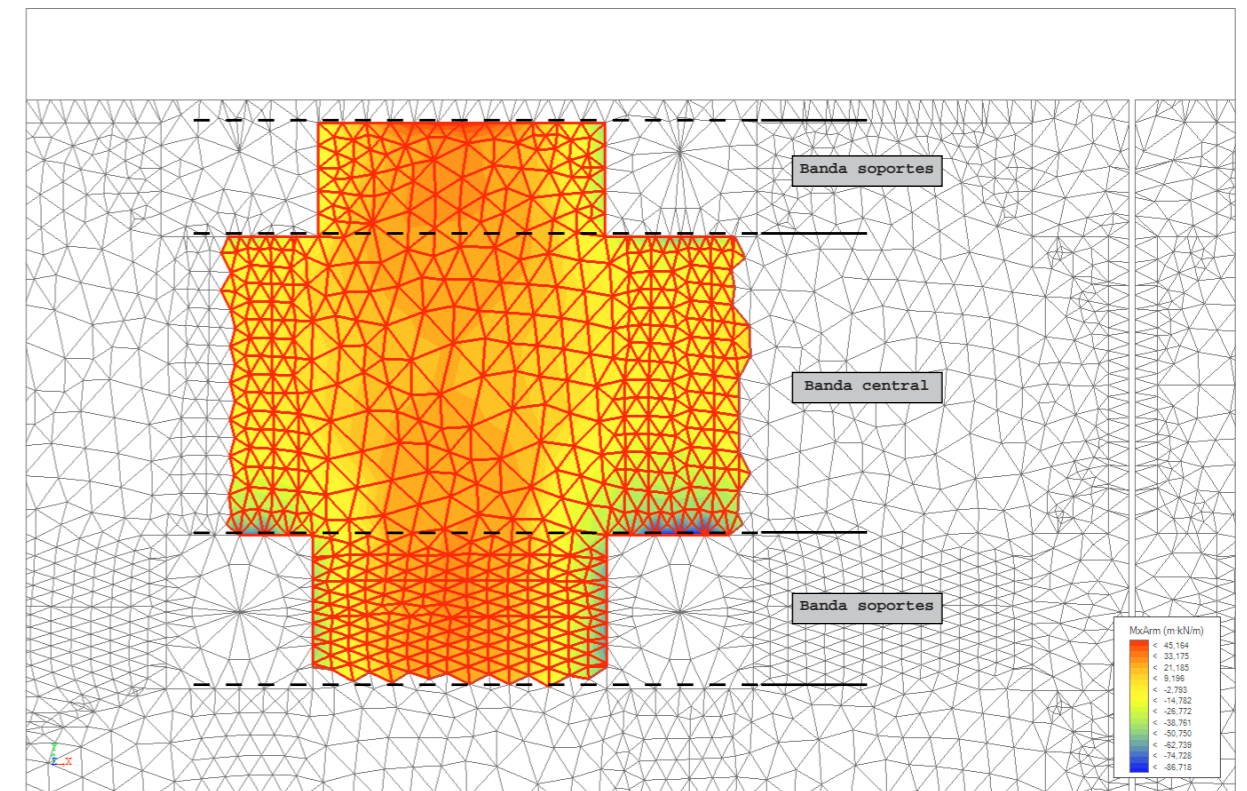
#### 3.7.1.1- Vano 1(externo)

Se procederá a realizar la comprobación del vano externo

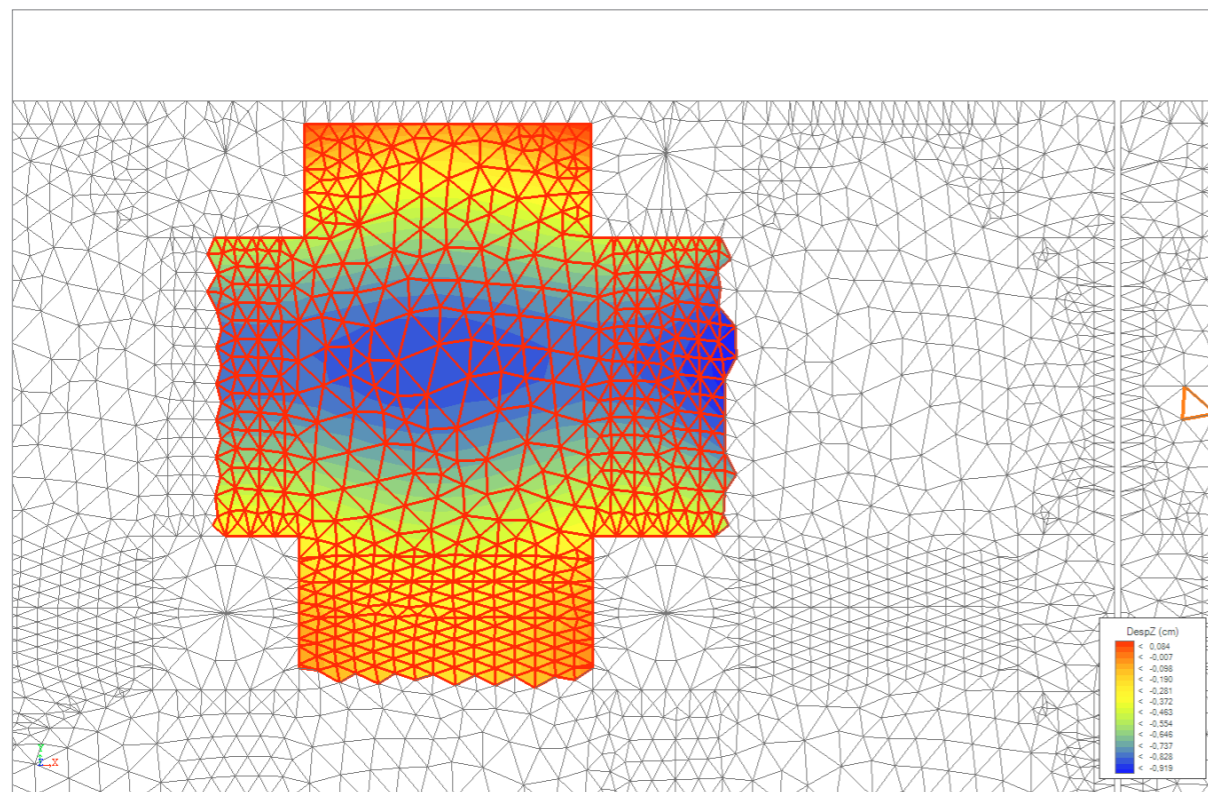
##### VANO 1 (externo)

Lugar y tipo	Momentos en X (m·KN/m)	Momentos en Y (m·KN/m)	Armadura teórica X	Armadura teórica Y	Armadura real X	Armadura real Y
+ Banda de soportes	24	45	1Ø20 2Ø12	2Ø16	1Ø20	2Ø16
+ Banda central	21	33	1Ø16 2Ø12	1Ø20	1Ø16	1Ø20
- Banda central	-25	-27	1Ø16	1Ø20	1Ø20	1Ø20

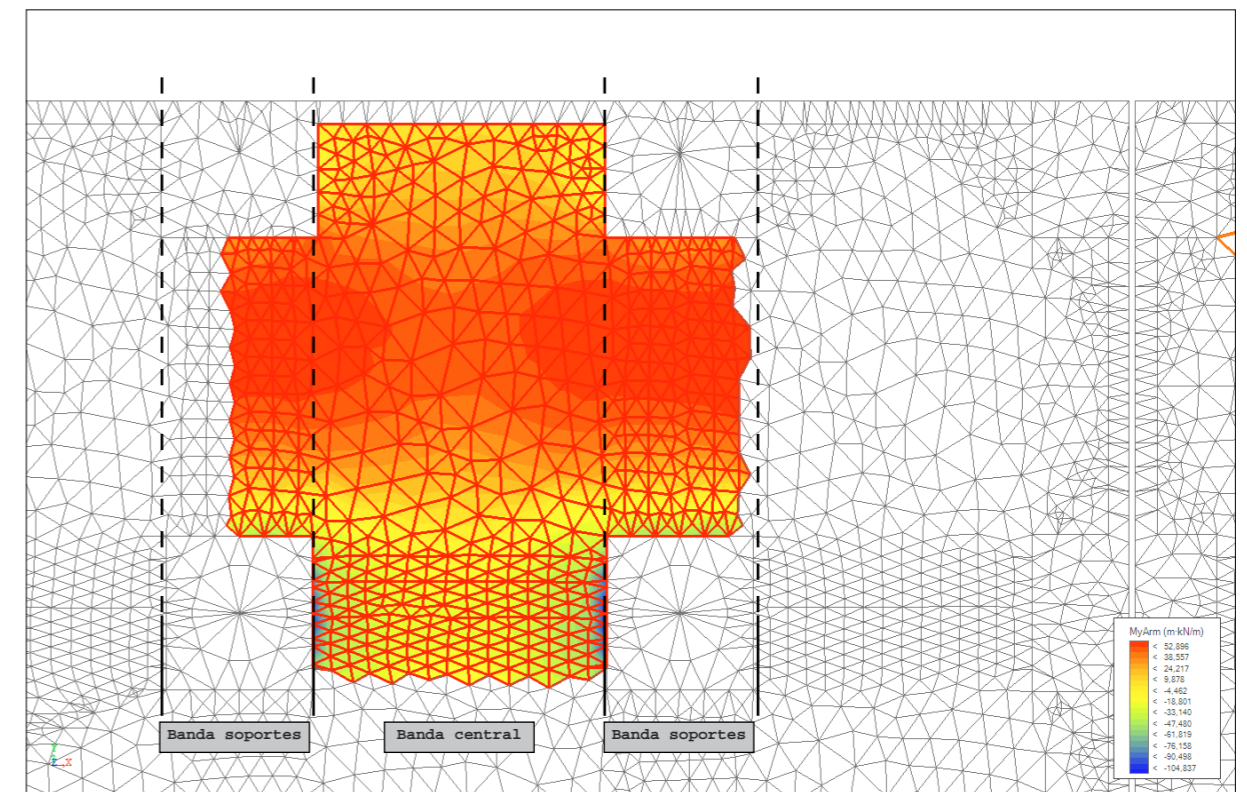
MX



DZ



MY



### 3.7.1.2- Vano 2(interno)

A continuación se procederá a realizar la comprobación del vano interno.

#### VANO 1 (externo)

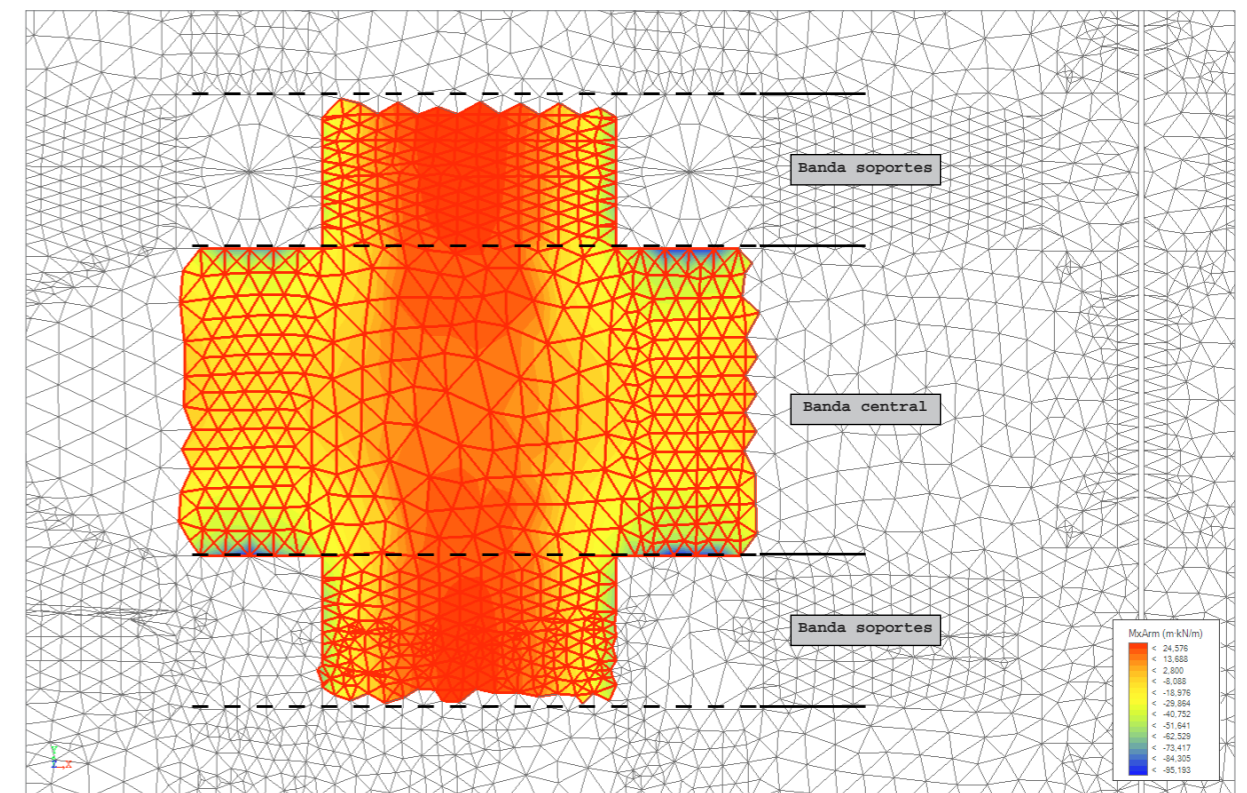
Lugar y tipo	Momentos en X (m·KN/m)	Momentos en Y (m·KN/m)	Armadura teórica X	Armadura teórica Y	Armadura real X	Armadura real Y
+ Banda de soportes	23	21	1Ø20 2Ø12	1Ø16	1Ø20	1Ø20
+ Banda central	16	16	1Ø16	1Ø16	1Ø16	1Ø16
- Banda central	-20	-30	1Ø16	1Ø20	1Ø20	1Ø20

Como puede comprobarse, en los dos vanos (externo e interno) la armadura existente, es igual o superior a la necesaria obtenido por medio del análisis de los elementos finitos. Por otro lado, las longitudes de solape propuestas por el manual de Architrave son inferiores a las obligatorias de la NTE-EHR, ésto nos posiciona del lado de la seguridad.

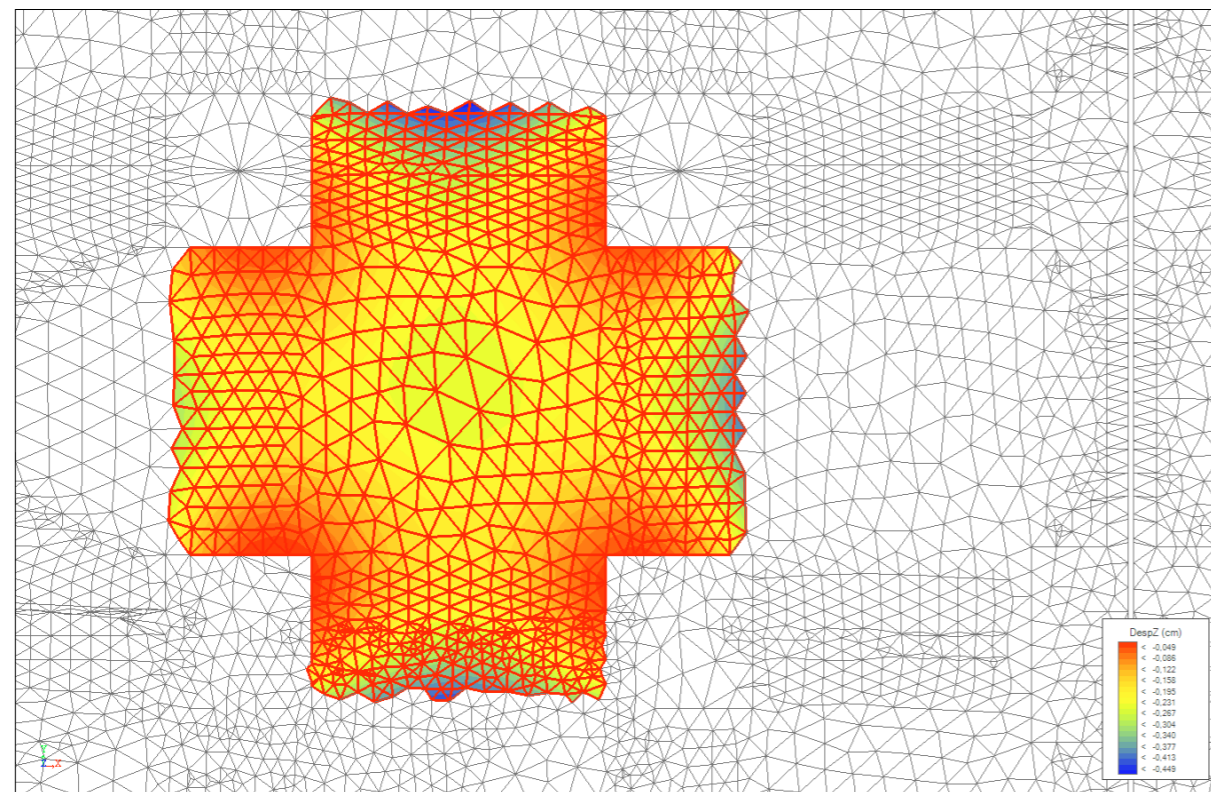
Ademas tenemos que tener en cuenta que al tratar de estar del lado de la seguridad, hemos aplicado un valor de minoración de la resistencia del hormigo de 1,5.

Podemos decir que este método resulta adecuado y va a ofrecer resultados muy cercanos a la realidad durante el calculo de la losa modificada.

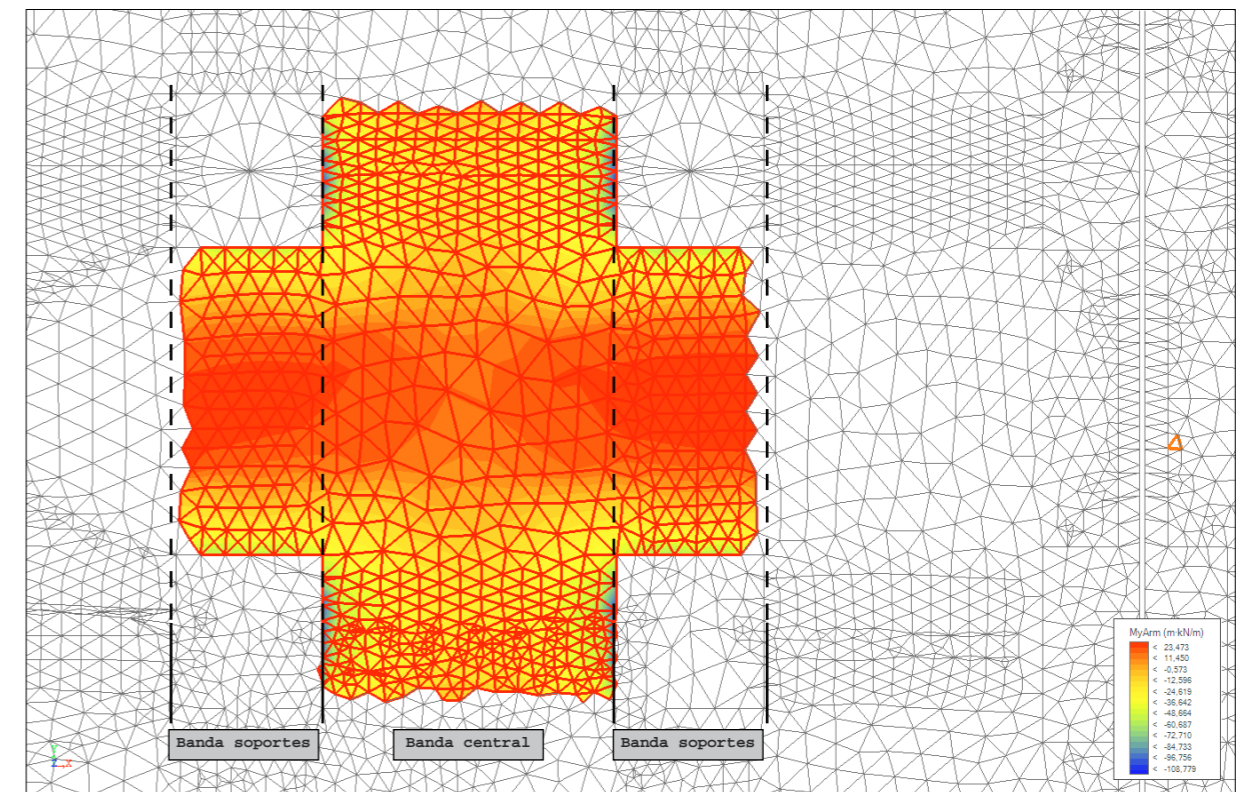
MX



DZ



MY



### 3.7.1.3 - Comprobación de los ábacos

Por último se calcula la armadura en ábacos para comprobar si también cumple. Esta comprobación con una vez que la realicemos ya es suficiente, ya que todos los ábacos se encuentran armados de manera similar en toda la losa y ésta es la zona donde se producen mayores tensiones, tanto de momentos negativos sobre el eje del pilar como de punzonamiento de la losa por el soporte. Si cumple en esta zona, cumplirá en el resto, ya que los huecos básicamente reducen el peso de la losa.

Para comprobarlo, se mide con el programa Architrave el momento máximo negativo en la cara del soporte, siendo de unos **160 KN·m /m**. Según la tablas proporcionadas en el manual de Architrave, para un momento de 167,6 KN·m /m se han de colocar barras de 16 cada 10. La armadura colocada en los ábacos es de 2 barras de 32 cada eje. Así pues calcularemos la sección de armadura resultante de la propuesta y la compararemos con la existente para comprobar que esta última es superior. Así pues en un ábaco de 8 interjeos tenemos 4,8 metros, es decir 48 barras de 16mm de diámetro.

Según la NTE-EHR, y como se encuentra dibujado en los planos de armado, las barras existentes son dos, de 32mm de diámetro por cada eje, además, al ser pilares metálicos compuestos, la norma obliga a colocar un refuerzo mediante perfiles metálicos soldados a la cabeza del soporte (UPN-140) y de una dimensión de 90 cm a cada lado. Esta armadura adicional no se ha tenido en cuenta en el siguiente cálculo, ya que solamente con las barras colocadas en el ábaco resulta suficiente para superar la armadura teórica.

$$Ac(\text{colocada}) = 16 \cdot (16^2 \cdot xn) = 4096n$$

$$Ac(\text{teórica}) = 48 \cdot (8^2 \cdot xn) = 3072n$$

Como hemos podido comprobar, la armadura colocada excede a la necesaria, por lo que damos por buena dicha comprobación.

### 3.7.2- Zona de losa modificada (redistribución de esfuerzos)

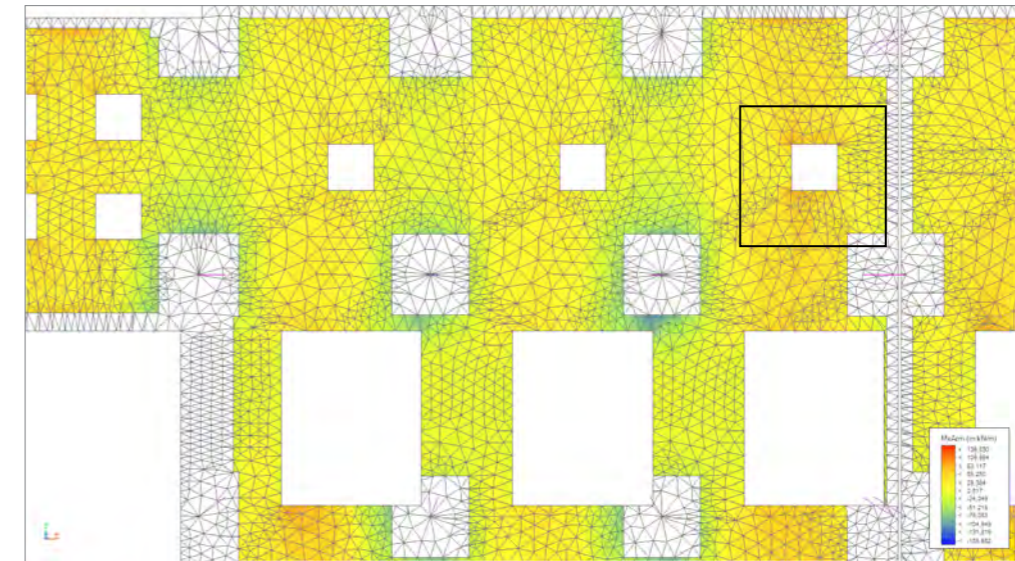
A continuación se realiza el cálculo de la misma zona que antes, una vez realizada la apertura de los huecos. Si echamos un vistazo a la distribución de esfuerzos en dicha zona tras la intervención, podemos comprobar que apenas se producen aumentos de esfuerzos considerables.

**MX:** Se puede comprobar como en la zona colindante con el lucernario marcado se produce un ligero aumento, debido a la perforación del patio llevada a cabo en el vano contigüo. De esta forma éste pasa de estar compensado con el otro vano, a recibir mas carga . Podría decirse que se convierte casi en un vano externo en ambos sentidos. En el borde del patio ocurre una cosa similar.

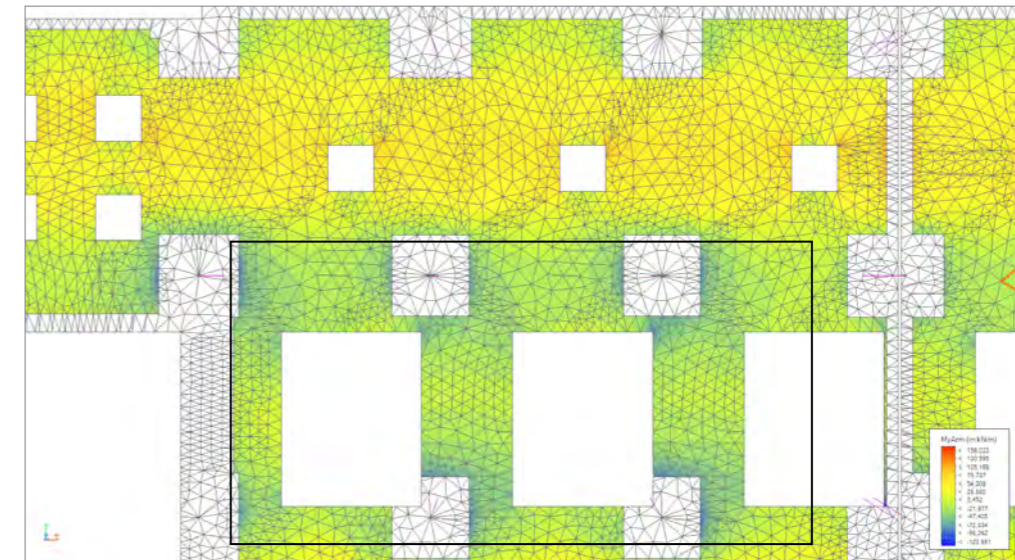
**MY:** Puede comprobarse que en esta dirección es donde se produce el cambio estructural mas importante. Los momentos en la banda central pasan de ser positivos a negativos. Esto se debe al aligeramiento de la losa en toda el área, (si se miran los desplazamientos en Dz, se puede comprobar que se eleva la losa).

**Dz:** Como se ha anticipado anteriormente, se puede comprobar como se eleva la losa en la zona perforada, sobre todo en el vano interior. En la losa original también se efectuaba dicha elevación, pero ahora es de una mayor magnitud al descargar todo el vano.

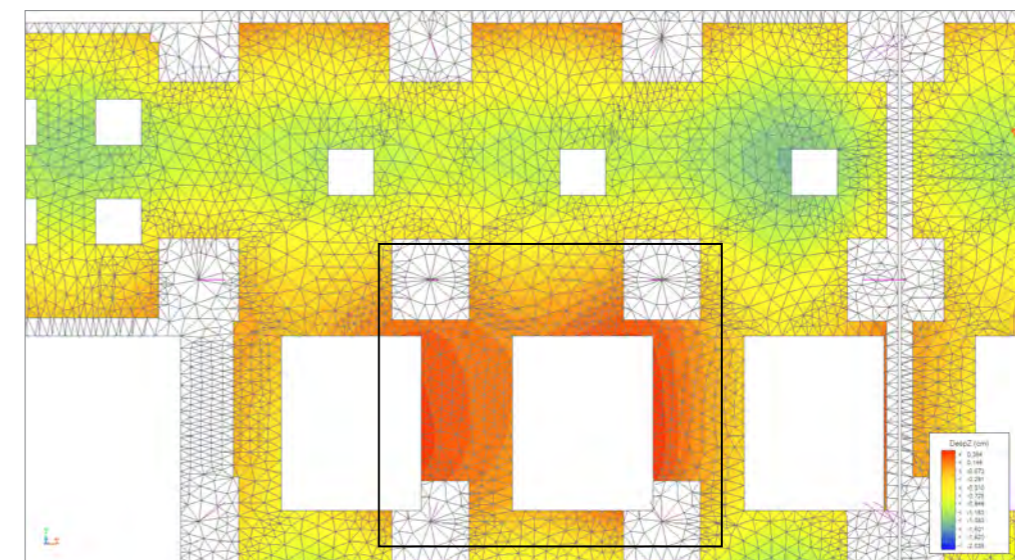
MX



MY



DZ



### 3.7.2.1- Vano 1 (externo)

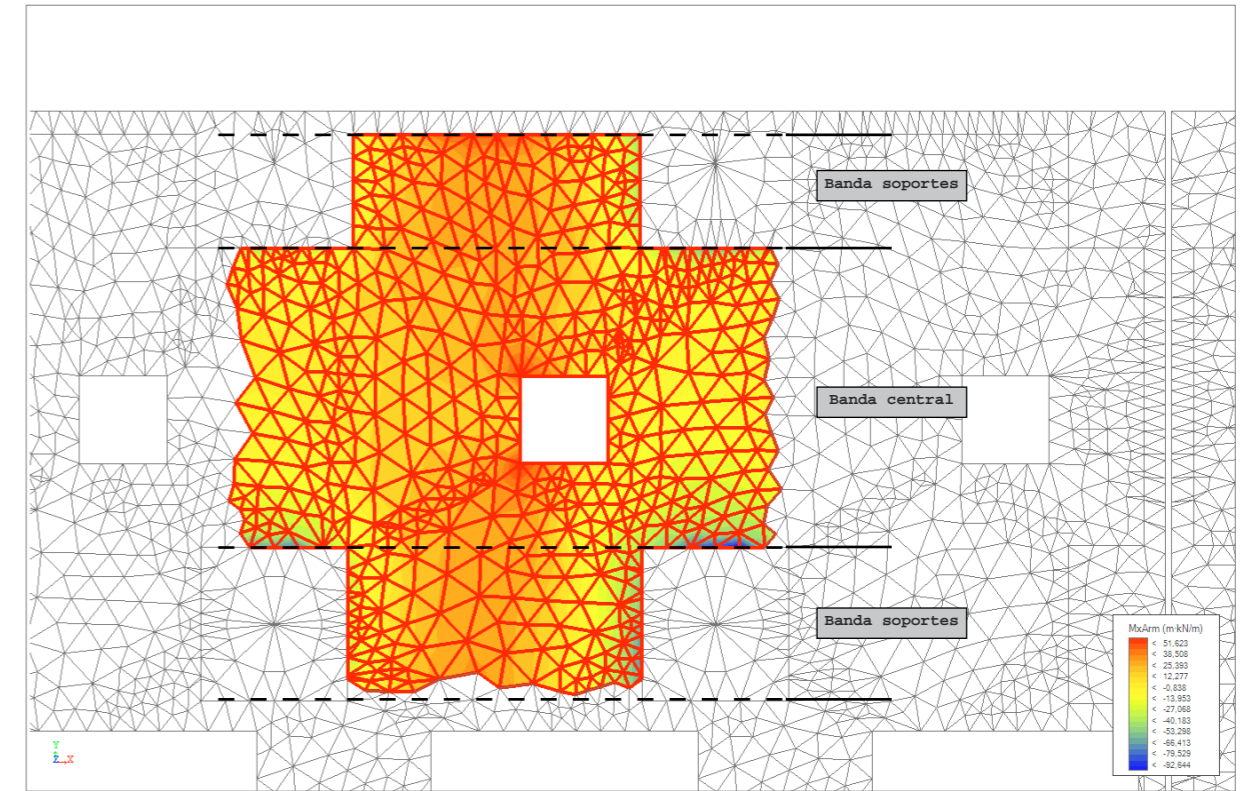
A través de las herramientas del programa de cálculo, obtenemos los nuevos esfuerzos máximos en dicha zona.

#### VANO 1 (externo)

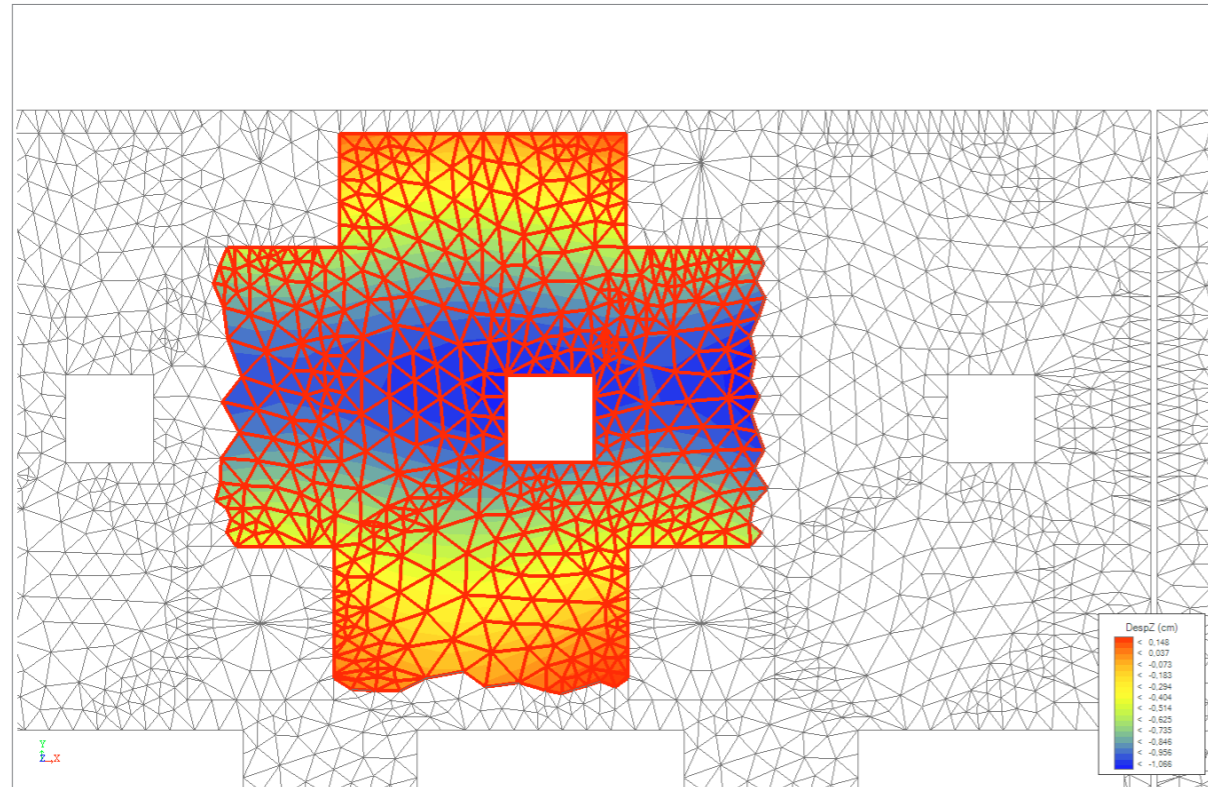
Lugar y tipo	Momentos en X (m·KN/m)	Momentos en Y (m·KN/m)	Armadura teórica X	Armadura teórica Y	Armadura real X	Armadura real Y
+ Banda de soportes	40	55	2Ø16	1Ø25	1Ø20	2Ø16
+ Banda central	24	60	1Ø16 2Ø12	1Ø25	1Ø16	1Ø16
- Banda central	-22	-20	1Ø16	1Ø16	1Ø20	1Ø20

Al realizar los huecos, como puede comprobarse, aparece un aumento de los esfuerzos sobre todo en la dirección Y, debido principalmente a la descarga del vano contiguo y por tanto se ve reducido el efecto equilibrador que éste llevaba a cabo (vano 2 interno). El efecto es inferior en la dirección X, y no cumple en la banda de soportes. La diferencia de carga para que cumpliera con el armado existente es muy pequeña, de entorno a los 4 m·KN/m, por lo que si se realizase un estudio mas preciso y contemplando los coeficientes de minoración de la resistencia del hormigón empleados, es muy probable que con la armadura existente cumpliera. De todas formas, posteriormente se plantean técnicas para reforzar en estos casos. Por el contrario, en la dirección en Y si que se hace patente que al cambiar el estado de cargas hay que realizar un refuerzo que aumente la sección de armadura existente en la cara inferior de la losa (refuerzos de fibra de carbono, etc)

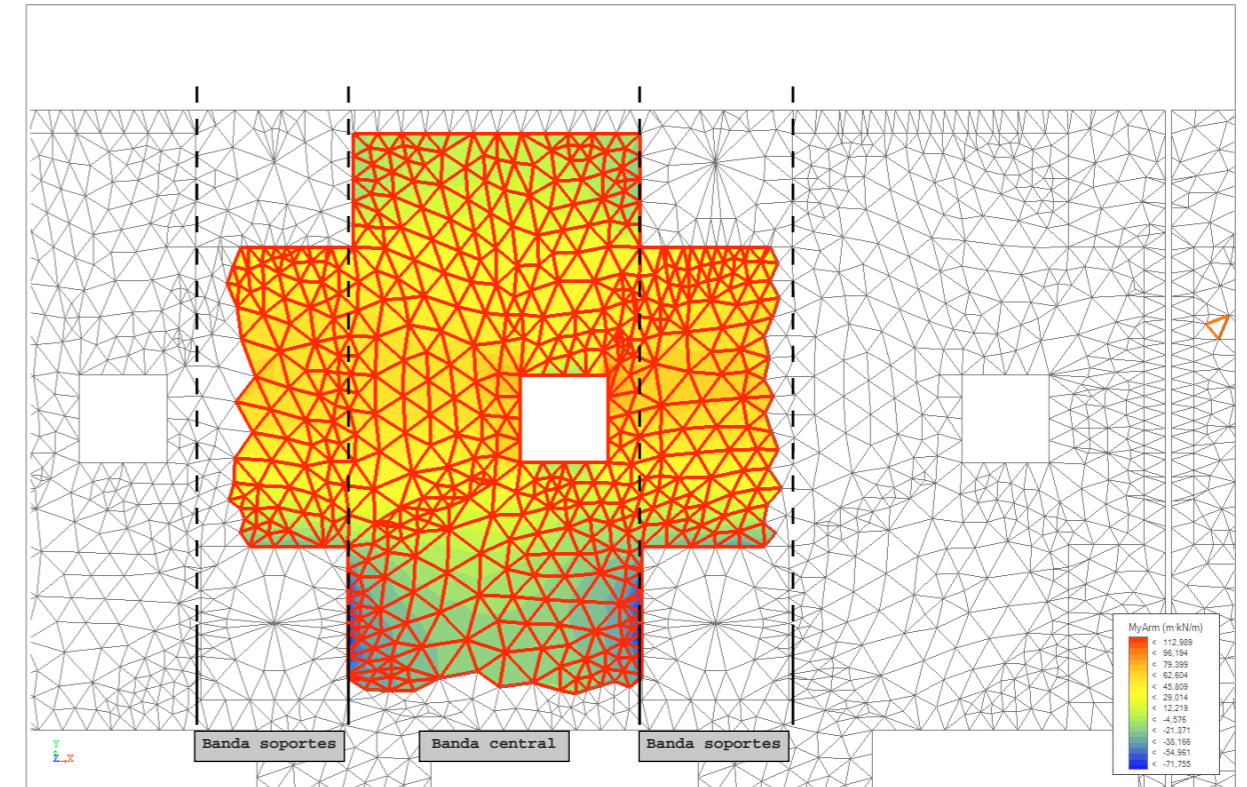
MX



DZ



MY



### 3.7.2.2- Vano 2 (interno)

A través de las herramientas del programa de cálculo, obtenemos los nuevos esfuerzos máximos en dicha zona.

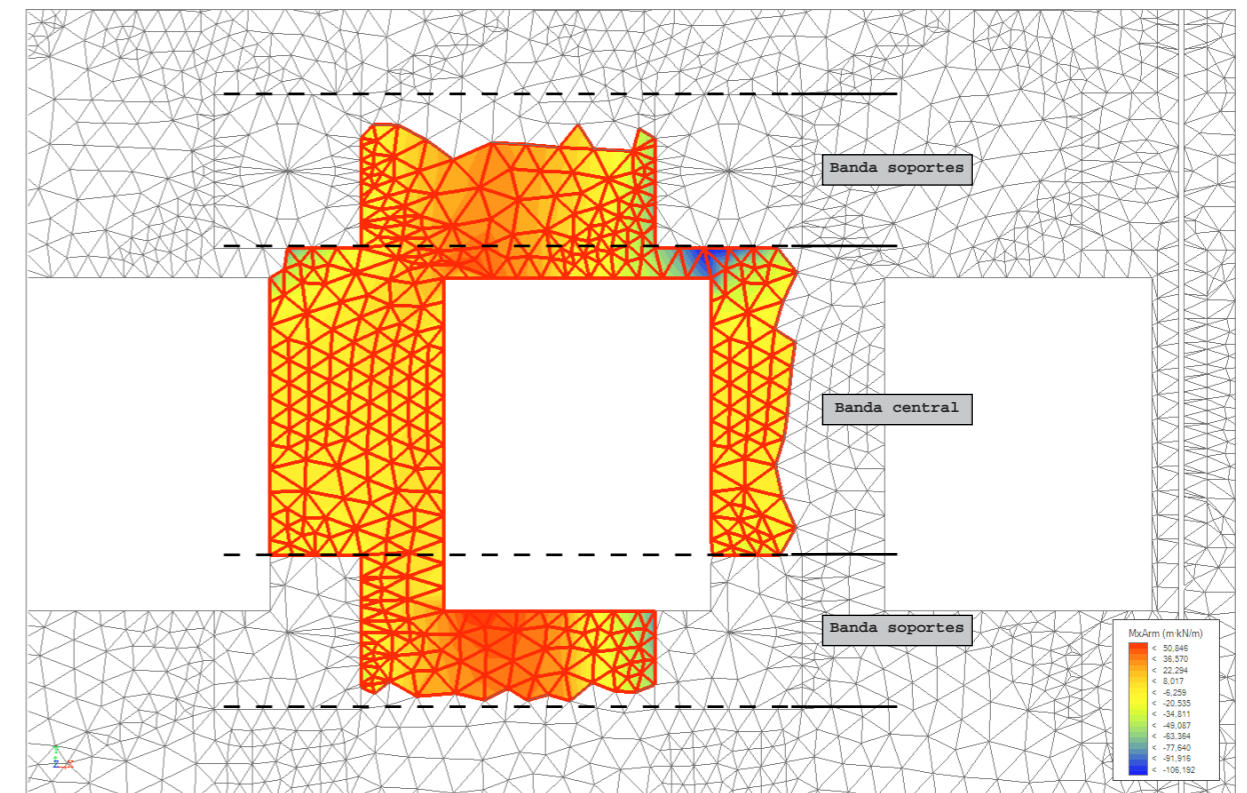
#### VANO 1 (interno)

Lugar y tipo	Momentos en X (m·KN/m)	Momentos en Y (m·KN/m)	Armadura teórica X	Armadura teórica Y	Armadura real X	Armadura real Y
+ Banda de soportes	28	-2,7	1Ø20		1Ø20	
+ Banda central	0,5	-1,5	1Ø10		1Ø16	
- Banda central	-2,8	-12	1Ø10	1Ø12	1Ø16	1Ø20

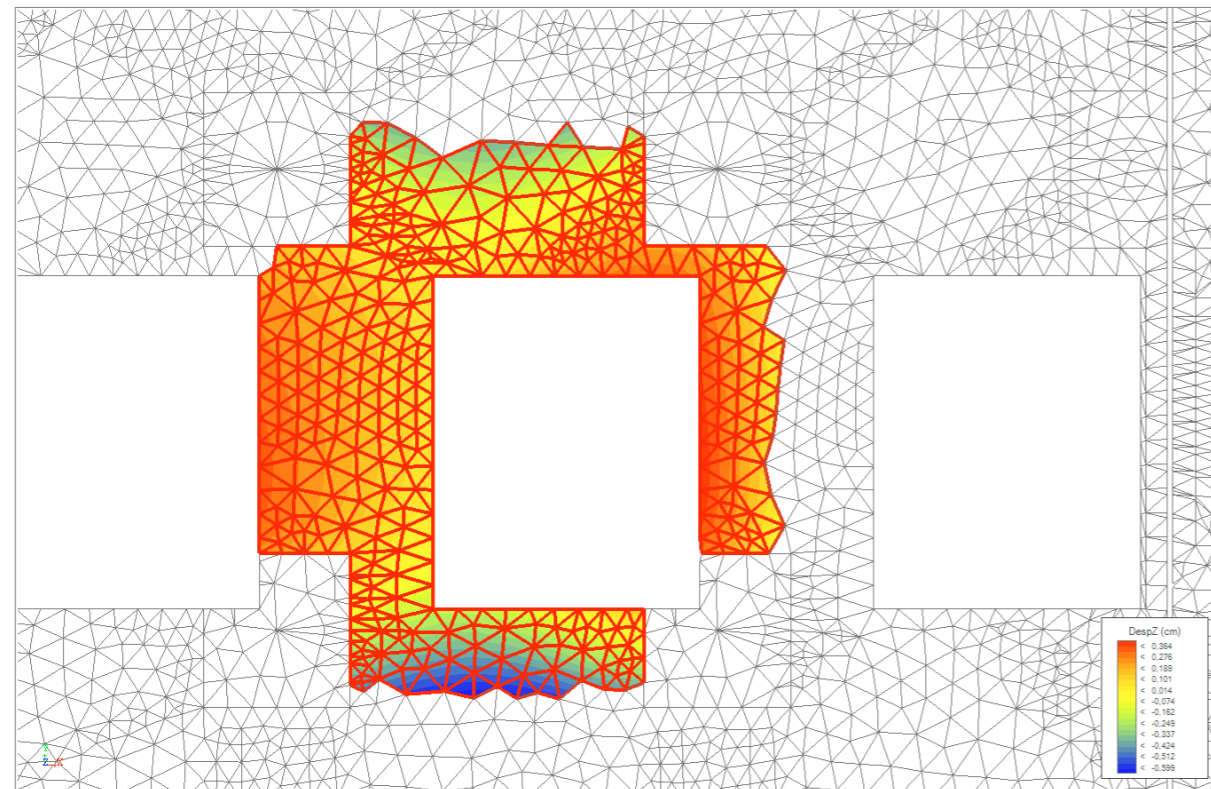
En este vano resulta mas evidente la naturaleza de la intervención llevada a cabo: ¡hemos descargado tanto la losa, que esta se levanta! . Tras constatarlo, puede comprobarse que la armadura inferior en la dirección Y deja de resultar necesaria, pasando a necesitar un cierto armado en la Superior. De todas formas las nuevas tensiones generadas en la cara superior de la losa, pueden ser absorbidas por la "capa de compresión" que se suele disponer siempre.

Resulta necesario estudiar especialmente el perímetro de los huecos que se abren, para comprobar si las concentraciones de esfuerzos producidas pueden absorberse, o bien plantear algún tipo de refuerzo que pudiera absorberlas.

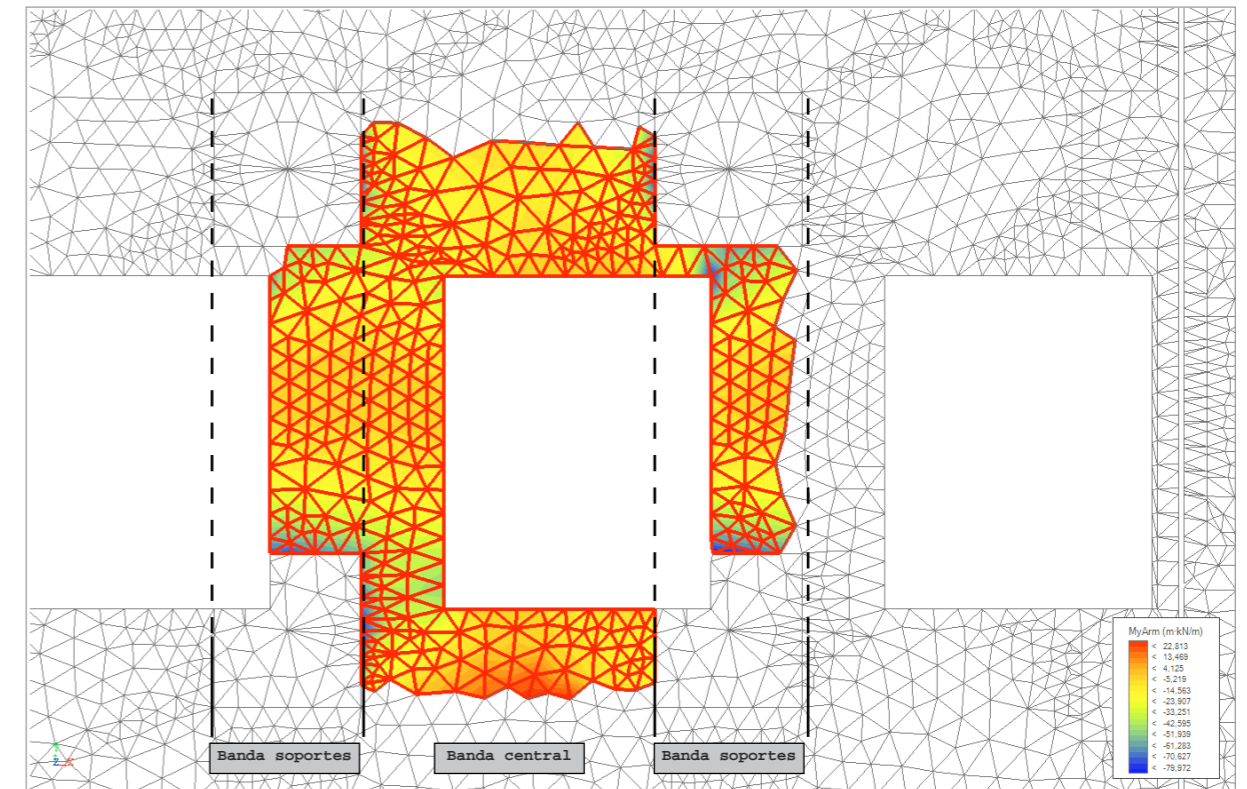
MX



DZ



MY



### 3.8- Comprobación pormenorizada del perímetro de huecos

A través de las herramientas del programa de cálculo, obtenemos los nuevos esfuerzos máximos en cada una de las zonas de estudio. En concreto se va a realizar un estudio de las dos perforaciones que se realizan de forma general en el proyecto, uno de ellos es un hueco de 150x150 cm que se abre para colocar un lucernario sobre el espacio de aprendizaje principal de cada aula. El segundo punto de interés radica en el hueco de 450x550 cm que se abre en el vano adyacente para constituir el patio exterior del aula.

El análisis se realiza de manera superficial, ya que para realizarlo de manera mas profunda se debería estudiar con gran detalle cada uno de los casos. El procedimiento consistirá en estudiar los diagramas de momentos, localizar donde se producen los picos de esfuerzos, comprobar la armadura existente en dicha zona y pasar a comprobar cuanta diferencia existe entre los momentos máximos admisibles de ésta y los que se producen realmente, para finalmente pasar a proponer alguna posible solución.

#### 3.8.1.- Lucernario aulas

En el caso del hueco para el lucernario que se perfora, aparecen momentos positivos en la dirección X de hasta  $50 \text{ m}^2\text{KN/m}$  en una esquina. La armadura base en dicha zona se encuentra dimensionada para resistir momentos de hasta  $22,75 \text{ m}^2\text{KN/m}$ , por lo que habría que duplicar la resistencia de la existente. En la dirección Y aparecen picos de momentos positivos del orden de  $112 \text{ m}^2\text{KN/m}$  en la esquina superior derecha del hueco, en dicha zona la armadura existente es de 2 barras de 16mm, con una capacidad portante de  $45 \text{ m}^2\text{KN/m}$ , lo que nos obligaría a disponer, como mínimo, de dos barras de 20mm, adicionales.

Por el contrario no se generan momentos negativos muy importantes, siendo éstos únicamente de  $15 \text{ m}^2\text{KN/m}$ , por lo que no hay que aumentar de manera drástica la armadura superior, y probablemente con la de compresión existente resulte suficiente.

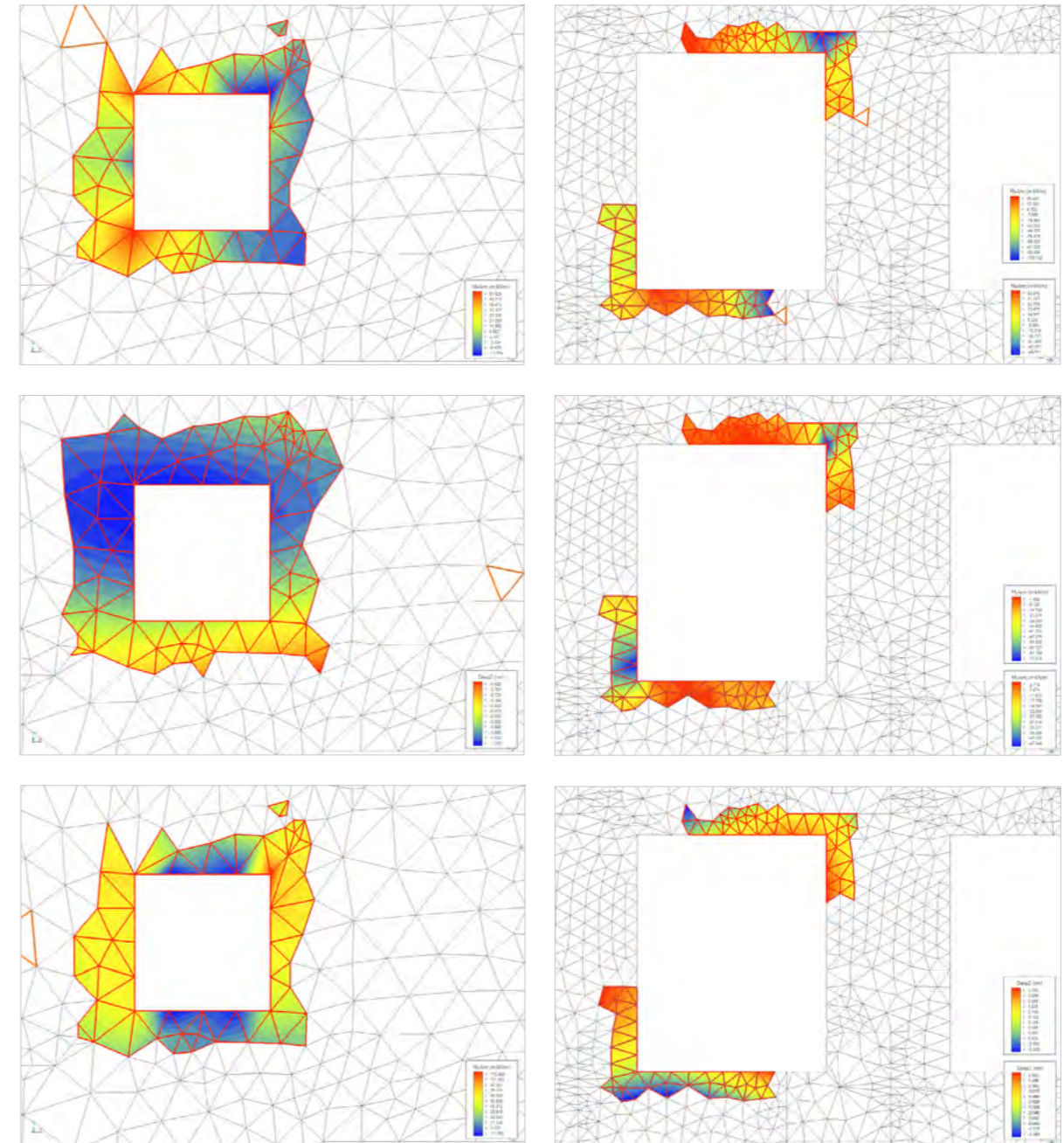
Los desplazamientos que se producen no son de gran magnitud, en torno a un cm, y se encuentran dentro de lo permitido para una luz de esa dimensión (7,9m).

#### 3.8.2.- Patio aulas

En el patio aparecen momentos máximos inferiores a los del lucernario, debido a que hemos descargado el vano. En concreto encontramos un momento máximo positivo en la dirección X en la esquina inferior izquierda del patio de  $50 \text{ m}^2\text{KN/m}$  de magnitud. La armadura existente en dicha zona está constituida por una barra de 20 mm de diámetro, con una capacidad portante de  $35,25 \text{ m}^2\text{KN/m}$ . En un principio puede parecer insuficiente pero hay que tener en cuenta que se produce en dicha zona el solape de barras, por lo que se duplica la resistencia, alcanzando los  $70 \text{ m}^2\text{KN/m}$ , siendo mas que suficiente.

En la misma dirección, pero en la parte superior, se genera un momento positivo de  $29 \text{ m}^2\text{KN/m}$ , siendo una barra de 16mm ( $22,75 \text{ m}^2\text{KN/m}$ ) la armadura dispuesta. Por tanto, habría que plantear un refuerzo o considerar la existente como adecuada, debido a los coeficientes tomados durante el cálculo.

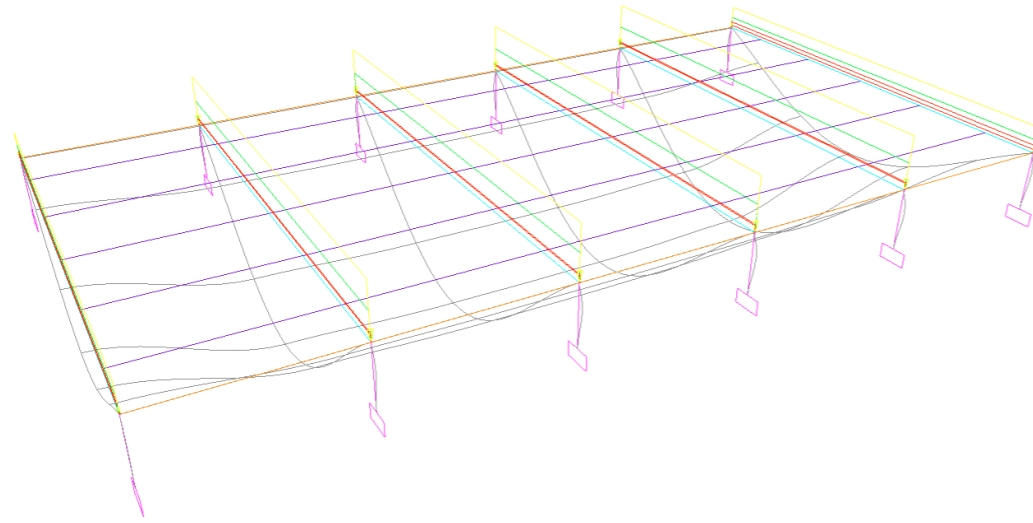
Asimismo se genera un momento negativo de  $106 \text{ m}^2\text{KN/m}$  al encontrarse dentro del área de influencia del ábaco. La armadura teórica necesaria es de una barra de 20mm cada 20cm; se encuentran colocadas dos de 32mm cada 60 cm, es decir, que harían falta tres de 20mm para cubrir los 60 cm, resultando de  $300 \text{ n}^2$  de sección, habiendo colocada  $512 \text{ n}^2$ , cumpliendo holgadamente.



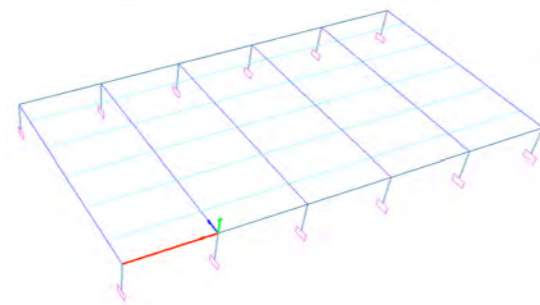
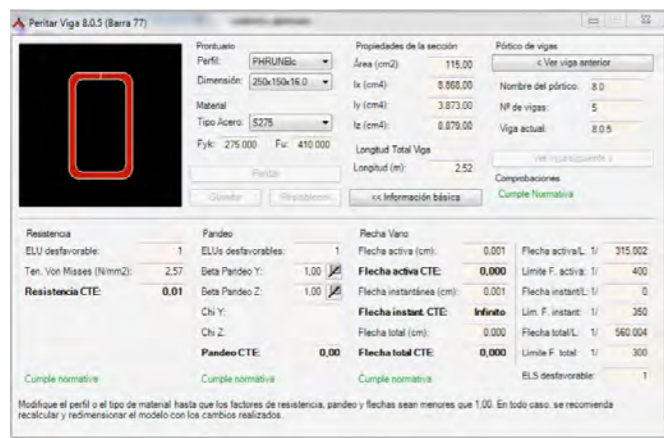
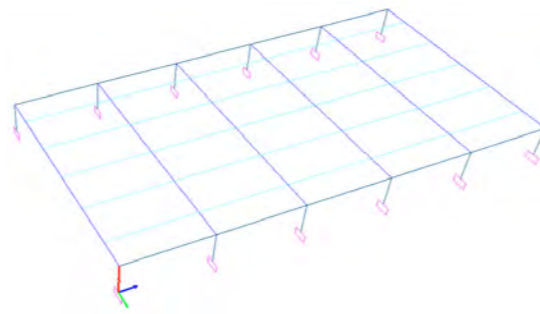
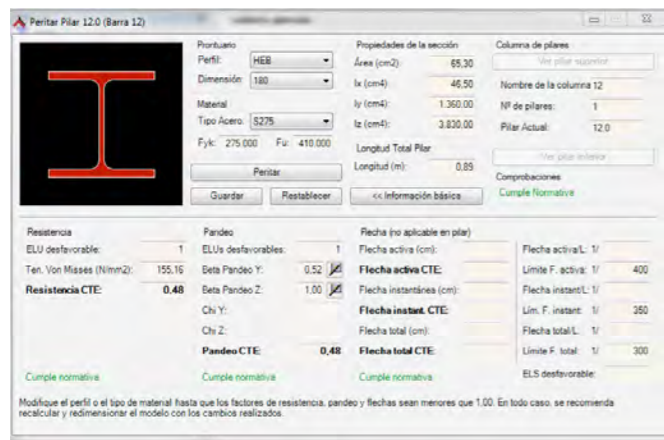
En la dirección Y se comporta de manera similar, generándose en la esquina inferior izquierda del patio momentos negativos de  $47 \text{ m}^2\text{KN/m}$ . La armadura existente en la banda de soportes de dicha zona es una barra de 20mm y justo en el siguiente nervio, ya entra dentro del área de influencia del ábaco, habiendo dispuesto dos barras de 32mm.

Los desplazamientos producidos se encuentran dentro de lo aceptable, resaltando que tienden a ser positivos, es decir se eleva la losa.

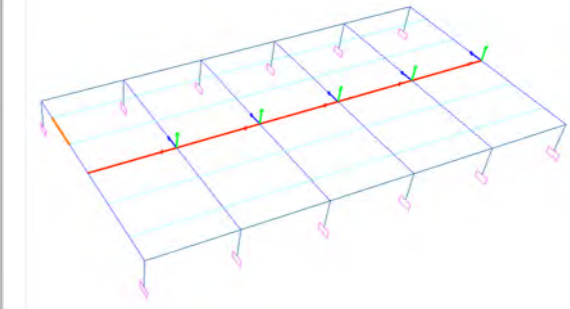
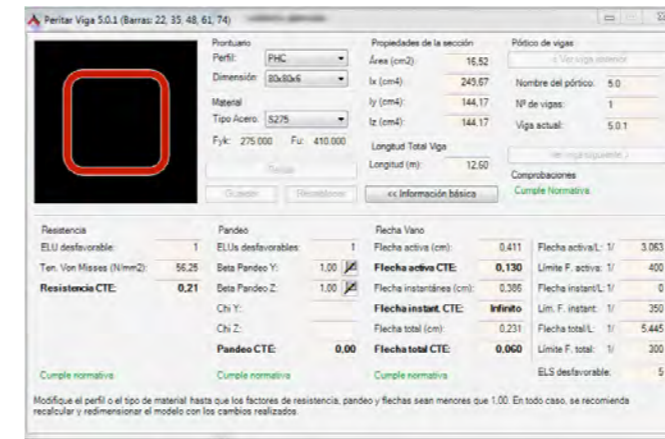
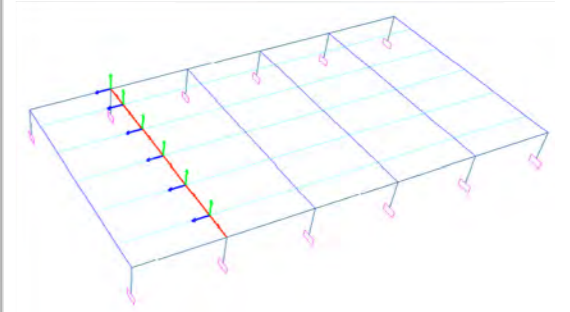
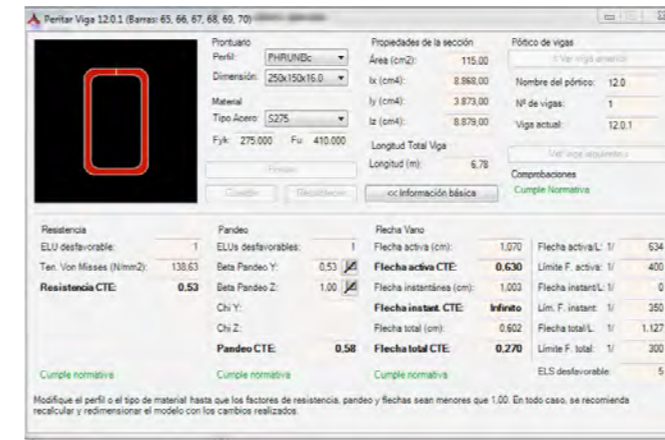
Deformada cubierta comedor



Peritacion de vigas metalicas



Peritacion de vigas metalicas



### 3.9.- Dimensionado y comprobación de la estructura ligera metálica

Mediante las herramientas proporcionadas por el programa Architrave se comprueba con una asombrosa facilidad la dimensión de las barras metálicas. Se obtienen perfiles tubulares rectangulares para 250x150x16 para las barras transversales, donde se apoyan las lamias y las correas sobre las que se fija posteriormente el cerramiento de policarbonato alveolar. Las correas son perfiles tubulares cuadrados de dimensión 80x80x6. Los pilares o barras verticales (890mm) se construyen mediante perfiles HEB 180 que posteriormente se anclan a la viga de atado de todo el perímetro del hueco, mediante placas de anclaje.

No se ha tenido en cuenta las acciones producidas por el viento, pero como puede verse, las barras se encuentran sobre dimensionadas para mayor seguridad.

### 3.9- Comprobación pilares

Con los datos obtenidos de Architrave se decide realizar una comprobación muy superficial de los soportes metálicos compuestos existentes en el edificio. Para el modelizado y cálculo en Architrave, se había dispuesto de pilares de hormigón de sección 300x300mm, ya que no había ninguno de tipo metálico compuesto para seleccionar, y para centrar toda la atención en el estudio de la losa. Al disponer de la posibilidad de conocer las solicitaciones de los pilares, se decide comprobar si el dimensionado propuesto en la NTE-EAS es correcto.



Se obtienen los siguientes valores para cada pilar según su posición:

- a)  $N_x = 751\text{KN}$  para un  $N_{xu} = 90\text{t}$  (882,5KN)
- b)  $N_x = 296\text{KN}$  para un  $N_{xu} = 47\text{t}$  (460,9KN)
- c)  $N_x = 215\text{KN}$  para un  $N_{xu} = 34\text{t}$  (333,4KN)

Se realiza la comprobación y se obtiene que los axiles son inferiores a los valores de agotamiento  $N_u$ . De todas formas debería llevarse a cabo una comprobación mas minuciosa, comprobando si los Momentos obtenidos son inferiores a los de Agotamiento de cada pilar.

#### 4. ANEXO CONSTRUCTIVO

##### 4.1.- Realización de huecos en forjados de hormigón armado.

La realización de los huecos, practicados en el forjado de hormigón armado, se logra de manera muy sencilla mediante varios sistemas.

a) **Cortes rectos mediante discos de diamante refrigerados:** es el indicado para realizar los cortes de los patios y lucernarios cuadrados en las aulas. Se ejecuta de manera muy sencilla, mas aún si se lleva a cabo en la cubierta, ya que no hay limitaciones de altura, ni para transportar la maquinaria necesaria. Se procede anclando al forjado de cubierta las guías sobre las que se desplazara la sierra diamantada de disco. Esta técnica permite perforar hasta grosores de hormigón armados de 900 mm.

b) **Cortes circulares mediante brocas huecas:** este sistema es el idóneo para la realización de los numerosos lucernarios circulares que se realizan en la cubierta. Se lleva a cabo mediante una broca circular hueca diamantada y refrigerada que permite la realización de perforaciones de hasta 1200 o 1500 mm de diámetro.



##### 4.2.- Realización de refuerzos en forjados de hormigón.

La realización de refuerzos en el forjado de hormigón armado se puede efectuar de distintas maneras, según los requerimientos del área a reforzar.

Se distinguen :

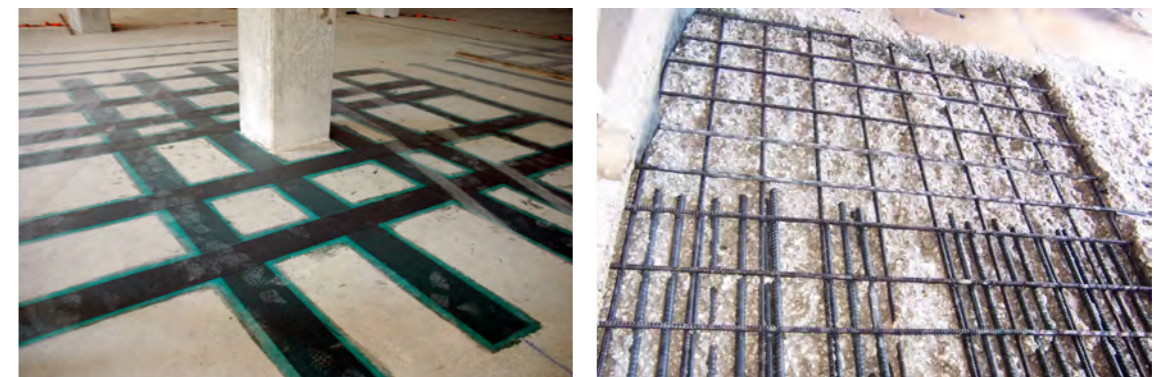
a) **Refuerzos adheridos al forjado:** éstos se aplican directamente sobre el forjado mediante adhesivos especiales que permiten incrementar las cargas o la absorción de esfuerzos sobre el forjado. Un ejemplo lo encontramos en el refuerzo mediante fibra de carbono (sika carbodur E). Este método podría emplearse en los casos donde debido a la redistribución de cargas, se produce un aumento de los momentos positivos en la losa (vano 1 externo) de manera que una forma de aumentar la sección de "armadura" consiste en colocar dichos refuerzos en forma de bandas de carbono adheridas a los nervios de la losa en la dirección necesaria. Las ventajas que presenta son:

- Aumento de Resistencia a la flexión de tanto de positivos como negativos.
- Aumento de rigidez de la losa y reducción de las deformaciones producto de las cargas de servicio.
- Reducción de la sección fisurada para una mayor durabilidad.

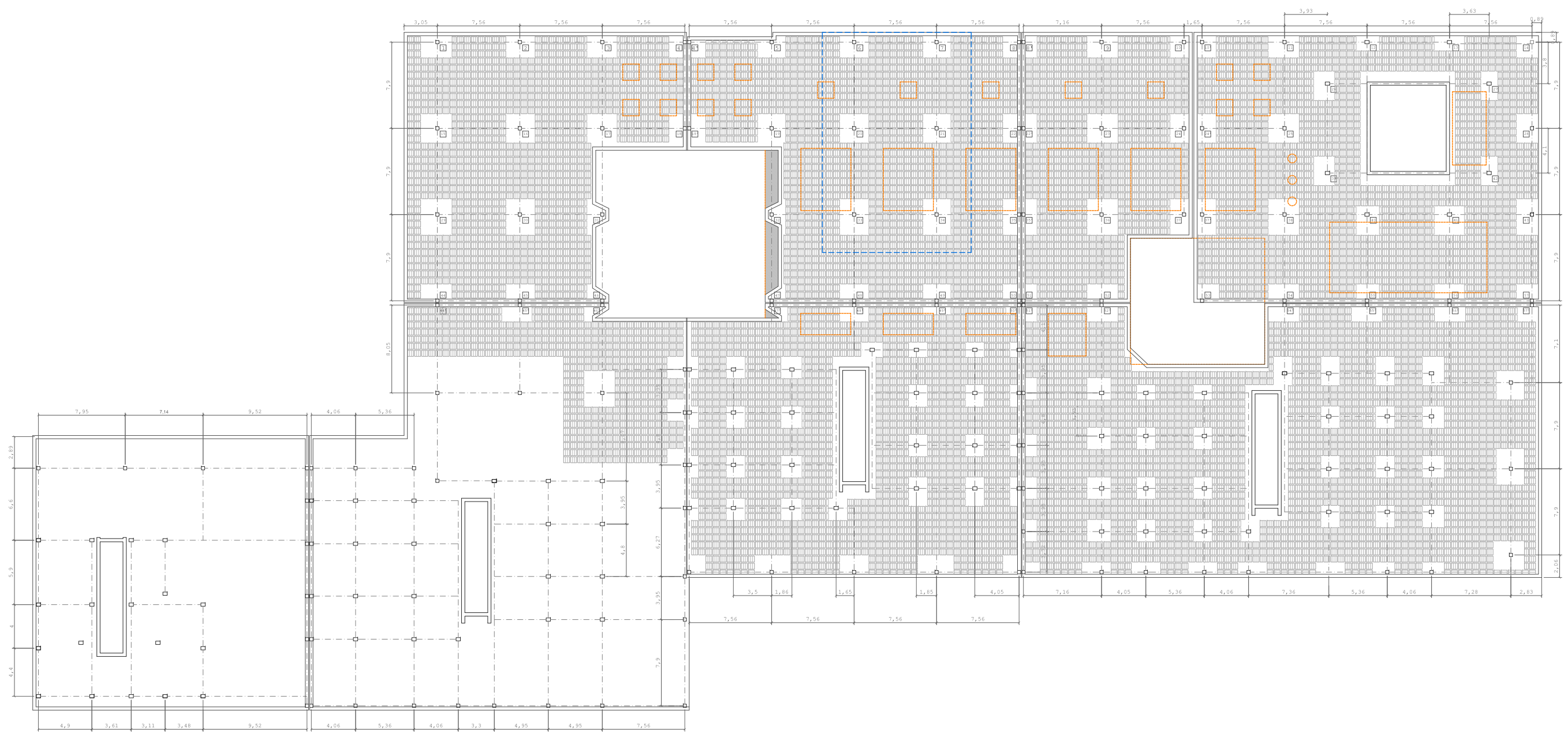
b) **Aumentando armado:** en caso de resultar insuficiente el refuerzo mediante fibra de carbono o bien en puntos con una concentración de cargas muy alta, puede resultar útil aumentar el armado de algún nervio en concreto. Un método muy útil es el de la hidrodemolición, que consiste en eliminar el hormigón de determinadas áreas mediante la utilización de agua pulverizada a altas presiones, dejando intacto el armado existente. Dicho método presenta muchas ventajas como son:

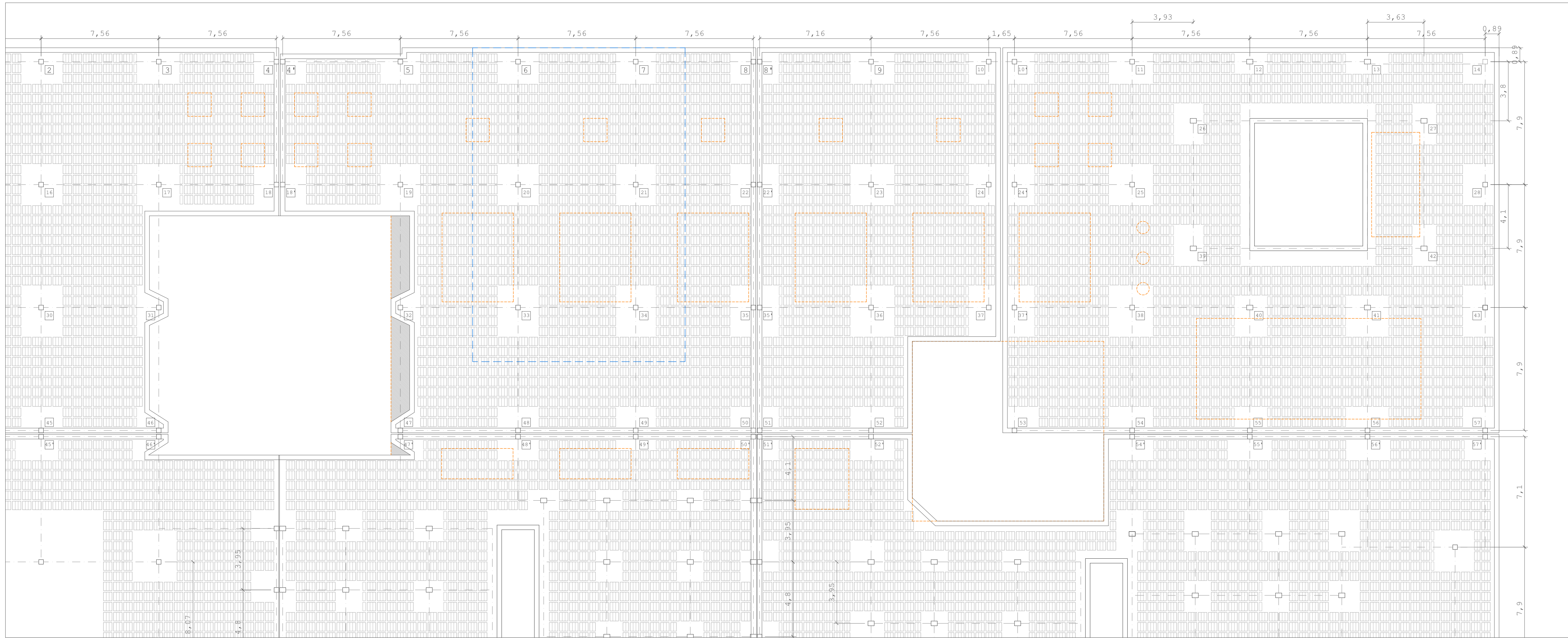
- Eliminación del polvo de sílice, propio de trabajos de demolición.
- Ruidos inferiores a sistemas de demolición neumáticos.
- Evita daños a las armaduras metálicas, es mas, su superficie queda en inmejorables condiciones de adherencia a la hora de hormigonar nuevamente.

c) **Construyendo vigas de atado:** a la hora de efectuar los grandes huecos de los patios de las aulas puede disponerse la construcción de un zuncho de atado que recoja todo el perímetro del hueco. Donde resulte necesario, por existir una concentración muy elevada de esfuerzos, se puede reforzar mediante taladros y posteriormente colocar barras que se anclen en la losa original y en el nuevo zuncho. A la hora de efectuar la perforación del gimnasio, este sería el método elegido para que, posteriormente, pueda descansar sobre esta viga la cubierta metálica construida para techar dicho espacio.



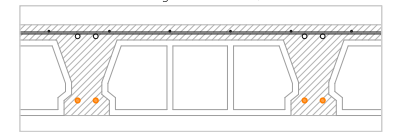






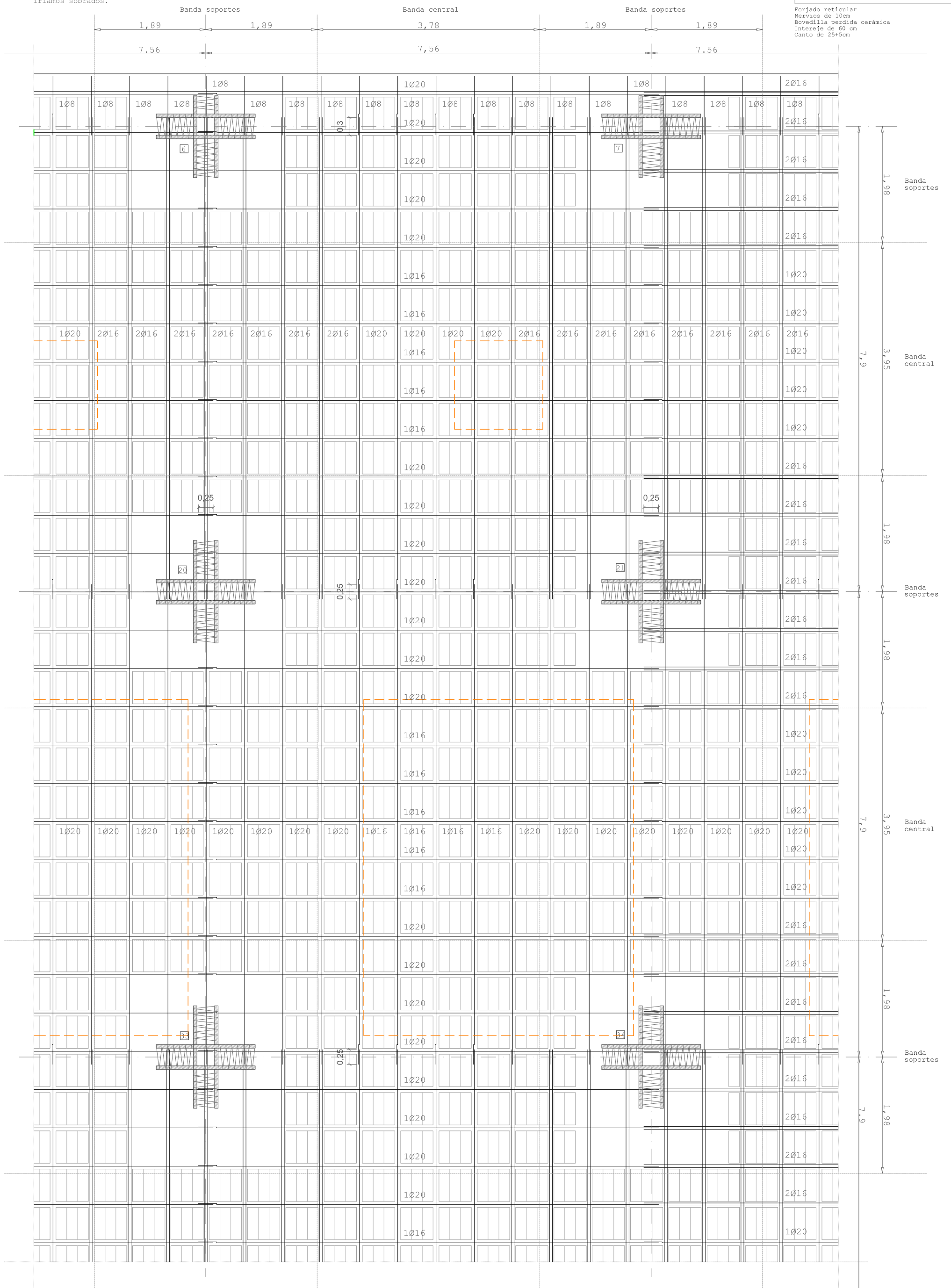
Esquema de losa aligerada esc. 1/400

Armadura Cara Inferior esc 1/50  
Detalle del forjado esc.1/20

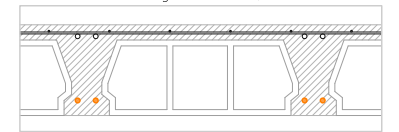


Forjado reticular  
Nervios de 10cm  
Bovedilla perdida cerámica  
Interese de 60 cm  
Canto de 25+5cm

Se ha seguido la norma NTE-EHR (normativa supuestamente seguida a la hora de armar la losa), como puede verse, se colocan una gran variedad de diámetros distintos. Seguramente no se haya diferenciado tanto a la hora de ejecutar el armado de la losa, por lo que se emplearían menos barras de distintos tamaños. Esto nos posiciona del lado de la seguridad ya que al haber realizado la comprobación sobre el armado teórico estricto y cumplir, con el que supuestamente se ha colocado iríamos sobrados.

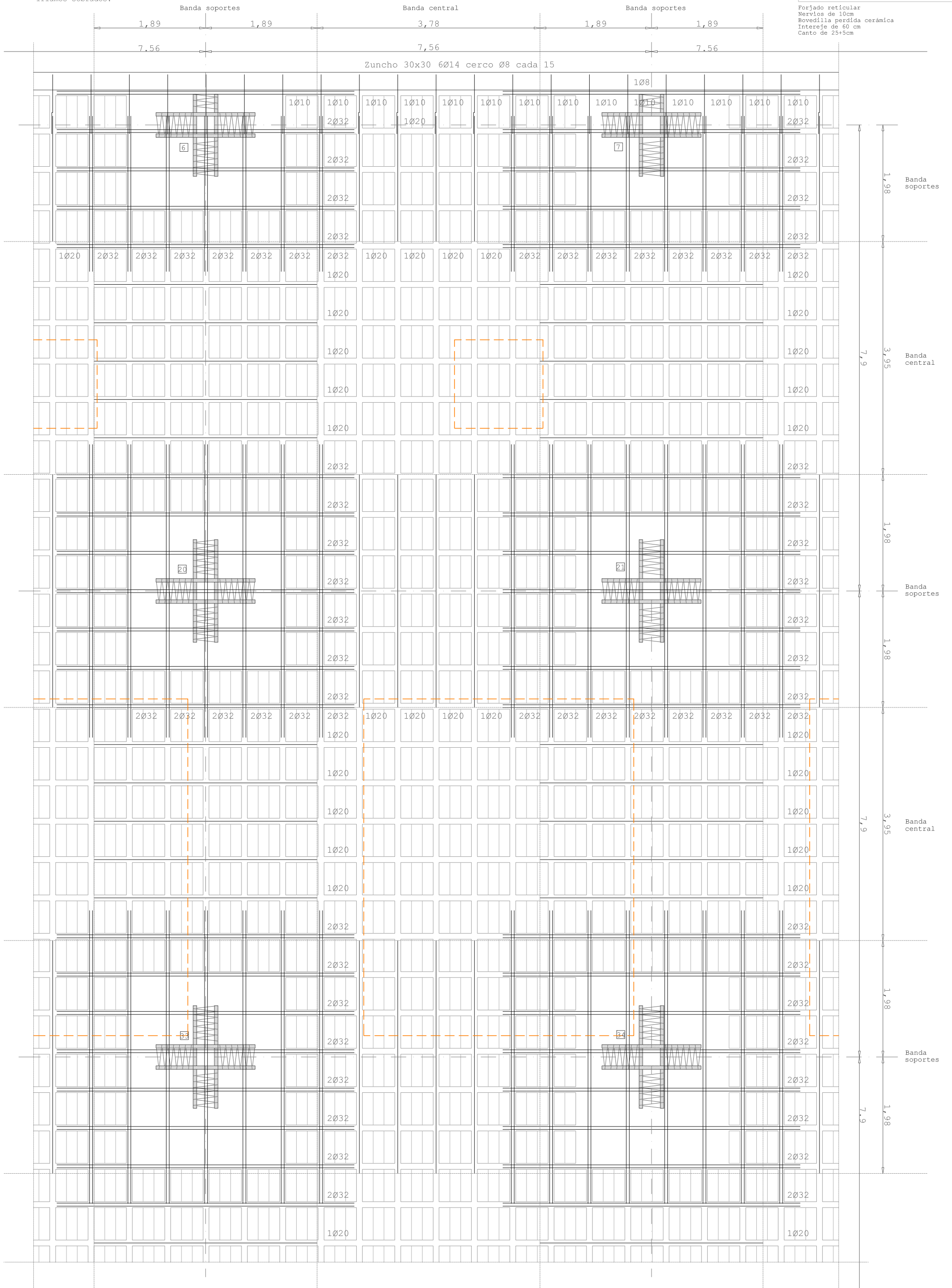


Armadura Cara Superior esc 1/50  
Detalle del forjado esc.1/20

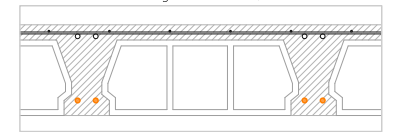


Forjado reticular  
Nervios de 10cm  
Bovedilla perdida cerámica  
Interseje de 60 cm  
Canto de 25+5cm

Se ha seguido la norma NTE-EHR (normativa supuestamente seguida a la hora de armar la losa), como puede verse, se colocan una gran variedad de diámetros distintos. Seguramente no se haya diferenciado tanto a la hora de ejecutar el armado de la losa, por lo que se emplearían menos barras de distintos tamaños. Esto nos posiciona del lado de la seguridad ya que al haber realizado la comprobación sobre el armado teórico estricto y cumplir, con el que supuestamente se ha colocado iríamos sobrados.

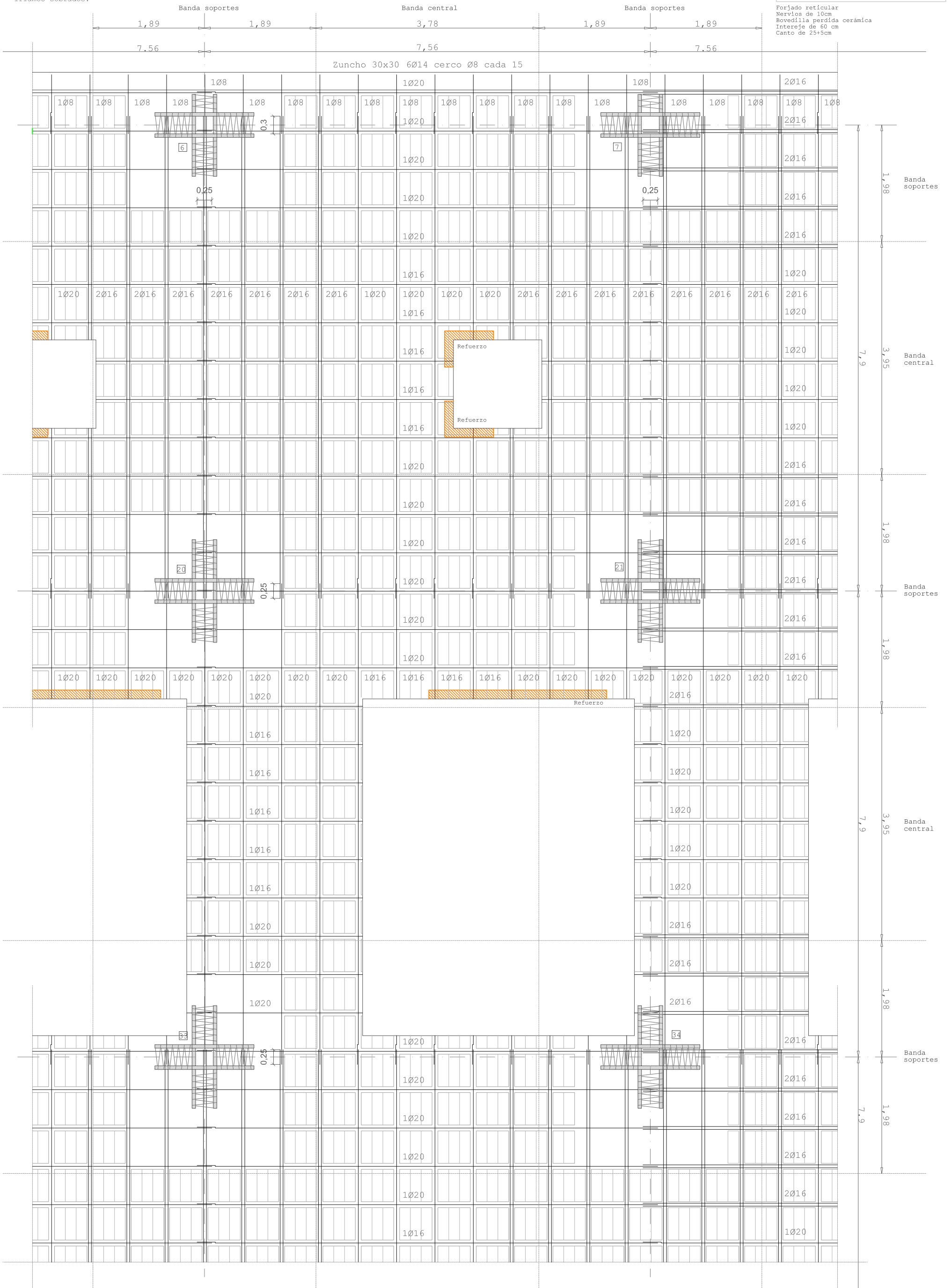


Armadura Cara Inferior esc 1/50  
Detalle del forjado esc.1/20

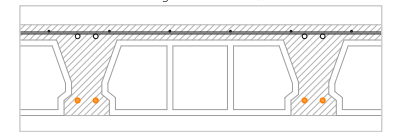


Se ha seguido la norma NTE-EHR (normativa supuestamente seguida a la hora de armar la losa), como puede verse, se colocan una gran variedad de diámetros distintos. Seguramente no se haya diferenciado tanto a la hora de ejecutar el armado de la losa, por lo que se emplearían menos barras de distintos tamaños. Esto nos posiciona del lado de la seguridad ya que al haber realizado la comprobación sobre el armado teórico estricto y cumplir, con el que supuestamente se ha colocado iríamos sobrados.

Forjado reticular  
Nervios de 10cm  
Bovedilla perdida cerámica  
Interseje de 60 cm  
Canto de 25+5cm

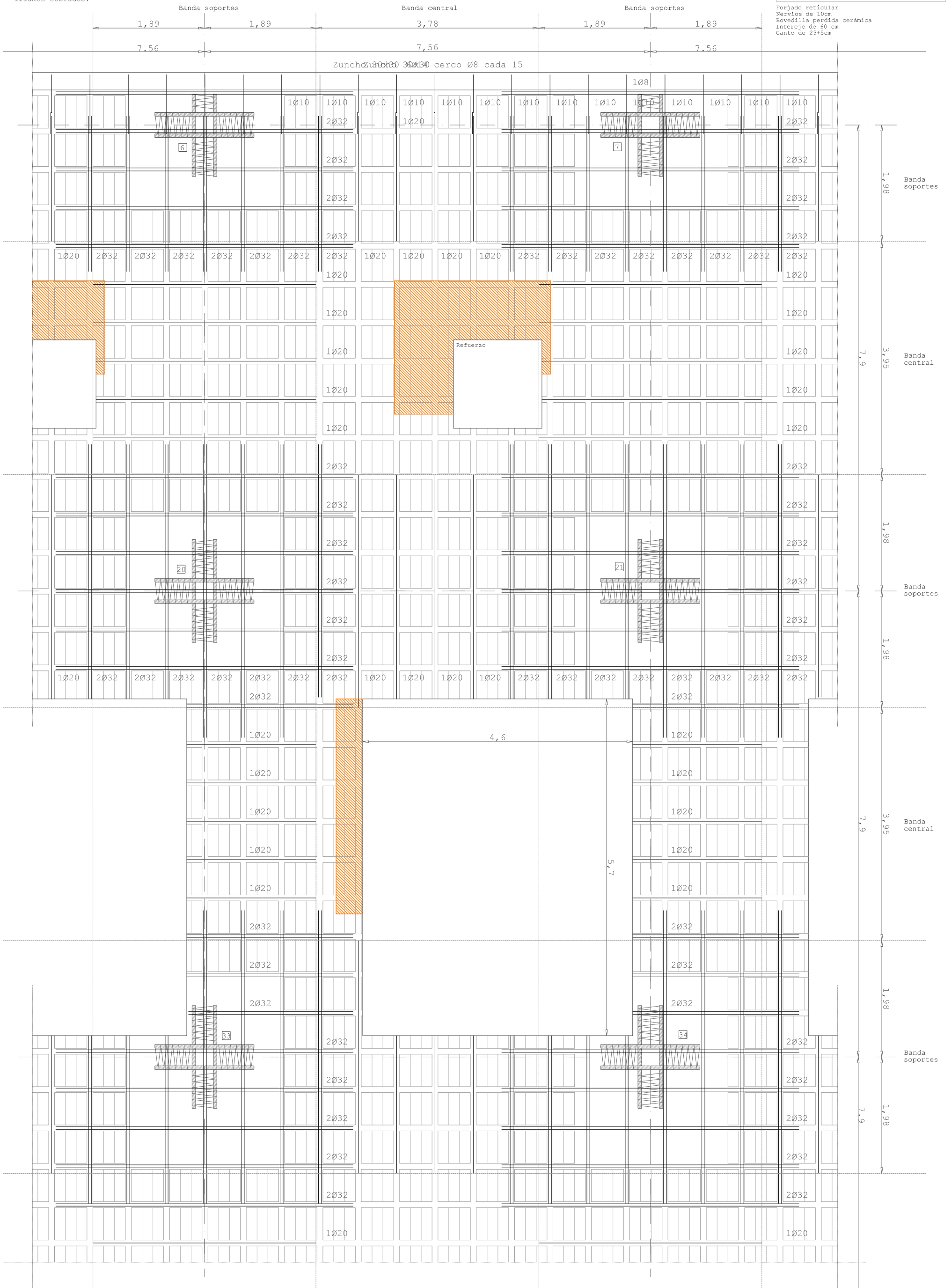


Armadura Cara Superior esc 1/50  
Detalle del forjado esc.1/20



Forjado reticular  
Nervios de 10cm  
Bovedilla perdida cerámica  
Interefe de 60 cm  
Canto de 25+5cm

Se ha seguido la norma NTE-EHR (normativa supuestamente seguida a la hora de armar la losa), como puede verse, se colocan una gran variedad de diámetros distintos. Seguramente no se haya diferenciado tanto a la hora de ejecutar el armado de la losa, por lo que se emplearían menos barras de distintos tamaños. Esto nos posiciona del lado de la seguridad ya que al haber realizado la comprobación sobre el armado teórico estricto y cumplir, con el que supuestamente se ha colocado iríamos sobrados.





#### **Unas instalaciones**

Última parte y por ello no menos importante.

Que se encuentre al final no significa que sea lo último que se realice, ya que desde el principio se tienen en cuenta a la hora de proyectar la escuela.

Puede decirse que el núcleo de las instalaciones, donde todas se agrupan y desde las cuales se nutren los distintos espacios de la escuela, radica en la cubierta, bajo la torre norte. Desde aquí y siempre discurriendo bajo el forjado de cubierta recorren la escuela.

*CTE DB-HS4 y CTE DB-HE4*

---

Suministro de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria.  
Contribución Solar Mínima de agua Caliente Sanitaria

## CTE DB-HS4

### Suministro de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria

#### 1- Descripción general de la instalación de agua fría de acuerdo al CTE

La instalación de suministro de agua desarrollada en el proyecto del edificio se compone de una acometida general, con un único contador y se distinguen las siguientes partes:

##### 1.Acometida:

La acometida consiste en una derivación realizada sobre la acometida general ya existente en la torre 1, al encontrarse esta instalación ya realizada.

##### 2.Instalación interior general:

Contador general.

##### 3.Derivaciones interiores:

Las conforman el conjunto de conductos verticales (montantes) y horizontales que van desde el contador general hasta cada una de las tomas de agua que abastecen toda la escuela. Estas se disponen bajo el forjado de cubierta, discurrendo a lo largo de la galería corrida que recorre toda la escuela y de ahí dan servicio a todas las tomas de agua. En el caso de las conducciones que discurren por la cubierta éstas se disponen bajo el suelo flotante, debidamente aisladas.

#### 2- Descripción de los elementos que componen la instalación

##### 1.Acometida:

Enlaza la red exterior de suministro con la instalación general del edificio, al encontrarse ya realizada (se utiliza la del grupo de viviendas de la torre 1). Suponemos que de los elementos requeridos de acuerdo al CTE tan solo resta colocar una llave de corte general, al encontrarse la llave de toma y la de registro previamente construidas. La llave de corte general se ubicará en la planta baja de la torre 1, junto a los contadores de las viviendas ya existentes. En caso de que no resultase posible efectuar una derivación desde esta acometida, se procederá a la construcción de una acometida independiente en la calle Álvaro de Bazán, disponiendo de los elementos propios de esta: llave de toma, tubo de acometida, llave de registro o corte general.

##### 2.Instalación interior general:

El contador general se alojará en un armario en el núcleo de la torre 1, en la planta de cubierta, junto a la derivación común de la torre. Dicho armario estará dotado de iluminación eléctrica y de desagüe para caso de fuga. Asimismo, el armario dispondrá de los siguientes elementos, todos ellos colocados en un plano paralelo al suelo:

- a. Llave de corte general
- b. Filtro de la instalación general
- c. Contador general
- d. Llave de comprobación
- e. Grifo o racor de prueba
- f. Válvula de retención (*impedir el retorno a la red de suministro*)
- g. Llave de salida (*da paso al tubo de alimentación*)

No es necesario la instalación de un equipo de sobreelevación o grupo de presión, dado que al encontrarse la escuela construida en una planta primera y cubierta, la presión suministrada por la red resulta suficiente para abastecer las tomas de agua de la derivación interior.

#### 3.Derivaciones interiores

*Derivación general*, desde el contador (en el plano de la cubierta) y bajo el suelo elevado se provee un conducto horizontal hasta llegar al borde de la huella que deja la torre 1, donde se transforma en montante vertical y baja hasta situarse en la cara inferior del forjado de cubierta.

*Derivaciones particulares*, discurren horizontalmente bajo el forjado de cubierta a lo largo de la circulación exterior que recorre toda la escuela. Desde esta derivación se efectúan distintas derivaciones particulares para dar servicio a cada núcleo húmedo de la escuela. Se coloca una llave de corte entre esta derivación y cada núcleo húmedo, de forma que pueda cortarse el suministro sin afectar al resto de la escuela.

Los espacios que requieren suministro de agua fría son: la cocina, aseos y las tomas de agua de los patios, tanto para consumo como para higiene.

#### 3- Descripción general de la Instalación de Agua Caliente Sanitaria ACS

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría. De acuerdo con el código técnico de la edificación, todas aquellas construcciones de nueva planta deben contribuir a cubrir parte de la demanda de agua caliente sanitaria mediante sistemas solares de captación de energía y otros sistemas que empleen fuentes de energía renovables. En nuestro caso se opta por emplear colectores solares, junto a un sistema de apoyo que emplea gas.

La contribución solar mínima anual que debe cumplir nuestra instalación, de acuerdo al **DB-HE4**, se sitúa en torno al 50%, ya que la zona climática correspondiente a Valencia es la IV y efectuando una estimación del volumen de litros de ACS por persona para una "escuela sin duchas" (4 litros por persona, 120 personas) resulta un total de 480 litros, obteniendo una contribución en torno al 50% (tabla 2.1). La instalación de ACS se compone de:

##### 1. Circuito primario:

Circuito que conforma los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite. El fluido empleado es agua recirculada a través de los colectores. Dicho circuito se encarga de la producción de ACS solar propiamente dicho.

##### 2. Circuito secundario:

Circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de acumulación o consumo. Su funcionamiento se basa nuevamente en la recirculación de un fluido (agua) a través de unos intercambiadores que transmiten la energía térmica acumulada por el circuito primario.

##### 3. Sistema de acumulación y apoyo:

Sistema encargado de la acumulación de energía procedente de los circuitos anteriores en forma de agua caliente para consumo. En caso de que la energía térmica de dicha agua no fuera suficiente para alcanzar las temperaturas de servicio requeridas, se emplearía una caldera de apoyo a gas encargada de suministrar la diferencia de temperatura existente.

##### 4. Circuito de consumo:

Consiste en la red por la que circula el agua caliente sanitaria lista para su uso. Conecta las tomas de agua con la salida de agua de la caldera o el acumulador. Esta red se dispone paralela a la de agua fría bajo el forjado de cubierta.

Los espacios con requerimiento de ACS son: los aseos y la cocina.

#### 4- Descripción de los elementos que componen la instalación de Agua Caliente Sanitaria

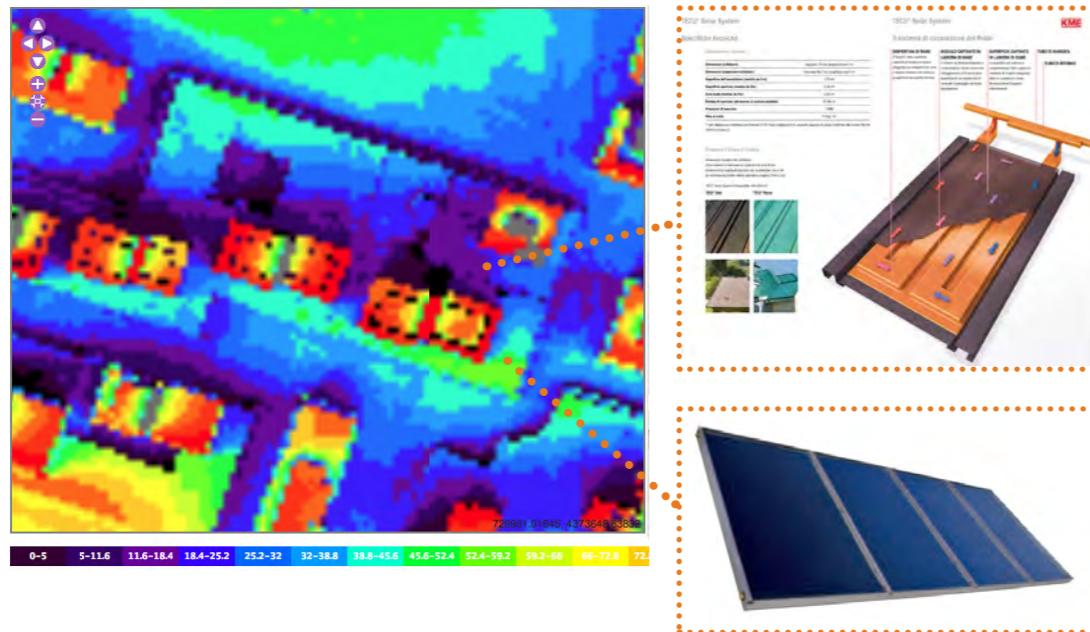
##### 1. Circuito primario

Los colectores solares se colocan sobre la cubierta de los edificios luz, en la zona donde se encuentra el mayor porcentaje anual de sol recibido, en torno al 60%. Se decide colocar colectores aislados en vez de integrados en la cubierta del comedor/gimnasio (TECU solar System) por ser completamente insuficiente el porcentaje de radiación anual que incide en dicha superficie, en torno al 18%. Se ha decidido priorizar la eficiencia energética sobre el impacto visual que se produce al colocar los paneles solares aislados. Por otro lado, esta colocación puede servir a modo de concienciación ambiental de cara a las nuevas generaciones que están en la escuela. Se tienen en cuenta las altas temperaturas que alcanzan y se coloca un perímetro vallado que impida que los niños puedan acercarse a ellos. El captador solar elegido es el modelo CSP 1000 V de la casa Thermor que tiene unas dimensiones de 200x480x114 m. Al elegir un modelo de tanta superficie, se reduce el coste de instalación general (menos tuberías, mano de obra, etc).

Los colectores solares se conectan en paralelo, circulando por ellos agua. Se dispone en el cuarto de instalaciones, una bomba de recirculación con llaves de corte a ambos lados y con válvula de retención, así como un grifo de vaciado según el esquema adjunto.

Asimismo se coloca un intercambiador de placas, encargado de transmitir el calor al circuito secundario. Este se coloca en el mismo cuarto que la bomba de recirculación.

Los conductos que cierran el circuito antes descrito circulan bajo el pavimento elevado de la cubierta, reposan sobre una bandeja y se encuentran correctamente aislados.



##### 2. Circuito secundario o de intercambio

Se decide la construcción de un sistema secundario, aunque no sea necesario, por presentar una serie de Beneficios. El primero radica en que puede utilizarse un fluido distinto del agua, evitando así la formación y acumulación de depósitos calizos en las tuberías, otro beneficio radica en que se reduce la temperatura del agua que llevan las tuberías, disminuyendo las pérdidas de calor en el trayecto y la exposición de las conducciones al desgaste térmico. Asimismo, al disponer de un sistema independiente, en caso de reparación o mantenimiento, éste resulta mucho más fácil que si directamente el circuito primario llegase a los acumuladores. La instalación se compone de:

- Intercambiador de placas con sistema primario.
- Conductos desde intercambiador a la sala de calderas.
- Bomba de recirculación en cuarto de calderas, activándose cuando la temperatura en el acumulador no sea suficiente. La bomba estará sincronizada con la del circuito primario, para que funcionen simultáneamente.
- Acumulador con serpentín, se encarga de acumular el agua caliente producida anteriormente, en espera de ser usada.

##### 3. Sistema de acumulación y apoyo:

a. El sistema de acumulación y apoyo se compone de un acumulador con serpentín por el que pasa el Agua Fría precalentándose antes de ser consumida, con capacidad para 500 litros que, si la temperatura es insuficiente, pasa a la caldera de apoyo. La presión del Agua Fría que discurre por el serpentín es la de la red.

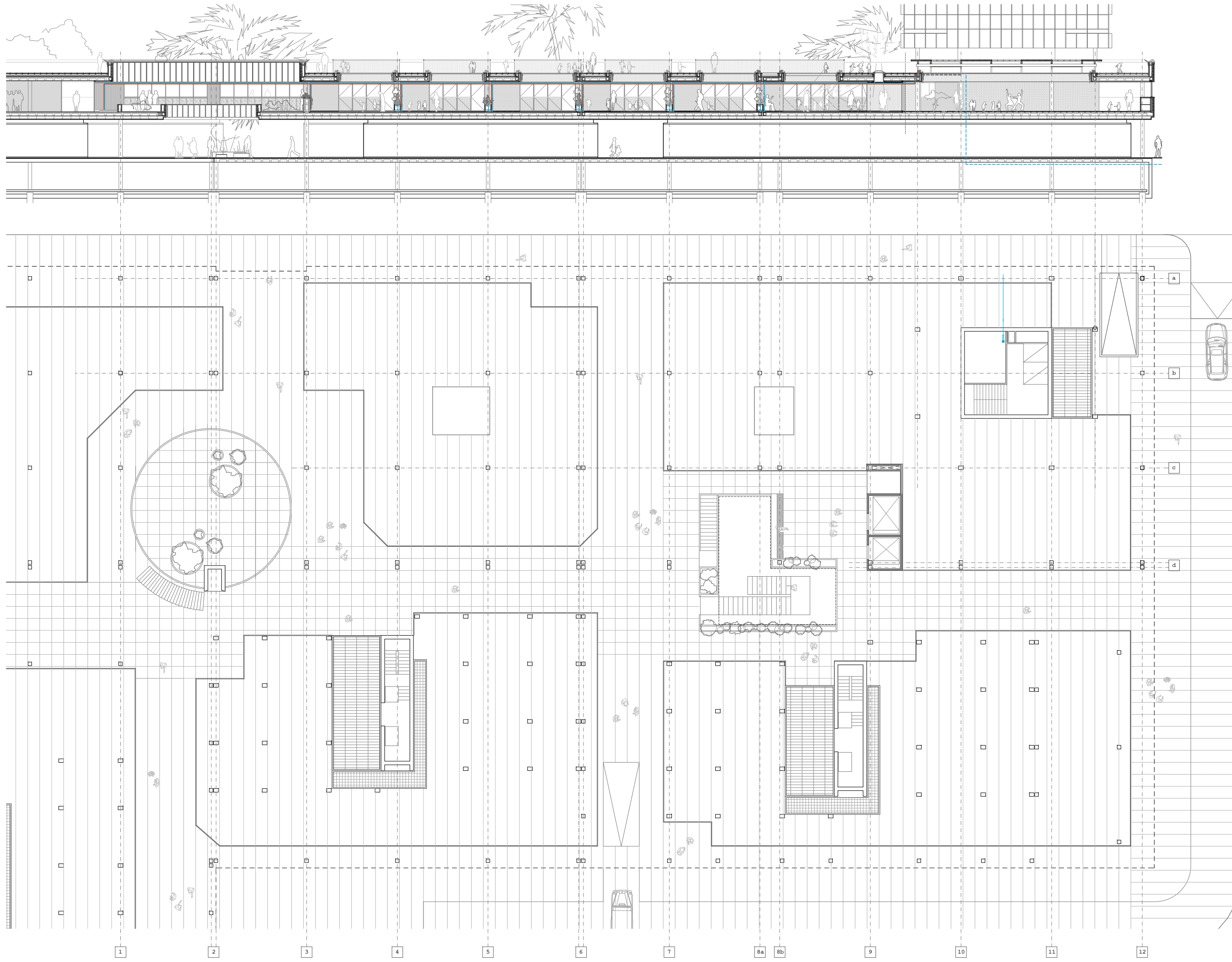
b. Caldera de gas de apoyo que recalienta el agua caliente si resultase necesario. Contribuye además a calentar el agua de la instalación de Calefacción. La caldera presenta entrada de agua fría y válvulas de tres vías que permiten regular la temperatura del agua que sale, de manera que siempre sea la adecuada.
















##### 4. Circuito de consumo:

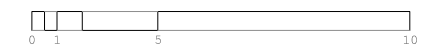
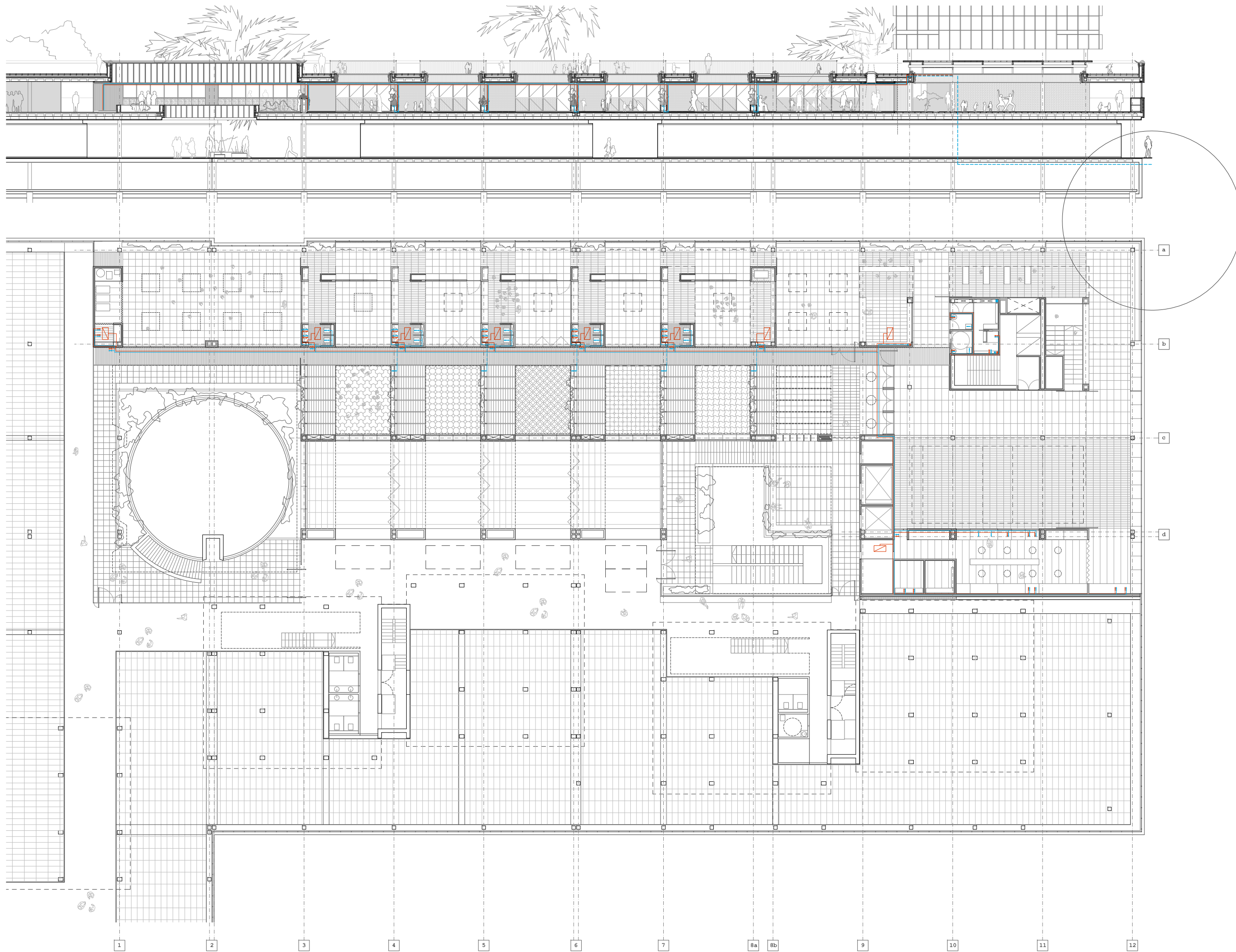
Sistema por el que circula el agua caliente sanitaria lista para su uso. Se compone de una conducción que conecta las tomas de agua caliente con la salida de la caldera de apoyo. El agua caliente discurre por unos conductos paralelos al trazado de agua fría, interponiéndose una llave de corte entre la derivación horizontal común y cada derivación particular (aseo, cocina), de forma que en caso de reparación o mantenimiento no se tenga que cortar todo el suministro. De aquí por derivaciones particulares se llega hasta cada toma de agua.
















La totalidad del circuito de consumo es registrable al encontrarse suspendida en la cara inferior del forjado de cubierta. Las conducciones se encuentran debidamente aisladas.

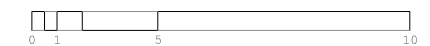
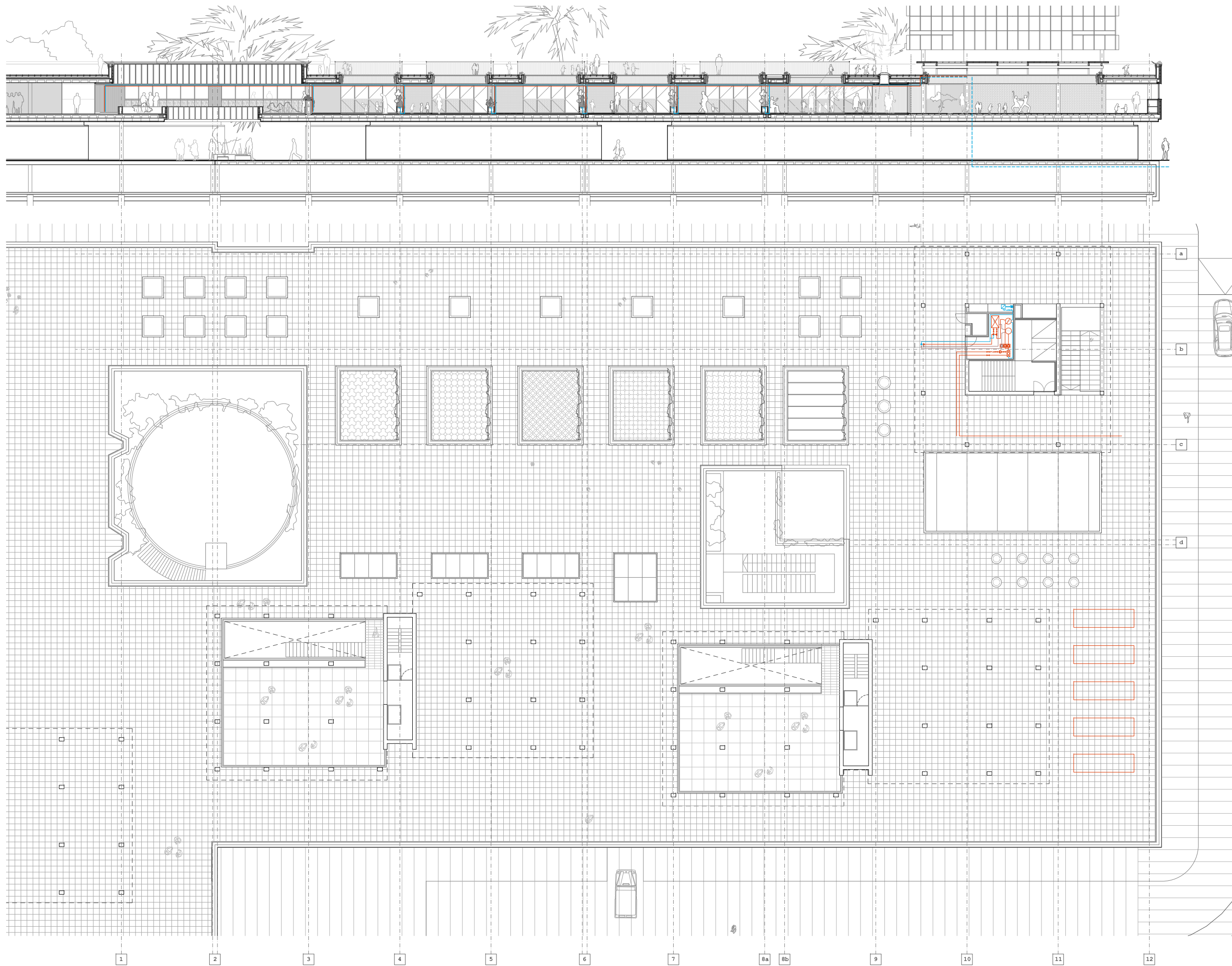
-  Acometida (derivación)
-  Llave de paso
-  Válvula de retención
-  Contador
-  Conducto de agua fría
-  Conducto de agua caliente
-  Montante de agua fría
-  Montante de agua caliente
-  Toma de agua fría
-  Toma de agua caliente
-  Bomba de recirculación
-  Acumulador térmico (solar)
-  Caldera ACS
-  Fan-coil
-  Colector solar

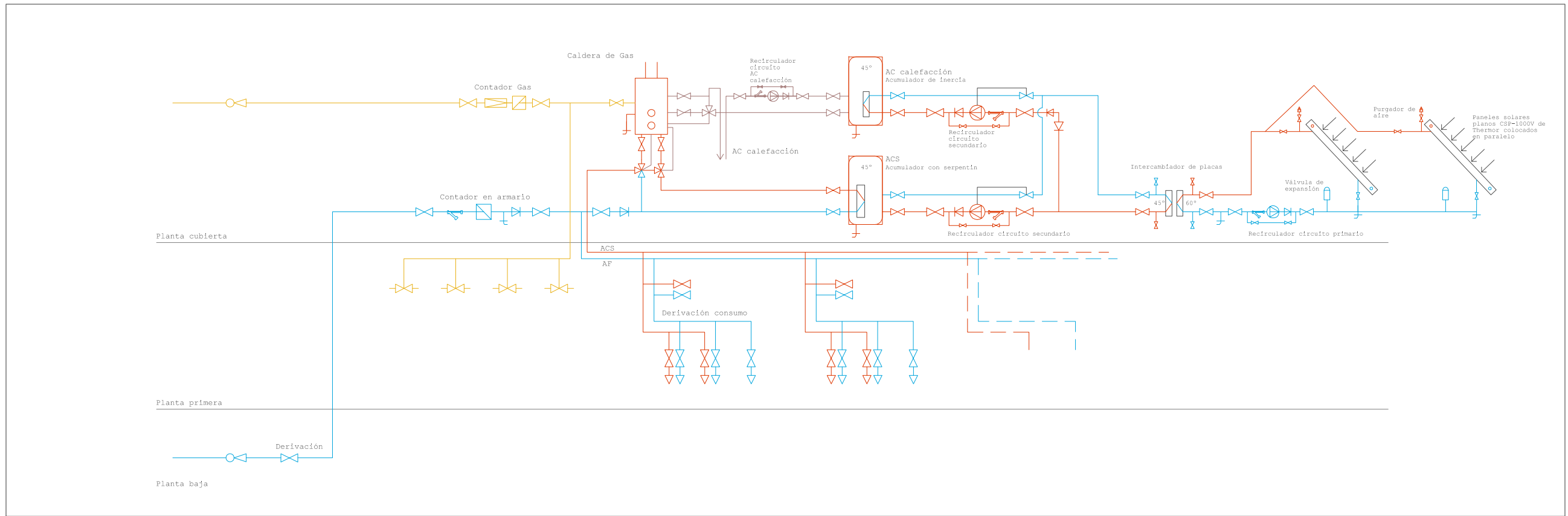


-  Acometida (derivación)
-  Llave de paso
-  Válvula de retención
-  Contador
-  Conducto de agua fría
-  Conducto de agua caliente
-  Montante de agua fría
-  Montante de agua caliente
-  Toma de agua fría
-  Toma de agua caliente
-  Bomba de recirculación
-  Acumulador térmico (solar)
-  Caldera ACS
-  Fan-coil
-  Colector solar



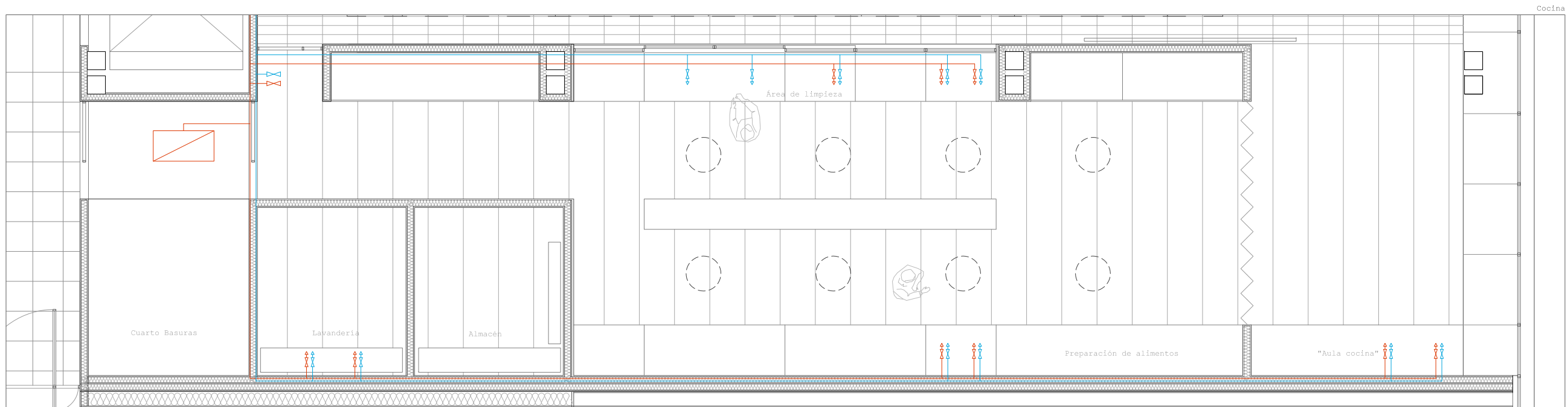
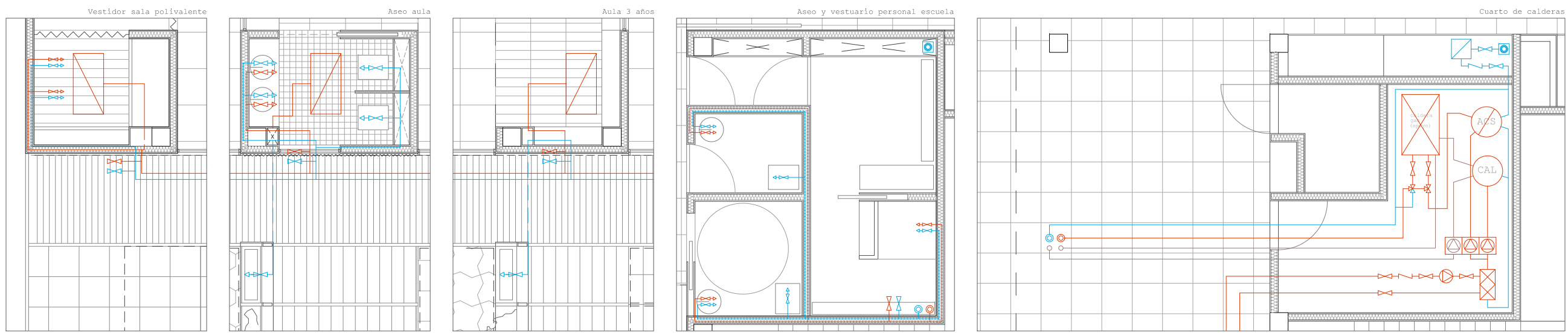
-  Acometida (derivación)
-  Llave de paso
-  Válvula de retención
-  Contador
-  Conducto de agua fría
-  Conducto de agua caliente
-  Montante de agua fría
-  Montante de agua caliente
-  Toma de agua fría
-  Toma de agua caliente
-  Bomba de recirculación
-  Acumulador térmico (solar)
-  Caldera ACS
-  Fan-coil
-  Colector solar





- CTE DB-HS4**  
Suministro de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria
- Acometida (derivación)
  - Llave de paso
  - Válvula de retención
  - Contador
  - Conducto de agua fría
  - Conducto de agua caliente
  - Montante de agua fría
  - Montante de agua caliente
  - Toma de agua fría
  - Toma de agua caliente
  - Bomba de recirculación
  - Acumulador térmico (solar)
  - Caldera ACS
  - Fan-coil
  - Colector solar
  - Filtro

- R.D. 919/2006**  
Suministro de Gas
- Acometida (derivación)
  - Llave de paso
  - Conducto de gas a baja presión
  - Conducto de gas a media presión
  - Contador
  - Regulador de presión







## SANEAMIENTO

### Evacuación de Aguas Pluviales y Residuales

#### 1- Descripción general del sistema

Se proyecta un sistema separativo constituido por dos redes independientes para la evacuación de aguas pluviales y residuales. Este sistema se ha de emplear siempre, tanto si existe una única red de alcantarillado público, como si dispone de dos redes distintas. Independientemente de su obligado cumplimiento, el sistema separativo permite una mejor adecuación a un proceso posterior de tratamiento y depuración de las aguas así como el dimensionado más estricto de cada conducción, evitando las sobrepresiones que pueden ocurrir en las bajantes de aguas residuales cuando la intensidad de la lluvia es superior a la prevista.

El sistema llega separado a su encuentro con el sistema existente de los edificios luz. Suponemos que este mismo también es mixto. Si no lo fuera se procedería a conectar ambos sistemas en uno antes de su conexión final con los edificios luz. La conexión del nuevo sistema con el original de los edificios luz se produce en los núcleos húmedos ya existentes en la planta baja, llevando hasta cada uno de ellos, por el falso techo de la planta baja, los colectores horizontales correspondientes.

#### 2- Aguas Residuales

La red de saneamiento se compone de los siguientes elementos:

1. Redes de pequeña evacuación, consistentes en los desagües y derivaciones de los aparatos sanitarios dispuestos en los locales húmedos. Han de cumplir una serie de exigencias:

- a. El trazado tendrá una pendiente entre el 2% y el 4% y la distancia máxima a la bajante será de 4m.
- b. El desagüe de inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o bien mediante un manguetón de acometida de longitud igual o menor de 1m.

2. Bajantes verticales a las que acometen las anteriores derivaciones.

3. Sistema de ventilación: al tratarse de una zona del edificio de baja altura (8m) se considera excesivo prolongar las bajantes 2 metros por encima de la cubierta. Para solucionar este problema se prolongan las bajantes hasta la cubierta, sin sobrepasar el plano del suelo, colocando válvulas de aireación para dar servicio a los sistemas de ventilación primaria y secundaria. El funcionamiento de dichas válvulas es tal que permite el paso de aire cuando se produce una subpresión al usar los aparatos sanitarios.

4. Colectores horizontales colgados: se encargan de conectar cada local húmedo de planta baja con la red de pequeña distribución, han de tener una pendiente mayor al 1%.

5. Conexión con la red de saneamiento existente situada en los núcleos húmedos de la planta baja.

#### 3- Aguas pluviales

La cubierta de los edificios luz cuenta con su propio sistema de recogida y evacuación de aguas pluviales bajo el suelo flotante. Se propone mantener este sistema en las áreas donde no se interviene, planteando por el contrario un nuevo sistema de recogida similar al existente en el área de la escuela, ya que se altera el trazado de las bajantes en su paso por la planta primera (la de la escuela). Por otro lado, debido a las perforaciones realizadas en el forjado de la cubierta se hace patente la necesidad de construir un nuevo sistema de recogida de aguas en la planta primera, del cual carecía previamente a la intervención.

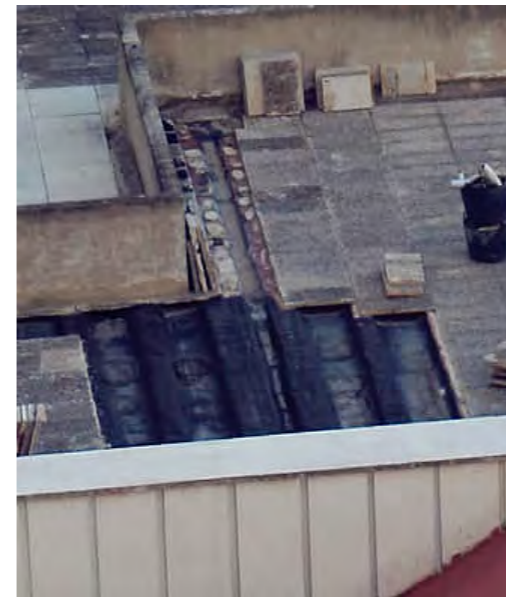
##### 1. Sistemas de evacuación de la cubierta

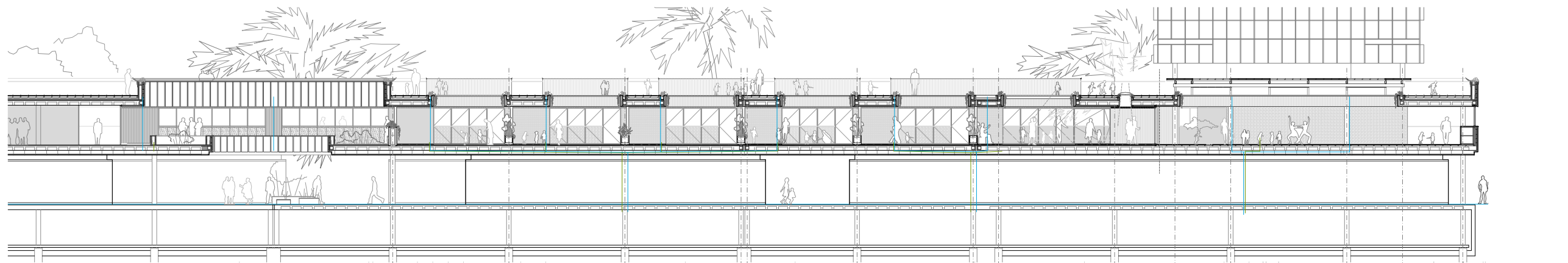
Se puede suponer que el sistema de evacuación de aguas pluviales originario funcionaba trasladando el agua por medio de canalones (formados por los muretes de ladrillo sobre los que apoyaba el pavimento flotante) hacia determinados puntos, donde por medio de sumideros puntuales era evacuada hasta el forjado de la planta baja, desde donde se llevaba a cada núcleo húmedo.

Se plantea la construcción de unos sumideros lineales que recorren transversalmente la cubierta a modo de canalones y de los cuales en determinados puntos surgen sumideros puntuales que conectan directamente con las bajantes y llegan hasta el forjado de planta baja. La superficie máxima que dan servicio dichos sumideros es de 50m<sup>2</sup>.

##### 2. Sistemas de evacuación de la planta primera

En la planta de la escuela el sistema de evacuación escogido consiste en sumideros lineales que se disponen bajo la tarima elevada que recorre todo el espacio exterior de la escuela, de manera que el agua se evacua rápidamente, desapareciendo de los patios.





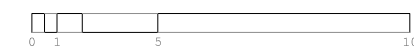
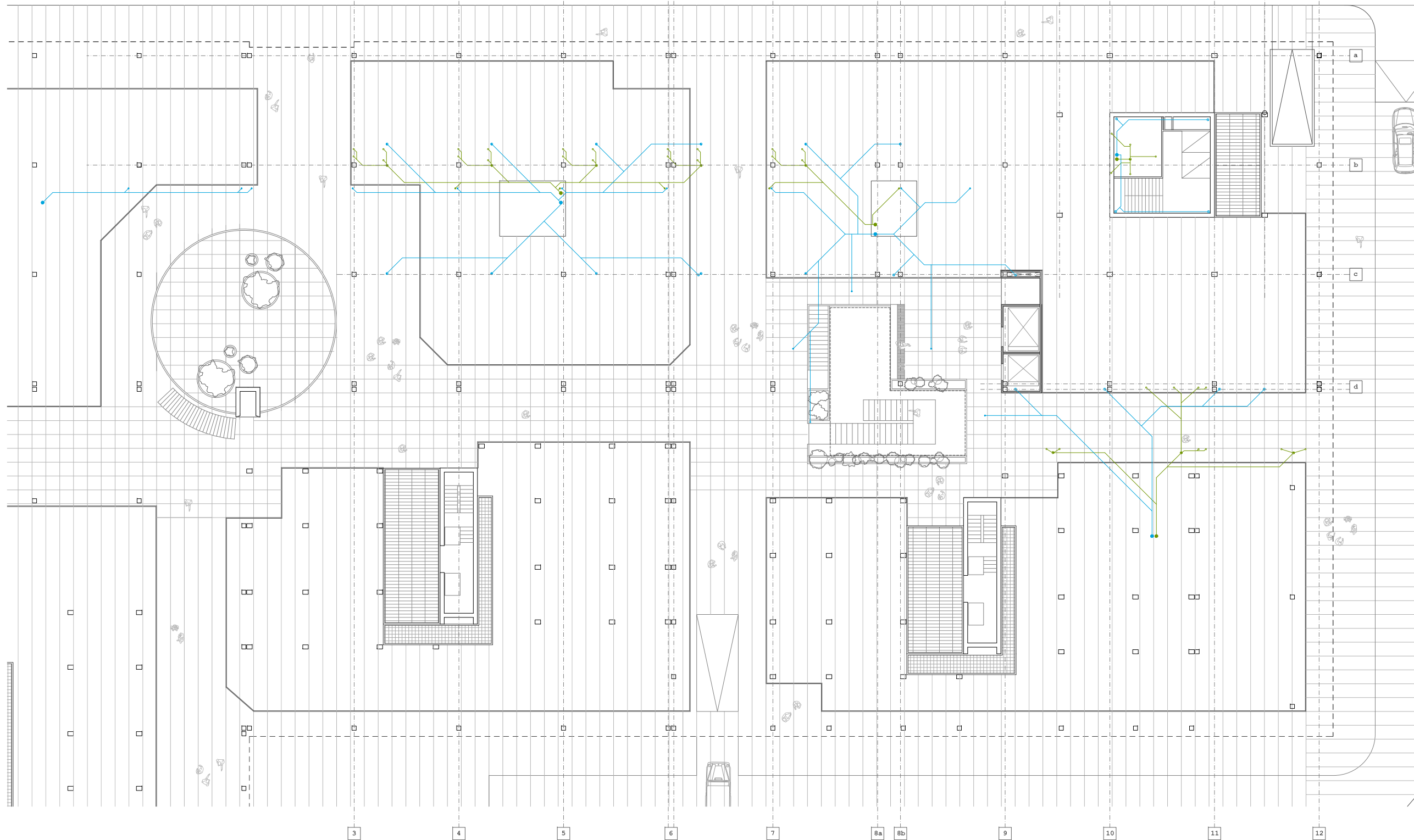
**SANEAMIENTO**

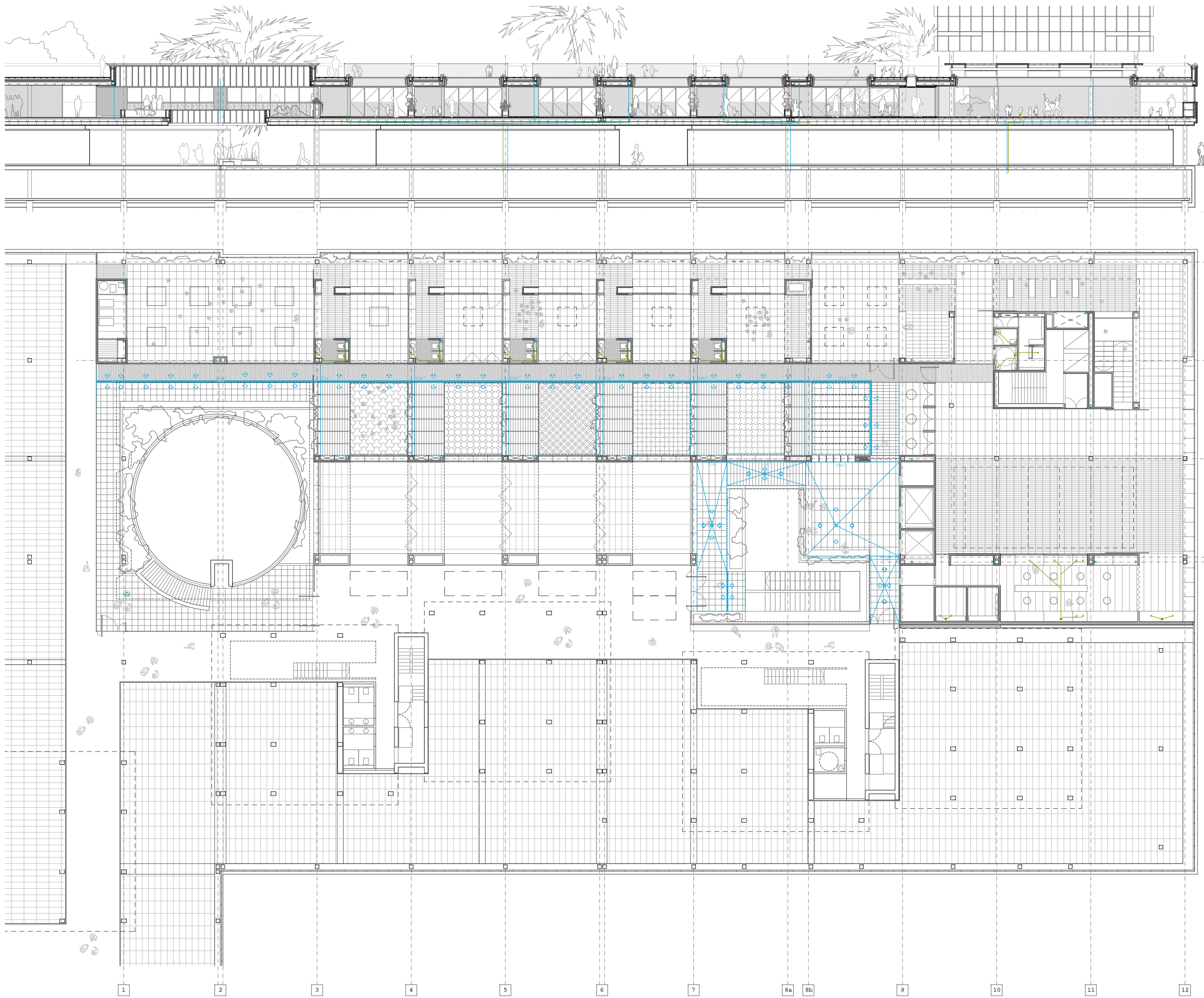
Evacuación de aguas pluviales

- Colector colgado
- ☒ Sumidero
- ▨ Sumidero lineal
- Bajante

Evacuación de aguas residuales

- Colector colgado bajo forjado
- Bajante





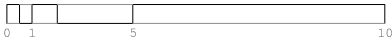
**SANEAMIENTO**

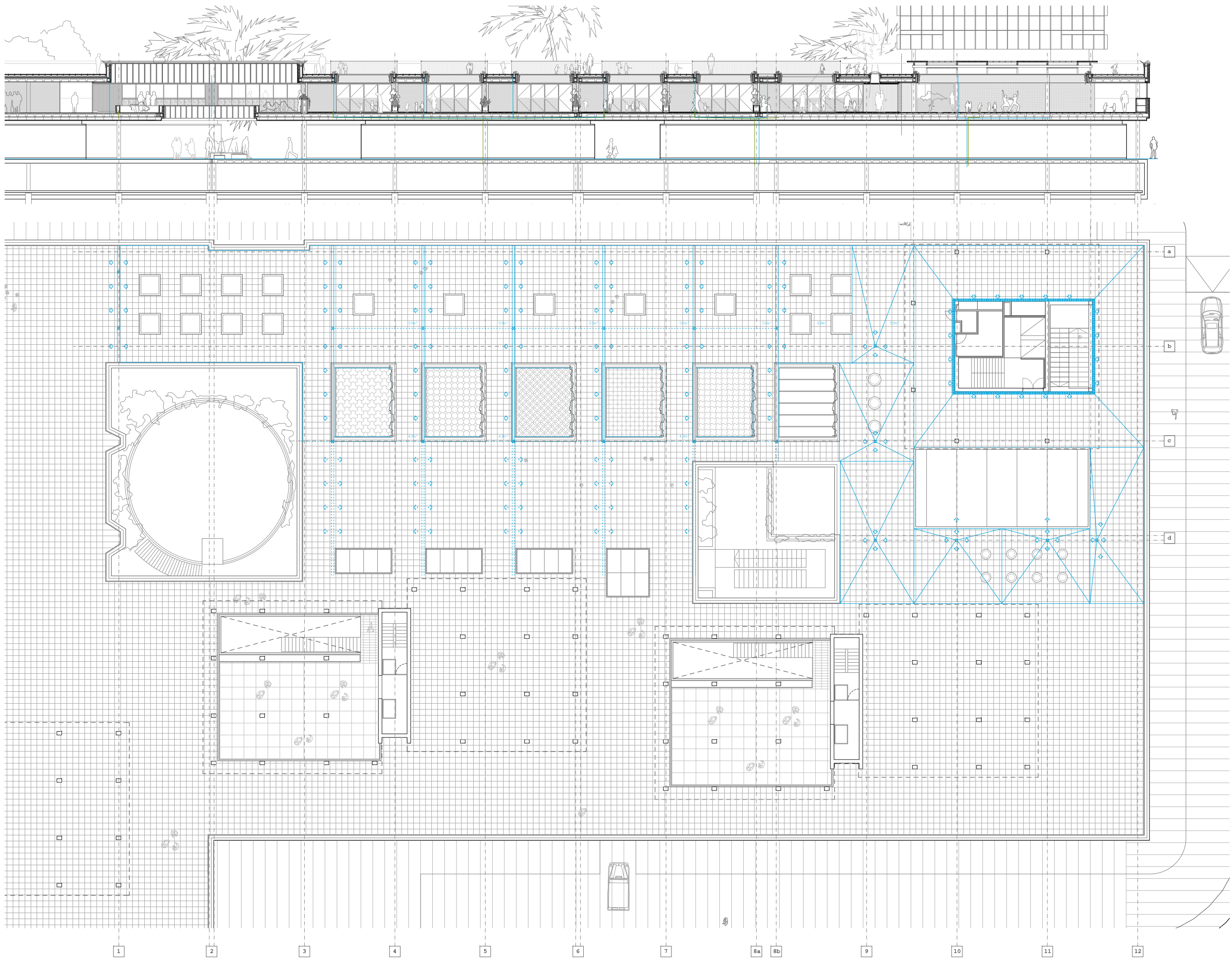
Evacuación de aguas pluviales

- Colector colgado
- ⊠ Sumidero
- ▨ Sumidero lineal
- Bajante

Evacuación de aguas residuales

- Colector colgado bajo forjado
- Bajante





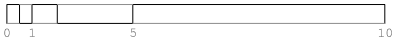
**SANEAMIENTO**

Evacuación de aguas pluviales

- Colector colgado
- ⊠ Sumidero
- ▨ Sumidero lineal
- Bajante

Evacuación de aguas residuales

- Colector colgado bajo forjado
- Bajante





**CTE DB-HE y CTE DB-HS3  
Climatización y calidad del aire interior**

**1- Introducción**

A la hora de abordar la descripción de este sistema se ha de tener en cuenta, no solo la necesidad de caldear o de refrigerar el ambiente para mantener una temperatura de confort, sino también una correcta ventilación de los espacios que garantice la calidad del aire interior. Según la normativa del RITE se hace patente la necesidad de instalar una **ventilación mecánica**, ya que la **ventilación natural** no se contempla en edificios de estas características. Se tienen en cuenta los requerimientos de ventilación mecánica en el momento de elegir el sistema de climatización más adecuado. Por ello primero se abordarán los requerimientos de la ventilación mecánica, para pasar a continuación a justificar el sistema de climatización escogido.

**2- Ventilación mecánica**

El apartado de calidad del aire interior del **CT DB-HS3** solo es de aplicación sobre edificios de carácter residencial, por ello es necesario cumplir lo indicado en el **R.I.T.E** y la norma **UNE-EN 13779** referente a la "ventilación de edificios no residenciales".

Con las calidades de aire interior que impone el nuevo reglamento, niveles de filtrado y recuperación de energía del aire extraído del interior, la ventilación natural deja de ser una opción viable, ya que no existe ningún tipo de sistema capaz de cumplir con los niveles de filtrado adecuados y de recuperar la energía del aire que es expulsado del centro. Por si no fuera poco, la normativa regula la velocidad y temperatura del aire en el recinto ocupado, de forma que sean uniformes.

En la siguiente tabla se ven los parámetros relativos a velocidad y temperatura de los espacios interiores

**Tabla 1.4.1.1 - Condiciones interiores de diseño**

Estación	Temperatura operativa	Humedad relativa
	°C	%
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

**IT 1.1.4.1.3 Velocidad media del aire**

1. La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.
2. La velocidad media admisible del aire en la zona ocupada (V), se calculará de la forma siguiente:

Para valores de la temperatura seca t del aire dentro de los márgenes de 20 °C a 27 °C, se calculará con las siguientes ecuaciones:

- a) Con difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40% y PPD por corrientes de aire del 15%:

$$V = \frac{t}{100} - 0,07 \quad m / s$$

Si se optase por una ventilación natural, ya sea mediante la colocación de una rejilla bajo la ventana, o bien con algún otro sistema de características similares, podría comprobarse que resulta imposible controlar la dirección del flujo de aire, el caudal, así como la velocidad del aire en el recinto ocupado.

Además de los requerimientos relativos a velocidad, temperatura y humedad relativa del aire interior, hay que tener en cuenta que el aire introducido a los locales de uso ha de ser filtrado. Según la calidad de aire necesaria en el interior y el grado de contaminación del aire exterior, puede deducirse el grado de filtrado necesario. En nuestro caso, una guardería requiere de un grado **IDA 1** para calidad de aire interior, suponemos que la calidad de aire de la ciudad de Valencia es de **ODA1**, en caso de ser ODA 2 habría que añadirle un filtro F7 al correspondiente a ODA1.

En la siguiente tabla se puede obtener el filtro necesario para nuestro caso.

**Tabla 1.4.2.5- Clases de filtración**

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
<b>ODA 1</b>	F9	F8	F7	F6
<b>ODA 2</b>	F7/F9	F8	F7	F6
<b>ODA 3</b>	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
<b>ODA 4</b>	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
<b>ODA 5</b>	F6/GF/F9 (*)	F6/GF/F9 (*)	F6/F7	G4/F6

**3. La calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:**

- ODA 1: aire puro que puede contener partículas sólidas (p.e. polen) de forma temporal.
- ODA 2: aire con altas concentraciones de partículas.
- ODA 3: aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
- ODA 4: aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.
- ODA 5: aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

El sistema de ventilación mecánica ha de disponer de un sistema de recuperación de la energía del aire extraído. Al extraer aire para poder introducir el caudal adecuado de aire de ventilación y mantener la presión del interior equilibrada resulta necesario recuperar la energía del aire saliente mediante dispositivos de mezcla de aire.

**IT 1.2.4.5.2 Recuperación de calor del aire de extracción**

1. En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m³/s, se recuperará la energía del aire expulsado.
2. Sobre el lado del aire de extracción se instalará un aparato de enfriamiento adiabático.
3. Las eficiencias mínimas en calor sensible sobre el aire exterior (%) y las pérdidas de presión máximas (Pa) en función del caudal de aire exterior (m³/s) y de las horas anuales de funcionamiento del sistema deben ser como mínimo las indicadas en la tabla 2.4.5.1

**Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación**

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m³/s)									
	> 0,5...1,5		> 1,5...3,0		> 3,0...6,0		> 6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000...4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000...6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

A continuación se efectúa una estimación del volumen de aire necesario para una adecuada ventilación del aula, de manera que a la hora de elegir el sistema de climatización pueda estimarse el más adecuado. El cálculo se efectuará mediante el "método indirecto de caudal de aire exterior por persona", descrito en el R.I.T.E.

#### A. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

- a) Se emplearán los valores de la tabla 1.4.2.1 cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar.

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm<sup>3</sup>/s por persona

Categoría	dm <sup>3</sup> /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

##### a. Aula tipo:

Para un IDA 1 obtenemos que el volumen de aire por segundo y persona que se requiere es de 20 dm<sup>3</sup>/s. En cada aula hay 15 niños y 1 tutor, es decir 16 personas. Si calculamos el volumen total de metros cúbicos por hora necesarios para asegurar la correcta ventilación de un aula, el resultado es de 1152 m<sup>3</sup>/h.

##### b. Sala usos múltiples:

Consideraremos en horario lectivo un IDA 1 al tener un uso de guardería y en horario extra-escolar o de uso independiente se considerara un IDA 2 (sala lectura, aulas de enseñanzas...) llegando a considerarse incluso un IDA 3 (locales para el deporte, salones de actos...). Si calculamos el caudal en horario lectivo (IDA 1 = 20 dm<sup>3</sup>/s), con una ocupación de dos aulas (32 personas) resulta de 2304 m<sup>3</sup>/h. Para un horario extraescolar (IDA 2 = 12,5 dm<sup>3</sup>/s), con una ocupación igual (32 personas), resulta de 1440 m<sup>3</sup>/h.

##### c. Comedor/gimnasio:

Si consideramos las mismas hipótesis que en la sala de usos múltiples para unos mismos IDA y con una ocupación de 90 personas en horario lectivo (IDA 1), el caudal resulta 6480 m<sup>3</sup>/h. En horario no lectivo (IDA 2) y para una ocupación de 150 personas es de 6750 m<sup>3</sup>/h.

Una vez obtenidos estos valores, nos resultará más sencillo elegir el sistema de climatización que garantice estos volúmenes de ventilación en cada uno de los espacios.

En resumen, el sistema de ventilación mecánica ha de garantizar una serie de condiciones:

- Ha de asegurar unas condiciones de temperatura y humedad correctas.
- Ha de respetar la velocidad del aire en toda la zona ocupada.
- Se ha de filtrar el aire exterior introducido.
- El sistema debe funcionar dentro de los niveles de presión exigidos.
- Se ha de recuperar la energía del aire expulsado

### 3- Elección del sistema de Climatización

Es necesario disponer un sistema de ventilación mecánica, como se ha expresado previamente y un sistema de calefacción y refrigeración que asegure una correcta temperatura en el interior. Estos sistemas pueden resolverse de forma independiente, empleándose un suelo radiante para climatización y un sistema de ventilación por conductos. Ahora bien, se ha de tener en cuenta que el edificio a rehabilitar tiene una altura libre de planta muy reducida, por lo que la instalación de un suelo radiante no haría otra cosa que reducir aún más la altura, sin hablar de que se produciría un incremento considerable en las cargas de la estructura.

Por otro lado, no hay que olvidar la necesidad de disponer de una ventilación con recuperación de energía, obligando a trazar un sistema de conducciones encargado de recoger aire de cada aula, transportarlo a una unidad de tratamiento de aire, para posteriormente volver a llevarlo a cada aula. Todo ello daría lugar a un sistema redundante, si se tiene en cuenta que cada aula dispone de un espacio exterior adyacente, de donde tomar aire en buenas condiciones, tratarlo e introducirlo.

Por estos motivos se decide emplear un sistema de "Ventilación Descentralizada" capaz de resolver tanto la climatización como la ventilación mecánica, simplificando y "ahorrando espacio". Buscando entre diversos tipos de ventilación descentralizada, encontré unos sistemas capaces de cumplir con lo anterior, al ser colocados junto a los patios, porque tomaban aire directamente del exterior, lo filtraban, recuperaban energía del aire interior que se expulsaba y calentaban o enfriaban este aire. Estos aparatos podían colocarse en antepechos o falsos techos. Un fabricante que los produce es TROX.



Un factor importante que determinó la elección de un sistema sobre otro resultó ser el volumen total de aire, calculado anteriormente, necesario para una correcta ventilación de las aulas. Gracias a este valor se descartaron los sistemas de antepecho, ya que resultaba insuficiente el volumen de aire que eran capaces de proporcionar, en torno a los 60-120 m<sup>3</sup>/h por unidad, frente a los 900-1800 m<sup>3</sup>/h por aparato de las unidades de tratamiento de aire (UTA) de falso techo (hay que cubrir 1152 m<sup>3</sup>/h). La elección de este sistema influyó en el proyecto directamente de manera que se producía una reducción de la altura libre en determinadas zonas de la escuela, permitiendo la instalación de estos aparatos y llevando una serie de conductos que climatizan todos los espacios. Las unidades se colocan sobre el falso techo del aseo de cada aula, reduciendo los posibles ruidos de funcionamiento y facilitando su mantenimiento al ser registrable.

### 4- Elementos que forman el sistema

Producción de frío  
Producción de calor  
Conductos de frío y calor  
Unidades interiores



## 5- Sistema de producción de frío

El sistema elegido para la obtención del fluido refrigerante a baja temperatura consiste en emplear **unidades exteriores de producción de frío**. Estas se componen de una bomba de calor con entrada de aire exterior en el condensador y un líquido refrigerante que va hasta las distintas unidades que actúan como evaporador. Las unidades de producción de frío se emplazan en la **cubierta** junto al núcleo de la torre 1, próximas al cuarto de calderas. Se ha decidido colocarlas en dicho lugar debido a que durante su funcionamiento éstas desprenden gran cantidad de aire caliente, de forma que si se emplazaran en planta baja o en otro lugar que no fuera la cubierta, contribuirían a calentar todo el conjunto, resultando sumamente desagradable para los usuarios. Asimismo, al disponerlas en el plano de la cubierta, se evitan las pérdidas de carga asociadas a cambios de cota en el trazado de los conductos que las unen con las UTAs finales.

La bomba de calor empleada dispone de alimentación eléctrica trifásica. Se disponen asimismo **bombas de recirculación** en la misma sala, o bien en la sala de calderas adyacente, para desplazar el fluido refrigerante empleado, en este caso el R-410A a baja temperatura.

## 6- Sistema de producción de calor

El sistema elegido para la obtención de fluido caliente, agua, es común con el sistema empleado para la generación de Agua Caliente Sanitaria. Para ello se emplea un **acumulador de inercia** conectado con el **sistema de captadores solares** que recoge y acumula la energía del Sol. En caso de que este sistema resulte insuficiente el agua pasa a una **caldera de apoyo** a gas, que la eleva hasta la temperatura adecuada de servicio. Además de estos elementos es necesario un **grupo de hidropresión** para la recirculación del circuito de calefacción.

## 7- Conductos de frío y calor

El sistema de conductos se realiza por la cara inferior del forjado de cubierta mediante un sistema de retorno bitubular invertido, equilibrándose hidráulicamente el sistema en los dos casos (frío y calor). De esta forma se garantiza que todas las unidades se encuentran correctamente abastecidas. Se decide trazar la instalación bajo el forjado de la cubierta y no sobre él, para proteger la instalación de las inclemencias, evitando la filtración de agua y cambios de temperatura debidos a la radiación solar. Por otro lado, con esta elección se facilitan las labores de mantenimiento y reparación.

## 8- Unidades interiores (unidades de tratamiento de aire)

Las unidades elegidas para llevar a cabo la climatización de la escuela son las Unidades de Tratamiento de Aire (UTA) de la serie **TBSN de TROX**. En función de los caudales necesarios en cada espacio se empleara un modelo u otro de dicha serie. Concretamente:

- Aulas,  $Q=1152 \text{ m}^3/\text{h}$  - **TBSN-S18** ( $Q=900-1800 \text{ m}^3/\text{h}$ )
- Sala usos múltiples,  $Q=2304 \text{ m}^3/\text{h}$  - **TBSN-S27** ( $Q=1800-2700 \text{ m}^3/\text{h}$ )
- Comedor/gimnasio,  $Q=6480 \text{ m}^3/\text{h}$  - 2 x **TBSN-S50** ( $Q=2500-3500 \text{ m}^3/\text{h}$ )

TBSN detalle exterior



TBSN detalle interior



Los climatizadores TBSN son unidades estándar de tratamiento de aire de baja altura, 475 mm ó 325 mm, especialmente indicadas para su instalación en falsos techos de alturas reducidas.

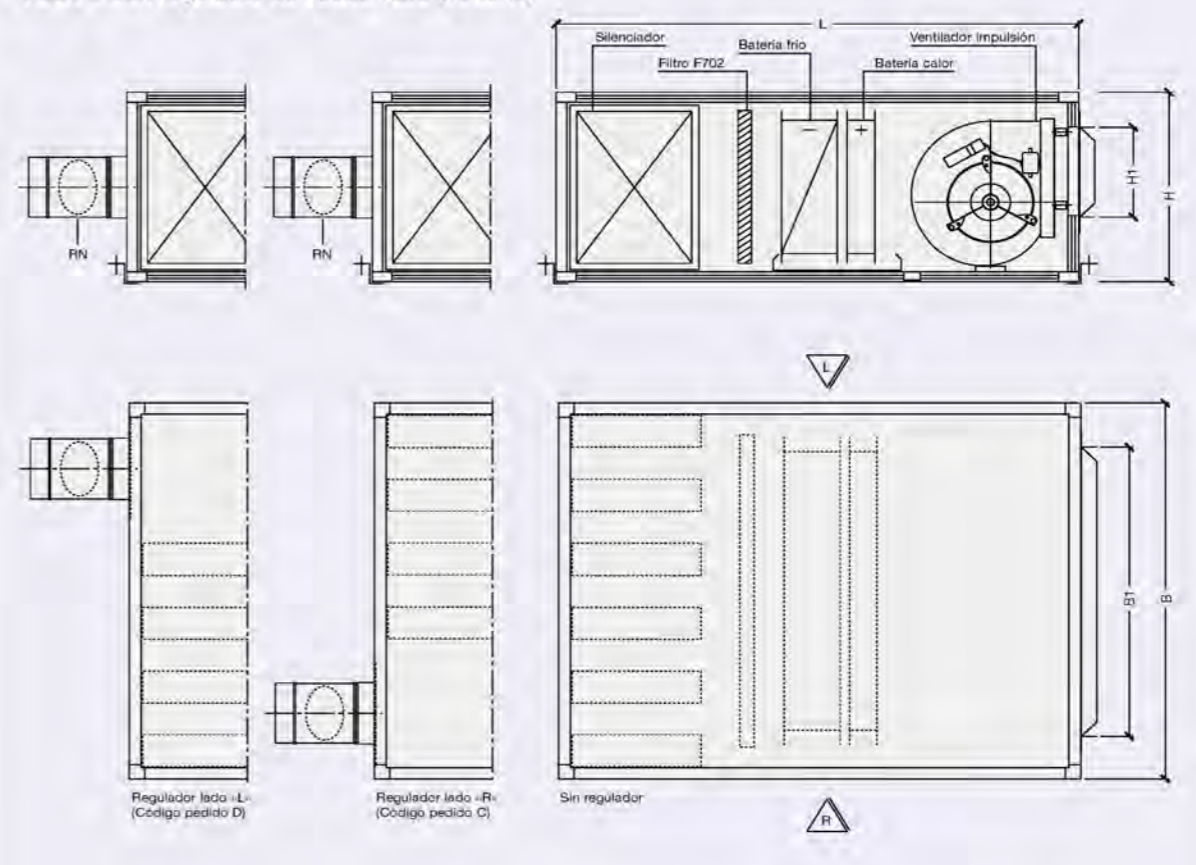
El bastidor lo forman perfiles de chapa de acero galvanizado, pintado, con esquinas de aluminio inyectado y con junta de estanqueidad perimetral.

Los paneles de cierre son de tipo sándwich de 25 mm de espesor, formados por dos chapas lisas y aislamiento interior de lana mineral. Dichos paneles se fijan al bastidor mediante tornillos, de este modo las superficies interiores quedan lisas permitiendo por lo tanto una fácil limpieza de los equipos.

Los climatizadores de la serie TBSN constan de ventiladores centrífugos de doble oído con motor incorporado (un ventilador en las serie TBSN-25 y TBSN-S9, dos ventiladores en las series TBSN-50 y TBSN-S18, tres ventiladores en la serie TBSN-S27; baterías de frío y/o calor; filtros planos modelo F702 con marco de cartón desechable y sección de entrada de aire que puede estar formada por una compuerta de regulación; una sección de mezcla de aire con dos compuertas; silenciador en aspiración o una sección de mezcla entre un caudal de retorno y un caudal constante de ventilación.

Opcionalmente se pueden suministrar con distintos tipos de variador de velocidad para ajustar el caudal de impulsión, con controlador y con ejecución intemperie.

TBSN - Con regulador de caudal (aire primario)



Dimensiones							Pesos	
Serie	Baterías	Mezcla	B (mm)	H (mm)	L (mm)	B1xH1 (mm)	RN	aprox. (kg)
TBSN-S9	1 Batería	Sin mezcla	750	325	1250	224x114	100	90
		Con mezcla	750	325	1250	224x114	100	90
	2 Baterías	Sin mezcla	750	325	1350	224x114	100	100
		Con mezcla	750	325	1350	224x114	100	100
TBSN-S18	1 Batería	Sin mezcla	1250	325	1250	635x114	160	130
		Con mezcla	1250	325	1250	635x114	160	130
	2 Baterías	Sin mezcla	1250	325	1350	635x114	160	150
		Con mezcla	1250	325	1350	635x114	160	150
TBSN-S27	1 Batería	Sin mezcla	1750	325	1250	1050x114	200	175
		Con mezcla	1750	325	1250	1050x114	200	175
	2 Baterías	Sin mezcla	1750	325	1350	1050x114	200	200
		Con mezcla	1750	325	1350	1050x114	200	200
TBSN-25	1 Batería	Sin mezcla	1000	475	1350	300x260	200	135
		Con mezcla	1000	475	1350	300x260	200	135
	2 Baterías	Sin mezcla	1000	475	1475	300x260	200	155
		Con mezcla	1000	475	1475	300x260	200	155
TBSN-50	1 Batería	Sin mezcla	1800	475	1350	1000x260	315	220
		Con mezcla	1800	475	1350	1000x260	315	220
	2 Baterías	Sin mezcla	1800	475	1475	1000x260	315	255
		Con mezcla	1800	475	1475	1000x260	315	255

Pérdida de carga de los silenciadores					
TBSN-S9	Caudal (m³/h)	500	700	900	
	Δ P (Pa)	2	3	5	
TBSN-S18	Caudal (m³/h)	900	1.200	1.500	1.800
	Δ P (Pa)	2	3	4	6
TBSN-S27	Caudal (m³/h)	1.800	2.100	2.400	2.700
	Δ P (Pa)	3	4	6	7
TBSN-25	Caudal (m³/h)	1.000	1.500	2.000	2.500
	Δ P (Pa)	2	4	7	11
TBSN-50	Caudal (m³/h)	2.500	3.000	3.500	4.000
	Δ P (Pa)	2	3	4	5

Datos técnicos ventiladores					
Serie	TBSN-S9	TBSN-S18	TBSN-S27	TBSN-25	TBSN-50
Potencia (W)	140	2x140	3x140	373	2x373
Tensión (V)	230	230	230	230	230
Frecuencia (Hz)	50	50	50	50	50
Int. Nominal (A)	1,4	2x1,4	3x1,4	3	2x3
Int. Máxima (A)	1,4	2x1,4	3x1,4	4	8
Condensador (µF)	10	2 x 10	3x10	10	2x10
Velocidad de giro (rpm)	2.100	2.100	2.100	1.380	1.380
Grado de protección	IP32	IP32	IP32	IP31	IP31
Clase de aislamiento	F	F	F	F	F
T*. Máxima (°C)	40	40	40	40	40

### Carcasa

Bastidor autoportante de perfiles de chapa galvanizada y pintada, con esquinas de aluminio inyectado y junta de estanqueidad perimetral. Paneles tipo sándwich de 25 mm formados por chapa exterior prelacada color gris RAL 9006 de 0,6 mm de espesor y chapa interior galvanizada de 0,5 mm de espesor. Aislamiento interior de lana mineral.

La fijación de los paneles al bastidor se realiza mediante tornillos. En el caso de paneles registrables para inspección y mantenimiento, la fijación al bastidor se realiza mediante pestillos regulables.

### Sección de entrada de aire

Dependiendo de las necesidades de la instalación se pueden seleccionar las siguientes configuraciones:

### Sección de toma de aire

En el caso de no incorporar silenciador, está formada por una compuerta de regulación de lamas aerodinámicas acopladas en sentido opuesto.

Marco y lamas construidas en chapa de acero galvanizada calidad St02Z, según DIN 17162. Ejes de acero F111. Palancas y bielas de accionamiento de pletina laminada en caliente y cincada. Casquillos de plástico especial (Pocan), resistente a temperaturas de hasta 100 °C, siendo ciegos en el lado opuesto al accionamiento.

En caso de incorporar silenciador la aspiración se realiza libremente por toda la superficie del mismo.

Prestaciones baterías de calor															
Serie TBSN-S9					Serie TBSN-25										
Q (m³/h)	Ent. Aire (°C)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C)	Δ PW (mca)	Ø Colector	Q (m³/h)	Ent. Aire (°C)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C)	Δ PW (mca)	Ø Colector
500	0	85/70	445	6.682	46,4	1,0	3/4"	1.000	18	85/70	399	5990	38,8	0,8	3/4"
700	0	85/70	554	8.306	41,2	1,4	3/4"	1.500	18	85/70	516	7733	35,9	1,3	3/4"
900	0	85/70	646	9.694	37,4	1,9	3/4"	2.000	18	85/70	599	8986	33,6	1,8	3/4"
500	18	50/45	513	2.563	35,8	1,2	3/4"	2.500	18	85/70	677	10152	32,1	2,2	3/4"
700	18	50/45	641	3.205	33,9	1,8	3/4"	1.000	0	85/70	993	14890	51,7	0,8	1"
900	18	50/45	752	3.758	32,5	2,4	3/4"	1.500	0	85/70	1310	19656	45,5	1,3	1"
500	0	50/45	1.161	5.803	40,3	1,7	1"	2.000	0	85/70	1578	23674	41,1	1,8	1"
700	0	50/45	1.508	7.540	37,4	2,7	1"	2.500	0	85/70	1814	27216	37,8	2,4	1"
900	0	50/45	1.820	9.098	35,1	3,8	1"	1.000	18	50/45	1140	5702	37,8	1,0	1"
								1.500	18	50/45	1521	7603	35,6	1,6	1"
								2.000	18	50/45	1832	9158	33,9	2,3	1"
								2.500	18	50/45	2102	10512	32,6	3,0	1"
								1.000	0	50/45	2465	12326	42,8	1,3	1 1/4"
								1.500	0	50/45	3439	17194	39,8	2,4	1 1/4"
								2.000	0	50/45	4308	21542	37,4	3,6	1 1/4"
								2.500	0	50/45	5098	25488	35,4	4,9	1 1/4"
Serie TBSN-S18								Serie TBSN-50							
Q (m³/h)	Ent. Aire (°C)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C)	Δ PW (mca)	Ø Colector	Q (m³/h)	Ent. Aire (°C)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C)	Δ PW (mca)	Ø Colector
900	0	85/70	829	12.442	48,0	0,7	1"	2.500	18	85/70	922	13.824	37,2	1,0	3/4"
1.200	0	85/70	1.005	15.068	43,6	1,0	1"	3.000	18	85/70	1.031	15.466	35,9	1,3	3/4"
1.500	0	85/70	1.158	17.366	40,2	1,3	1"	3.500	18	85/70	1.109	16.632	34,5	1,5	3/4"
1.800	0	85/70	1.293	19.388	37,4	1,6	1"	4.000	18	85/70	1.198	17.971	33,6	1,7	3/4"
900	18	50/45	954	4.769	36,4	0,9	1"	4.500	18	85/70	1.279	19.181	32,8	1,9	3/4"
1.200	18	50/45	1.161	5.806	34,8	1,2	1"	5.000	18	85/70	1.354	20.304	32,1	2,1	3/4"
1.500	18	50/45	1.339	6.696	33,5	1,6	1"	2.500	0	85/70	2.328	34.920	48,5	1,3	1 1/4"
1.800	18	50/45	1.503	7.517	32,5	2,0	1"	3.000	0	85/70	2.632	39.485	45,7	1,6	1 1/4"
900	0	50/40	1.112	11.120	42,9	1,9	1"	3.500	0	85/70	2.916	43.747	43,4	1,9	1 1/4"
1.200	0	50/40	1.414	14.135	40,9	2,9	1"	4.000	0	85/70	3.172	47.578	41,3	2,2	1 1/4"
1.500	0	50/40	1.693	16.934	39,2	4,0	1"	4.500	0	85/70	3.413	51.192	39,5	2,3	1 1/4"
1.800	0	50/40	1.954	19.544	37,7	5,2	1"	5.000	0	85/70	3.648	54.720	38,0	2,9	1 1/4"
Serie TBSN-S27								Serie TBSN-50 (cont.)							
Q (m³/h)	Ent. Aire (°C)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C)	Δ PW (mca)	Ø Colector	Q (m³/h)	Ent. Aire (°C)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C)	Δ PW (mca)	Ø Colector
1.800	0	85/70	1.517	22.758	43,9	1,6	1"	2.500	18	50/45	2.693	13.464	36,7	1,6	1 1/4"
2.100	0	85/70	1.677	25.160	41,6	1,9	1"	3.000	18	50/45	3.041	15.206	35,6	2,0	1 1/4"
2.400	0	85/70	1.820	27.302	39,5	2,2	1"	3.500	18	50/45	3.387	16.934	34,8	2,4	1 1/4"
2.700	0	85/70	1.960	29.393	37,8	2,6	1"	4.000	18	50/45	3.686	18.432	34,0	2,8	1 1/4"
1.800	18	50/45	1.763	8.813	35,0	2,0	1"	4.500	18	50/45	3.966	19.829	33,3	3,2	1 1/4"
2.100	18	50/45	1.947	9.737	34,1	2,4	1"	5.000	18	50/45	4.234	21.168	32,7	3,6	1 1/4"
2.400	18	50/45	2.115	10.575	33,3	2,8	1"	2.500	0	50/45	5.947	29.736	41,3	2,1	1 1/2"
2.700	18	50/45	2.286	11.431	32,7	3,2	1"	3.000	0	50/45	6.895	34.474	39,9	2,7	1 1/2"
1.800	0	50/40	1.923	19.233	37,1	1,4	1 1/4"	3.500	0	50/45	7.782	38.909	38,6	3,4	1 1/2"
2.100	0	50/40	2.159	21.591	35,7	1,7	1 1/4"	4.000	0	50/45	8.640	43.200	37,5	4,1	1 1/2"
2.400	0	50/40	2.385	23.846	34,5	2,0	1 1/4"	4.500	0	50/45	9.435	47.174	36,4	4,9	1 1/2"
2.700	0	50/40	2.597	25.972	33,4	2,4	1 1/4"	5.000	0	50/45	10.195	50.976	35,4	5,6	1 1/2"

### Sección de mezcla

Compuesta por dos compuertas, una situada en la parte posterior del climatizador y dimensionada para el 100 % del caudal, la otra situada en un lateral (a determinar por el cliente), de dimensiones 200 x 210 mm. Las características constructivas de estas compuertas son las mencionadas en el apartado «Sección de entrada de aire».

### Sección de mezcla con caudal de aire de ventilación constante

Formado por un regulador de caudal constante modelo RN que asegura que el caudal de aire de ventilación fijado se mantiene constante en toda la gama de diferencia de presiones.

Para asegurar que el caudal de aire de ventilación es el fijado, así como un correcto funcionamiento del sistema, dicho caudal de aire de ventilación tiene que llegar forzado al regulador.

El caudal de aire de retorno se aspira libremente a través del silenciador.

### Sección de silenciador

La entrada de aire puede realizarse a través de un silenciador con el fin de reducir el ruido que se emite al ambiente.

Las celdillas serán del tipo MK-100. Las celdillas están formadas por un marco de chapa de acero galvanizado y lana mineral en su interior, protegida mediante un recubrimiento de velo de fibra de vidrio resistente a la abrasión hasta velocidades de 20 m/sg y con una impregnación que la hace resistente a la humedad, corresponde a la clase A2 de material según DIN 4102 (incombustible).

### Sección de filtros

Está compuesta por células de filtro plano modelo F702, clase G3 según UNE EN 779. Las células se alojan en carriles de chapa de acero galvanizado.

La sección de filtros incorpora un registro independiente, en el lado de inspección, fijado mediante pestillos regulables, para facilitar las labores de inspección y mantenimiento.

**Prestaciones baterías de frío**

**Serie TBSN-S9**

Q m³/h	Ent. Aire (°C/% HR)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C/% HR)	Δ PW (mca)	Ø Colector
500	26/50	7/12	468	2.341	13,4/93	0,3	1"
700	26/50	7/12	579	2.894	14,4/91	0,5	1"
900	26/50	7/12	670	3.352	15,2/89	0,6	1"
500	26/50	7/12	613	3.067	10,8/98	0,8	1"
700	26/50	7/12	786	3.931	11,7/97	1,2	1"
900	26/50	7/12	933	4.666	12,4/96	1,7	1"
500	29/60	7/12	994	4.968	11,0/99	1,9	1"
700	29/60	7/12	1.286	6.428	12,2/98	3,0	1"
900	29/60	7/12	1.541	7.707	13,2/97	4,2	1"

**Serie TBSN-25**

Q m³/h	Ent. Aire (°C/% HR)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C/% HR)	Δ PW (mca)	Ø Colector
1.000	26/50	7/12	1.068	5.340	12,2/ 95	0,3	1 1/4"
1.500	26/50	7/12	1.410	7.050	13,4/ 93	0,5	1 1/4"
2.000	26/50	7/12	1.690	8.450	14,3/ 91	0,7	1 1/4"
2.500	26/50	7/12	1.935	9.677	15,0/ 89	0,9	1 1/4"
2.000	26/50	7/12	2.229	11.146	11,7/ 97	1,2	1 1/4"
2.500	26/50	7/12	2.609	13.046	12,4/ 96	1,6	1 1/4"
1.000	29/60	7/12	2.108	10.541	10,0/100	1,1	1 1/4"
1.500	29/60	7/12	2.938	14.688	11,2/ 99	2,0	1 1/4"
2.000	29/60	7/12	3.663	18.317	12,2/ 98	3,0	1 1/4"
2.500	29/60	7/12	4.303	21.514	13,1/ 98	4,1	1 1/4"

**Serie TBSN-S18**

Q m³/h	Ent. Aire (°C/% HR)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C/% HR)	Δ PW (mca)	Ø Colector
900	26/50	7/12	956	4.778	12,4/94	1,0	1"
1.200	26/50	7/12	1.161	5.806	13,3/92	1,5	1"
1.500	26/50	7/12	1.337	6.687	14,0/91	1,9	1"
1.800	26/50	7/12	1.491	7.456	14,6/89	2,3	1"
900	26/50	7/12	1.132	5.659	10,6/98	0,6	1 1/4"
1.200	26/50	7/12	1.407	7.033	11,3/97	0,8	1 1/4"
1.500	26/50	7/12	1.649	8.243	11,9/97	1,1	1 1/4"
1.800	26/50	7/12	1.866	9.331	12,4/96	1,4	1 1/4"
900	29/60	7/12	1.832	9.158	10,7/99	1,4	1 1/4"
1.200	29/60	7/12	2.298	11.491	11,6/99	2	1 1/4"
1.500	29/60	7/12	2.713	13.565	12,4/98	2,8	1 1/4"
1.800	29/60	7/12	3.076	15.379	13,2/97	3,5	1 1/4"

**Serie TBSN-50**

Q m³/h	Ent. Aire (°C/% HR)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C/% HR)	Δ PW (mca)	Ø Colector
2.500	26/50	7/12	2.523	12.614	12,8/94	0,4	1 1/2"
3.000	26/50	7/12	2.851	14.256	13,3/93	0,5	1 1/2"
3.500	26/50	7/12	3.145	15.725	13,8/92	0,6	1 1/2"
4.000	26/50	7/12	3.421	17.107	14,2/91	0,7	1 1/2"
4.500	26/50	7/12	3.663	18.317	14,6/90	0,8	1 1/2"
5.000	26/50	7/12	3.905	19.526	14,9/89	0,9	1 1/2"
4.000	26/50	7/12	4.510	22.550	11,7/97	1,4	1 1/2"
4.500	26/50	7/12	4.890	24.451	12,0/96	1,6	1 1/2"
5.000	26/50	7/12	5.253	26.266	12,3/96	1,8	1 1/2"
2.500	29/60	7/12	5.098	25.488	10,5/99	1,7	1 1/2"
3.000	29/60	7/12	5.910	29.549	11,1/99	2,2	1 1/2"
3.500	29/60	7/12	6.653	33.264	11,7/99	2,8	1 1/2"
4.000	29/60	7/12	7.361	36.806	12,2/98	3,4	1 1/2"
4.500	29/60	7/12	8.018	40.090	12,6/98	3,9	1 1/2"
5.000	29/60	7/12	8.640	43.200	13,0/98	4,5	1 1/2"

**Serie TBSN-S27**

Q m³/h	Ent. Aire (°C/% HR)	Ent./Sal. Agua (°C)	Caudal Agua (l/h)	Potencia (Kcal/h)	Sal. Aire (°C/% HR)	Δ PW (mca)	Ø Colector
1.800	26/50	7/12	1.723	8.614	13,3/92	1,1	1 1/4"
2.100	26/50	7/12	1.901	9.504	13,8/91	1,4	1 1/4"
2.400	26/50	7/12	2.056	10.282	14,3/90	1,6	1 1/4"
2.700	26/50	7/12	2.212	11.059	14,6/89	1,8	1 1/4"
1.800	26/50	7/12	2.108	10.541	11,3/97	0,8	1 1/2"
2.100	26/50	7/12	2.350	11.750	11,7/97	1,0	1 1/2"
2.400	26/50	7/12	2.592	12.960	12,1/96	1,1	1 1/2"
2.700	26/50	7/12	2.799	13.997	12,4/96	1,3	1 1/2"
1.800	29/60	7/12	3.439	17.194	11,6/99	1,9	1 1/2"
2.100	29/60	7/12	3.853	19.267	12,2/98	2,4	1 1/2"
2.400	29/60	7/12	4.251	21.254	12,7/98	2,8	1 1/2"
2.700	29/60	7/12	4.614	23.069	13,2/97	3,3	1 1/2"

**Sección de baterías**

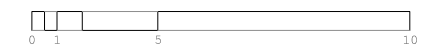
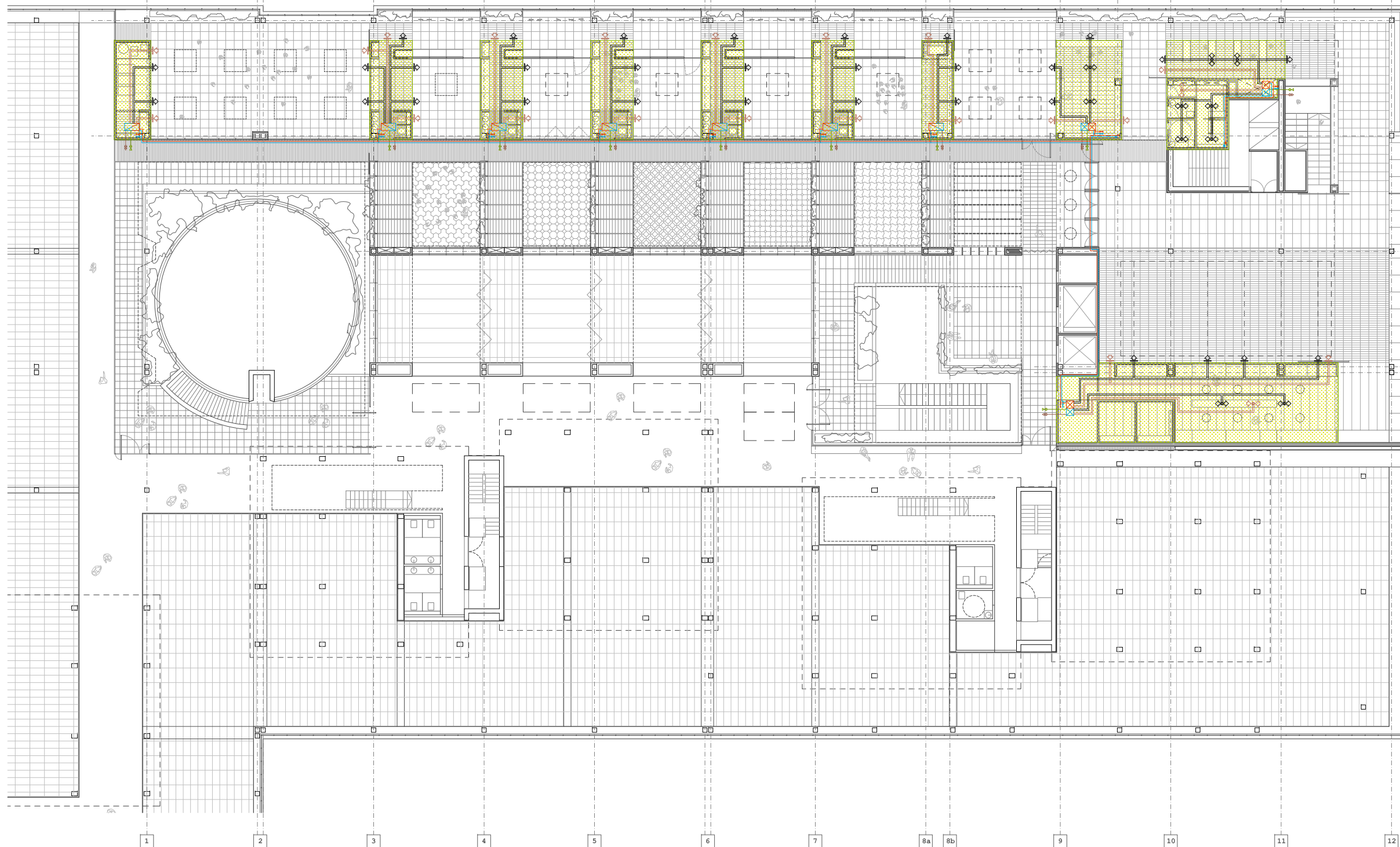
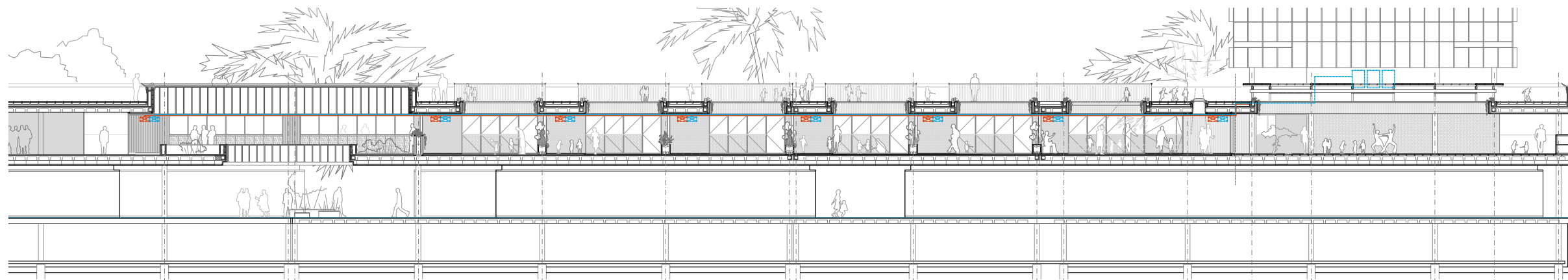
Atendiendo a las características de la instalación en que vayan a incorporarse estos equipos, la sección de baterías puede estar formada por una sola batería, de frío o calor, o por dos baterías, una de frío y otra de calor. Las baterías están construidas con marco de acero galvanizado, tubos de cobre, aletas de aluminio, con un diseño adecuado para aumentar la turbulencia del aire al paso por las mismas y por tanto el coeficiente de intercambio térmico. Las baterías de frío se montan sobre una bandeja de recogida de condensados, fabricada íntegramente en acero inoxidable AISI 304. En el lado de inspección disponen de un panel independiente, fijado al bastidor mediante tornillos para, en caso necesario, permitir su extracción, sin que se vea afectada ninguna otra sección del climatizador.

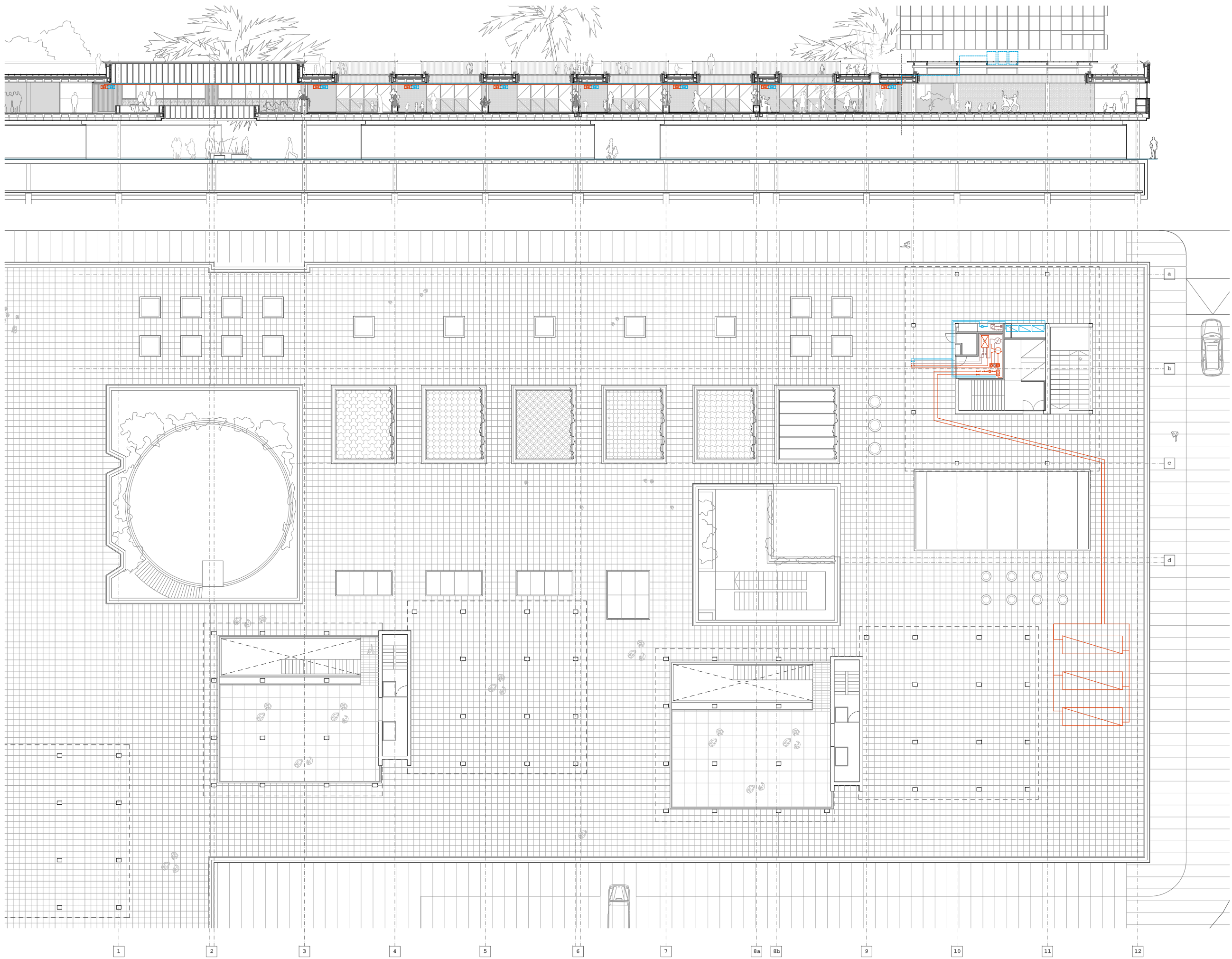
**Sección de ventilador**

Los ventiladores instalados son centrífugos de doble oído con motor monofásico incorporado. Los climatizadores de las series TBSN-25 y TBSN-S9 incorporan un solo ventilador, los de las series TBSN-50 y TBSN-S18 incorporan dos ventiladores y los de la serie TBSN-S27 incorporan tres. Los ventiladores están aislados de la carcasa del climatizador mediante antivibradores. Las bocas de los ventiladores se unen a la pared por medio de una junta flexible, con el fin de evitar la transmisión de las vibraciones de los mismos al resto del equipo. Para permitir un fácil acceso a los ventiladores, estos climatizadores tienen en la parte inferior un panel independiente, fijado al bastidor mediante tornillos. Los ventiladores son regulables mediante variadores de velocidad electrónicos. De manera opcional se pueden suministrar reguladores de velocidad de accionamiento manual ó 0-10 V, autotransformadores con 4 salidas (IP00) o bien el regulador de velocidad TROX 5010, especialmente diseñado para controlar la velocidad del ventilador y, en consecuencia el caudal que proporciona, en función de la presión estática real existente en el conducto. Bajo consulta se pueden suministrar con regulador dotado de unidad ambiente, sonda de temperatura, sonda de presión y válvulas motorizadas en las baterías.

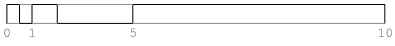
**CTE DB-HS4**  
Climatización, calefacción y ventilación

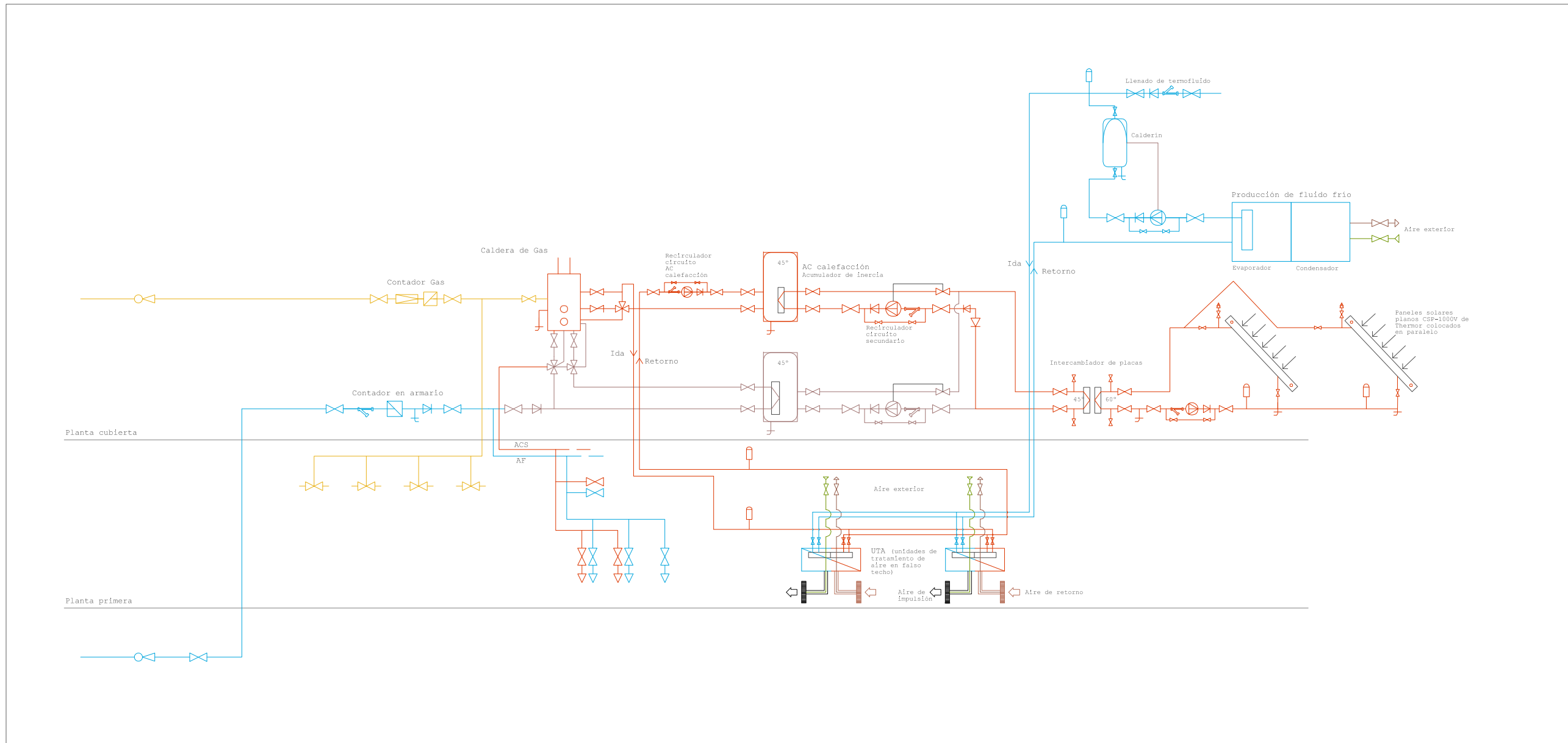
- Conducto fluido refrigerante
- Conducto de agua caliente
- Montante de refrigeración
- Montante de agua caliente
- ◀ Toma de aire exterior
- ▶ Expulsión de aire interior
- + Llave de paso
- + Bomba de recirculación
- ⊗ Acumulador térmico (solar)
- ⊗ Caldera ACS
- ⊗ UTA (unidad de tratamiento de aire)
- ⊗ Colector solar
- Conducto de aire de climatizado
- Conducto aire retorno
- Rejilla de impulsión y/o retorno
- Falso techo





- CTE DB-HS4**  
Climatización, calefacción y ventilación
- Conducto fluido refrigerante
  - Conducto de agua caliente
  - Montante de refrigeración
  - Montante de agua caliente
  - ◀▶ Toma de aire exterior
  - ◀▶ Expulsión de aire interior
  - + Llave de paso
  - ⊗ Bomba de recirculación
  - ⊗ Acumulador térmico (solar)
  - ⊗ Caldera ACS
  - ⊗ UTA (unidad de tratamiento de aire)
  - ⊗ Colector solar
  - ⊗ Unidad producción de frío



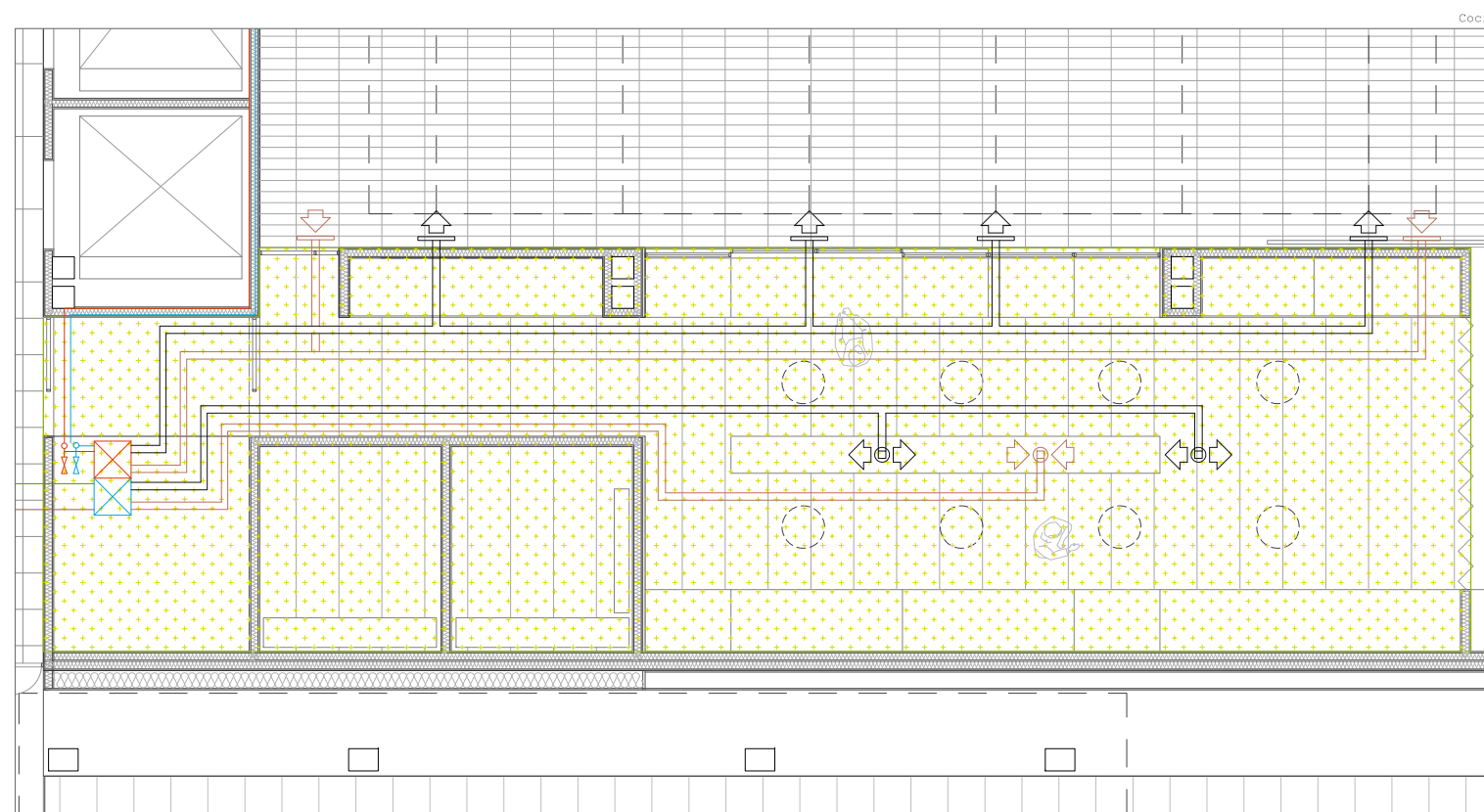
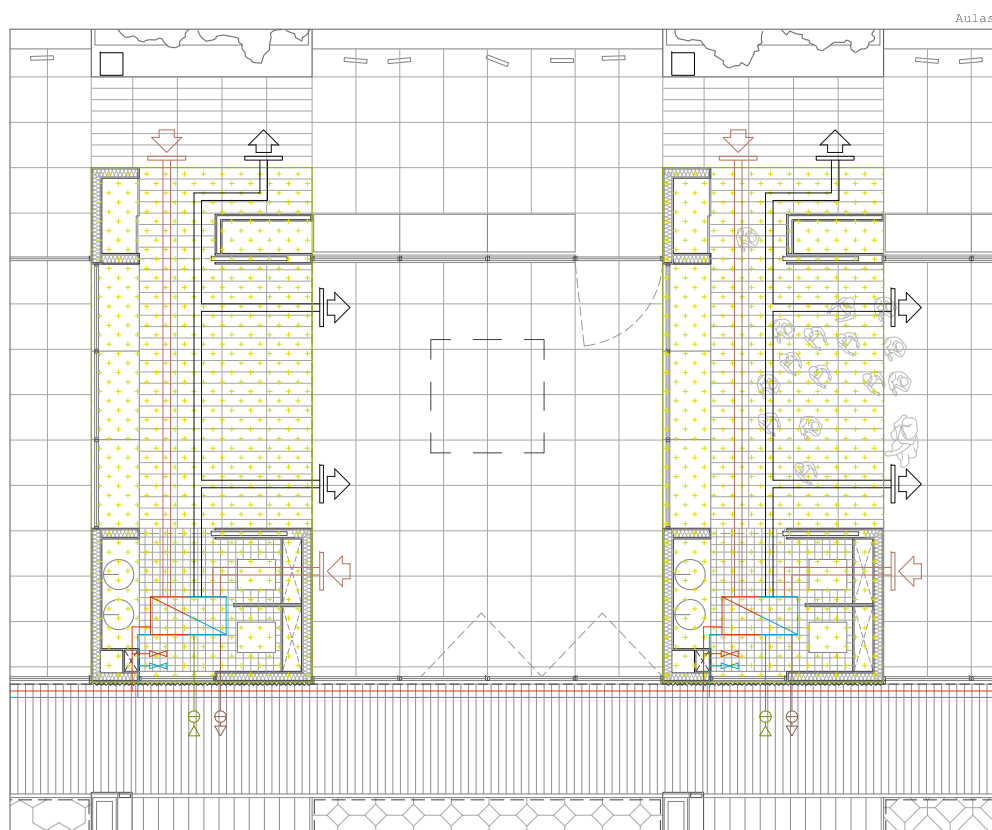


**CTE DB-HS4**  
 Suministro de Agua Fría, Agua Caliente Sanitaria y climatización y ventilación.

- Acometida (derivación)
- Llave de paso
- Válvula de retención
- Contador
- Conducto de agua fría
- Conducto de agua caliente
- Montante de agua fría
- Montante de agua caliente
- Toma de agua fría
- Toma de agua caliente
- Bomba de recirculación
- Acumulador térmico (solar)
- Caldera ACS
- UTA (unidad tratamiento de aire)
- Colector solar
- Unidad producción de Frío
- Filtro

**R.D. 919/2006**  
 Suministro de Gas

- Acometida (derivación)
- Llave de paso
- Conducto de gas a baja presión
- Conducto de gas a media presión
- Contador
- Regulador de presión



*RD 1853/1993*

---

Suministro de Gas

las instalaciones

### 1- Descripción de la instalación

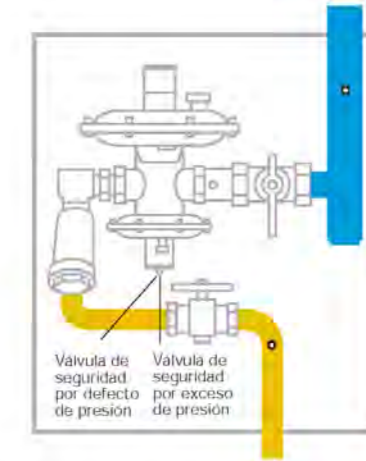
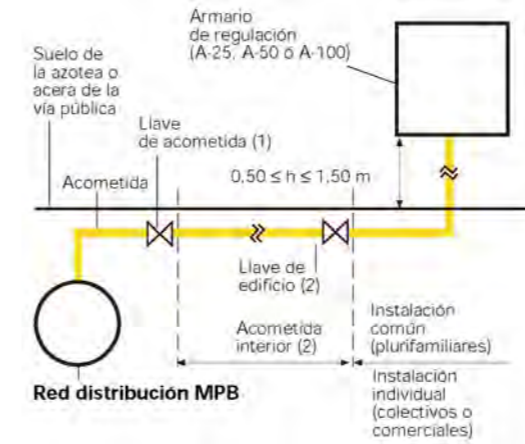
Se ha elegido incorporar al edificio una instalación de gas para uso en la cocina instalada en el comedor, ya que al tener que dar servicio a un gran número de alumnos y en un período corto de tiempo, resulta la opción más viable. En consecuencia se elige un sistema electrógeno también a gas. La caldera de apoyo necesaria para la producción de Agua Caliente Sanitaria y de Climatización será también de gas.

La acometida de la instalación se realiza por cubierta en el núcleo de la "Torre 1", bien desde la instalación existente que da servicio a las viviendas o creando una nueva acometida desde la calle Álvaro de Bazán. Situar los conductos y contadores de gas en la cubierta ofrece grandes ventajas desde el punto de vista de la seguridad, ya que ahorra las necesidades de ventilación de este tipo de instalaciones. Los conductos discurren bajo el pavimento elevado de la cubierta hasta los puntos finales de consumo, en este caso la Cocina. De este modo se evita tener que trazar dichos conductos por el interior de recintos habitables.

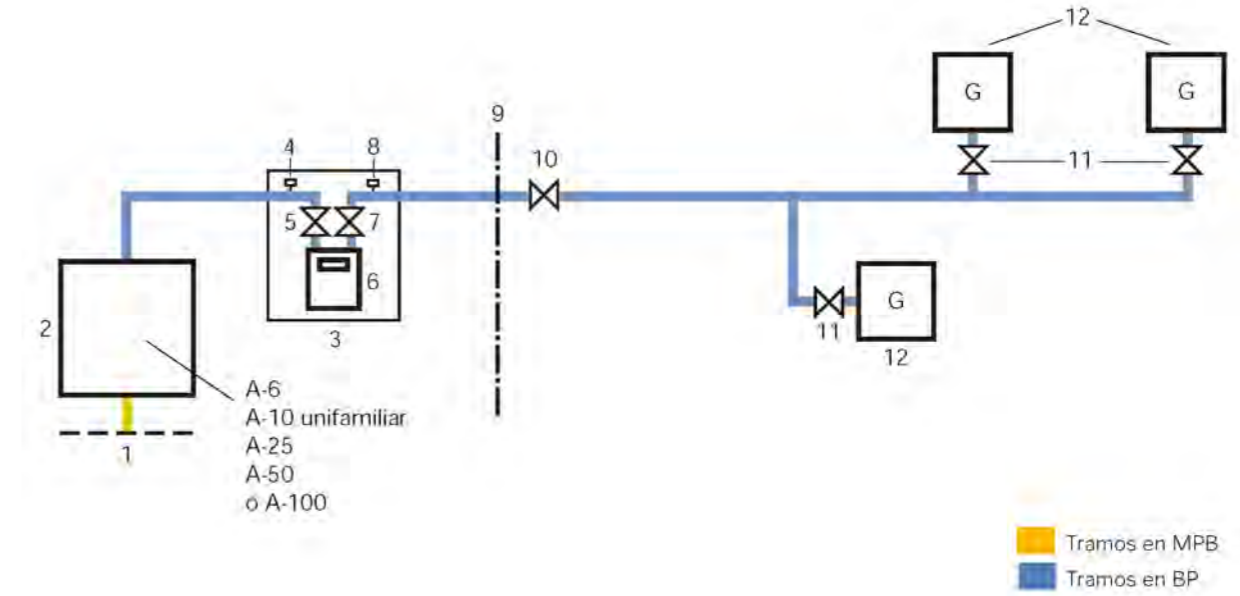
### 2- Descripción de los elementos que componen la instalación

La instalación de suministro de gas se compone de los siguientes elementos:

1. Acometida y contador colocado en un armario, según prescripciones de la normativa, en la planta de cubierta, con llave de corte y de abonado.
2. Conductos horizontales bajo el suelo elevado con junta abierta de la cubierta, considerándose como suficientemente ventilado.
3. Llaves de los distintos aparatos abastecidos
4. Conductos de ventilación forzada. En la cocina se construye un conducto de ventilación forzada hasta la fachada, en el paramento que delimita la escuela con el resto de oficinas.










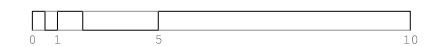
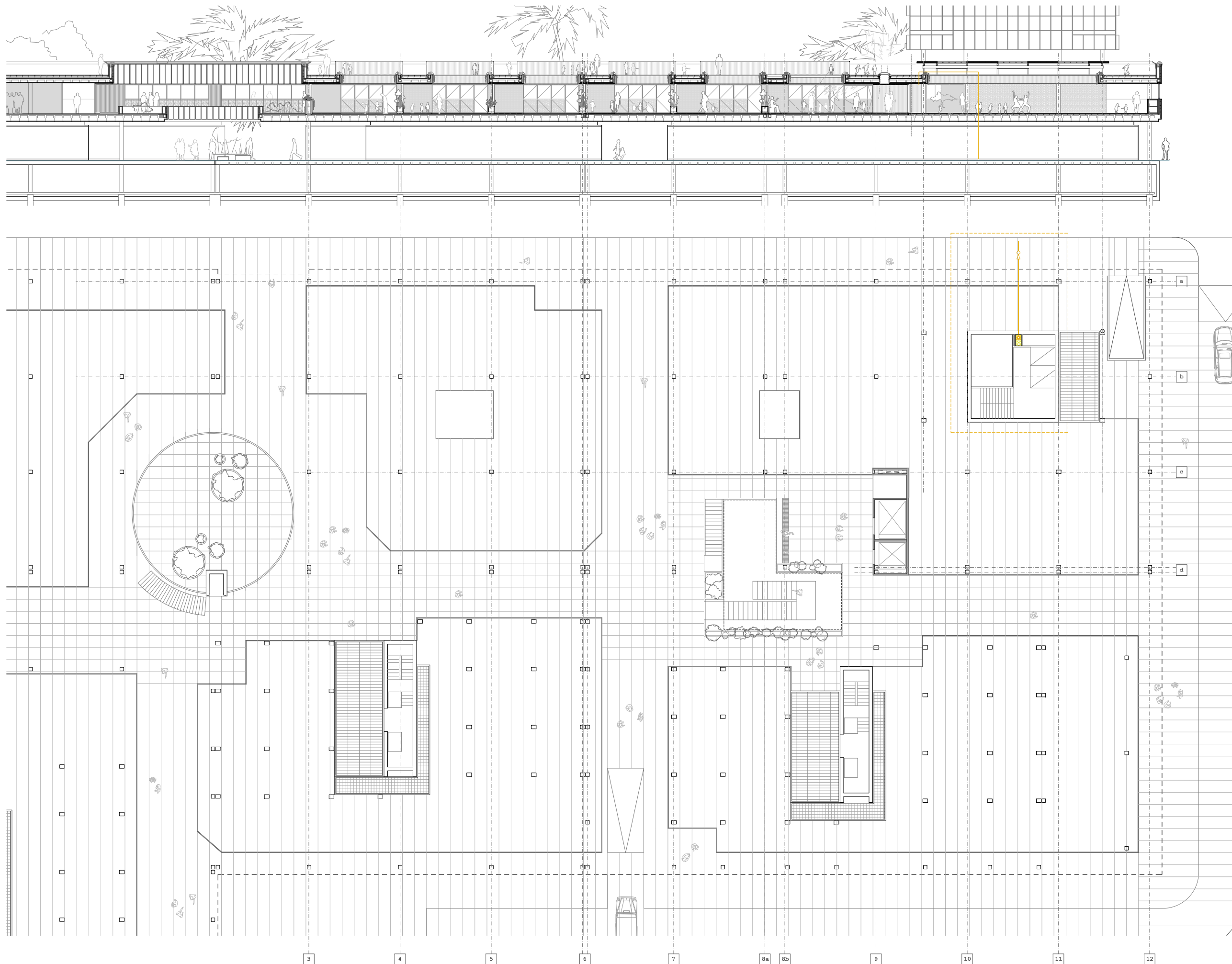
Conjunto de regulación tipo A-100 para instalaciones en locales de usos colectivos o comerciales. En los conjuntos de regulación A-25 o A-50, o el A-100 en casos especiales, para fincas plurifamiliares, el regulador solo incorpora seguridad por exceso de presión.










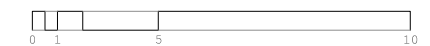
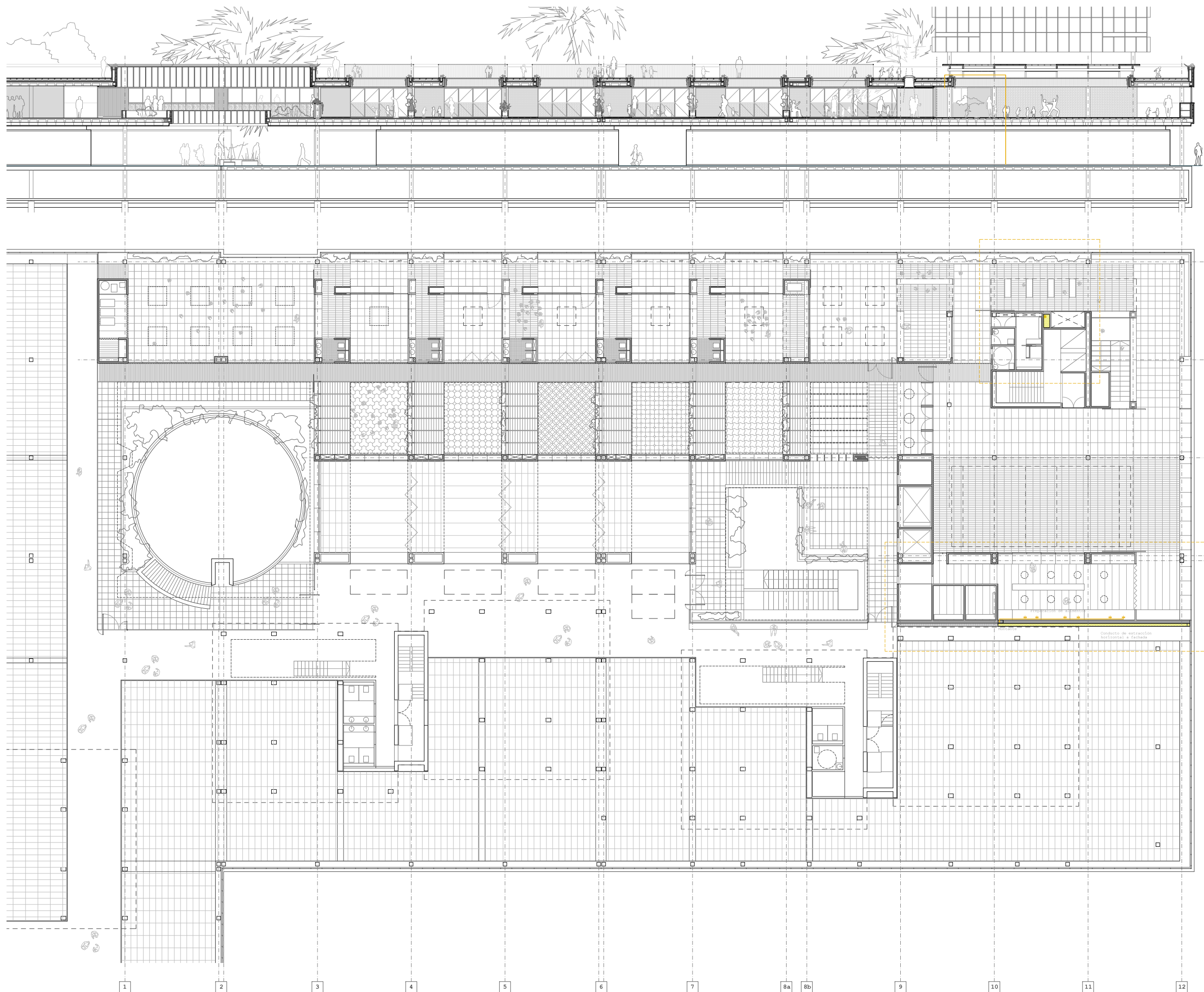
1. Conexión del armario de regulación con el tramo en media presión B (ver 2.1-1).
2. Armario de regulación A-6, A-10 unifamiliar, A-25, A-50 o A-100 de modelo aceptado por el Grupo Gas Natural.
3. Armario del contador. El armario del contador se ubicará en el exterior y si ello no es posible, podrá ubicarse en el interior del local privado con la autorización de la Empresa Suministradora. En los armarios de regulación A-6 y A-10 unifamiliar, el contador se encuentra integrado en los mismos.
4. Toma de presión a la entrada del contador. Sólo si el conjunto de regulación y el contador no están situados en el mismo armario.
5. Llave de entrada del contador.
6. Contador.
7. Llave de salida del contador (obligatoria a partir de G-16, incluido)
8. Toma de presión a la salida del contador.
9. Límite de local privado.
10. Llave de local privado. Puede estar situada en el exterior del local privado, pero ha de ser accesible desde el interior del mismo.
11. Llave de conexión de aparato.
12. Aparato de utilización.

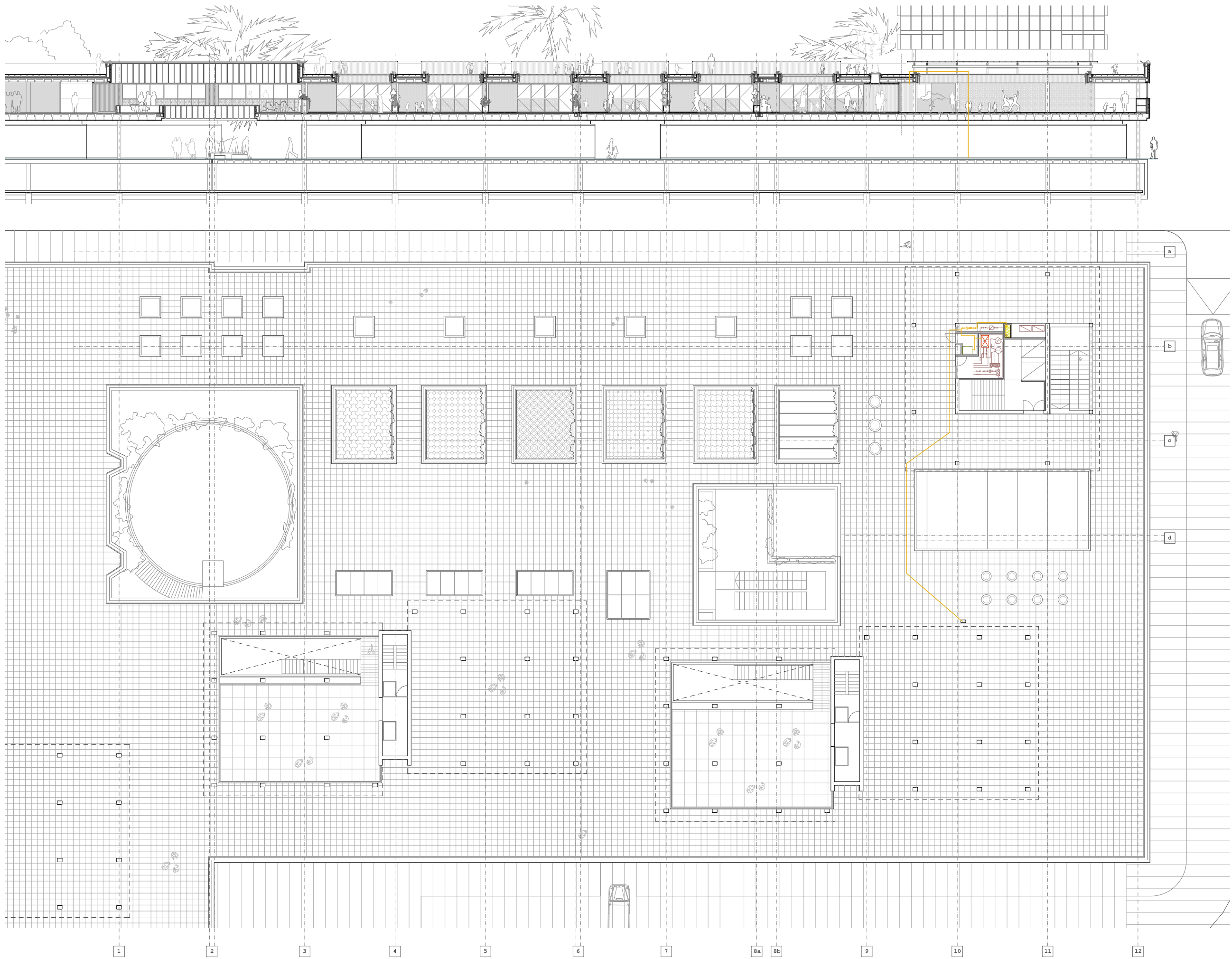


-  Acometida (derivación)
-  Llave de paso
-  Conducto de gas a baja presión
-  Conducto de gas a media presión
-  Contador
-  Regulador de presión
-  Conducto ventilación forzada










-  Acometida (derivación)
-  Llave de paso
-  Conducto de gas a baja presión
-  Conducto de gas a media presión
-  Contador
-  Regulador de presión
-  Conducto ventilación forzada





R.D. 919/2006  
 Suministro de Gas

-  Acometida (derivación)
-  Llave de paso
-  Conducto de gas a baja presión
-  Conducto de gas a media presión
-  Contador
-  Regulador de presión
-  Conducto ventilación forzada

**CTE DB-HS4**  
 Suministro de Agua Fría, Agua Caliente Sanitaria y climatización y ventilación.

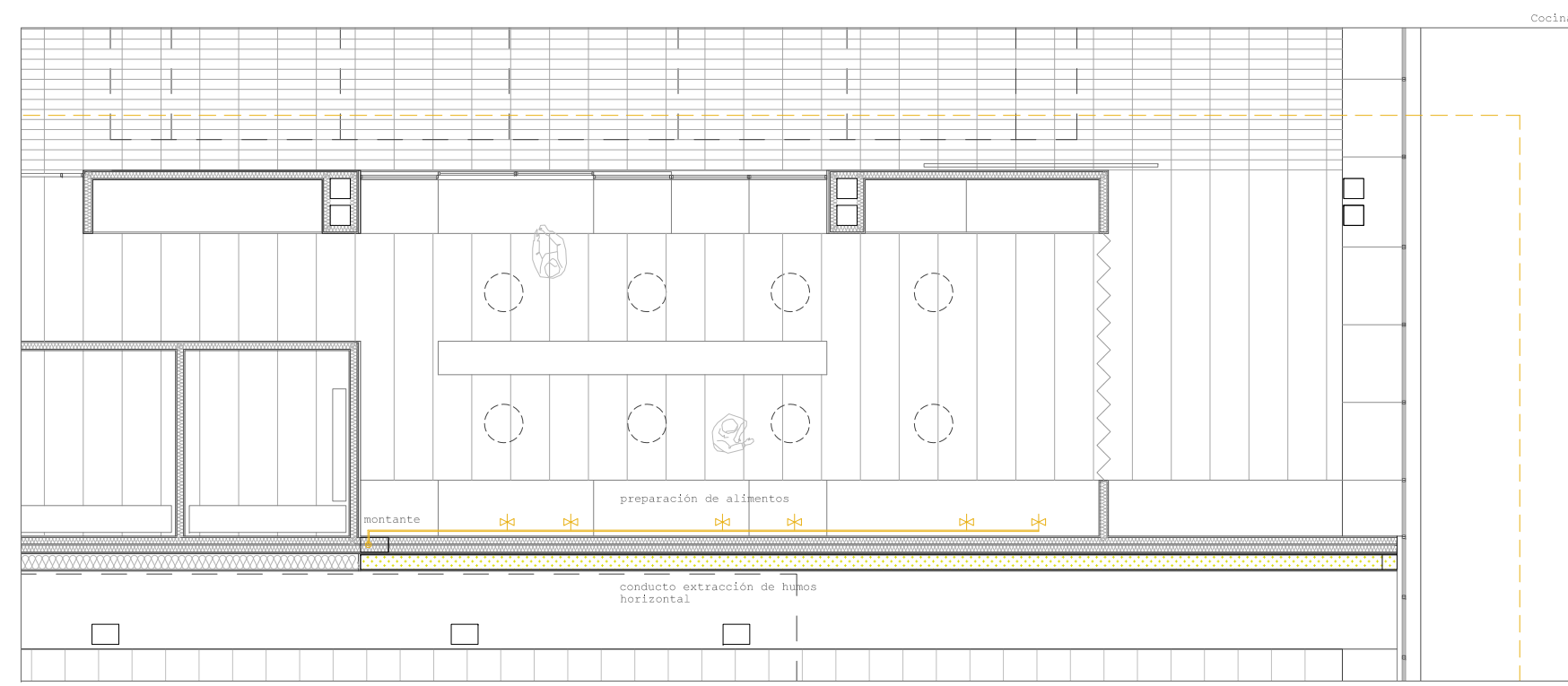
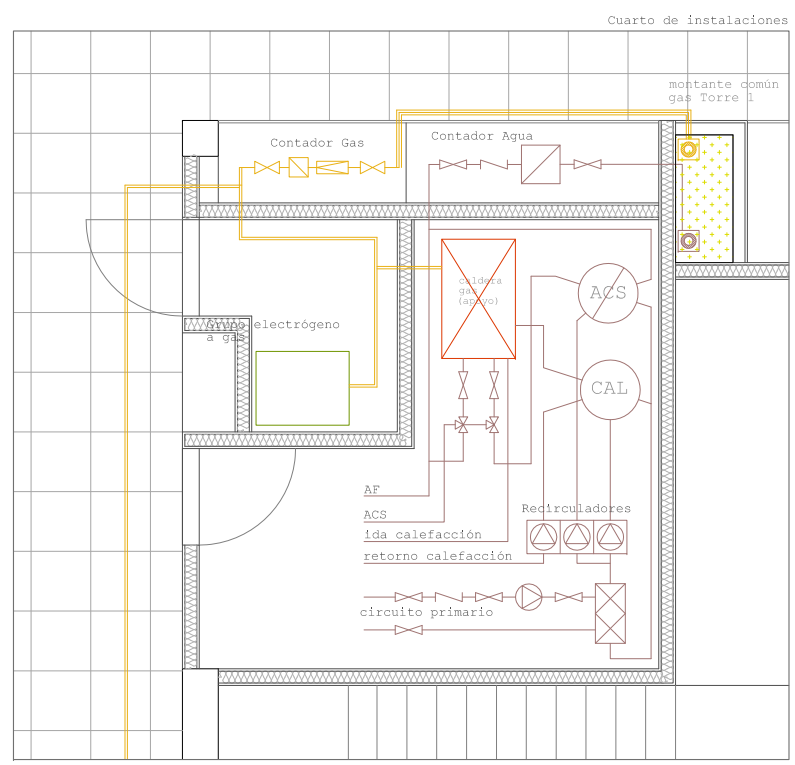
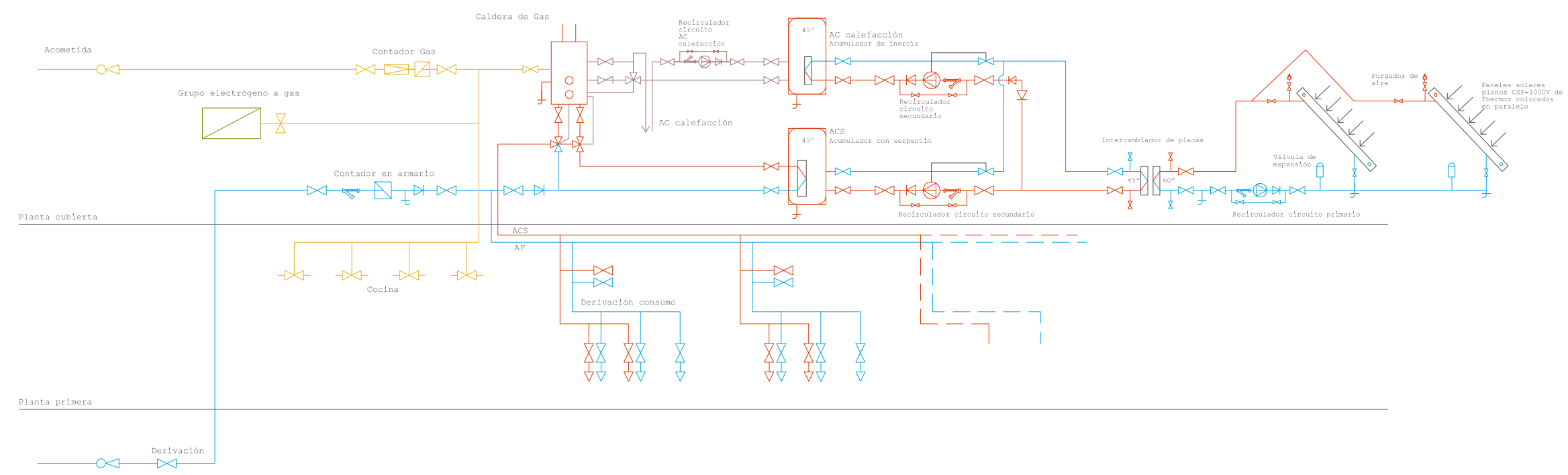
- Acometida (derivación)
- Llave de paso
- Válvula de retención
- Contador
- Conducto de agua fría
- Conducto de agua caliente
- Montante de agua fría
- Montante de agua caliente
- Toma de agua fría
- Toma de agua caliente
- Bomba de recirculación
- Acumulador térmico (solar)
- Caldera ACS
- UTA (unidad tratamiento de aire)
- Colector solar
- Unidad producción de Frío
- Filtro

**R.D.919/2006**  
 Suministro de Gas

- Acometida (derivación)
- Llave de paso
- Conducto de gas a baja presión
- Conducto de gas a media presión
- Contador
- Regulador de presión
- Conducto ventilación forzada

**ITC-BT**  
 Electrotecnia

- Acometida (derivación)
- Llave de paso
- Conducto de gas a baja presión
- Conducto de gas a media presión
- Contador
- Regulador de presión
- Conducto ventilación forzada



*ITC-BT*

---

Electrotecnia y Telecomunicaciones

ITC-BT

Electrotecnia y Telecomunicaciones

### 1- Descripción de los elementos que componen la instalación

**1. Acometida:** se realiza enterrada en la calle Alvaro de Bazán y luego sube por el núcleo de comunicaciones de la "Torre 1" hasta la Caja de Protección y Medida situada en el cuarto de instalaciones de la cubierta.

**2. CGP y Contador:** al existir un único contador por tratarse de un único usuario, se decide instalar una Caja General de Protección y Medida, que lleva incorporado el contador. La **CGPyM** se sitúa en un armario junto al cuarto de instalaciones eléctricas de la cubierta, con acceso para mantenimiento y medida. La potencia total de la escuela se ha estimado en torno a los 268 KW con corriente trifásica. Esto obliga a colocar fusibles en la Caja de Protección y Medida de 500A. Al no existir cajas de protección y medida (CPM) para intensidades de corriente tan elevadas, se decide usar una **CMT**, es decir, una **Caja de Medida Indirecta mediante Transformadores de Intensidad** para suministros trifásicos desde 198 hasta 495 KW. Se ha elegido la CMT-750E-I de "Cahors".

**3. Cuadro General de baja tensión (CGBT):** consistente en un cuadro general de distribución con la peculiaridad de reunir los distintos cuadros generales de la escuela y sus respectivos circuitos. Dispondrá de interruptores generales y de protección, como se puede observar en el esquema unifilar. Queda situado en el cuarto de instalaciones de Cubierta.

**4. Grupo electrógeno a gas:** situado en el mismo cuarto de instalaciones que el CGBT, se encargará de garantizar el suministro eléctrico en caso de producirse una avería o emergencia. Se elige gas por haber dispuesto anteriormente dicha fuente de energía para la cocina y el sistema de generación de ACS y Calefacción de apoyo, que permite un flujo constante.

**5. Derivaciones Individuales:** dispuestas para cada uno de los cuadros de distribución de las distintas zonas de la escuela, a través de un patinillo que atraviesa el forjado de cubierta.

#### 6. Cuadros de distribución de cada sección:

- Zonas comunes de acceso del edificio, incluyendo los ascensores.
- Zona exterior de la escuela.
- Zona de aulas
- Sala de usos múltiples
- Zona de acceso, administración y talleres
- Zona de comedor/gimnasio
- Cocina, por tratarse de una zona con mucha potencia eléctrica instalada debido al gran número de aparatos que se precisan (hornos, frigoríficos, microondas, etc)
- Zona de cubierta, incluyendo el sistema de producción de frío y el grupo de hidropresión.

Desde cada uno de estos cuadros saldrán los diversos circuitos presentes en el proyecto, incluyendo el de iluminación, alumbrado de emergencia, tomas de corriente, líneas de voz y datos, etc

**7. Circuitos y conductos hasta cada aparato:** discurren por el falso techo y suelo

### 2- Estimación de la potencia total instalada

Se ha realizado una estimación de la potencia instalada en relación a los metros cuadrados construidos, que consideramos de 100W/m<sup>2</sup>. Para su cálculo se sigue el reglamento de baja tensión aplicable a edificios comerciales o públicos, obteniendo un valor aproximado de 268KW. En planta baja se interviene en 280m<sup>2</sup>. La escuela ocupa 1800 m<sup>2</sup> en planta primera y para cubierta se estima una superficie proporcional a la de la guardería, resultando en 600 m<sup>2</sup>, es decir:

$$100 \text{ w/m}^2 \times (280+1800+600) = \mathbf{268KW}$$

Las CPM habituales no permiten medir intensidades de corriente tan altas, por este motivo, se decide colocar una CPM de medida indirecta. Existen varios modelos de CMT (Cajas de Medida Indirecta mediante Transformadores de intensidad). Para elegir la adecuada se ha de conocer la intensidad total de la línea, colocando un fusible idóneo. La intensidad se ha de calcular según esta fórmula, para una potencia trifásica de 268 KW:

$$I = P / [ \sqrt{3} \times V \times \text{conductividad} ]$$

$$I = 268 / [ \sqrt{3} \times 400 \times 0,9 ] = \mathbf{429A}$$

Al obtener como resultado un valor de 429 A, se ha subido hasta el siguiente escalón de fusibles normalizados que se encuentra en 500A. A la hora de colocar estos fusibles de tanta intensidad se requiere de una CMT-750E-I, como se ha indicado anteriormente, dicha CMT admite fusibles de hasta 750 A.

A continuación se calcula la sección de la derivación principal, siendo de unos 300mm<sup>2</sup> según las tablas de la normativa de BT. El conducto se puede resolver mediante uno de 3 x 25 + 16 + 16, es decir, tres conductores y 2 de protección, al ser trifásico. Este conducto cabe en un tubo de 62 mm de diámetro.

### 3- Trazado y materiales

Las líneas de distribución discurren horizontalmente, colgadas del forjado de cubierta y lo atraviesan verticalmente por un patinillo. Dichas líneas de distribución se constituyen por conductos unipolares en el interior de tubos de PVC.

### 4- Telecomunicaciones

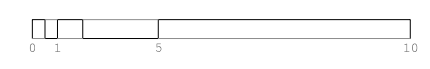
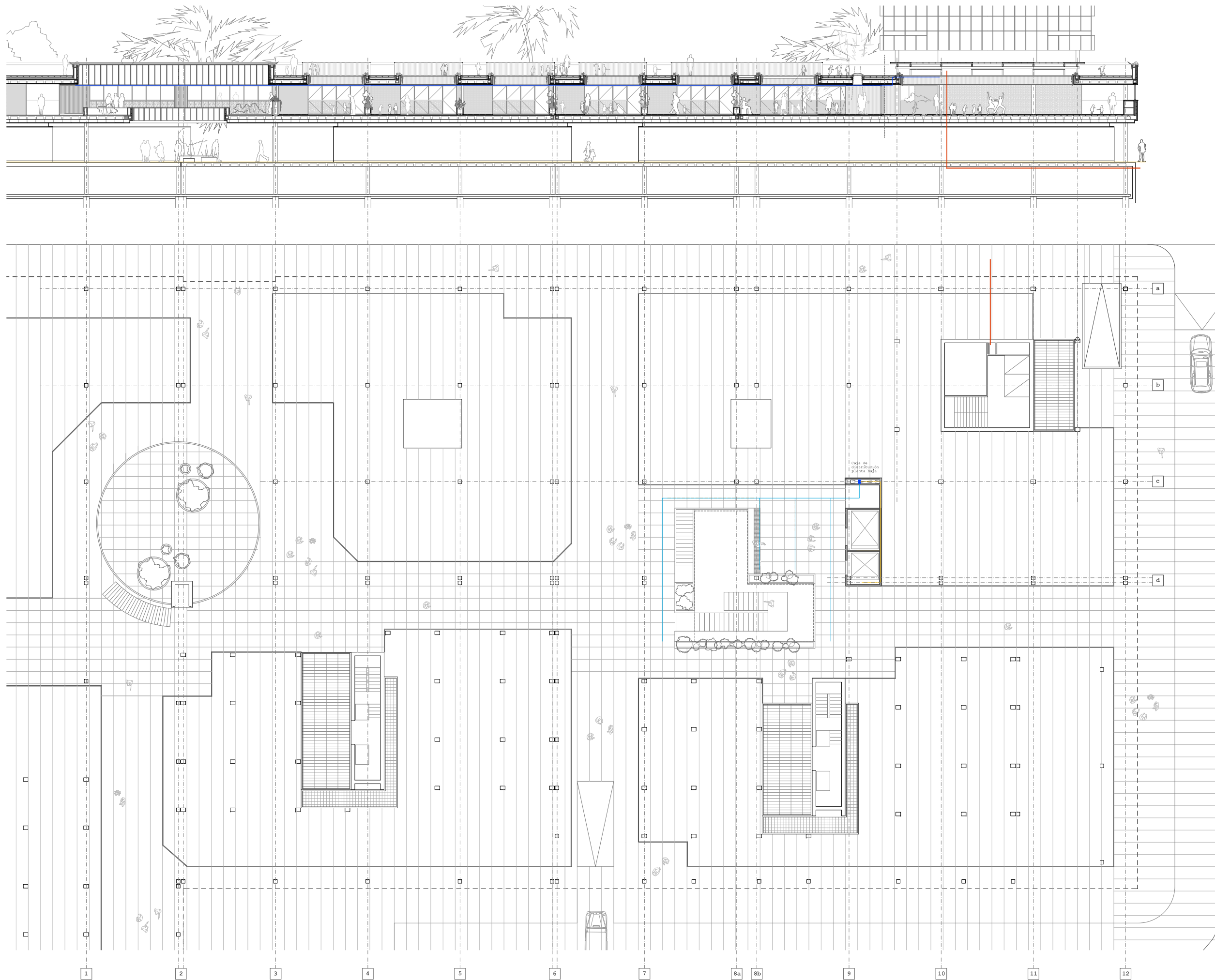
Los recintos RITI y RITS se consideran ya resueltos en el conjunto de edificios LUZ. Asimismo el cableado para uso telefónico, conexión a Internet, sistema de voz y datos, discurre paralelamente a las derivaciones individuales de la escuela.

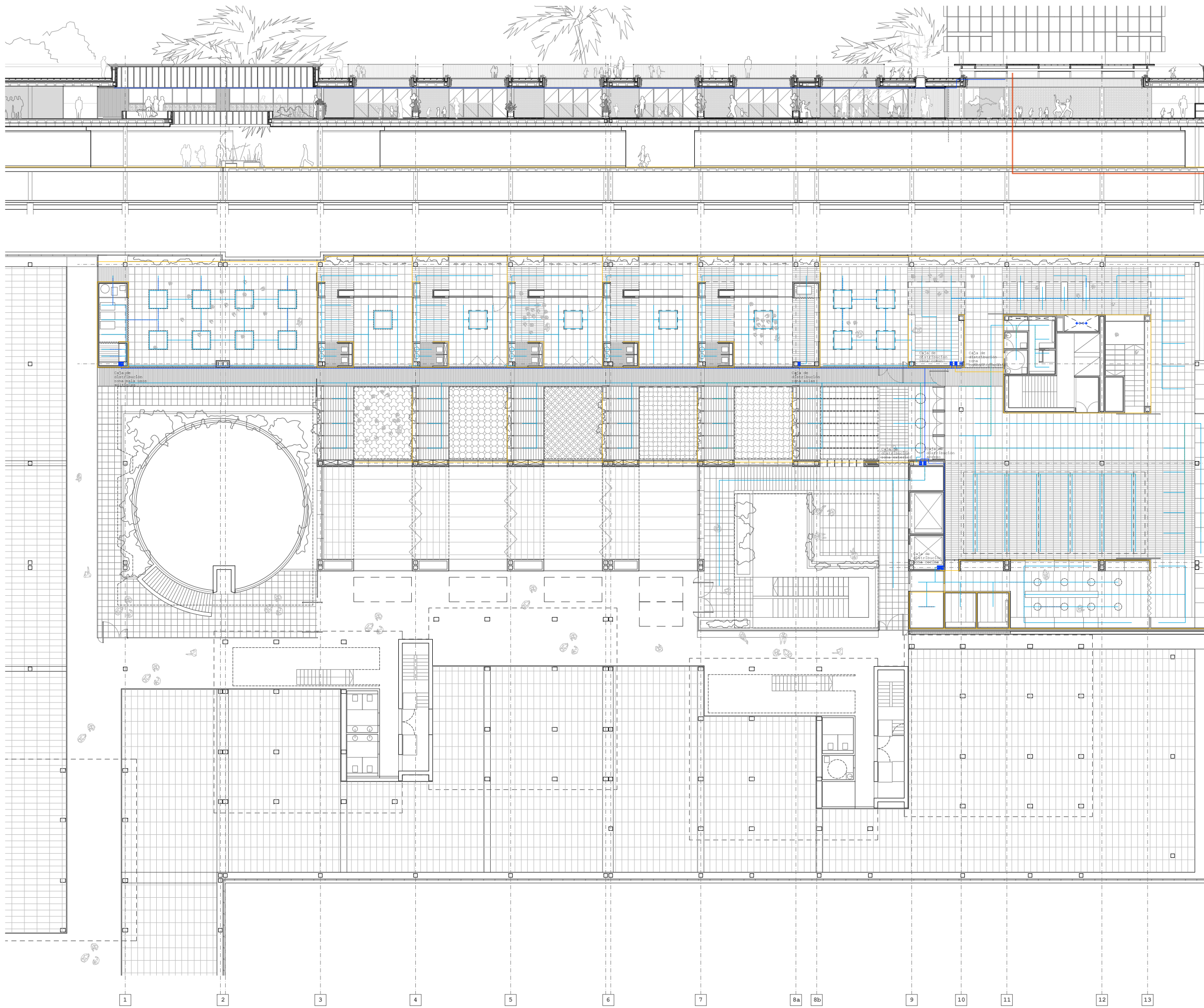
### 5- Sistemas de protección

Los sistemas de protección contra sobretensiones, cortocircuitos, etc, se encuentran trazados de manera general en el esquema unifilar, teniéndose en cuenta que no se ha efectuado el cálculo pormenorizado de los interruptores de control de potencia, ni del sistema de protección de tierra, que lógicamente ha de existir.

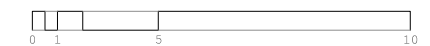
**ITB-BT**  
Electrotecnia y Telecomunicaciones

- Derivación
- Línea de distribución (tomadas de corriente, luz, datos, etc) por paredes, suelo y falso techo
- Línea alumbrado por techo
- Acometida de baja tensión
- Derivación (montante)
- Cuadro distribución de cada sección
- Caja general de protección
- Contador
- Cuadro general de baja tensión
- Grupo electrógeno a gas





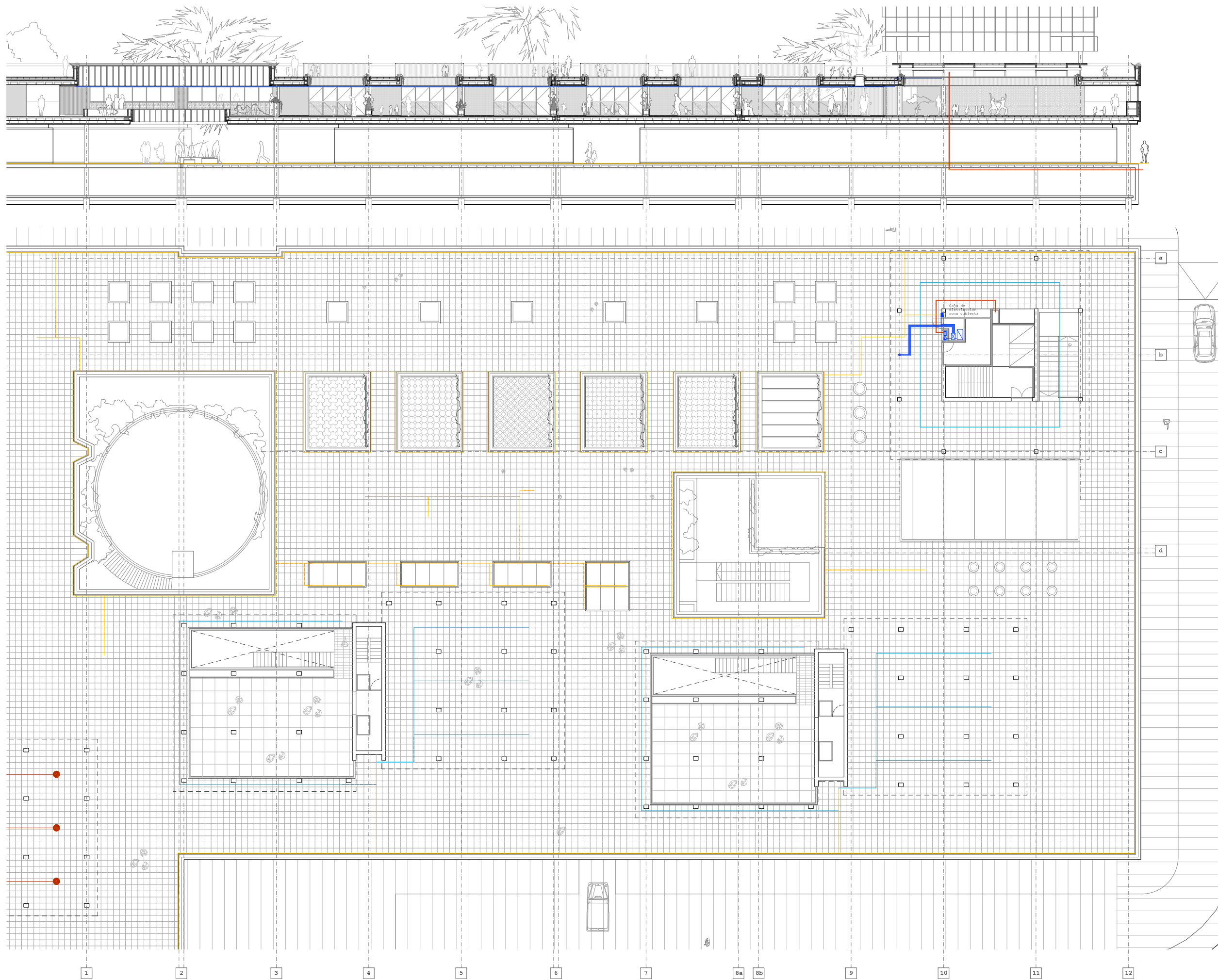
- ITB-BT**  
Electrotecnia y Telecomunicaciones
- Derivación
  - Línea de distribución (tomadas de corriente, luz, datos, etc) por paredes, suelo y falso techo
  - Línea alumbrado por techo
  - Acometida de baja tensión
  - Derivación (montante)
  - Cuadro distribución de cada sección
  - Caja general de protección
  - Contador
  - Cuadro general de baja tensión
  - Grupo electrógeno a gas





**ITB-BT**  
Electrotecnia y Telecomunicaciones

- Derivación
- Línea de distribución (tomadas de corriente, luz, datos, etc) por paredes, suelo y falso techo
- Línea alumbrado por techo
- Acometida de baja tensión
- Derivación (montante)
- Cuadro distribución de cada sección
- Caja general de protección
- Contador
- Cuadro general de baja tensión
- Grupo electrógeno a gas







*Iluminación*

---

Iluminación artificial de los espacios ( natural también )

## ILUMINACIÓN

### Iluminación artificial de los espacios (natural también)

#### 1- Descripción general

La iluminación propuesta en la intervención es en la mayoría de los casos Superficial. Se coloca directamente sobre la cara inferior del forjado existente o bien se sitúa en las perforaciones realizadas en dicho elemento. Al quedar las luminarias vistas, en la mayoría de los casos, se ha de cuidar en gran medida su colocación de forma que no adquieran una presencia excesiva dentro de los espacios que acondicionan. He decidido incluir en este apartado también la iluminación natural planteada, que caracteriza todos y cada uno de los espacios, guardando a su vez una relación directa con la iluminación artificial de los mismos.

Las luminarias cambian dependiendo de las necesidades lumínicas de cada espacio. No es lo mismo un espacio con una gran altura que uno de una dimensión mas reducida, interior o exterior, etc.

#### 2- Lucernarios escogidos para resolver la iluminación natural

La iluminación natural cenital se efectúa mediante una serie de lucernarios y claraboyas colocadas mediante la perforación del forjado de cubierta. El tamaño de los lucernarios viene condicionado por las dimensiones del hueco realizado, que no puede ser muy grande por la minoración de la resistencia del forjado que podría producirse. Asimismo hay que tener en cuenta los tamaños comerciales disponibles.

El modelo elegido para resolver las aperturas de 150x150cm presentes en las aulas, sala de usos múltiples y hall de acceso pertenece a la casa comercial "Velux" en concreto el modelo **CVP 63Q**. Se indican a continuación las características principales:

##### a. Apertura superior:

Este tipo de lucernarios permiten una apertura de 15cm sobre el plano de cubierta posibilitando, si el clima es el idóneo, su apertura para fomentar una ventilación natural agradable. Asimismo, en caso de incendio también pueden abrirse permitiendo el escape del humo generado y proporcionando un incremento de la seguridad, ya que en cotas inferiores se acumula menos humo.

##### b. Oscurecimiento:

Gracias a un motor incorporado en el marco del lucernario, resulta posible correr una cortina que impida la entrada de luz, cuando así se requiera.

Para las perforaciones circulares, presentes tanto en el vestíbulo exterior de acceso al gimnasio como en la cocina, se ha optado por la utilización de modelos prefabricados circulares ya que no requieren las mismas capacidades de control que los anteriores al cumplir fundamentalmente un objetivo de iluminación, no tanto de ventilación y oscurecimiento.



**Sección:**

- Cúpula exterior acrílica (PMMA, polimetilmetacrilato), de alta resistencia al impacto y gran durabilidad. Disponible en la acabado transparente o translúcido.
- Doble acristalamiento aislante de seguridad. Aislante de Seguridad (3+3 mm vidrio interior laminado, 14,5 mm cámara aislante Argón, 4 mm vidrio templado con recubrimiento aislante).
- Perfiles de la hoja en PVC blanco (100% reciclable, sin metales pesados).
- Marco de ventana en PVC blanco (100% reciclable, sin metales pesados) con aislamiento térmico interior y motor integrado (modelo eléctrico CVP).
- Soporte elevador de la ventana (ZCE).

**Datos técnicos**

Datos técnicos	Normativa
U <sub>v</sub> (W/m <sup>2</sup> K) normativa ventanas	1,4* EN 12567-2
U (W/m <sup>2</sup> K) normativa claraboyas	0,72** EN 1873
U <sub>v</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	1,2 EN 673
R <sub>v</sub> (dB) para CVP	31 (-L-3) EN ISO 10140-2
R <sub>v</sub> (dB) para CFP	36 (-L-4) EN ISO 10140-2
L <sub>v</sub>	0,05 EN 410
g (cúpula transparente)	0,53 EN 410
g (cúpula translúcida)	0,19 EN 410
Permeabilidad al aire (clásico)	4 EN 12153

\* Conforme a la superficie del acristalamiento  
\*\* Conforme a la superficie de la cúpula

**Cúpula**

	<b>ISD 0000</b> Acrílica transparente		<b>ISD 0100</b> Acrílica translúcida
--	--	--	---

**Accesorios:**

**Kit ZZZ 210**  
Kit de perfiles de aluminio, que conforman un marco metálico perimetral a la ventana, permitiendo el uso de cualquier tipo de lámina impermeabilizante sobre la ventana de PVC.

**ZCE 0015**  
Soporte ventana, permite elevar 15 cm la altura de instalación de la ventana. Indicado para cubiertas invertidas.

**Cortinas y Toldo**  
Ver página 6.

**Dimensiones:**

Modelo	60 x 60	80 x 80	60 x 90	90 x 90	100 x 100	90 x 120	120 x 120	120 x 150	150 x 150
CFP 73Q	060060	080080	060090*	090090	100100	090120*	120120	120150*	150150
CVP 73Q									
CFP 63Q									
CVP 63Q									

\* Motor en el lado corto  
Acristalamiento 73Q: 3+3 mm vidrio interior laminado, 14,5 mm cámara aislante Argón, 4 mm vidrio templado con recubrimiento aislante.  
Acristalamiento 63Q: 3+3 mm vidrio exterior laminado, 10,5 mm cámara aislante Argón, 0 mm vidrio templado con recubrimiento aislante.

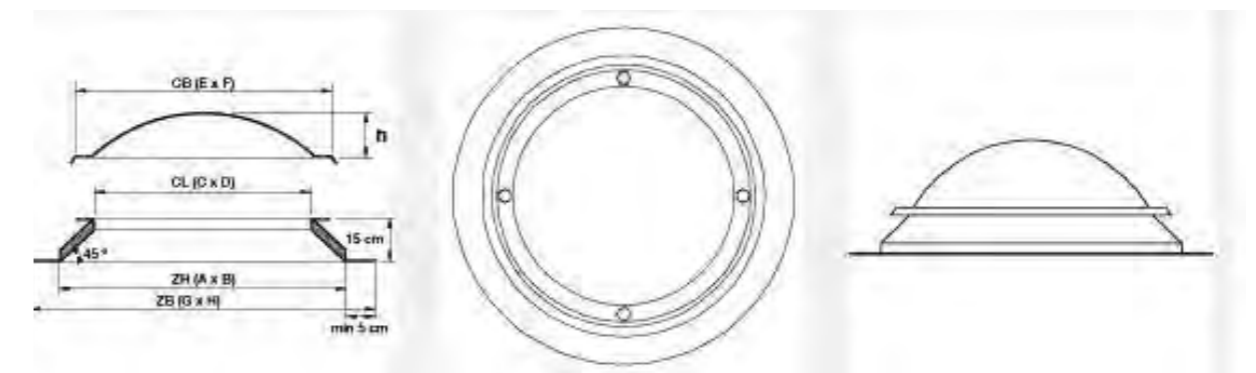
**Simple y práctica instalación**



Los distintos modelos de ventana para cubierta plana de VELUX se instalan de forma rápida y sencilla, en cubiertas con pendiente entre 0° y 15°, tanto en obra nueva como obras de rehabilitación o reforma.

- Retire la antigua claraboya.
- Limpie y prepare el hueco para una nueva instalación, consiguiendo una superficie plana y limpia.
- Coloque la nueva ventana VELUX encima del hueco adecuado a la medida de la ventana.
- Ahorque la ventana a la cubierta, conforme se indica en las instrucciones de instalación.
- Selle e impermeabilice adecuadamente la nueva instalación con al menos una doble lámina impermeabilizante.
- Monte la cúpula encima de la ventana.

En caso de instalación del modelo eléctrico deberá colocar el sensor de lluvia y conectar la ventana a la red eléctrica.



### 3- Luminarias escogidas para resolver la iluminación artificial

**1. Aulas:** en las aulas se emplean varios tipos de luminarias según el espacio y función que han de cumplir. Podemos distinguir tres tipos:

**a. "Vanera" de walldman:** se elige esta luminaria para proporcionar la iluminación de la zona de trabajo individual bajo el antepecho norte, ya que además de iluminar la zona inferior, es capaz de efectuar una iluminación hacia el plano superior, consiguiendo generar una iluminación indirecta o de ambiente. Dicha luminaria permite elegir entre ambos tipos de iluminación de forma simultánea o aislada.

**b. "L.D. System 66" de Artemide:** luminaria empotrada para resaltar elementos concretos, por ejemplo, el antepecho que separa las aulas.

**c. "Nothing" de Artemide:** se elige esta luminaria para efectuar la iluminación principal de los espacios de aprendizaje. Su diseño permite que se "adhiera" a la cara inferior del forjado sin producir impacto visual, bañando completamente el suelo con un flujo lumínico uniformemente repartido.

**d. "RL-40" de Walldman:** este modelo permite efectuar una iluminación indirecta bajo el falso techo del área de acceso y descanso del aula. De esta forma, al tratarse de un falso techo de listones de madera, la luz se difunde a través de ellos percibiéndose como si no hubiera un forjado superior (como un cobertizo). Se consigue de este modo realzar el carácter transitorio de dicho espacio al suponer un contraste frente al principal, es decir, actúa como un filtro entre el acceso al aula y el espacio principal de ésta.

Esta luminaria se elige asimismo para iluminar el gran lucernario central de cada aula permitiendo, en días con poca luz exterior, disfrutar de una iluminación que se asemeja a la natural.

**2. Sala de usos múltiples:** en la sala de usos múltiples se opta por dos sistemas de iluminación, de similares características a los anteriores:

**a. "Panarc Downlight" de ERCO** (en la totalidad de la sala)

**b. "RL-40" de Walldman** (huecos de lucernarios)

**3. Comedor/Gimnasio/auditorio:** la iluminación seleccionada para este espacio se centra en resaltar, por un lado la cubierta translúcida que cubre el espacio principal, disponiendo de una iluminación a base de fluorescentes en todas las correas, y por otro lado, en la zona de acceso se busca crear una percepción de luz natural al colocar las luminarias cuadradas de gran superficie, que asemejen lucernarios.

**a. "RL-40" de Walldman** ( en las correas de la cubierta del comedor)

**b. "iPlan Led" de Iguzzini** ( zona de acceso)

**4. Espacios exteriores de la escuela:** a la hora de escoger la iluminación mas adecuada para los espacios exteriores se ha tenido muy en cuenta la durabilidad de las luminarias, escogiéndose aquellas que destacan en este aspecto y que cumplen con los requisitos de iluminación necesarios para cada espacio.

**a. "Flat Tec" de Walldman:** se coloca esta luminaria en la huella de las torres.

**b. Bañador de suelo ERCO:** se decide delimitar con este tipo de bañador de suelo el antepecho macizo junto con el perímetro de los patios realizados en la cubierta. Se coloca cada 1,5 m y a una altura de 70 cm, inferior a la altura visual de los niños, para evitar el deslumbramiento.

**c. "Typha" de Iguzzini:** ante la necesidad de encontrar una solución que permitiese iluminar el plano de la cubierta en determinados puntos, sin resultar en un sistema que alterase en gran medida la condición de planeidad de la cubierta o sobresaliera sobre ella demasiado, se eligió esta luminaria que puede integrarse en grupos de ellas formando islas de luz.

**5. Espacios exteriores comunes del edificio:** continuando con el mismo principio que el anterior, las luminarias se han elegido por su robustez y por su semejanza con el concepto de iluminación planteada por los arquitectos en el proyecto original.

**a. "Bos" de Heper:** se coloca en la cara inferior del forjado de la planta primera, permitiendo una iluminación mas acentuada de los pasajes.

## Artemide

### FICHA PRODUCTO

#### Nothing Plafón Cuadrato - 1 Lámpara - HALO 75W



##### DISEÑO :

Artemide

##### MATERIALES :


Estruso de aluminio

##### ESPECIFICACIONES :

Plafón para lámparas halógenas de 12V QR111 y de yoduros metálicos HIR111. 4 modelos: cuadrado de 1 lámpara y rectangular de 2, 3 y 4 lámparas. Cuerpo de aluminio extrusionado pintado en blanco. Cada proyector puede orientarse individualmente, inclinación hasta 40° y giro hasta 355°. Alimentación electrónica. Conforme a la norma EN60598-1 y otras normas específicas. Transformador electrónico integrado 230-240V/12V. Dimerable con dimmer de corte al final de fase.

##### Emisión de luz

 Directa

IP20 



Dlite® vanera Bath 2x24 W - D14720000

TECHNICAL DATA

ROOM LIGHTS

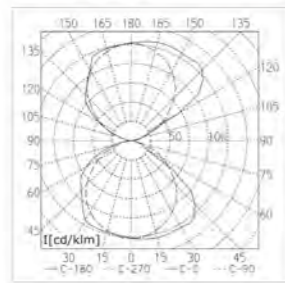
FITTED WITH	2 x fluorescent lamp T5 24 W - D68892000
LIGHT DISTRIBUTION	general lighting indirect/direct
WORK EQUIPMENT	electronic ballast
CONNECTED LOAD	120-277 V, 50/60Hz
MAINS LEAD	direct power supply
LUMINAIRE BODY	aluminium anodized
WEIGHT (NET)	approx. 2,3 kg (5.1 lbs)
POWER CONSUMPTION	approx. 54 W
USAGE	without switch
LAMP COVER	prismatic profile, PMMA
TECHNOLOGY	not single switchable
CLASS OF PROTECTION	I
NORMS	EN 60598-1, EN 60598-2-25
SPECIAL FEATURES	int. protection according to IP 24 / IEC 529
FASTENING	wall mount
GLARE-FREE	special wide beam and glare-free technique



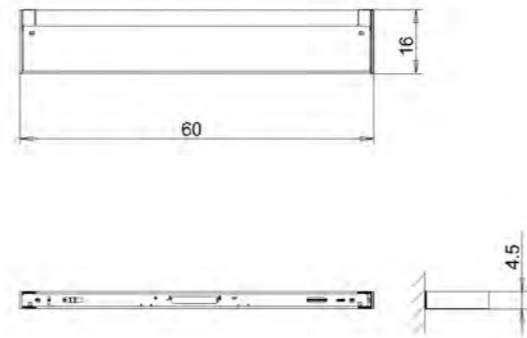
LIGHT DISTRIBUTION

TECHNICAL DRAWING

with front cover



Dimensions in cm.



Artemide

FICHA PRODUCTO

L.D. System 66 - QR-CBC max20W - Blanco

DISEÑO :

Alberto Meda , Paolo Rizzatto

MATERIALES :

Aluminio inyectado y acero

ESPECIFICACIONES :

Serie de aparatos empotrados fijos para lámparas halógenas de 12V, de yoduros metálicos o fluorescentes. Cuerpo de aluminio inyectado y acero. Reflectores de aluminio extrapuro (policarbonato metalizado en la versión fluorescente). Frontales de aluminio inyectado, disponibles en 3 colores, intercambiables encajándolos. 4 diámetros según las versiones: ø66mm, ø96mm, Ø156mm o ø206mm. Filtro UV en versión HIT. Alimentación por separado para la versión halógena y HIT. Alimentación incluida en la versión fluorescente. Conforme a la norma EN60598-1 y otras normas específicas.



Machine Tube Luminaire

RL40- 154 S 112191020-00049079



fitted with

1 x regular fluorescent lamp T16 54W/840 G5  
light colour neutral white, 4000 K, Color Rendering Index (CRI)=80  
Energy efficiency category A  
connection to a separate electronic ballast depends on the ballast  
direct  
without  
IP 67  
I

work equipment  
connected load  
light distribution  
glare-free  
system of protection  
class of protection  
luminaire body  
material  
weight (net)  
mains supply

acrylic (PMMA), clear  
approx. 0.9 kg  
connector  
4-polig  
lamp bracket (accessory)  
A=1270 mm  
D=1141 mm  
40 mm  
D with screwed cable gland

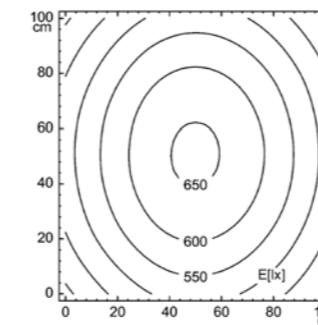


fastening  
dimension  
light output  
outside diameter  
side part

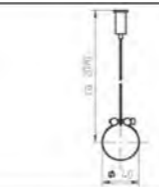
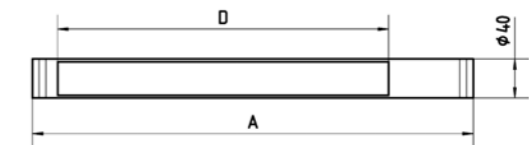
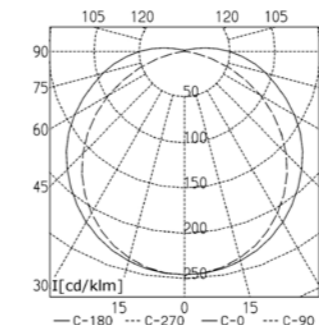
illuminance

measuring conditions: d=100cm

Em: 533 lx  
Emax: 654 lx  
Emin: 388 lx



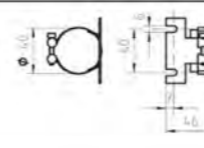
luminous intensity



Pendant Strap Bracket

Strap: Stainless Steel  
Wire: Stainless Steel

190 179 049



Surface Strap Bracket

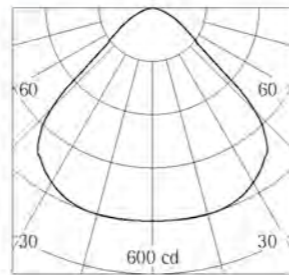
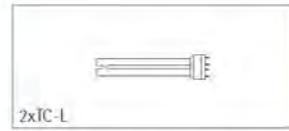
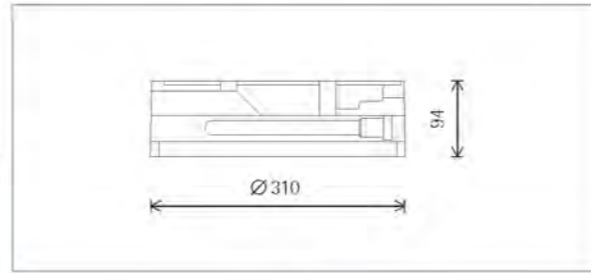
Strap: Stainless Steel  
Surface Mount: Stainless Steel

190 174 019

ERCO

# Panarc Downlight de superficie

con lente Flood



2xTC-L 18W 2G11 1200lm

LOR 0,45

85588.000 Blanco  
2xTC-L 18W 2G11 1200lm  
RE

**Descripción del producto**

Cuerpo de superficie: material sintético.  
Reactancia electrónica. 2 entradas de cable, cableado continuo posible. Clema de conexión de 5 polos.  
Reflector superior: aluminio, blanco (RAL9010), pintura en polvo.  
Lente Flood, material sintético, clara.  
Tipo de protección IP44 solamente si se monta en el techo.  
Clase de eficiencia energética: EEI A2  
Peso 1,90kg  
LMF D



**iPlan LED**

Design iGuzzini

iGuzzini

marzo de 2014

iplan - 596 x 596 mm h 26 mm - 50W - LED neutral white 6200 lm - cableado DALI - óptica luz general



**Código producto:**  
ME86

**Descripción:**

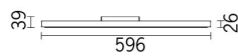
Luminaria empotrable o plafón con emisión directa para fuentes LED neutral white 4000K de alto rendimiento cromático. El cuerpo óptico está compuesto por un marco extruido anodizado, una pantalla difusora de metacrilato para emisión de luz general y un fondo de cierre posterior de chapa pintada. Los LEDS están distribuidos a lo largo del perímetro y el controlador está instalado dentro del producto. Led lifetime con flujo residual del 80% (L80):50.000 h con Ta 25°.

**Instalación:**

Empotrable en falsos techos de cartón yeso (si se utiliza el marco opcional), en falsos techos con viguería y en falsos techos modulares (incluso 625 x 625 mm si se utiliza el adaptador opcional). Posibilidad de instalación como plafón si se utiliza el kit opcional cuyo pedido se realiza por separado

**Dimensiones:**

600 x 600mm - H=26mm



# FLAT TEC

**SURFACE OR FLUSH MOUNT FLOOD**



**PRODUCT DESCRIPTION:**

FLAT TEC is the next generation of water-proof machine luminaire that are considerably flatter, with a much smaller 'footprint' than traditional machine lighting systems of the past. The flat design takes up much less space in the machining compartment, while meeting the growing demands for a more contemporary luminaire design. FLAT TEC offers very high efficiency, easy integration, considerably longer maintenance intervals, and lower service costs. At a height of only

1.65in (42mm), the FLAT TEC luminaire requires very little space and is designed to withstand flying debris, as well as coolants and lubricants. It has an IP rating of IP69K, suitable for steam cleaning. FLAT TEC is also available in two different housing styles, a surface mount or flush mount design. With its high luminous power and state-of-the-art reflector technology, FLAT TEC can also be installed farther away in the machining area. With a wide, uniform light distribution, FLAT TEC offers precise illumination, high light output levels and insures safe machine operation.

**FEATURES:**

- Designed with energy-efficient T5HO lamps, rated for 20,000 hours
- Minimal protrusion into the machine compartment due to very flat design
- IP69K rating for wash-down applications
- Designed to withstand direct impact from flying debris such as hot metal chips
- Low energy consumption
- Less complexity during installation
- Integration in the machine is simplified
- Available in 1 or 2 lamp configurations
- Available in 24V DC or 100-250V, 50/60Hz

**PRODUCT INFORMATION**



FLAT TEC

Voltage: 24V DC or 100-250V, 50/60Hz  
Lamping: From 11W CFL - 54W T5HO  
Operation: No integral switch, connect to external switch  
Luminaire Body: Extruded aluminum  
Lens Cover: Borosilicate glass  
Protection Rating: IP69K

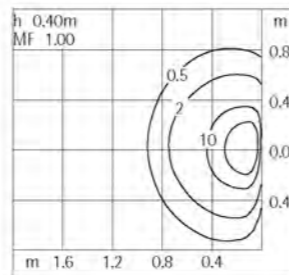
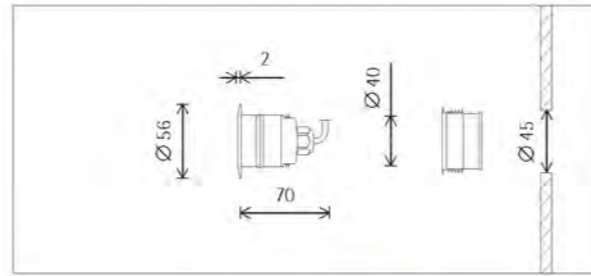
	Flush Mount	37in x 7.8in (938mm x 198mm)	2 x 39W T5HO	MZE 239 N	112 533 000
	Surface Mount	37in x 7.8in (938mm x 198mm)	2 x 39W T5HO	MZA 239 N	112 533 002
	Flush Mount	48.74in x 7.8in (1238mm x 198mm)	2 x 54W T5HO	MZE 254 N	112 534 000
	Surface Mount	48.74in x 7.8in (938mm x 198mm)	2 x 54W T5HO	MZA 254 N	112 534 002



ERCO

# Luminaria de orientación LED

Bañador de suelo



33753.000  
LED 0.6W 24V DC 24lm 4000K blanco neutro  
Versión 1

**Descripción del producto**

Cuerpo con junta: acero fino.  
Manguito empotrable con láminas: material sintético.  
Cable de conexión 2x0,75mm<sup>2</sup>, L 500mm.  
Módulo LED: L80/B10 50000h.  
Reflector: material sintético, metalizado al vapor, plateado, mate.  
Aro de recubrimiento: acero fino resistente a la corrosión, con cristal de protección de 6mm. Carga 5kN.  
Solicitar por separado la unidad de instalación.  
Tipo de protección IP68 3m: protección contra el polvo, protección contra las consecuencias de la inmersión duradera hasta una profundidad máx. de 3m.  
Peso 0,14kg  
LMF E

LED 0.6W 24V DC 24lm 4000K blanco neutro

**Typha**

Design Susana Jelen-Eduardo Leira

iGuzzini

marzo de 2014



Luminaria H = 1500 mm cóncava saliente L = 3000 mm - 1,7 W 115 lm - Led Neutral White - Max 500mA - Óptica difusora.

**Código producto:**  
ADT5

**Descripción:**

Sistema de iluminación de luz difundida, destinado al uso de lámparas LED. Constituida por cuerpo portaled y pantalla difusora. Cuerpo inferior de acero inoxidable AISI316. Con circuito de led de potencia de 1,7 W Neutral White y óptica con lente de plástico Spot, incluidos en el cuerpo de acero inoxidable. Elemento difusor realizado con tubular doble (interno de metacrilato, externo de policarbonato) con tratamiento anti-UV, diámetro externo D = 15 mm, H = 1000 mm. La pantalla difusora está montada en la sede específica del cuerpo portaled e incorpora junta y tornillo prisionero. Incluye cable de salida multipolar L = 3000 mm. Tornillos externos de acero inoxidable A2. Las características técnicas de las luminarias cumplen las normas EN 60598-1 y las normas específicas. Led Life Time con flujo residual al 80% (L80): 60.000h con Ta 25 °C y 40.000h con Ta 40 °C.

**Instalación:**

Producto con arandela y contratuerca de fijación a placa con orificios de 23 mm de diámetro. Disponible base de soporte para instalación múltiple (a pedir por separado).

**Colores:**

Acciaio(13)

**Montaje:**

Fissato al suolo - Da terra

**Base de soporte para instalación múltiple de hasta 9 luminarias Typha con cable saliente.**

Design iGuzzini

iGuzzini

marzo de 2014



**Base de soporte para instalación múltiple de hasta 9 luminarias Typha con cable saliente.**

**Código producto:**  
T415

**Descripción:**

Base de soporte para instalación múltiple de hasta 9 luminarias Typha, de acero inoxidable AISI316. Constituida por cuerpo y placa de cierre superior con 9 orificios para instalar luminarias Typha, con tapas de cierre. El cuerpo posee orificios para fijación mediante tacos para cemento.

**Instalación:**

Aplicación en pavimento y terreno. Para la fijación se requiere un plinto de cemento. Es necesario realizar un canal de drenaje debajo de la base de soporte antes de efectuar la instalación.

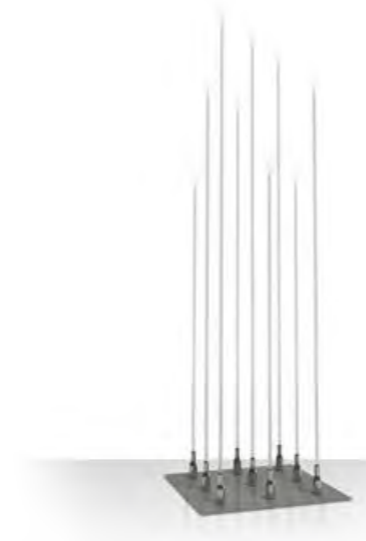
**Colores:**

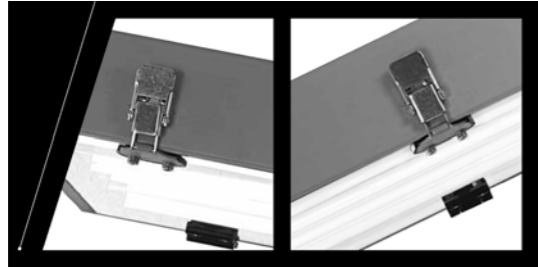
Acciaio(13)

**Peso [Kg]:**

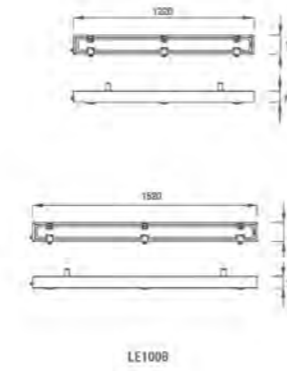
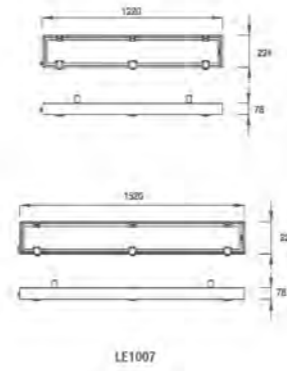
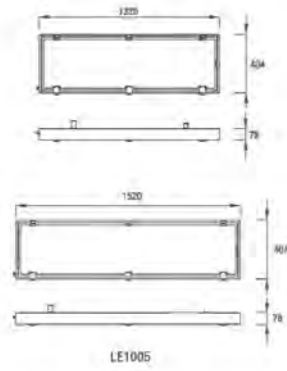
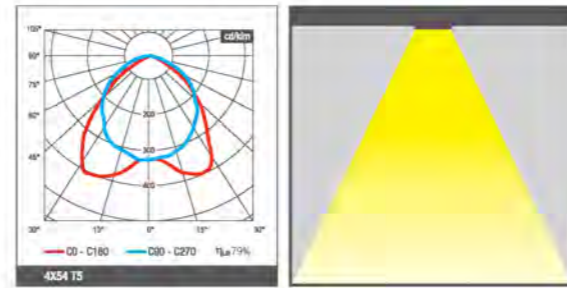
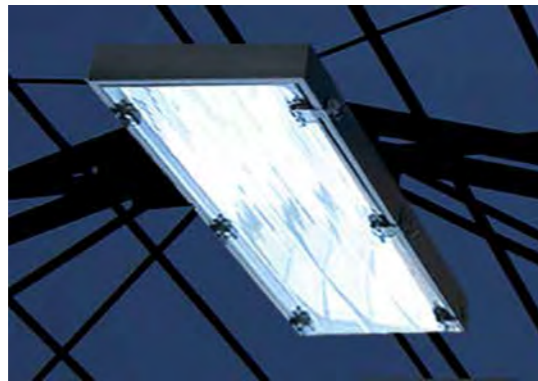
1.53

Se conforma con EN60598-1 y regulaciones pertinentes

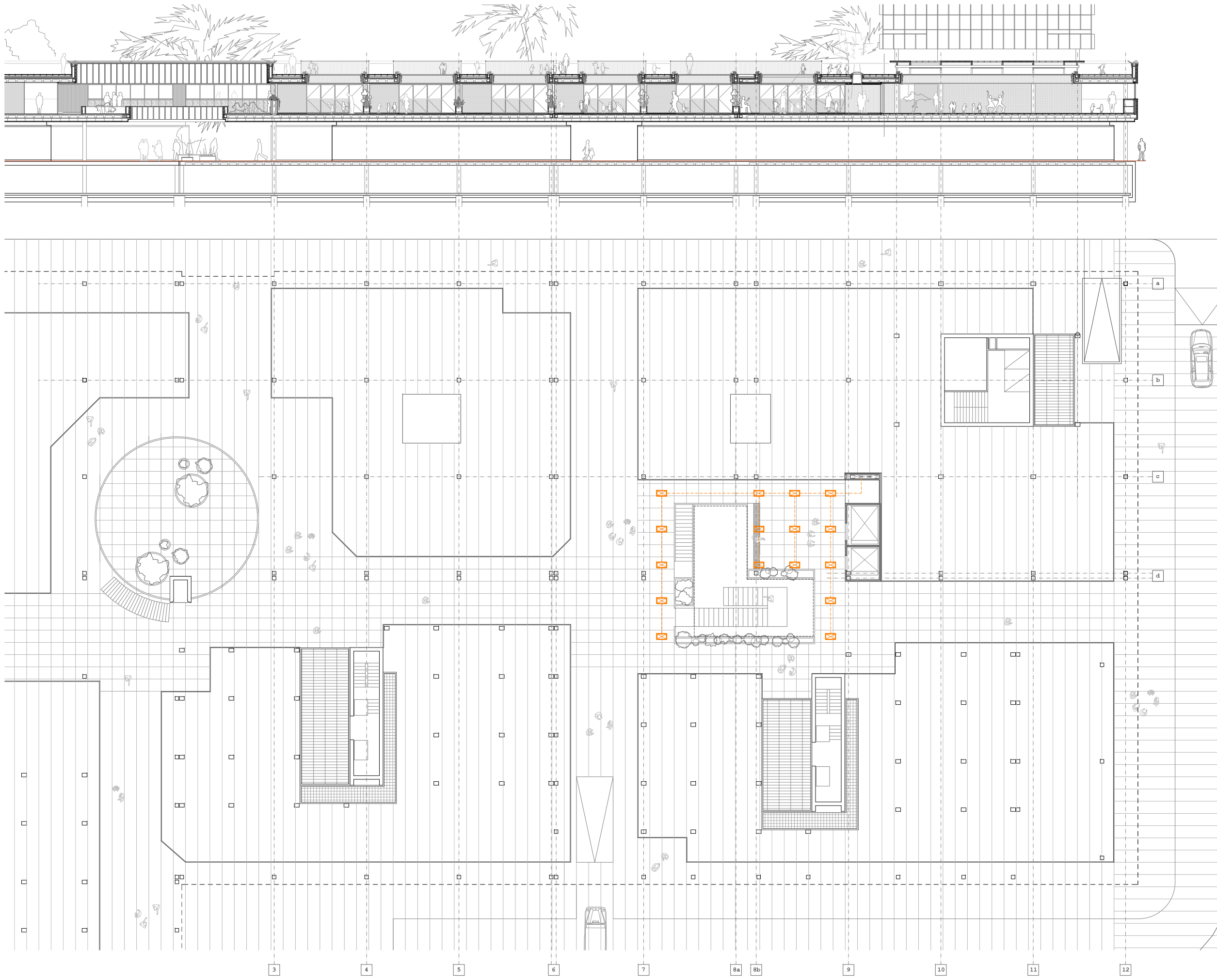




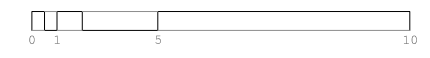
heper

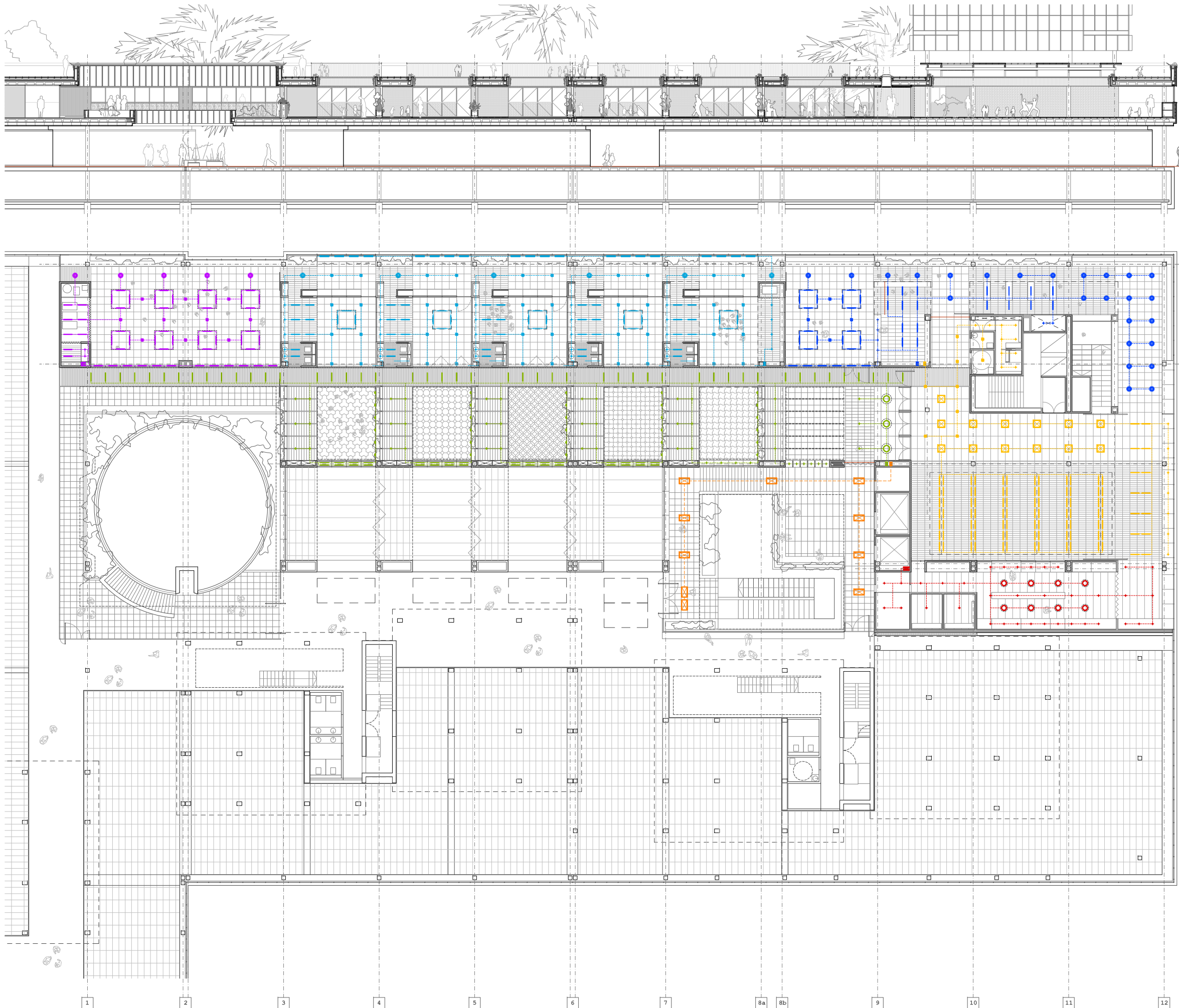


	CODE	DESCRIPTION		H1	H2	H3	D1	D2	F	ANCHORAGE
LUMINAIRE	LE1008.108	1 * TS 54W GS								
	LE1007.108	2 * TS 54W GS								
	LE1005.108	4 * TS 54W GS								
	LE1008.109	1 * TS 80W GS								
	LE1007.109	2 * TS 80W GS								
	LE1005.109	4 * TS 80W GS								

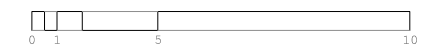


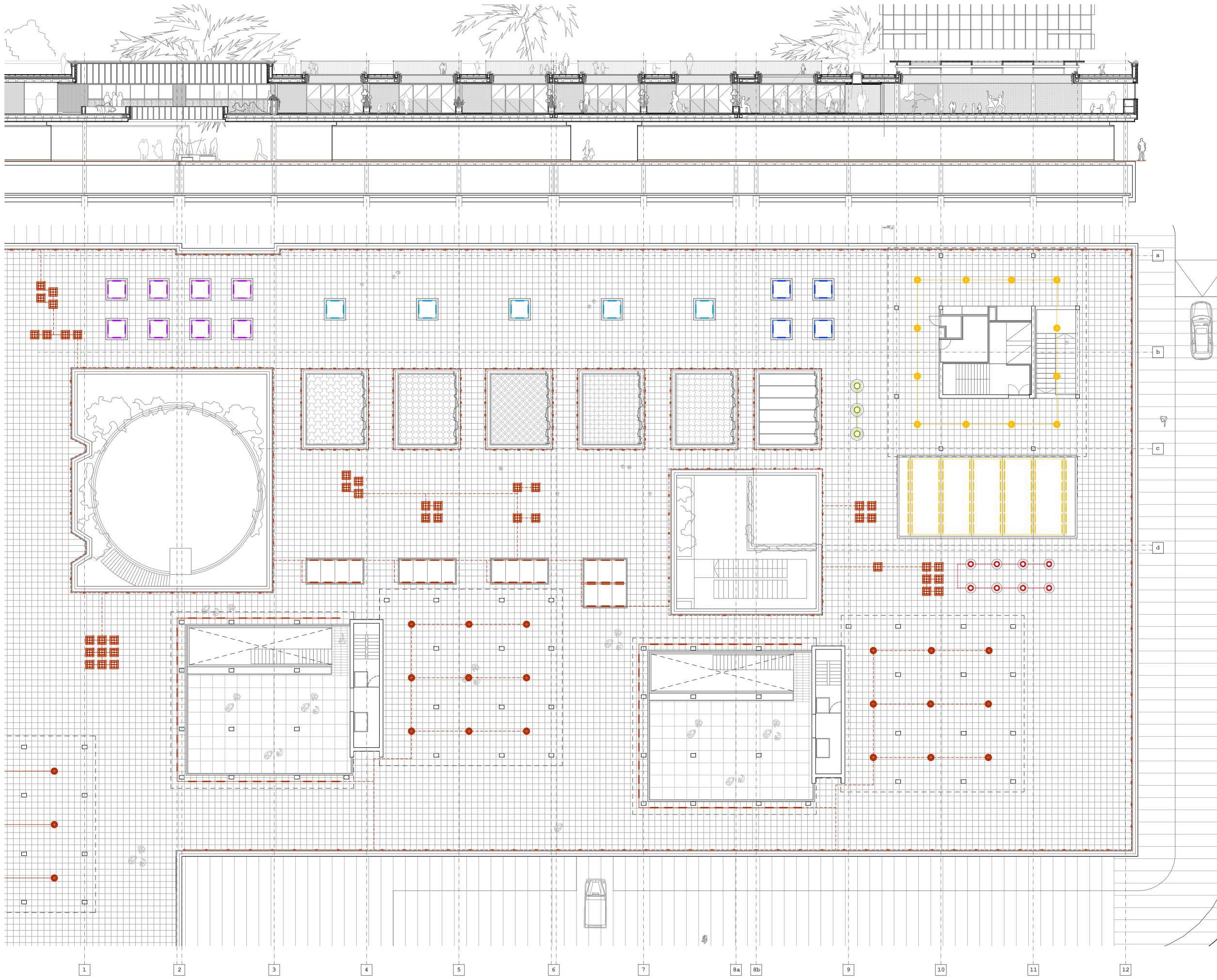
- Luminotecnia**  
Iluminación artificial
- Línea alumbrado sala usos múltiples
  - Línea alumbrado sector aulas
  - Línea alumbrado acceso
  - Línea alumbrado gimnasio/comedor
  - Línea alumbrado cocina
  - Línea alumbrado espacio comunitario
  - Línea alumbrado espacio exterior
  - Cuadro distribución de cada sección
  - "Nothing" downlight cuadrado
  - Luminaria puntual empotrada "L.D"
  - Downlight de superficie "Fanarc"
  - Luminaria lineal "RL-40"
  - Luminaria lineal "Vanera"
  - Luminaria de superficie "iPlan LED"
  - Luminaria circular para lucernario
  - Luminaria exterior "Boss"



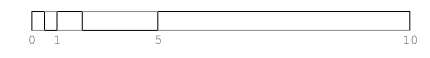


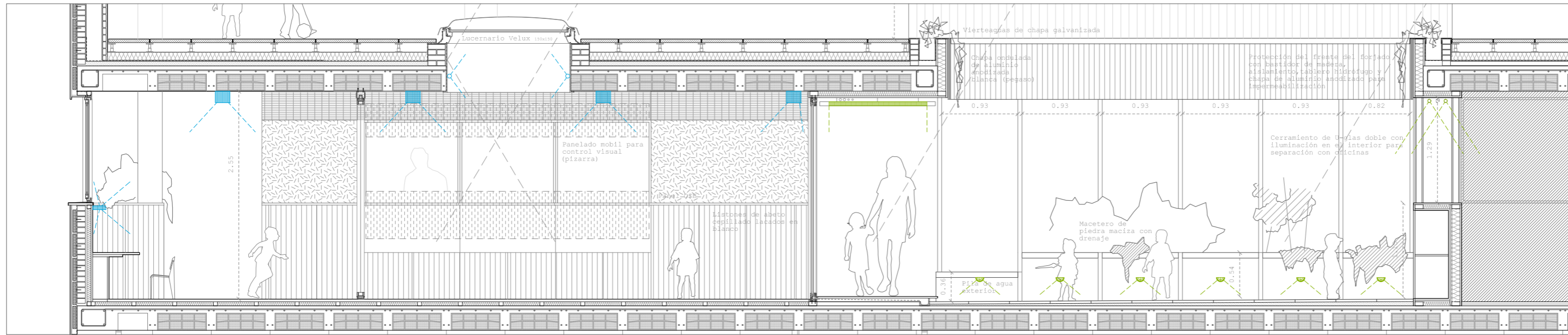
- Luminotecnia**  
Iluminación artificial
- Línea alumbrado sala usos múltiples
  - Línea alumbrado sector aulas
  - Línea alumbrado acceso
  - Línea alumbrado gimnasio/comedor
  - Línea alumbrado cocina
  - Línea alumbrado espacio comunitario
  - Línea alumbrado espacio exterior
  - Cuadro distribución de cada sección
  - "Nothing" downlight cuadrado
  - ⊕ Luminaria puntual empotrada "L.D"
  - ⊕ Downlight de superficie "Panarc"
  - ⊕ Luminaria lineal "RL-40"
  - ⊕ Luminaria lineal "Vanera"
  - ⊕ Luminaria de superficie "iPlan LED"
  - ⊕ Luminaria circular para lucernario
  - ⊕ Luminaria exterior "Boss"
  - ⊕ Luminaria de orientación LED



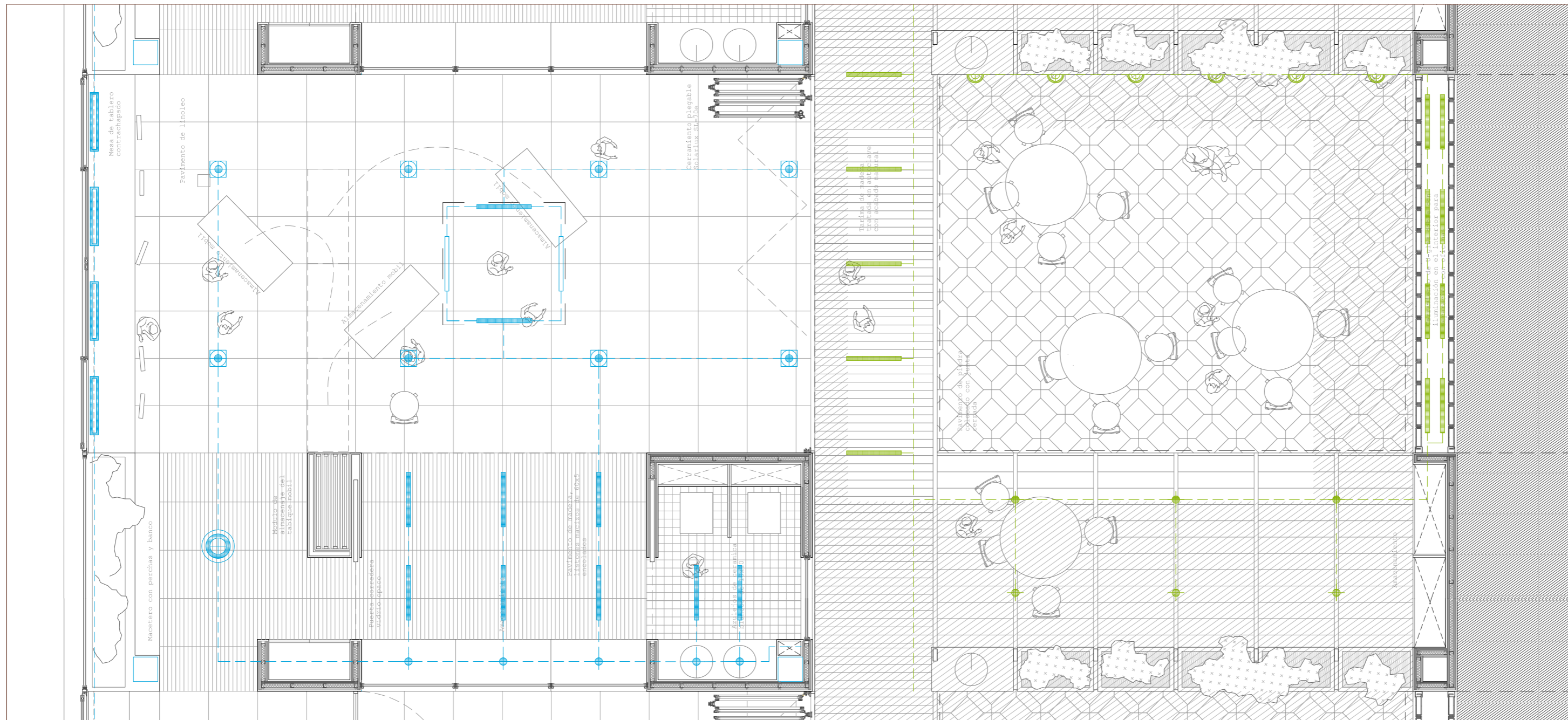


- Luminotecnia**  
Iluminación artificial
- Línea alumbrado sala usos múltiples
  - Línea alumbrado sector aulas
  - Línea alumbrado acceso
  - Línea alumbrado gimnasio/comedor
  - Línea alumbrado cocina
  - Línea alumbrado espacio comunitario
  - Línea alumbrado espacio exterior
  - Cuadro distribución de cada sección
  - "Nothing" downlight cuadrado
  - ⊕ Luminaria puntual empotrada "L.D"
  - ⊕ Downlight de superficie "Panarc"
  - ⊕ Luminaria lineal "RL-40"
  - ⊕ Luminaria lineal "Vanera"
  - ⊕ Luminaria de superficie "iPlan LED"
  - ⊕ Luminaria circular para lucernario
  - ⊕ Luminaria exterior "Bos"
  - ⊕ Luminaria exterior "Typha"
  - ⊕ Luminaria exterior "Flat Tec"
  - ⊕ Luminaria de orientación LED





- Luminotecnia**  
Iluminación artificial
- Línea alumbrado sala usos múltiples
  - Línea alumbrado sector aulas
  - Línea alumbrado acceso
  - Línea alumbrado gimnasio/comedor
  - Línea alumbrado cocina
  - Línea alumbrado espacio comunitario
  - Línea alumbrado espacio exterior
  - Cuadro distribución de cada sección
  - ⊙ "Nothing" downlight cuadrado
  - ⊕ Luminaria puntual empotrada "L.D"
  - ⊖ Downlight de superficie "Panarc"
  - ⊗ Luminaria lineal "RL-40"
  - ⊘ Luminaria lineal "Vanera"
  - ⊙ Luminaria de superficie "iPlan LED"
  - ⊙ Luminaria circular para lucernario
  - ⊙ Luminaria exterior "Boss"
  - ⊙ Luminaria de orientación LED



*CTE DB-SI*

---

Seguridad en caso de incendio

las instalaciones

CTE DB-SI  
Seguridad en caso de incendio

1. PROPAGACIÓN INTERIOR

1.1- Compartimentación en sectores de incendio

La escuela se encuentra situada en el interior de un zócalo de uso administrativo y comercial en planta baja, por ello es imprescindible que forme un sector de incendio diferenciado del resto de usos.

En cuanto a la división de la escuela en un mayor número de sectores, de acuerdo con la normativa para edificios de uso docente, se propone la compartimentación en sectores de incendios diferenciados si la superficie construida excede de 4000 metros cuadrados. La escuela tiene un total de 1600 metros cuadrados por lo que no resulta necesario la división en varios sectores de incendio. Se constituye por tanto un único sector de incendios **S1 = 1600 m<sup>2</sup>**.

El resto de espacios de la escuela son exteriores y por sus dimensiones y situación tiene la siguiente consideración:

**Patio de Acceso Principal:** parte de la escalera de evacuación especialmente protegida, da servicio al sector de incendio de las oficinas y de la escuela infantil, con una superficie de 212 m<sup>2</sup>.

**Patio de Acceso Secundario:** sector de riesgo mínimo con escalera especialmente protegida, asimismo da servicio al sector de incendio de las oficinas y de la escuela infantil.

**Cubierta:** Sector de riesgo mínimo, con salida a espacio exterior seguro a través de los núcleos de las torres o a través de la pasarela que une ambos zócalos.

**Acceso en planta Baja:** sector de riesgo mínimo, con salida a espacio exterior seguro a través de los pasajes de planta baja, que da a la calle Álvaro de Bazán y la Plaza del Profesor Tamarit Olmos

La resistencia al fuego que han de poseer las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio, para una altura de evacuación de 3,5 metros, ha de ser de **EI-90 para el sector de incendio 1** con el resto de sectores del edificio que no sean de riesgo mínimo, y **EI-120 para la separación de los sectores de riesgo mínimo** (patios de acceso) con el resto de sectores del edificio. De este modo, la separación de la escuela con los patios de acceso tendrá una resistencia **EL-120**

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio <sup>(1)(2)</sup>

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos <sup>(3)</sup> que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: <sup>(4)</sup>				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 <sup>(5)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento <sup>(6)</sup>	EI 120 <sup>(7)</sup>	EI 120	EI 120	EI 120

1.2- Locales y zonas de riesgo especial

Se consideraran locales de **riesgo especial bajo**, los siguientes espacios:

- Almacén de residuos en la zona de la cocina.
- Sala de contadores eléctricos y grupo electrógeno en cubierta.
- Almacén de comida, con maquinas frigoríficas de potencia menor que 400KW.
- Sala de producción de frío en cubierta.

Se consideraran locales de **riesgo especial medio** los siguientes espacios:

- Cocina con potencia instalada entre 30 y 50 KW.
- Sala de calderas con potencia entre 200 y 600 KW.

Estos locales deberán cumplir las siguientes condiciones:

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios <sup>(1)</sup>

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante <sup>(2)</sup>	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos <sup>(3)</sup> que separan la zona del resto del edificio <sup>(2)(4)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Si	Si
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI 45-C5	2 x EI 30 -C5	2 x EI 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local <sup>(5)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>

La estructura portante existente (pilares y forjados) se revestirá con material ignífugo que, en nuestro caso, al emplear sistemas de paneles de yeso como sistema constructivo básico resuelve la cuestión. Entre la cocina y el comedor se dibuja el vestíbulo de independencia existente.

1.3- Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

"La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>. Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:"

- "Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i-o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o dispositivo intumescente de obturación."
- "Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i-o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado."

Se suscribe al pie de la letra lo enunciado anteriormente



## 2. PROPAGACIÓN EXTERIOR

### 2.1- Medianerías y Fachadas

No existe propagación vertical al ser la última planta del edificio y la única que tiene (zócalo)

La propagación horizontal por medianería se encuentra resuelta con la disposición de zonas macizas entre sectores y mediante circulaciones. En la zona de la cocina, al constituir ésta un local especial, se ha dispuesto una separación mayor (100 cm), impidiendo una posible propagación.

### 2.2- Cubierta

No existe riesgo de propagación al ser una cubierta aislada de los edificios colindantes y presentar huecos de una planta en el arranque de las torres.

## 3. EVACUACIÓN DE LOS OCUPANTES

### 3.1- 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."

Los elementos de evacuación de las oficinas y la escuela son independientes de los elementos de las zonas comunes del uso principal (residencial). En los casos en los que existen salidas de emergencia que comunican con los núcleos de comunicación de las torres se cumple la condición de disponer de un vestíbulo de independencia a la hora de construirla.

## 3.2 Calculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación <sup>(1)</sup>

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	Ocupación nula 3
Docente	Conjunto de la planta o del edificio Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc. Aulas (excepto de escuelas infantiles) Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	10 5 1,5 2
Pública concurrencia	Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto sin asientos definidos en el proyecto Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc. Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...) Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc. Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	1pers/asiento 0,5 1 1,2 1,5 2

A continuación se procede a calcular la ocupación del sector de la escuela:

- Sector 1, (se plantean dos hipótesis):

#### Hipótesis 1, uso escuela

Aseos: 17m<sup>2</sup> - 6 personas  
Aulas escuela infantil: 320m<sup>2</sup> - 160 personas (alumnos)  
Sala Usos múltiples, talleres: 250m<sup>2</sup> - 50 personas  
Zona de Acceso, conserjería, despachos: 100m<sup>2</sup> - 10 personas  
Comedor/Gimnasio: 300 m<sup>2</sup> - 60 personas  
Cocina: 5 trabajadores

**Total hip 1 bruta = 291 personas**

Hay que tener en cuenta a la hora de estimar la ocupación que en ningún momento del uso como escuela infantil se van a ocupar simultáneamente las aulas, comedor/gimnasio y talleres. La ocupación real es el número de alumnos y tutores así como algún trabajador ocasional o algún padre. Para mayor seguridad consideramos una ocupación en esta hipótesis de:

**OCUPACIÓN HIP 1= 100 alumnos + 40 padres + 5 tutores + 5 trabajadores = 150 personas**

### Hipótesis 2, uso extraescolar, exposición, cine, taller público, etc

Aseos: 17m<sup>2</sup> - 6 personas

Zona de uso público (interior): 400m<sup>2</sup> - 200 personas

Zona de uso público (exterior): 300m<sup>2</sup> - 80 personas

Cocina: 10 trabajadores

**Total hip 2 = 296 personas**

A la hora de dimensionar los elementos de evacuación, como se describirá posteriormente, hay que tener en cuenta que existen 3 salidas de planta, situadas a ambos extremos del espacio exterior. En la zona donde se da una menor ocupación existe 1 (extremo izquierdo) mientras que en la zona de mayor ocupación existen 2 (extremo derecho). Por tanto podría existir una mayor ocupación de la planteada sin riesgo de menoscabar la seguridad de los ocupantes. Se toma una ocupación en esta hipótesis de:

**OCUPACIÓN HIP 2= 300 personas**

### 3.4 Dimensionado de los medios de evacuación

A continuación se procede a calcular la dimensión de los medios de evacuación del sector en conformidad con las ocupaciones obtenidas anteriormente:

- Sector 1, Zona de aulas:

#### Hipótesis 2

Puertas y pasos:  $A > 300(\text{puerta principal})/200 = 1,5 > \text{mínimo } 0,8 \text{ metros}$

Existente:

**SP1 = 1,5 metros**

**SP2 = 2.4 metros**

**SE1 = 1,8 metros**

Pasillos y rampas: mínimo 1,5 metros

Existente:

**P = 1,5 metros**

- Sector 2, Patio de acceso:

Escalera principal de evacuación para 300 ocupantes

Se trata de una **escalera abierta al exterior** para cumplir las condiciones pertinentes y pasa a ser, por tanto, una **escalera especialmente protegida** sin necesidad de construirse vestíbulos de independencia.

Se dimensiona de acuerdo a la fórmula  $E < 3S + 160xAs$ , siendo  $As$  la superficie del recinto de la escalera protegida y  $E$  el número de ocupantes que la usan.

Por tanto  $AS > -0.4$ , es decir, cualquier anchura pero siempre con un mínimo de 1 metro. **En nuestro caso es  $As = 1,5m$**

### 3.5 Protección de las escaleras

Las escaleras de ambos patios tienen el mayor grado de protección, al encontrarse abiertas al exterior, por lo que cumplen la normativa sin ningún problema.

### 3.6 Puertas situadas en recorridos de evacuación

Han de abrir en el sentido de la evacuación aquellas puertas por las que evacuen más de 100 ocupantes, es decir, las de salida de planta y las de emergencia al núcleo de la torre 1.

### 3.7 Señalización de los medios de evacuación

Se cumplirán los aspectos relacionados con la señalización de las salidas de planta y emergencia, empleando las señales definidas en la norma UNE 23034:1988.

### 3.8 Control de humo de incendio

No se aplica en nuestro caso

## 4. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 4.1- Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Según la tabla 1.1 sobre las dotaciones necesarias, se aplican:

- Extintores portátiles cada 15 metros de recorrido en planta, desde todo origen de evacuación. Siempre hay un extintor a menos de 15 metros en cualquier zona con una superficie superior a 50 metros cuadrados o con una ocupación de más de una persona cada 5 metros cuadrados.

- Sistema de alarma, por tratarse de un edificio de uso docente cuya superficie excede de 1000 metros cuadrados.

### 4.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

"Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:"

a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10m;

b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;

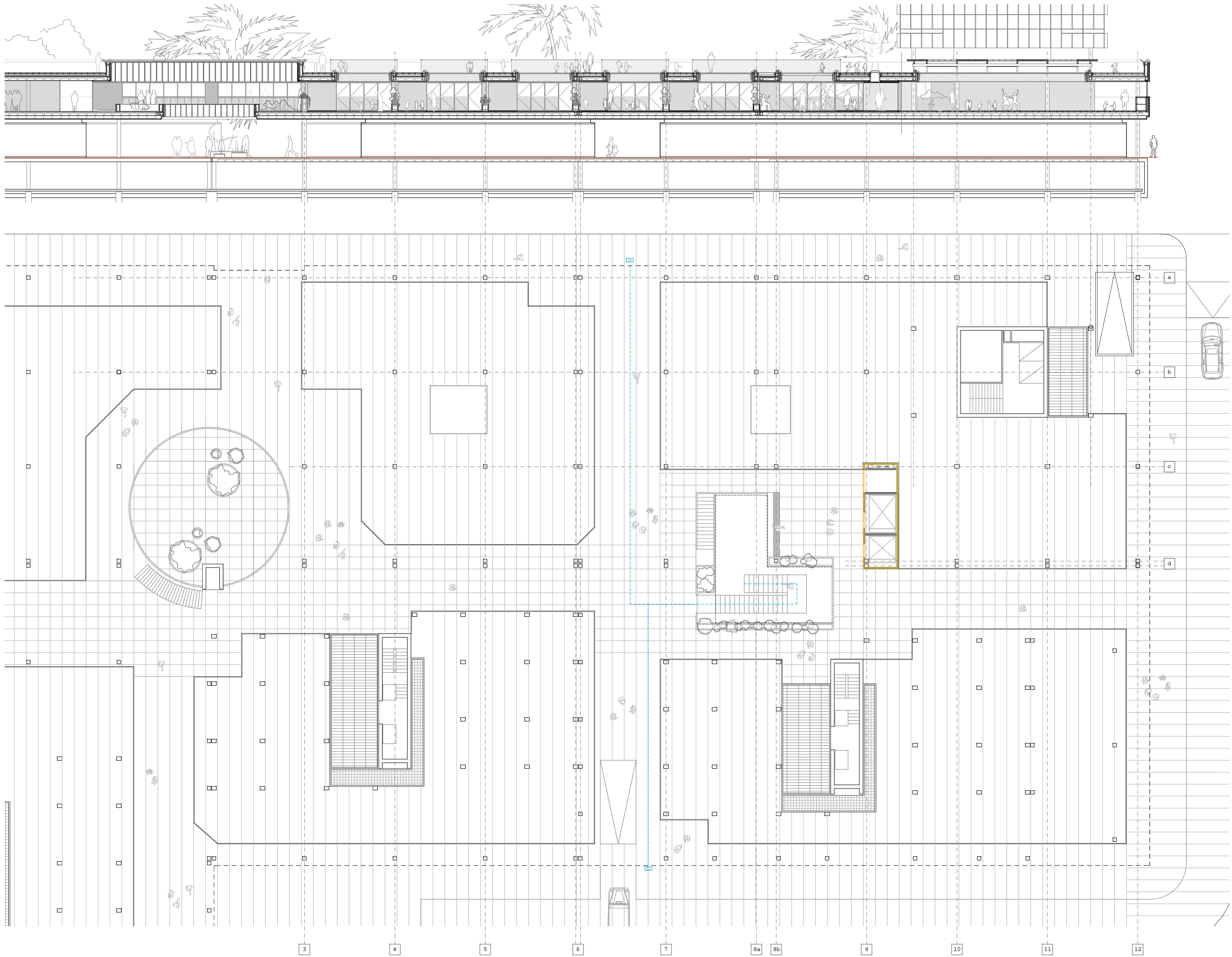
c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

"Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003."

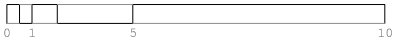
## 5. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

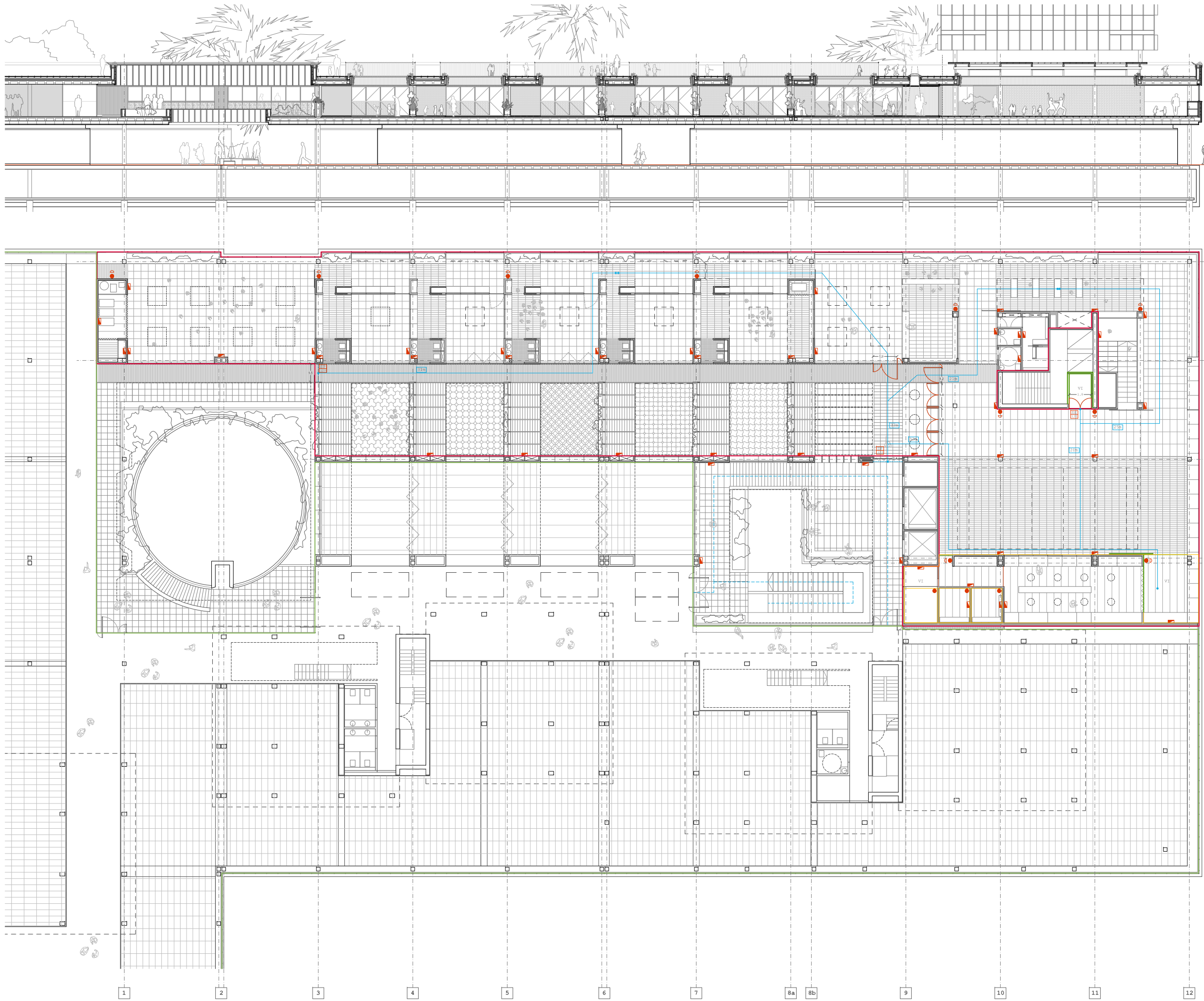
### 5.1- Cubierta ligera de policarbonato

La cubierta construida sobre el comedor/gimnasio, por tratarse de un espacio de uso docente con alturas de evacuación inferiores a 15 metros, requiere de una resistencia al fuego R60, pudiéndose garantizar mediante pinturas intumescentes aplicadas sobre la estructura metálica que las conforman. No obstante habría que someter dicha estructura a un estudio más detallado, calculando exactamente la masividad de cada perfil y los espesores de pintura necesarios.

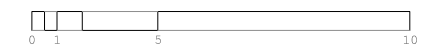


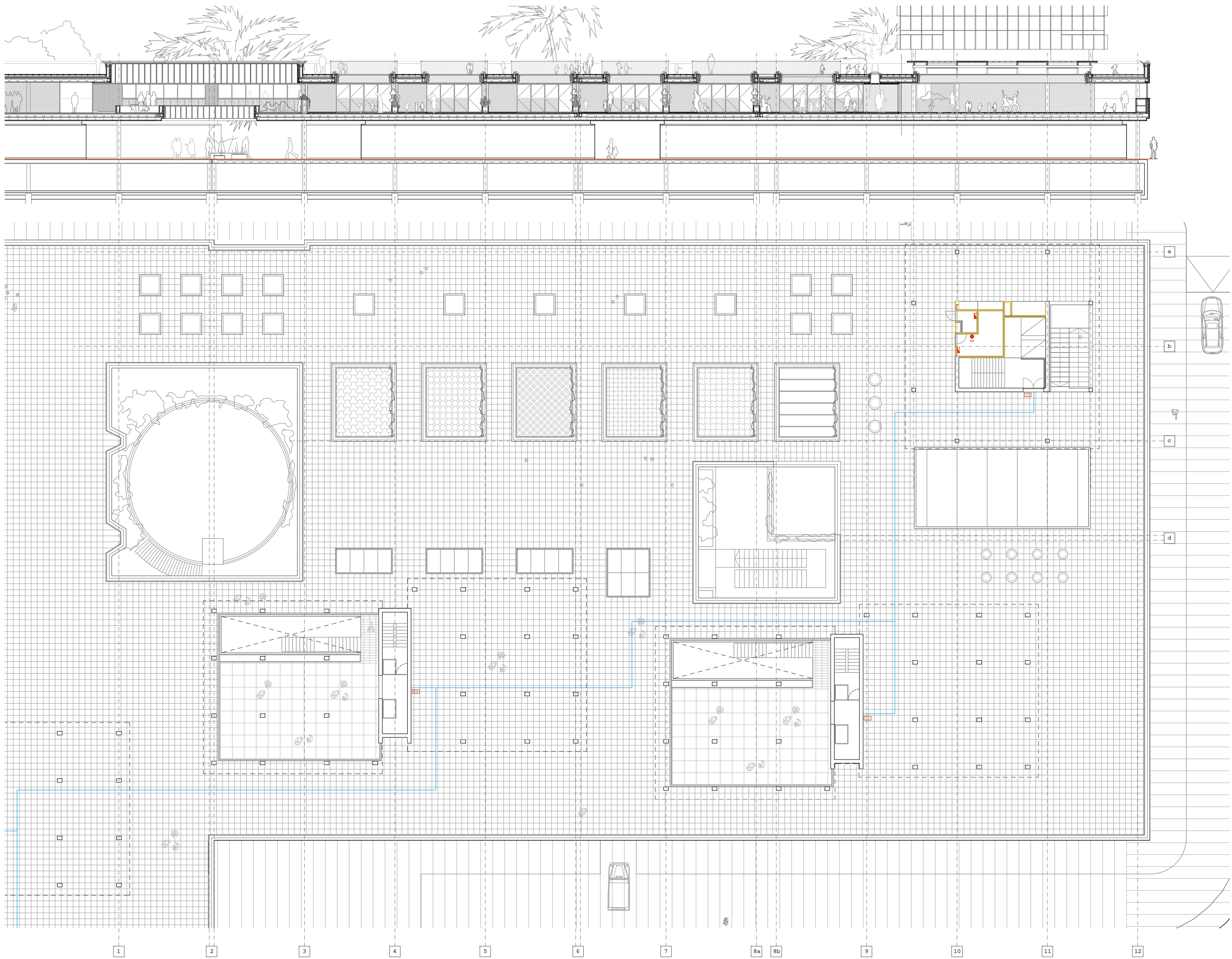
- CTE DB-SI**  
Seguridad en caso de incendio
- Recorrido de evacuación señalizado
  - Sector de incendio Escuela, E1-90
  - Local de riesgo especial, E1-120
  - Local de riesgo especial, E1-120
  - Sector de incendio Oficinas, E1-90
  - Vestibulo de independencia
  - Extintor portátil
  - Sistema de alarma
  - Luz de emergencia
  - SE Salida de planta
  - SE Salida de emergencia



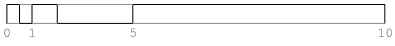


- CTE DB-SI**  
Seguridad en caso de incendio
- Recorrido de evacuación señalizado
  - Sector de incendio Escuela, EI-90
  - Local de riesgo especial, EI-120
  - Local de riesgo especial, EI-120
  - Sector de incendio Oficinas, EI-90
  - Vestibulo de independencia
  - Extintor portátil
  - Sistema de alarma
  - Luz de emergencia
  - SE Salida de planta
  - SE Salida de emergencia





- CTE DB-SI**  
Seguridad en caso de incendio
- Recorrido de evacuación señalado
  - Sector de incendio Escuela, E1-90
  - Local de riesgo especial, E1-90
  - Local de riesgo especial, E1-120
  - Sector de incendio Oficinas, E1-90
  - Vestibulo de independencia
  - Extintor portátil
  - Sistema de alarma
  - Luz de emergencia
  - SE Salida de planta
  - SE Salida de emergencia



**Edificios Luz**

**"Cinco lugares para la infancia"**

El final.

¿Cómo resumir un trabajo tan extenso en unas pocas líneas?

Simplemente espero haber logrado materializar el planteamiento inicial:

Volver a hacer realidad las palabras pronunciadas por GO-DB respecto a la  
cubierta de los Edificios LUZ

**"UN AUTÉNTICO AMBIENTE CONVIVENCIAL"**