



SUBTERRANEO

M03

PABLO MEDINA RIVERO

2021

INDICE

| | |
|---|-----|
| 1.MEMORIA DE PROYECTOS | |
| 1.1 Introducción | 05 |
| 1.2 Lógica conceptual. | 06 |
| 1.3 Lógica técnica | 10 |
| 1.4 Imágenes de proyecto | 12 |
| 2.MEMORIA DE ESTRUCTURA Y CIMENTACIONES | |
| DISEÑO ESTRUCTURAL | |
| 1.1 Descripción del edificio | 17 |
| 1.2 Sistema estructural. | 17 |
| 1.3 Tipos de forjado | 23 |
| 1.4 Estabilidad horizontal | 25 |
| 1.5 Materiales y niveles de control | 26 |
| 1.6 Acciones de la edificación | 27 |
| 1.7 Predimensionado inicial | 32 |
| CÁLCULO MEDIANTE SOFTWARE INFORMÁTICO | |
| 2.1 Cuestiones previas | 37 |
| 2.2 Estados límite | 38 |
| 2.3 Análisis de la estructura | 43 |
| 2.3.1 Fase 1 de análisis | 43 |
| 2.3.2 Fase 2 de análisis | 51 |
| CIMENTACIONES | 57 |
| 3. MEMORIA DE CONSTRUCCIÓN | 60 |
| 4. MEMORIA DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS | 83 |
| 5. MEMORIA DE ILUMINACIÓN Y ELECTROTECNIA | 115 |
| 6. MEMORIA DE FONTANERÍA | 127 |
| 7. MEMORIA DE REDES DE SANEAMIENTO | 135 |
| 8. MEMORIA DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN | 142 |

MEMORIA DE PROYECTO

El tema elegido para la realización del Proyecto Fin de Carrera es el de un aparcamiento subterráneo aprovechando el vacío urbano que existe actualmente en la Avenida del Cid frente a la fachada este del Rectorado de la Universidad de Sevilla. Pero previamente a la descripción de la solución constructiva empleada, se ha querido comenzar este apartado de la memoria explicando la lógica proyectual que da lugar y define la propuesta constructiva del edificio. Para ello empezaré explicando los 5 valores que para mí, siempre han de subyacer en un buen proyecto:

Integración: Todas las dimensiones del proyecto constituyen un todo

Coherencia: La idea del proyecto es capaz de articular todas las partes entre sí.

Eficacia: La idea responde a todas las necesidades de forma unilateral

Rigor: Se resuelven todos los requerimientos formales, funcionales y técnicos.

Comprensibilidad: debe ser claro y entendible, a pesar de la complejidad que pudiera tener en su concepción

La mejor forma de conseguir que un proyecto contemple estos requisitos, es abordar la concepción integral de la arquitectura de forma interdisciplinar, es decir, pensar ya desde el diseño conceptual de el edificio como se abordarían los requerimientos de las distintas disciplinas (técnicas y no técnicas) que comprende la arquitectura. Esto evitará que agentes inevitables en un edificio, como lo pueden ser las instalaciones o la estructura, acaben siendo elementos enturbiadores del diseño, introducidos en él "con calzador" y esclavos de una idea primigenia que no contaba con ellos. Esta línea de pensamiento interdisciplinar y simultánea a la hora de idear una arquitectura, es a mi modo de ver, la mejor vía para alcanzar un proyecto de calidad, coherente y eficaz; y también es la mejor forma de comprender mi proyecto.

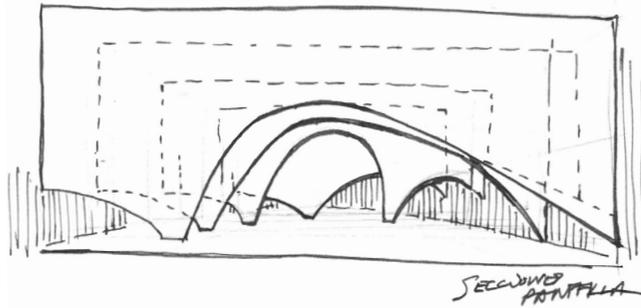
DESDE UNA LÓGICA CONCEPTUAL

La antigua Fábrica de Tabacos se construyó precisamente como eso, como fábrica de tabacos. Un edificio que surgió por una necesidad fabril y que se ideó para suplirla, respondiendo a unas cuestiones sociales, urbanas y arquitectónicas que bien distintas son a las que Sevilla como ciudad requiere; y nosotros como ciudadanos demandamos. Es precisamente esta marcada distinción en cuanto a demandas arquitectónicas, lo que establece un marco de identidad muy definido entorno al edificio del Rectorado y que le ha otorgado su condición actual de monumento

No obstante, su estado original de edificio funcional ha provocado que a lo largo de vida como edificio haya sufrido muchas transformaciones en su entorno y los elementos vinculados a él. Estas transformaciones han sido en muchos casos agresivas con ciertos elementos que componían la identidad y contexto del edificio, y que actualmente serían impensables por su ahora entendida monumentalidad. Por ello en esta propuesta se seguirán estrategias, a escala urbana y arquitectónica, que ayuden a entender el contexto primigenio del edificio retomando elementos suprimidos o atenuados, sin dejar de entender el contexto actual y el recorrido histórico de la fábrica.

El entorno del Prado en la que se ubica la Fábrica de Tabacos ha sufrido un fuerte proceso de cambio que incluso ha conseguido atenuar o suprimir completamente algunos de los elementos de paisaje que caracterizaban toda la zona. Este espacio de extramuros estaba dedicado a huertas y terrenos de ganado, por lo que históricamente ha sido siempre un entorno vacío, y que consiguió permanecer con este carácter de espacio baldío y de esparcimiento hasta bien entrado el siglo XX hasta que las constantes urbanizaciones de la zona y el traslado de el Real de la Feria a los Remedios acabo suprimiendo este espacio. Para retomar esta vinculación se propone reconectar el Rectorado y el Prado a través de las cubiertas del nuevo edificio, que emulan una topografía artificial y una estructura de huertas, que conectaran visualmente ambas orillas de la avenida y físicamente, mediante pasos subterráneos. Estas cubiertas compondrán un espacio de estancia, tal y como tradicionalmente ha sido el prado.

La Fábrica es un edificio con una arquitectura muy maciza y pesada. Se ensimisma y vuelca a su propio interior mediante patios y galerías, cuando en aquella época las arquitecturas de estas características solían vincularse a jardines y exteriores. Seguramente esto se deba a esa faceta de edificio defendido y acuartelado con el que se pensó, al ubicarse a extramuros de la ciudad. El tiempo, sin embargo, le ha otorgado de forma espontánea un jardín precisamente



en la defensa que le protegía y aislaba. En el foso ha crecido de forma natural un parque que actualmente no es disfrutable por encontrarse en un plano desconectado del Rectorado; y que será clave en la intervención establecer conexiones entre el edificio y su jardín así como extenderlo a través del nuevo edificio del aparcamiento hasta la superficie.

La clave para esta conexión con la superficie pueda que la tenga el Tagarete, que se encauzaba al llegar a la calle San Fernando mediante el entubamiento soterrado y el foso, visualmente si se establecía esa conexión. La huella que dejó este arroyo sobre la muralla, y ambos a su vez sobre la trama urbana actual de Sevilla, han establecido un paseo natural de peatones y ciclistas por la Avenida Menéndez Pelayo, por lo que el acceso principal al foso debería seguir esta direccionalidad, recordando la antigua cuenca del río y fortaleciendo la conectividad de un espacio tan separado del paseo natural de la Avenida. El foso compondrá así un espacio de paseo.

Centrándonos ya en una escala más arquitectónica, la idea de proyecto surge desde la intención de dignificar un espacio tan típicamente machacado como es un aparcamiento subterráneo. Las posibilidades que ofrece la construcción de un entorno soterrado están limitadas casi únicamente por la estructura, por lo que la propuesta se comienza a pensar desde aquí. Fijándonos en la estructura de la Fábrica, nos encontramos nuevamente con una arquitectura pesada y maciza a base de bóvedas y arcos, que dan la sensación del peso del edificio que soporta a golpe de vista. Pero lo que nos interesa de la estructura del rectorado no son estos arcos en sí, pues replicarlos sería absurdo con las técnicas y materiales que utilizamos hoy en día. Lo que nos interesa en el espacio que generan. Un volumen interior que marca sus recorridos a través de la secuencia de los arcos y los cañones de las bóvedas, así como la sensación de peso y rotundidad.

De tal forma se plantea una estructura basada en los espacios virtuales que la secuencia de arcos crea en el edificio. Esta se plantea como una estructura de gran porte compuesta de bastas pantallas de hormigón, sobre las que descansan unas vigas de primer orden sobre las que reposarán unas bóvedas de gran canto. Esta composición crea un "caja" estructural a la que se le practican incisiones orgánicas emulando esa la secuencia de arcos de la universidad de la que hablábamos.

Con la intención de dar luz y ventilación natural al aparcamiento, así como hacer de el un espacio mucho menos hostil, se decide de abrirlo al foso. Esto a su vez fortalece el carácter peatonal que se le pretende otorgar al mismo, ya que se le vincula directamente el flujo peatonal

del parking como una entrada noble a través del foso, más allá de los clásicos castilletes de acceso.

Esta intención de dignificar y monumentalizar un espacio arquitectónico que será destinado en principio a un aparcamiento de vehículos no es caprichosa, y parte de un reflexión sobre la historia de la Fábrica de Tabacos. Como adelantábamos antes, la fábrica de tabacos se ideó con unos usos y requerimientos distintos a los que tiene hoy, en una época tan lenta en cambios que en comparación con la actual las cosas podrían parecer eternas. El edificio se pensaba y construía como fábrica por que siempre iba a ser fábrica, algo que en la sociedad de cambio constante como en la que vivimos es impensable. La fábrica de tabacos tardó más de 50 años en ser completamente construida, tiempo que ahora es comparable a la vida total de un edificio, desde que se idea hasta que se demuele. Por ello es absurdo pensar en construir un edificio en un entorno tan privilegiado como la Avenida del Cid con un único y exclusivo uso de funcionamiento, más aún si este uso está destinado al coche. El coche y las formas de movilidad privadas en general, tal y como las conocemos están en jaque. Cada vez son más las empresas que gestionan vehículos de movilidad compartida, cada vez son más las formas de movilidad alternativa como son los patinetes eléctricos o las bicis, incluso las grandes marcas de coches privados están lanzando al mercado vehículos alternativos, por lo que seguramente cada vez sean menos los coches que circulen por las calles, al menos tal y como los conocemos actualmente. Es por ello que se piensa la arquitectura del aparcamiento con ciertos márgenes y flexibilidades en especialidad, accesos y comunicaciones con el espacio urbano, para que una vez acabe su vida como aparcamiento, sea fácilmente adaptable para un nuevo uso.

El contacto entre elementos arquitectónicos nuevos y preexistentes es siempre un tema delicado, y en este caso, por supuesto, también. Así nos planteamos que es lo realmente relevante del foso: ¿su materialidad? ¿su transcendencia histórica o arquitectónica? ¿su solución constructiva? ¿su apariencia estética?... Si hablásemos de una plaza histórica, lo más inalterable de esta debería ser su volumen vacío, es decir, el espacio transitable de la misma que se ha generado por la ausencia de construcción. En segundo lugar, en este hipotético caso de la plaza, el segundo punto importante a proteger serían las construcciones que contienen a la plaza, ya que como contenedor de la misma, son elementos que han sido vividos con ella y pertenecen a un mismo entorno del conjunto patrimonial.

Trasladando estas reflexiones al caso particular del foso, podríamos concluir que, en contraposición con la plaza, la relevancia histórica del foso no es su transitabilidad, si no





precisamente lo contrario, la ausencia de recorrido y “espacio” que produce en cota de calle al presentarse como un vacío impracticable. Siguiendo con el paralelismo con la plaza, las fachadas de los edificios serían en este caso las propias paredes del foso, y al contrario que es ese caso, estas paredes no han sido vividas, tocadas ni observadas; simplemente estaban ahí como elemento contenedor de un vacío. Resumiendo, podemos decir que la importancia del foso es el volumen de vacío que genera en el entorno del Prado como brecha de circulación, por lo que nuestra máxima prioridad a la hora de actuar con él, es asegurar que el perímetro de ese vacío en cota de calle siga intacto, pudiendo manipularle en la nueva dimensión que es la cota 0 del foso (-5 con respecto a la cota de calle), precisamente por no haber sido vivida antes.

De esta forma la conexión entre parking y foso se hace a través de una incisión longitudinal a lo largo de toda la pared del foso, de poca altura, que permitan seguir dibujando el muro de contención que era antes de la construcción del aparcamiento. Esto también permite ensanchar el espacio urbano nuevo que se genera en esta cota, ensanchando el área de este a través de la brecha y debajo de la estructura, todo sin desdibujar en cota de calle el vacío del foso, como hemos explicado antes



La resolución del espacio público en la cubierta del parking, se resuelve intentando generar el menor impacto visual así como resolver las comunicaciones peatonales de esta zona que hasta ahora se habían visto perjudicadas por el parking de albero actual. Para ello se propone un tránsito peatonal como extensión del paseo Catalina de Rivera y los Jardines de Murillo que conecte con el Casino de la exposición. También se recupera el agua como elemento compositivo de la Fábrica de Tabacos, esta vez en lugar de en el foso, sobre las cubiertas como láminas de aguas que reflejen la visión de la misma. La idea que se persigue con todo esto es la volver de generar ese espacio vacío que siempre fue el Prado de San Sebastián, así como reforzar el “nuevo” carácter de monumentalidad del Rectorado con todo un entorno de contemplación del mismo.

Desde una escala urbana, la propuesta pretende retomar los lazos que la Fábrica tenía con su entorno del Prado de San Sebastián así como solucionar y mejorar las propuestas de movilidad y flujos de circulación de la zona.

Actualmente el tránsito peatonal entre la orilla del Prado y la del Rectorado se ve reducido a un paso peatonal a través de la Avenida del Cid y una tortuosa entrada en recodo a la Calle San Fernando. La intervención propone un flujo más fluido entre ambas orillas mediante una prolongación de los jardines de Murillo con una direccionalidad acorde al tránsito



peatonal. Además se propone un pasaje que integra al Foso como nueva zona de estancia y jardín protegida de los tránsitos de cota 0. En cuanto a los flujos ciclistas, se desplazan todos los carriles al margen de la carretera para liberar el espacio peatonal y se deriva el carril de la calle San Fernando en torno al Rectorado para evitar los actuales conflictos de este con los peatones y el tranvía. También se propone un carril paisajístico por el foso, donde se ubicará el parking de bicicletas.

DESDE UNA LÓGICA TÉCNICA

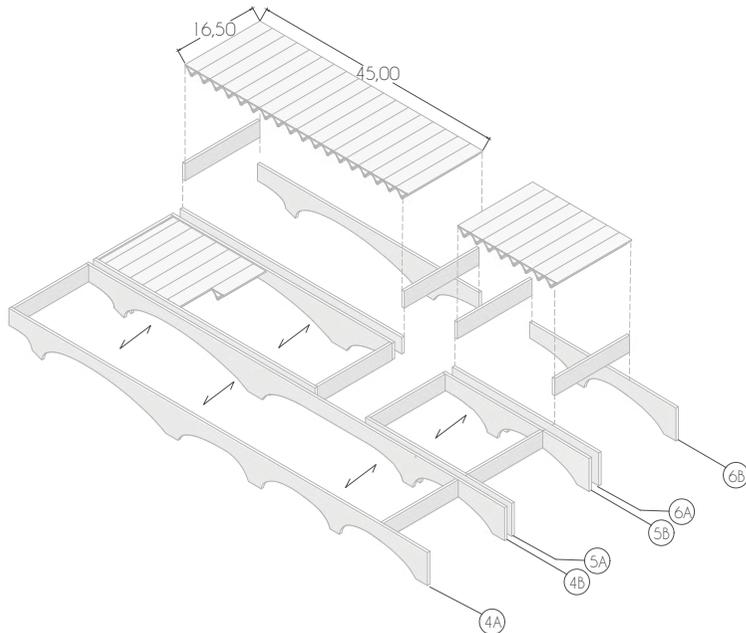
Siguiendo la línea de pensamiento anteriormente expuesta, se comenzó pensando en que condicionantes arquitectónicos eran las que tenían mayor influencia negativa en un aparcamiento subterráneo típico. Uno de ellos era por supuesto la falta de interés que se le presupone a un espacio como este, lo que tradicionalmente le libra de una reflexión y un trato sensible con el diseño. Otro es, por supuesto, la estructura, que normalmente es una trama de pilares rígida para satisfacer el diseño, no del parking en sí, sino para lo que habrá sobre él. Y por último las instalaciones, en especial las destinadas a la extracción de gases, que suelen ser añadidas a posteriori y dan lugar a un espacio angosto, de poca altura libre y lleno de elementos y conductos pasantes.

Partiendo de estas consideraciones previas, propongo un edificio cuyas soluciones técnicas, constructivas y estructurales sean al mismo tiempo soluciones de diseño y proyecto.

En primer lugar recurrimos a una solución estructural formada por unidades o "cajas estructurales" que están a su vez formadas por 2 pórticos paralelos entre sí y ortogonales al Rectorado, separados a 16,50 m y cuyos paños están cubiertos por un forjado unidireccional de vigas de cajón prefabricadas. Estas unidades o cajas estructurales se separa de sus homologas 1 m, excepto entre las líneas de carga 3B y 4A; y 8 y 9A, donde esta separación es mayor para poder ubicar las escaleras y recorridos de evacuación. Este espacio de separación entre las "cajas estructurales" se emplea mayoritariamente como patios, pero también se cubre en ciertos pasos mediante un forjado de losas alveolares.

El material escogido es el hormigón porque nos interesa una estructura que tenga presencia y no buscamos esconderla sino mostrarla y que de este modo para el usuario sea perceptible esa continuidad a través de la fuerza de una estructura apoyada en la dirección más larga de manera constante en todo el edificio.

En cuanto a cimentación, todo el edificio se desarrolla en planta sótano, por lo que



Esquema axonómicos de los módulos o "cajas estructurales" y su distribución 2 a 2 con los paños de vigas cajón prefabricadas.

pensamos que la cimentación más adecuada es con una losa de cimentación.

La presente memoria se centra en la fase constructiva posterior a la ejecución de la estructura y de la cimentación, a la definición constructiva de la envolvente y acabados, dando una gran importancia a la definición y representación de la materialidad de estos así de cómo se integran las instalaciones del edificio a través de ellos.

Por otro lado, la lógica constructiva del edificio se basa en la **construcción en seco**. Todo el proceso constructivo se realiza bajo una lógica de 3 planos claramente diferenciables y intentando abordar el cierto grado de seriación en el proceso constructivo. De esta manera, tendremos:

1. Un primer plano de trabajo que es nuestra estructura de pórticos modulares de hormigón armado in situ y los forjados de losas alveolares y vigas prefabricadas).
2. Sobre ellos se fijan directamente una serie de piezas y perfiles que forman un segundo plano a modo de segunda estructura. Esta subestructura será la superficie portante, sobre el que se coloca el tercer plano final, formado por las piezas vistas que recubren el edificio.
3. El tercer plano lo comprenden todos los elementos vistos que otorgan un acabado final al edificio.

Entre segundo y tercer plano se genera un espacio intermedio donde se colocarán aislamientos, impermeabilizantes, elementos de protección solar y todos aquellos elementos necesarios en el edificio. Esta lógica es la que se desarrolla en todo el edificio, incluyendo fachadas, cubierta y revestimientos interiores.



IMAGEN 1: Prolongación del paseo de los jardines de Catalina de Rivera frente al Rectorado y hasta el Casino de la Exposición.



IMAGEN 2: Vista frontal del Rectorado desde la Avenida del Cid. La intervención trata de ser mínima en cota de calle y liberar el espacio público de obstáculos visuales.

IMAGEN 3: Entradas y vista al edificio desde el parque del Prado de San Sebastián.



IMAGEN 4: Acceso al foso desde el Rectorado.





IMAGEN 5: Senda peatonal y ciclista por el foso

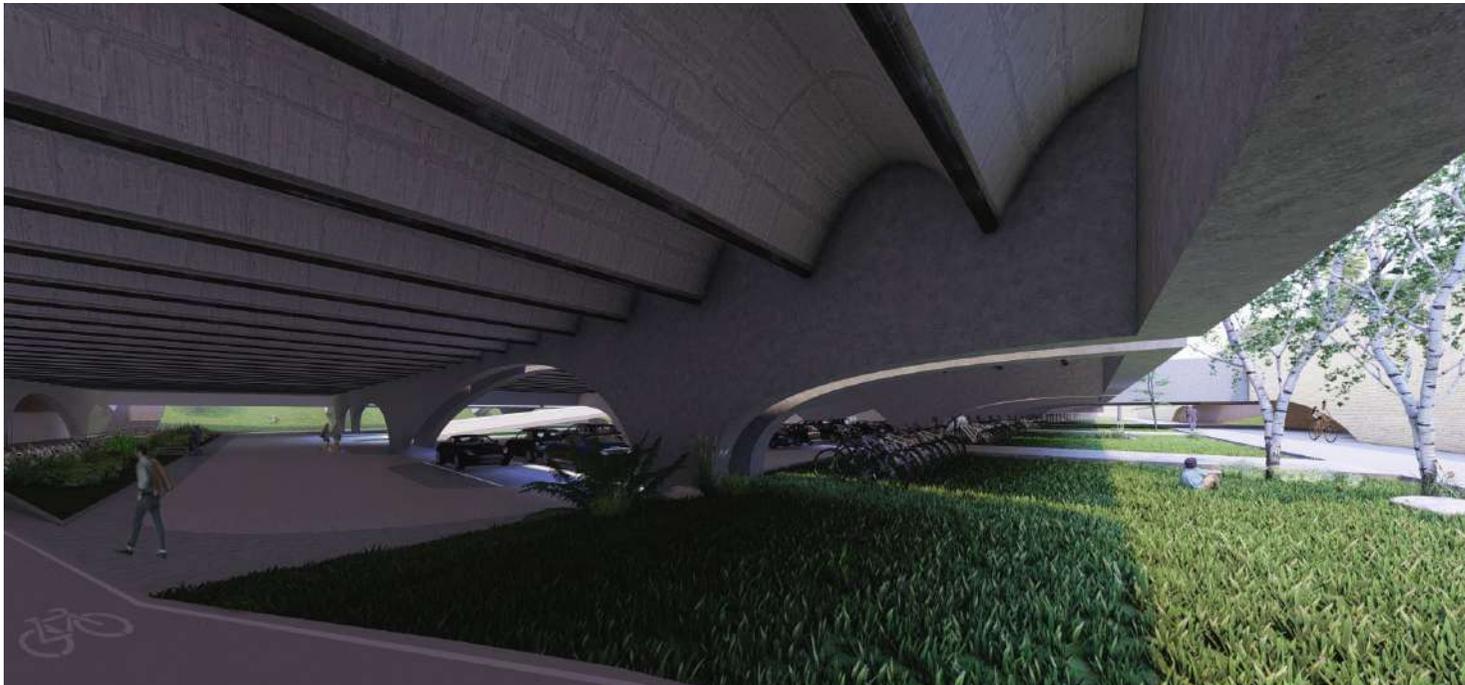


IMAGEN 6: Acceso al edificio desde los jardines del foso

IMAGEN 7: Senda ciclista interior, ciclisteros y rampa de acceso peatonal y ciclista(derecha) desde el Parque del Prado; y de vehiculos(izquierda).

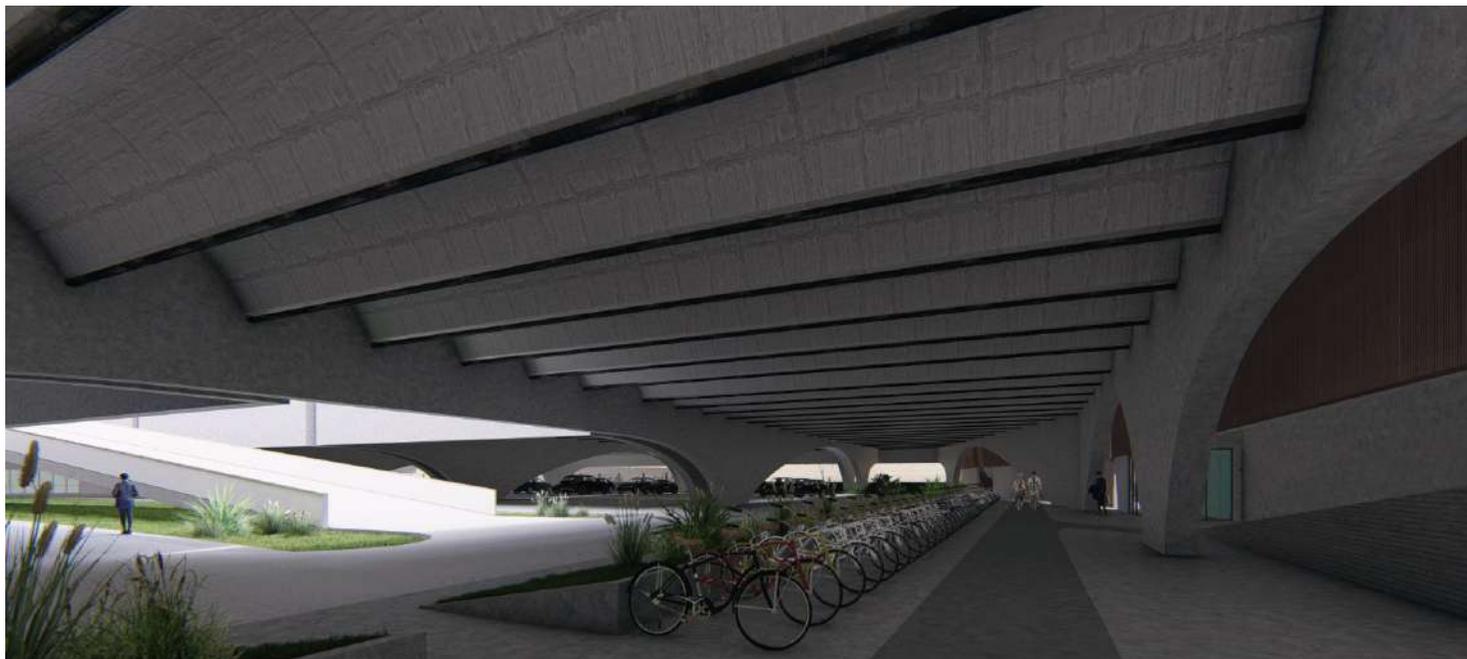


IMAGEN 8: Vista interior del aparcamiento desde el patio central.





IMAGEN 8: Vista interior del aparcamiento desde los patios del Prado.

MEMORIA DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIÓN

1.2 Sistema estructural

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, la estructura se concibe como protagonista del edificio y agente de integración interdisciplinar de las distintas decisiones proyectuales, por lo que comenzaré explicando las principales decisiones que he tomado para el diseño del sistema estructural:

-Prefabricación: dado que es un proyecto de cierta envergadura y que requerirá del corte del tráfico para su ejecución, se plantea de tal forma que su construcción pueda ser lo mas seriada y rápida posible. Por lo tanto toda la estructura horizontal del edificio se ejecutará con elementos prefabricados.

-Modulación: se establece una modulación en base a las luces que cubren las vigas cajón que conformaran la estructura horizontal. Esta es de 16,50m, que a su vez esta pensada para que entren en su ancho 6 plazas de aparcamiento de 2,75m. De tal forma los pórticos de carga verticales también se encuentran a 16,50m.

-Compartimentación: los pórticos de carga se doblan dos a dos de tal forma que se crean "cajas" estructurales independientes que funcionan como módulos de una única estructura. Gracias a esta compartimentación se puede integrar con facilidad las juntas estructurales,

así como establecer un sistema de patios de ventilación ordenado que ayude a prescindir de un sistema de extracción de gases mecánico en el garaje.

-Direccionalidad: En lugar de seguir una malla ortogonal de cuadrículas para la ordenación de la estructura, se establece una malla algo más heterodoxa: con ejes rectos paralelos en el sentido longitudinal del aparcamiento, donde se establecerán los pórticos de carga; y ejes curvos y paralelos a las carreteras de la Avenida del Cid que pasan por encima del edificio. La razón de tomar esta direccionalidad, es la de poder ubicar los pilares de la estructura en el eje de esta carretera (donde se concentrarán las mayores cargas) y así poder transmitir de forma más eficiente las cargas de esta al terreno.

Atendiendo a estas decisiones previas sobre el diseño de la estructura es fácil comprender las razones que me han llevado a proponer esta estructura tan heterodoxa en apariencia. Propongo de tal forma una estructura formada por unidades o "cajas estructurales" que están a su vez formadas por 2 pórticos paralelos entre sí y ortogonales al Rectorado, separados a 16,50 m y cuyos paños están cubiertos por un forjado unidireccional de vigas de cajón prefabricadas. Estas unidades o cajas estructurales se separa de sus homologas 1 m, excepto entre las líneas de carga 3B y 4A; y 8 y 9A, donde esta separación es mayor para poder ubicar las escaleras y recorridos de evacuación. Este espacio de separación entre las "cajas estructurales" se emplea mayoritariamente como patios, pero también se cubre en ciertos pasos mediante un forjado de losas alveolares.

Los porticos de carga se plantean como una sistema de pilares apantallados entres los que se cubre la luz con vigas de canto variable. Estas vigas realmente funcionan en parte como arcos de descarga ya que gracias a su geometría basada en la curvas de catenarias ayudan a transmitir con mayor eficiencia las cargas al terreno, y de esta forma cubrir las grandes luces del proyecto. Estos arcos, a efectos de facilitar el análisis estructural y su posterior ejecución en

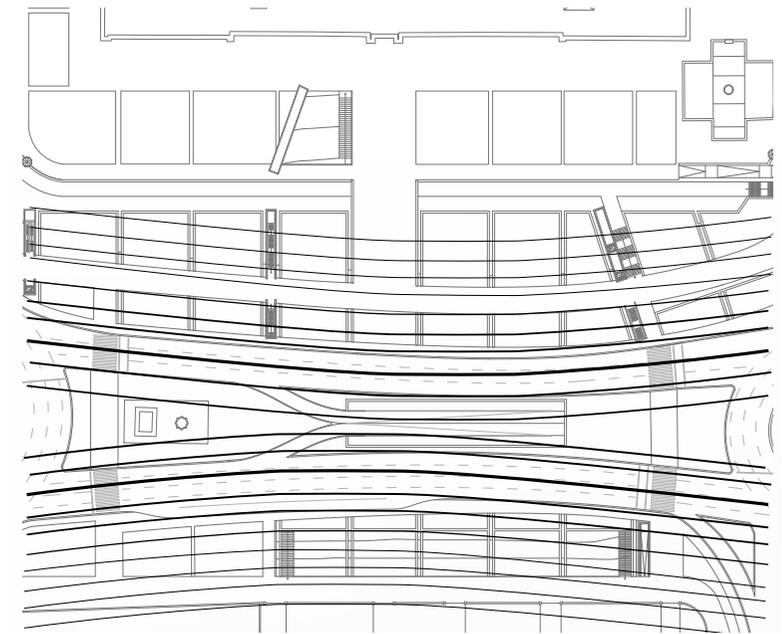
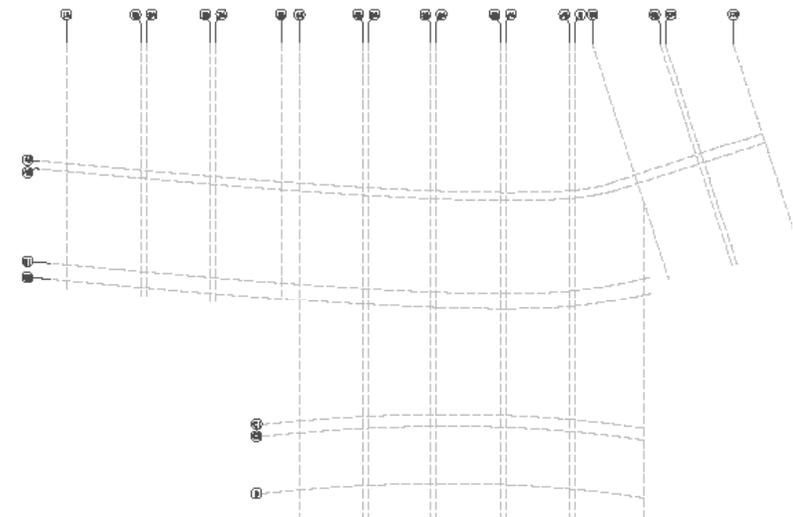


IMAGEN 1 y 2: La dirección de los ejes de la malla de ordenación estructural en el sentido longitudinal viene dada por la direccionalidad de las carreteras de la Avenida del Cid



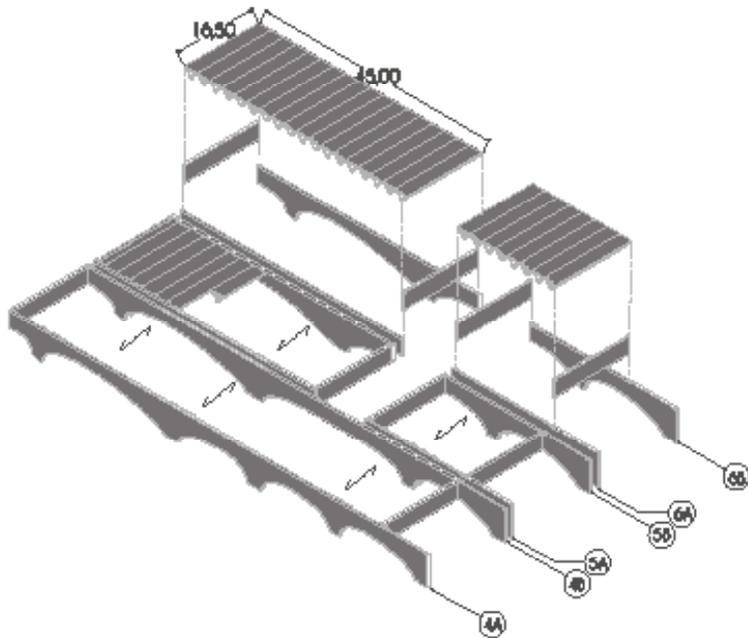
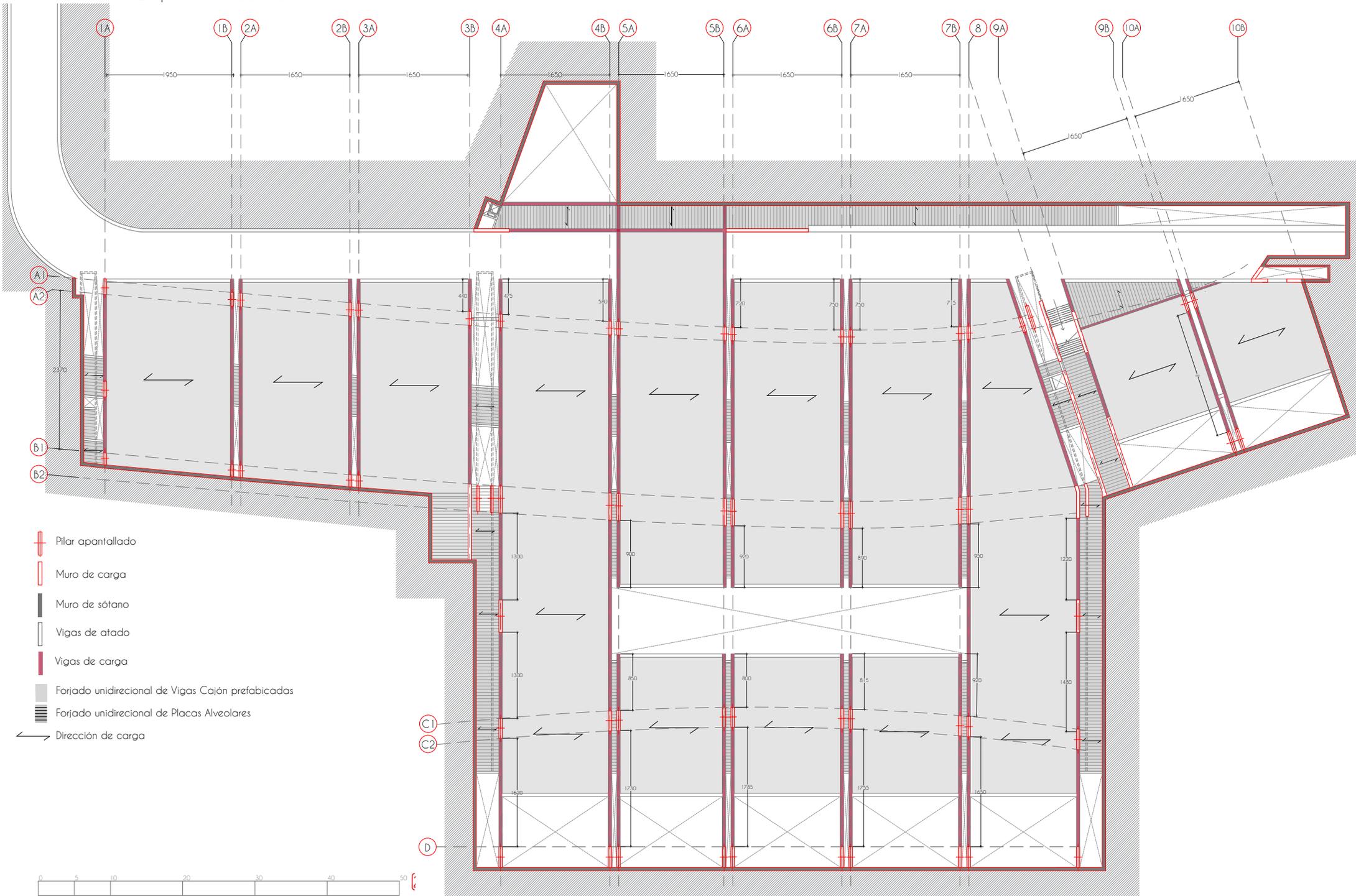


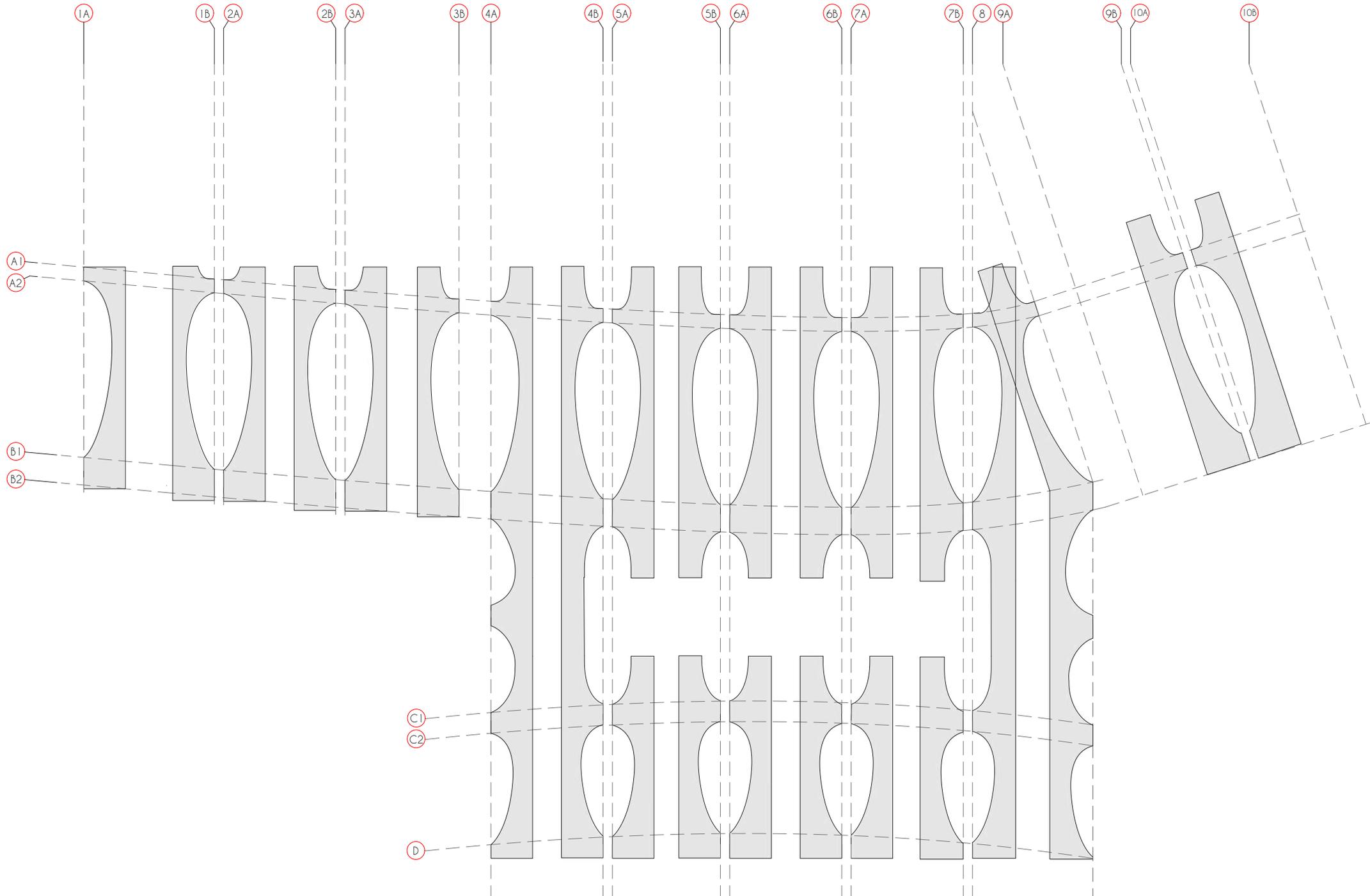
IMAGEN 3: Esquema axonométrico de los módulos o "cajas estructurales" y su distribución 2 a 2 con los paños de vigas cajón prefabricadas.

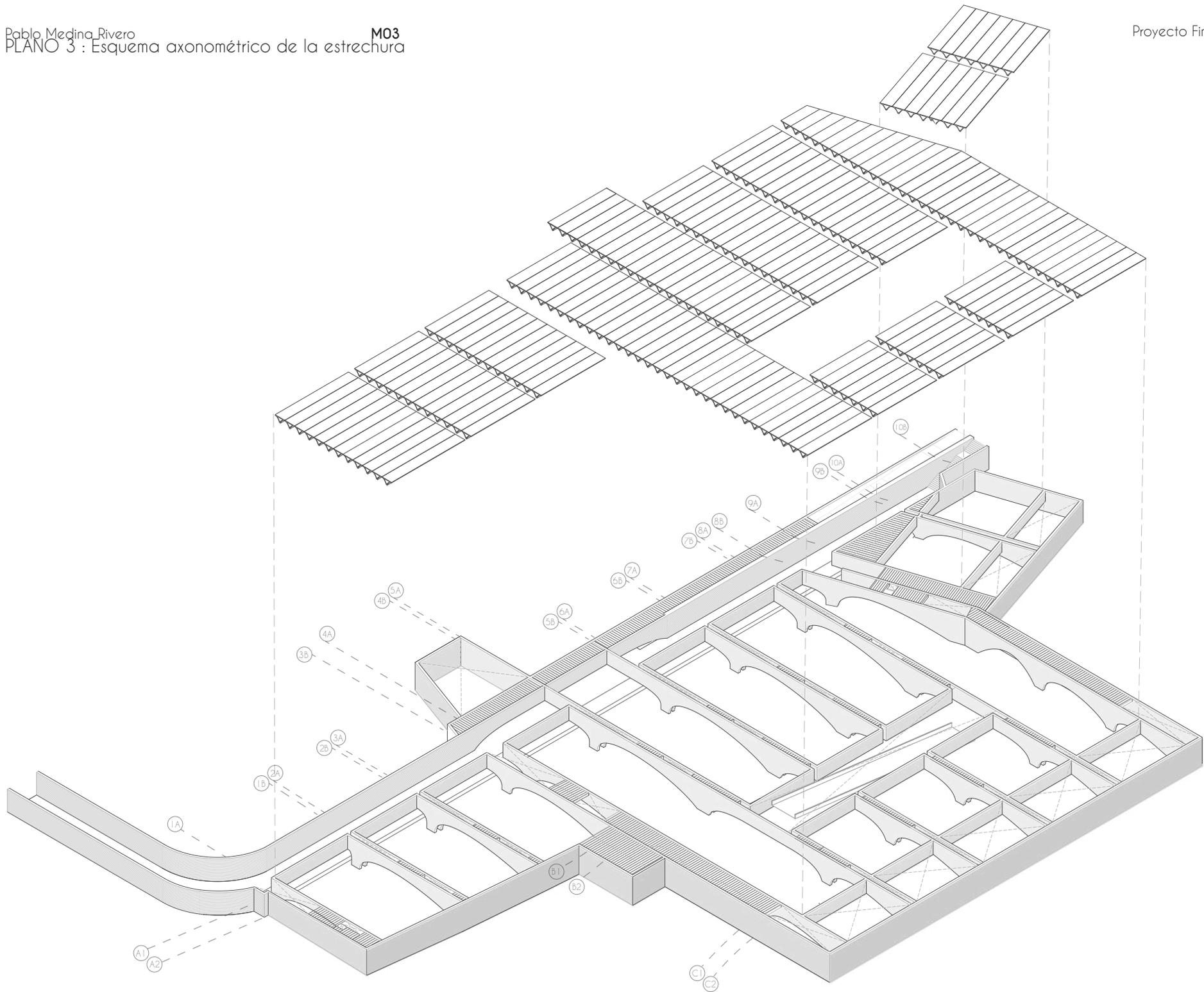
obra, son idénticos por grupos (ver plano 2: despliegue geométrico de pórticos):

- **grupo 1:** arcos comprendidos entre los ejes A2-B1. (18 arcos)
- **grupo 2:** las vigas en mensula. Idénticas en el arranque del arco, prolongándose de forma plana al alcanzar la curvatura su altura máxima. Esta zona plana es la que se hace variar en longitud para alcanzar la luz de mensula indicada de cada pórtico (34 ménsulas)
- **grupo 3:** arcos comprendidos entre los ejes C2-D (10 arcos)
- **grupo 4:** arcos comprendidos entre los ejes B2-C1 (4 arcos)

El edificio al estar completamente soterrado, tiene construido su perímetro mediante muros de contención de sótano, a excepción de una de sus caras, que queda abierta al foso de la Fábrica de Tabacos.







1.3 Tipos de Forjados

Como adelantábamos en el punto 1.2, el proyecto cuenta con dos tipos de forjados:

-Forjado unidireccional de vigas cajón: Se colocará este tipo de vigas para la ejecución de los forjados principales siguiendo como referencia las obras y técnicas que la ingeniería civil emplea comúnmente en puentes para tráfico rodado.

Sobre el parking subterráneo discurren dos carreteras de 3 carriles cada una, por lo que el proyecto realmente funciona como un puente. Así se presupone que habrá sobre la estructura una gran carga de esfuerzos debido a las acciones variables del uso de la carretera por el tráfico rodado. Según la IAP-11, *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera* tabla 4.1b (imagen 4), estas cargas serán uniformas de 2,5 kN/m² más cargas concentradas de 300 kN por carril, correspondiente al uso de vehículos pesados. Por lo tanto, y en previsión de las altas cargas que soportará la estructura se opta por alejarse una solución de forjado tradicional y buscar un sistema más cercano a las que emplean las estructuras de ingeniería.

Siguiendo como referencia las obras y técnicas que la ingeniería civil emplea comúnmente en puentes para tráfico rodado, se optará para la ejecución de los forjados principales vigas artesas de cajón sencillo.

No obstante, no se ha optado por una sección comercial de estas vigas, sino que se han diseñado unas vigas cajón a expresas para este proyecto. Inspirado por todo el conjunto de las *Vigas Hueso* que Miguel Fisac diseño para sus diversos proyectos de estructura, y sobre todo inspirado por la enseñanza que demostró en toda su carrera profesional de conseguir una coherencia total

| SITUACIÓN | VEHÍCULO PESADO $2Q_k$ [kN] | SOBRECARGA UNIFORME q_k (ó $q_{r,k}$) [kN/m ²] |
|------------------------------|--------------------------------|--|
| Carril virtual 1 | 2 · 300 | 9,0 |
| Carril virtual 2 | 2 · 200 | 2,5 |
| Carril virtual 3 | 2 · 100 | 2,5 |
| Otros carriles virtuales | 0 | 2,5 |
| Área remanente ($q_{r,k}$) | 0 | 2,5 |

IMAGEN 4: Tabla 4.1-b , Valores característicos de la sobrecarga de uso,

IAP - 11



IMAGEN 5: Vigas artesas tradicionales de cajón simple en la construcción de puentes

entre la arquitectura y estructura; propongo unas vigas bóveda que aúnen estas dos disciplinas: una viga con sección de alta resistencia que supla las solicitaciones de carga y esfuerzos; y con una geometría que supla las demandas de especialidad proyectual. Estas "vigas bóveda" son por lo tanto una sección modificada de la viga cajón tradicional, en la que las almas del cajón se curvan por su cara exterior a la vez que se hacen converger en un núcleo resistente en la lado inferior del cajón, donde se colocan los tensores; para crear un efecto abovedado en el interior del edificio al colocar unas vigas junto a otras.

Estos forjados se ejecutan en seco y colocando a hueso unas vigas con otras, apoyando las vigas prefabricadas sobre ménsulas cortas en las vigas principales y pilastras de carga. El plano superior creado por estas vigas se finaliza con una capa de compresión in-situ para alcanzar un comportamiento monolítico de la estructura, aportando el buscado efecto diafragma deseado en los planos horizontales de las estructuras.

-Forjado unidireccional de placas alveolares: Se colocarán placas alveolares para la ejecución de los forjados secundarios. Estos forjados corresponden con paños menores y con los paños a cubrir entre las "cajas estructurales". Las luces a cubrir en estos últimos es por lo general de 1 m, exceptuando los pasos entre los pórticos 3B y 4A (4,15 m), 8A y 8B (3,20 m), y 8B y 9A (3,80 m). Aunque las luces son pequeñas y se podría emplear otra solución estructural, se emplea esta por la conseguir una coherencia entre ambas soluciones de forjado, una seriación constructiva y reducir los tiempos de obra.

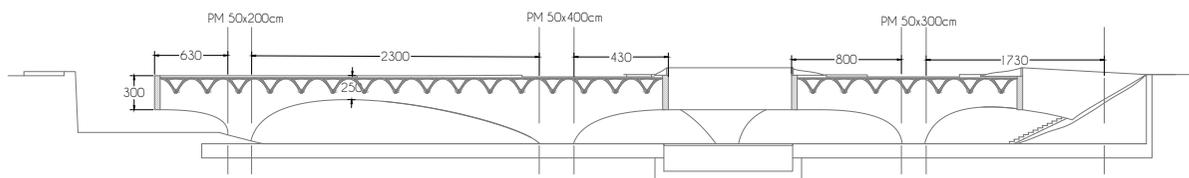


IMAGEN 6: Miguel Fisac junto a las dovelas que formarán las vigas hueso empleadas en el Centro de Estudios Hidrográficos

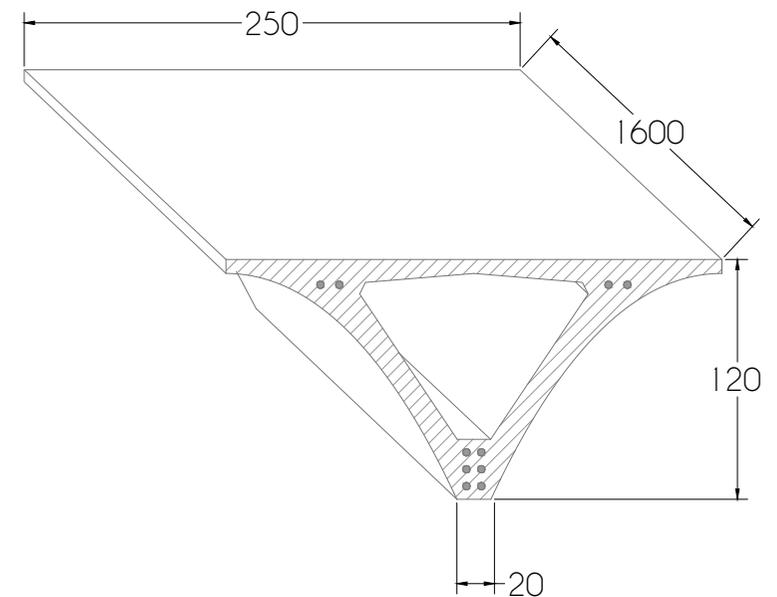


IMAGEN 7: Esquema axonométrico de las "vigas bóvedas" propuestas

IMAGEN 8: Esquema en sección de la distribución de las "vigas bóvedas"

Estos forjados se ejecutan en seco y colocando las placas alveolares unas junto con otras, apoyando las placas prefabricadas sobre ménsulas cortas en las vigas principales , pilastras de carga y muros de sótano. El plano superior creado por estas placas, al igual que en el forjado de vigas cajón, se finaliza con una capa de compresión in-situ para alcanzar un comportamiento monolítico de la estructura , aportando el buscado efecto diafragma deseado en los planos horizontales de las estructuras.

1.4 Estabilización horizontal

En este tipo de estructura de pórticos de hormigón armado, será la propia estructura la que soportará las acciones horizontales mediante los nudos rígidos entre pilares y vigas,y el empotramiento del pilar en la losa.

1.5 Materiales estructurales y niveles de control

Se empleará de forma unitaria un hormigón armado HA-30 resistencia característica a compresión igual a 30 N/mm². El acero empleado para realizar el armado pasivo de los elementos estructurales, será B-500S- Ambos materiales cumplirán las especificaciones impuestas por la EHE 08, de acuerdo con los art. 31 y 39 para el hormigón y con el art.32 para el acero empleado.

HORMIGÓN HA-40/B/15/IIA

- Resistencia característica a los 28 días: $f_{ck}=40$ N/mm²
- Coeficiente de minoración (Art. 15.3) : $\gamma_c=1,5$
- Resistencia de cálculo: f_{cd} : 40 N/mm²
- Densidad (Art.10.2): $d=4000$ kg/m³
- Consistencia (Art. 30.6): BLANDA
- Asiento cono de abrams (Art.30.6) : 6-9 cm
- Cemento (Anejo 3) Tipo y clase: CEM II / A
- Áridos: Tamaño máximo 15 mm y coeficiente de forma $a<0.16$
- Recubrimiento mínimo general (Art. 37.2.4): 40 mm
- Nivel de control de la ejecución: normal

ACERO EN BARRAS B - 500 S

- Límite elástico (Art.32.2): $f_{yk}= 500$ N/mm²
- Resistencia de cálculo: $f_y=435$ N/mm²
- Coeficiente de minoración : $\gamma_y=1,15$
- Carga unitaria de rotura (Art.32.2): $f_s= 550$ Kg/m³
- Alargamiento en rotura (Art. 32.2) u 12%

- Relación f_s/f_y (Art.32.2): 1.05
- Módulo de deformación long (art.38.4): 200000 N/mm²
- Módulo de elasticidad (EA-95, art. 3.1.9) 2100000 kp/cm²
- Nivel de control (Art.90): Normal

COEFICIENTE DE MAYORACIÓN DE CARGAS (ART. 95.5)

Cargas Permanentes: 1.35

Cargas variables: 1.5

1.6 Acciones en la edificación

Acciones permanentes Se considerarán acciones permanentes aquellas relativas al peso propio de los elementos constructivos (cubierta, solería, falsos techos, cerramientos, particiones ,escalera, rellenos..)*.

El **CTE DB - SE AE** también indica que es necesario incluir el peso propio de instalaciones fijas. En este caso se va a añadir únicamente la carga de las instalaciones de mayor peso (máquinas de aire acondicionado directamente en el programa de cálculo como cargas puntuales en la zona en la que estén situadas. La zona de instalaciones ya presenta una sobrecarga de uso suficientemente grande como para asumir el peso de las instalaciones.

*Es importante puntualizar que en el programa de cálculo no se introduce el peso propio de los elementos estructurales (forjado, vigas, pilares) sino que es un dato que el programa genera automáticamente. De este modo, no vamos a considerar este peso en las acciones permanentes de forma generalizada, a excepción del peso de propio del forjado de "vigas bóvedas". Los paños ejecutados con este tipo de vigas cajon no se pueden calcular en la herramienta Cypecad, por lo que se comprobará de forma independiente en otro programa de calculo. De tal forma, no se modelarán en cype, por lo que deberamos intro-

cular su peso en el modelo de cálculo escultural de Cype como una carga lineal.

Nota: En el presente proyecto tenemos cargas tanto permanentes como variables que varían considerablemente en función de la zona. Vamos a realizar el estudio detallado de todas ellas y a generar un esquema de transmisión de cargas. La forma en que introduciremos estas cargas en el programa es asignando una carga permanente y sobrecarga de uso global que se corresponda con los valores mínimos cuando el programa nos lo pida y a partir de ahí iremos introduciendo en forma de sobrecargas

CARGAS PERMANENTES (G)

ACCIONES SUPERFICIALES

G1 - CUBIERTA TIPO 1 - CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE CON LÁMINA DE AGUA: **4,45 KN/m²**

(CTE DB - SE AE ANEJO C -Cubierta plana, con recrecido e impermeabilización vista. Aumentamos el peso propio de esta cubierta cubierta de 1.5 KN/m² a 4,45 KN/m² porque en nuestro caso la configuración de la cubierta es igual excepto sobre el acabado disponemos una lamina de agua de 30 cm de profundidad media)

Peso específico del agua por m³ : 9,84 kn/m³

Volumen de agua en cubierta por m²: 1x1x0,3= 0,3 m³

Peso del agua por cada m² de cubierta: 9,84 kn/m³ x 0,3 m³ = 2,96 Kn por m²

Peso de Cubierta Plana+Lámina de agua: 1,5 KN/m²+2,96 KN/m²=4,45 KNm²

G2 - CUBIERTA TIPO 2 - CUBIERTA PLANA TRANSITABLE CON RECRECIDO DE TABIQUES: **3,00 KN/m²**

| Elemento | Peso |
|---|---------------------|
| Forjados | kN / m ² |
| Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m | 2 |
| Forjado unidireccional; lucos de hasta 5 m; grueso total < 0,25 m | 3 |
| Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m | 4 |
| Forjado bidireccional; grueso total < 0,35 m | 5 |
| Losa maciza de hormigón; grueso total: 0,20 m | 5 |
| Cerramientos y particiones (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido | kN / m |
| Tablero o tabique simple; grueso total< 0,09 m | 3 |
| Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m | 5 |
| Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m | 7 |
| Solados (incluyendo material de agarre) | kN / m ² |
| Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m | 0,5 |
| Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m | 1,0 |
| Placas de piedra, o pedranchado; grueso total < 0,15 m | 1,5 |
| Cubierta, sobre forjado (peso en proyección horizontal) | kN / m ² |
| Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros | 1,0 |
| Faldones de placas, teja o pizarra | 2,0 |
| Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros | 3,0 |
| Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida | 1,5 |
| Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava | 2,5 |
| Relienos | kN / m ³ |
| Agua en aljibes o piscinas | 10 |
| Terreno, como en jardinerías, incluyendo material de drenaje ⁽¹⁾ | 20 |

(CTE DB - SE AE ANEJO C -Cubierta plana, con recrecido e impermeabilización vista. Aumentamos el peso propio de esta cubierta cubierta de 1.5 KN/m² a 3 KN/m² porque en nuestro caso la configuración de la cubierta es igual excepto sobre el acabado disponemos una recrecido de tabicones de 50 cm de altura media)

G3 - CUBIERTA TIPO 3 - CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE CON ACABADO VEGETAL: **25,50 KN/m²**

(CTE DB - SE AE ANEJO C -Cubierta plana, con recrecido e impermeabilización vista. Aumentamos el peso propio de esta cubierta cubierta de 1.5 KN/m² a 3 KN/m² porque en nuestro caso la configuración de la cubierta es igual excepto sobre el acabado disponemos una recrecido de tabicones de 50 cm de altura media)

Peso específico del terreno por m³ : 20,00 kn/m³

Volumen máximo de terreno en cubierta por m²: 1x1x1,2= 1,2 m³

Peso del terreno por cada m² de cubierta: 20 kn/m³ x 1,2 m³ = 24,0 Kn por m²

Peso de Cubierta Plana+ Lámina de agua: 1,5 KN/m²+ 24 KN/m²=25,5 KNm²

G4 - CUBIERTA TIPO 4 - CUBIERTA PLANA PARA TRÁFICO RODADO: **3,50 KN/m²**

(CTE DB - SE AE ANEJO C -Cubierta plana, a la catalana o acabado de grava. Aumentamos el peso propio de esta cubierta cubierta de 2,5 KN/m² a 3,5 KN/m² porque en nuestro caso la configuración de la cubierta es igual excepto que el acabado será en asfalto)

G5 - PAÑOS PRINCIPALES DE VIGAS CAJÓN- PESO PROPIO DE LAS VIGAS: **13,95 KN/m²**

Área de sección de las vigas=0,67m²

Canto de las vigas= 1,20m

Peso hormigón armado=25kN/m³

Peso del sistema por m²=(0,67m²/1,2m)x25kN/m³= 13.95kN/m²

ACCIONES LINEALES

G6 - EMPUJES DEL TERRENO

Los muros de sótano presentan en su trasdós un estado de empuje en reposo, al tener impedido el desplazamiento horizontal tanto en la coronación del muro como en su arranque. Estos son calculados de manera automática por el programa de cálculo.

G7 - FACHADAS COLGADAS- FACHADAS INTERIORES DE GRC COLGADAS DEL FORJADO PARA CIERRES PEATONALES -: **1,20 KN/m**

(Panelado de GRC con bastidor de soporte $40\text{kg/m}^2 \rightarrow 0,4\text{kn/m}^2$. Contando con panelados de 3 m de alto tenemos que $0,4\text{kn/m}^2 \times 3\text{ m} = 1,2\text{ kn/m}$)

SOBRECARGAS DE USO (Q)

Q1 - CUBIERTAS TIPO 1 Y 3 - CUBIERTAS CON INCLINACIÓN $<20^\circ$ TRANSITABLES UNICAMENTE POR MANTENIMIENTO : **1,00 KN/m²x**

(Valor de categoría de uso G1 tomado de la tabla 3.1 de CTE-AE)

Q2 - CUBIERTA TIPO 2 - ESPACIOS DE USO PÚBLICO CON LIBRE CIRCULACIÓN : **5,00 KN/m²**

(Valor de categoría de uso C3 tomado de la tabla 3.1 de CTE-AE)

Q3 - CUBIERTA TIPO 4 - USO DE CARRETERA PARA TRÁFICO RODADO: **5,00 KN/m²**

Como adelantábamos en el punto 1.3, sobre el parking discurren 3 carriles rodados, por lo que la estructura funciona como un puente. Según la IAP-11, *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera* tabla 4.1b

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

| Categoría de uso | | Subcategorías de uso | Carga uniforme [kN/m ²] | Carga concentrada [kN] | |
|------------------|--|-----------------------|---|------------------------|---|
| A | Zonas residenciales | A1 | Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles | 2 | 2 |
| | | A2 | Trasteros | 3 | 2 |
| B | | Zonas administrativas | 2 | 2 | |
| C | Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D) | C1 | Zonas con mesas y sillas | 3 | 4 |
| | | C2 | Zonas con asientos fijos | 4 | 4 |
| | | C3 | Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos, etc. | 5 | 4 |
| | | C4 | Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas | 5 | 7 |
| | | C5 | Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc) | 5 | 4 |
| D | Zonas comerciales | D1 | Locales comerciales | 5 | 4 |
| | | D2 | Supermercados, hipermercados o grandes superficies | 5 | 7 |
| E | Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN) | | 2 | 20 ⁽¹⁾ | |
| F | Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾ | | 1 | 2 | |
| G | Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾ | G1 ⁽¹⁾ | Cubiertas con inclinación inferior a 20° | 1 ⁽³⁾⁽⁴⁾ | 2 |
| | | G2 | Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾ | 0,4 ⁽⁴⁾ | 1 |
| | | G2 | Cubiertas con inclinación superior a 40° | 0 | 2 |

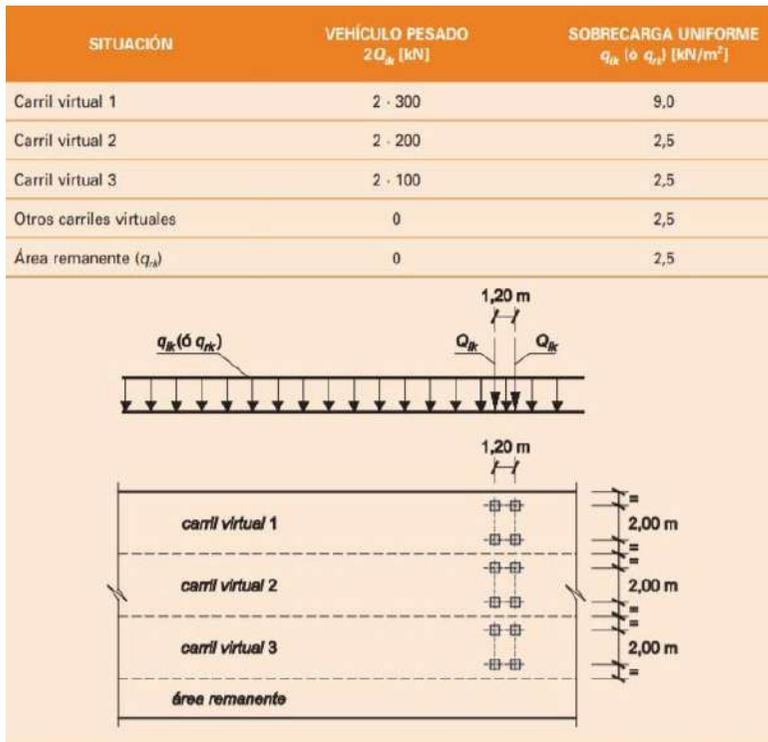


FIGURA 4.1-b DISTRIBUCIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS Y SOBRECARGA UNIFORME

(imagen x), estas cargas serán uniformes de 2,5 kN/m² más cargas concentradas de 300 kN por carril, correspondiente al uso de vehículos pesados. A fin de facilitar el cálculo y análisis de la estructura, mayoraremos estas cargas superficiales de 2,5 a 5 kn/m (atendiendo también a lo dispuesto en el eurocódigo EN-1991-1-1. art. 6.3.3. Garajes y zonas de tráfico de vehículos) y desestimaremos las concentradas, a sabiendas de que en un proyecto de estructuras real, deberíamos hacer estas comprobaciones.

Q4- PLANTA DE SÓTANO TIPO 4 - USO DE APARCAMIENTO PARA VEHÍCULOS LIGEROS: **2,00 KN/m²**

(Valor de categoría de uso E tomado de la tabla 3.1 de CTE-AE)

Q5- CUBIERTAS 1,2,3 Y 4-SOBRECARGA POR NIEVE: **0,20 KN/m²**

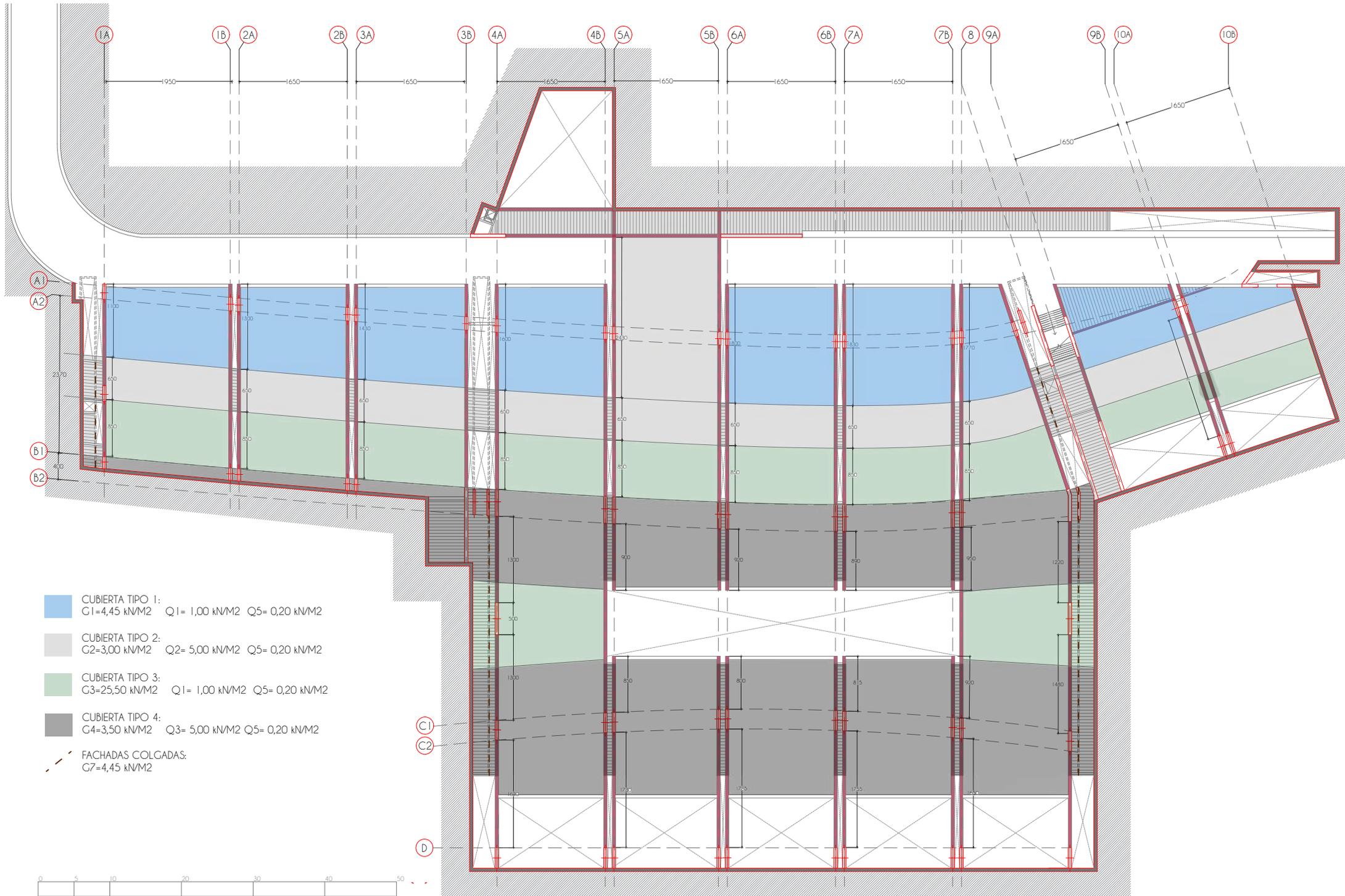
(Valor según CTE-DB-SE-AE. art.3.5.2 tabla 3.8 –Cubierta plana, capital Sevilla)

ACCIONES TÉRMICAS(T)

Siguiendo lo establecido en el DB-SE-AE, en edificios con estructuras de hormigón o acero, es posible no considerar ni tener en cuenta las acciones térmica, siempre que se dispongan de juntas estructurales de dilatación evitando elementos de más de 40 metros. Este es el motivo por el que se ha dispuesto juntas en todas las bandas de patios que discurren entre los módulos.

ACCIONES ACCIDENTALES: SISMO

De acuerdo con lo establecido en el apartado 1.2.3. Criterios de aplicación de la norma NCSE-02, no es obligatoria su aplicación ya que nos encontramos ante una construcción de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí y una aceleración sísmica de 0,07g, por debajo del límite establecido de 0,08g



1.7. Predimensionado inicial

PREDIMENSIONADO DE VIGAS

Dado que la estructura es parte de la expresión de proyecto, esta cuenta por diseño con unas dimensiones que no responden solo las solicitadas por funcionamiento estructural. Por ello el predimensionado no solo se usa como una herramienta más de análisis, sino como agente activo en la toma de decisiones sobre el proyecto general, pues con este procedimiento he comprobado los límites hasta donde podía llevar el diseño de la estructura.

Según la NCSE-02:

El apartado 4.5.2.1, reglas generales para vigas de hormigón se obliga a garantizar que no se producen inversión de momento, es decir, que en presencia de sismo no debe provocar en extremos de las vigas momentos de ambos signos. Para ello se obliga, entre otras consideraciones, que el ancho de viga no sea menor a 0,25m. En nuestro proyecto establecemos un ancho mínimo de 0,50m en las vigas principales.

Según la EHE-08:

Anejo 10 "Requisitos especiales recomendados para estructuras sometidas a sismo", Artículo 6 "Detalles estructurales de elementos primarios" se dispone el ancho mínimo de una viga en función de la forma en la que se produzca su encuentro con el soporte, y si en éste, se encuentran involucradas también vigas transversales o no. De esta forma, el ancho mínimo se establece, en las circunstancias más favorables para la viga en estudio (encuentro exterior con soporte sin presencia de vigas transversales) y será, mínimo el ancho mínimo del soporte, por lo que por extensión podemos considerar vigas de 30x30 cm.

PREDIMENSIONADO GEOMÉTRICO

Para el predimensionado de vigas también va a tenerse en cuenta la tabla 50.2.2.1.a de la EHE-08 que trata la relación límite que hay entre la luz y el canto.

Vigas continuas (grupo 2, 3 y 4)

Entrando en la tabla como “elemento fuertemente armado” y “viga continua en ambos extremos”(considerando que tomamos como más desfavorable las vigas del grupo 2, es decir las vigas arqueadas centrales de los pórticos entre los ejes A2 y B1, todas con una luz de 23,70m), obtenemos la siguiente expresión:

$L/d = 20 ; d = 23,70 / 20 = 1,18 \text{ cm} + \text{recubrimientos} \rightarrow \text{Vigas de } 130 \times 50 \text{ cm}$

Recordemos que estas “vigas arqueadas” son de sección variable, de tal forma que describen un arco. Esta medida de predimensionado se toma como referencia en el diseño inicial de la estructura como mediana mínima que tendrán los arcos en la clave del mismo. No obstante, como estos predimensionados son estimaciones generalizadas para el dimensionado de estructuras con sistema de ejecución y usos estándares, en los que el edificio no recibirá cargas mayores, se opta por aumentar estas medidas mínimas del predimensionado. Así mismo, por decisiones proyectuales y de compatibilidad con el sistema de vigas cajón que apoyarán sobre estas, se toma un canto mínimo en la clave de 250 cm. Por lo tanto \rightarrow **Vigas de 250x50 cm**

Vigas en ménsula (grupo1)

Entrando en la tabla como “elemento fuertemente armado” y “viga en voladizo”(considerando que tomamos como más desfavorable la viga en ménsula del pórtico 6B, la cual tiene un vuelo de 7,50 m), obtenemos la siguiente expresión:

$L/d = 6$; $d = 7.5/6 = 1,25 \text{ cm} + \text{recubrimientos} \rightarrow \text{Vigas de } 130 \times 50 \text{ cm}$

Se toma esta medida como referencia para el diseño de la estructura del edificio, pero por las cuestiones expuestas anteriormente se opta por tomar unas dimensiones mínimas de $300 \times 50 \text{ cm}$. Por lo tanto \rightarrow **Ménsulas de $300 \times 50 \text{ cm}$**

PREDIMENSIONADO MECÁNICO

Pero los datos más significativos a considerar en el predimensionado de una viga a flexión además de la luz, es la carga (Q) que soporta.

Por ello vamos a llevar a cabo otro criterio de predimensionado en el que vamos a establecer el dominio de deformación en el que prevemos va a trabajar la viga (EHE08/art.42.1.3 y Anejo 7). El dimensionado a flexión de mejor aprovechamiento de la sección de hormigón se da cuando trabaja a su Momento límite.

Para un momento superior al M_{lim} , es necesaria armadura de compresión y se entra en un dominio de deformación con riesgo de rotura frágil. En las expresiones posteriores aplicamos el momento reducido $\mu=0,375$ relativo al M_{limite} .

• M_d :

El momento flector definitivo se obtendrá del modelo de cálculo.

Tenemos que "estimar" un momento de cálculo para predimensionar la viga.

-Viga de aplicación de predimensionado mecánico: Vigas del grupo 2, principales de todos los pórticos entre eje A2 y B1

$M_d = Q \cdot L^2 / 10$ (en un pórtico de dos o más vanos, el momento más exigente es el de negativos en los apoyos interiores) = $168.90 \text{ KN/m} \cdot 23,70^2 \text{ m}^2 / 10$

$$=9486,94 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Para la carga total hacemos una media pondera de las acciones que hay sobre estas vigas:

$$\begin{aligned} *Qt &= 1.35 (\text{Peso propio del forjado} + \text{Acciones permanentes}) + 1.5 (\text{Acciones variables}) \\ &= 1.35 ((\text{peso cubierta 1} + \text{peso cubierta 2} + \text{peso cubierta 3} + \text{peso cubierta 3})/3) + 1.5 ((\text{uso 1} + \text{uso 2})/2) = 22.32 \text{ KN/m}^2 \cdot \text{Área de influencia} \\ &= 19.3 \text{ KN/m}^2 \cdot 8.75 \text{ m} = 168.90 \text{ KN / m} \end{aligned}$$

$$\mu = Md / Uo \cdot d$$

$$Uo = b \cdot d \cdot fcd = b \cdot d \cdot 30000/1.5 = b \cdot d \cdot 20000$$

$$0.375 = Md / b \cdot d^2 \cdot 20000$$

Para un ancho de viga de 50 cm (ancho del pilar que suponemos):

$$d^2 = Md / 0.375 \cdot 20000 \cdot 0.5 ; d = 2,32 \text{ cm} + \text{recubrimientos} \text{ **VIGA 250 x 50 cm.**}$$

En este predimensinado si obtenemos una medida más cercana a la que se estimaba por proyecto, por lo que partiremos con estas dimensiones para el calculo estructural de los pórticos en Cypecad. Es decir, tomaremos como canto mínimo en la clave de nuestros arcos: 250 cm.

2. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE SOFTWARE INFORMÁTICO

Una vez realizado el predimensionado inicial se obtuvieron algunos aspectos y medidas generales de la estructura con los que comprobar y validar las dimensiones de la estructura del edificio; pero conforme va avanzando el desarrollo técnico del proyecto, se hace necesario conocer con detalle la estructura requerida por el proyecto. Entramos entonces en la fase de modelado, diseño final, cálculo y análisis.

2.1 Cuestiones previas

Antes de proceder con el cálculo informático se han de atender unas cuestiones previas:

Cypecad es la herramienta predilecta para el cálculo de estructuras de hormigón, ya que permite comprobar el funcionamiento correcto de la estructura a la vez que el cumplimiento de la normativa vigente. No obstante tiene ciertas limitaciones en cuanto a la lectura y modelado de geométricas estructurales complejas y la imposibilidad de introducir sistemas hormigón pretensado pesados.

Es por estas razones que calcularemos y analizaremos la estructura en 2 fases con modelos de cálculo independientes:

-Fase 1: En esta fase se calculan y analizan partes menores de la estructura del proyecto. En concreto se analizará: un pórtico de carga aislado del resto de la estructura (pórtico 5B); y el forjado de vigas cajón del módulo estructural 5 en el programa SARP 2000. Se escogen estas dos partes de la estructura de y se tomarán los resultados fruto del análisis como aplicables de forma genérica para el resto de la estructura.

Lo ideal en un proyecto real sería calcular todas las partes de forma detallada, pero debido a la falta de tiempo asociado a la duración del curso, se realiza de esta forma, ya que la estructura lo permite debido a la homogeneidad de la misma y sus iguales reparto de cargas.

-Fase 2: En esta fase se calcula y analiza la estructura completa en Cypecad, a excepción de los forjados de vigas cajón. Estos al estar apoyados sobre los pórticos damos por hecho que tan solo transmitirán fuerzas cortantes a la estructura, por lo que los podemos obviar introduciendo las cargas superficiales que estos transmitirían como lineales sobre los pórticos.

2.2. ESTADOS LÍMITE

Los estados límite son aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguna de las funciones para las que fue proyectado.

Estados Límite de Servicio (ELS)

Son aquellos referidos a la aptitud al servicio de la estructura conforme a su uso previsto, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles ni degradaciones o fisuras inaceptables, y se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles para la confortabilidad de los usuarios. Estas condiciones de aceptabilidad y admisibilidad se establecen en la EHE-08 y en el CTE DB-SE. Los ELS a comprobar de acuerdo con la EHE-08 son: deformación, fisuración y vibraciones. En este trabajo se comprobarán únicamente los estados límites de deformación, los cuales afectan de forma fundamental a las dimensiones de los elementos.

Estado Límite de Deformación. Desplome y flecha

Se definen dos tipos de deformaciones, los desplazamientos horizontales

o desplomes y los desplazamientos verticales o flechas.

Desplazamientos horizontales o desplomes

Sus valores límite se establecen en el Artículo 4.3.3.2 del CTE DB-SE, donde se distingue entre:

Desplome total, referido a la altura total del edificio: $H/500$

Desplome local, referido a la altura de cada planta: $h/250$

Es suficiente que dichas condiciones se satisfagan en dos direcciones sensiblemente ortogonales a cada planta. De este modo, si nuestro edificio tiene una altura total de 6.25 m en su zona más elevada, y al tener un único nivel; 6,25 m de altura de planta:

Desplome total límite = $6.25 \text{ m} / 500 = 0.0125 \text{ m}$

Desplome local límite = $6.25 \text{ m} / 250 = 0.0250 \text{ m}$

Desplazamientos verticales o flechas

Sus valores límite se establecen en el Artículo 4.3.3.2 del CTE DB-SE. La EHE-08 en su Art. 50º también da valores límite para las flechas, pero son de rango normativo inferior, no obstante se recomienda su cumplimiento.

Valores límite según Artículo 4.3.3.2 del CTE DB-SE:

· Flecha total a plazo infinito (ft) ----> $L/300$

· Flecha relativa a corto plazo, flecha instantánea (fi) ----> $L/350$

Valores límite según Artículo 50º de la EHE-08:

· Flecha total a plazo infinito (ft) ----> $L/250$ ó $L/500 + 1\text{cm}$, el menor los valores

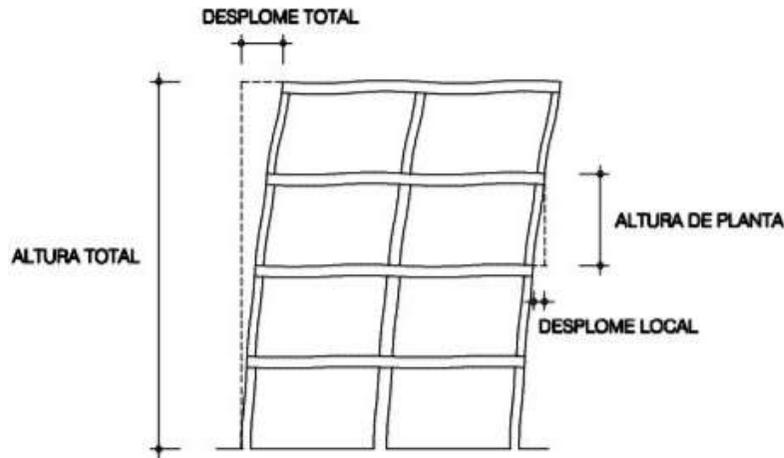


Figura 4.1 Desplomes

IMAGEN 9: Figura 4.1 Desplomes; CTE DB-SE

· Flecha activa (fa) ----> L/400

Estados Límite Últimos (ELU)

Son aquellos referidos a la capacidad portante, la estabilidad y la resistencia del edificio, aquellos estados que de superarse implicarían el colapso o la rotura de la estructura. Los ELU a comprobar de acuerdo con la EHE-08 son: equilibrio, agotamiento, inestabilidad y fatiga. Este último no es necesario en estructuras de edificación con acciones variables normales, como es el caso que se estudia de aparcamiento. Estas comprobaciones afectan fundamentalmente al armado de los elementos, habrá que ir revisando cada esfuerzo para comprobar si se necesita o no armado de refuerzo.

Estado Límite de Equilibrio

El Artículo 41º Estado Límite de Equilibrio establece que habrá que comprobar que, bajo la hipótesis de carga más desfavorable, no se sobrepasan los límites de equilibrio (vuelco, deslizamiento, etc).

Estado Límite de Agotamiento

Este estado límite se refiere a la capacidad resistente de una sección de hormigón armado, por lo que atañe a sus dimensiones y a su armado.

En cualquier elemento de HA se busca que el hormigón trabaje a compresión y la armadura a tracción. El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección.

Las deformaciones límite de las secciones, según la naturaleza de la sollicitación, conducen a admitir una serie de dominios de deformación los cuales nos indican cómo trabaja la sección y si se precisa, por ejemplo, en caso de agota-

miento del hormigón, armado de compresión (dominios 4 y 5).

El Artículo 42° Estado Límite de Agotamiento frente a sollicitaciones normales, establece que para la comprobación de una sección de HA, se debe plantear la ecuación de equilibrio de la sección (sistema de ecuaciones no lineales) a partir de las hipótesis básicas definidas en su apartado 42.1.2. En este caso son conocidas la forma y dimensiones de la sección de hormigón, la posición y cuantía de la armadura y las características de los materiales; y son incógnitas el plano de deformación de agotamiento y los esfuerzos resistentes de la sección.

El Artículo 44° Estado Límite de Agotamiento frente a cortante, establece que para el análisis de la capacidad resistente de las estructuras de hormigón frente a esfuerzos cortantes, se establece como método general de cálculo el de Bielas y Tirantes, salvo para los casos particulares tratados en el apartado 44.2,

El Artículo 45° Estado Límite de Agotamiento por torsión en elementos lineales, establece que cuando el equilibrio estático de una estructura dependa de la resistencia a torsión de uno o varios de los elementos de la misma, o contenga elementos cuya rigidez a torsión haya sido considerada en el cálculo de esfuerzos, éstos deberán ser dimensionados y comprobados.

El Artículo 46° Estado Límite de Agotamiento frente a punzonamiento, establece que se debe comprobar la resistencia frente a los efectos transversales producidos por cargas o reacciones concentradas actuando en losas sin armadura transversal. Para ello se determina una superficie crítica concéntrica a la zona cargada, y se calcula la tensión tangencial nominal de cálculo en dicho perímetro crítico (τ_{sd}) y su tensión máxima resistente (τ_{rd}). De forma que no será necesaria armadura de punzonamiento si $\tau_{sd} \leq \tau_{rd}$.

Todos estos cálculos los realiza CYPECAD, se revisará por tanto que ningún elemento de error.

Estado Límite de inestabilidad

El Artículo 43° Estado Límite de Inestabilidad define y distingue entre estructuras traslacionales y estructuras intraslacionales, anotando que pueden considerarse como estructuras claramente intraslacionales las estructuras porticadas provistas de muros o núcleos de contraviento, dispuestos de forma que aseguren la rigidez torsional de la estructura, y que cumplan la condición establecida en dicho apartado.

Dado que nuestra estructura es completamente soterrada y esta rodeada en 3 de sus 4 caras por muros de sótano, podemos concluir que se trata de una estructura intraslacional, por lo que de acuerdo con lo establecido en dicho artículo el cálculo global de esfuerzos puede realizarse de acuerdo con la teoría de primer orden.

Estado Límite de Durabilidad (ELD)

De acuerdo con el Art. 8.1.2 de la EHE-08, se refiere al producido por las acciones físicas y químicas, diferentes a las cargas y acciones del análisis estructural que pueden degradar las características del hormigón o de las armaduras hasta límites inaceptables.

Resulta determinante para garantizar la durabilidad de la estructura identificar el tipo de ambiente y la agresividad del entorno en el que se va a construir. Se asegura el cumplimiento de esta exigencia eligiendo adecuadamente los materiales y dimensionando correctamente el recubrimiento de la armadura. No obstante, dado que el edificio se encuentra en un ambiente sin agresividad y en unas condiciones de uso normal, este apartado nos era definitorio del proyecto. Aun así se dispondrá un recubrimiento mínimo de las armaduras que asegure el cumplimiento de esta exigencia.

2.3. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

2.3.1 FASE 1: ANÁLISIS DE PARTES DE LA ESTRUCTURA

Como se expuso en puntos anteriores, antes de empezar a analizar y verificar la estructura completa, se hace un primer acercamiento a ciertas partes de la estructura. Debido a la homogeneidad de esta, los resultados del análisis de estas pequeñas zonas, serán de gran ayuda para el entendimiento de la estructura completa. También nos servirá para hacer modificaciones en la estructura previas al cálculo general.

Para realizar este primer acercamiento seleccionamos por lo tanto 2 partes de la estructura:

- Un pórtico aislado de vigas y ménsulas arqueadas.
- Un forjado de vigas cajón.

Para el modelo de cálculo del "pórtico aislado" de la fase 1 y el modelo completo de la fase 2 (en el que no se introducen ninguno de los forjados principales, por la imposibilidad de Cypecad de calcular forjados de vigas cajón) se pasan todas las cargas superficiales, descritas en dicho apartado 1.6, a cargas lineales, incluida la propia carga del peso de la estructura. Para ello se multiplican cada una de las cargas superficiales por el ancho de influencia de cada pórtico, que al solo recibir carga por uno de sus lados, esta será igual a la luz que salvaba el forjado entre dos, de tal forma:

AREA INFLUENCIA PÓRTICOS: Separación/2= $16,50/2=8,75$ m

G1 (NT Lámina de agua)= $4,45 \times 8,75=38,93$ kN/m

G2 (T plana peatonal)= $3,00 \times 8,75= 26,25$ kN/m

G3 (NT vegetal)= $25,50 \times 8,75= 223,12$ kN/m

G4 (Vía rodada)= $3,50 \times 8,75= 30,62 \text{ kN/m}$

G5 (Peso forjado Vigas Bóveda)= $13,95 \times 8,75= 122,06 \text{ kN/m}$

Q1 (Cubierta NT)= $1,00 \times 8,75= 8,75 \text{ kN/m}$

Q2 (Cubierta T pública)= $5,00 \times 8,75= 43,75 \text{ kN/m}$

Q3 (uso carretera)= $5,00 \times 8,75 = 43,75 \text{ kN/m}$

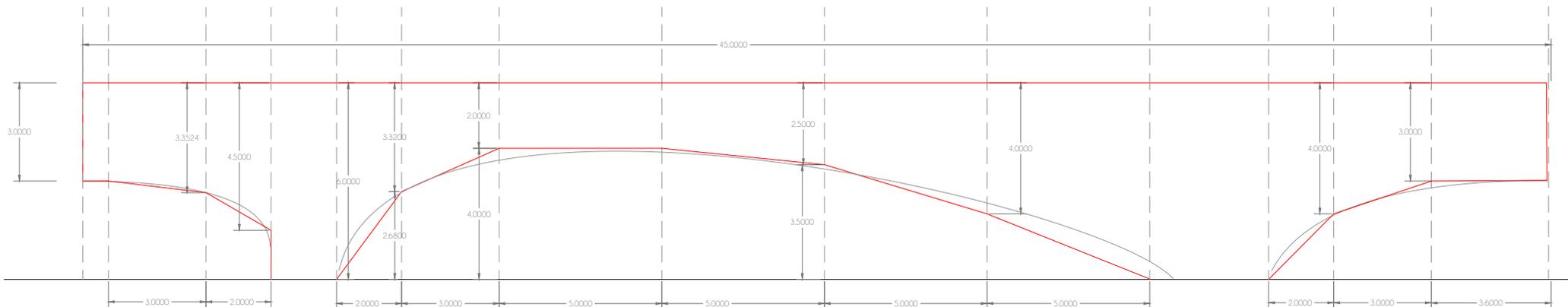
Q5 (nieve)= $0,30 \times 8,75= 1,75 \text{ kN/m}$

PÓRTICO AISLADO 6A: CÁLCULO LAMINAR

Cypecad es un programa ideal para calcular estructuras de hormigón armado, no obstante suele mostrar muchas incompatibilidades y limitaciones a la hora de introducir geometrías complejas. Es por ello que primero se analiza un pórtico aislado, en concreto el 6A, de forma independiente en un programa con posibilidad de cálculo laminar.

Las láminas ofrecen una absoluta libertad de forma, un aspecto esencial para el desarrollo preciso del modelo. La consecuencia más inmediata del uso de este recurso es la ausencia de un armado por parte del programa, así como la imposibilidad de llevar a cabo comprobaciones ELU en estas láminas. No obstante nos será de utilidad a la hora de analizar las deformaciones producidas en la geometría del pórtico.

IMAGEN 10: Esquema en sección del pórtico de geometría simplificada para la introducción en Cype3D sobre el pórtico con la geometría real



PROCESO DE MODELADO

Para este análisis escogemos el programa Cype3D. Este es un software pensado principalmente para el cálculo de estructuras de barras de acero, no obstante ofrece la posibilidad de introducir y calcular elementos de hormigón mediante laminas.

Para introducir el pórtico en el programa se debe introducir mediante nodos. Para ello simplificamos un poco la geometría del mismo y obtenemos una serie de nodos con coordenadas precisas para introducir en el programa (Ver imagen x). Para la introducción de la lámina se selecciona el material HA-40, con un espesor de 60 cm. Se introducen uniones empotradas en las bases del pilar.

Para a la intrducción de cargas, se realiza una media de los pesos propios de los acabados de cubierta ($(38,95+26,25+223,125+30,62)/4=79,5843,75$ kN/m); se intrduce el peso de la estrucutura del forjado de vigas cajón ($13,95$ kN/m², $122,32$ kN/m pasada a lineal) se simplifica la sobrecarga de uso a la más desfavorable (la relativa al uso de carretera de 5 kN/m², $43,75$ kN/m pasada a lineal). Finalmente se introduce como sumatoria la carga permanente(240 kN/m) y la sobrecarga de uso ($43,75$ kN/m) en el sentido negativo del eje Z sobre la lámina.

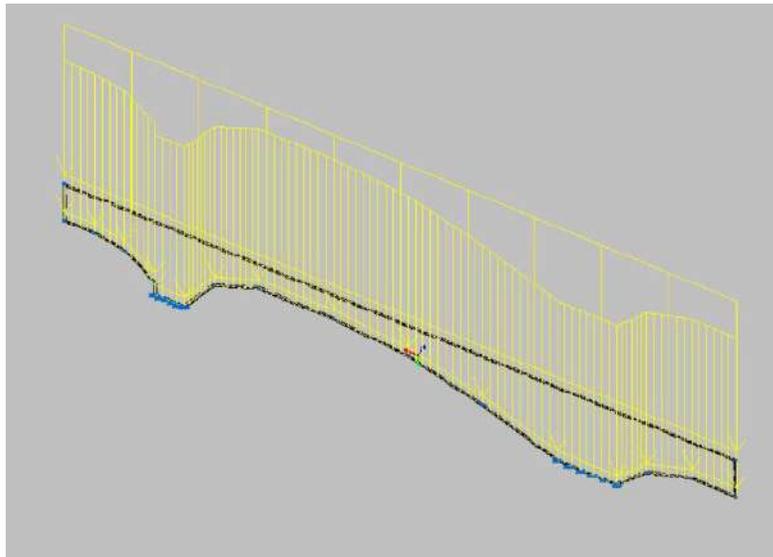
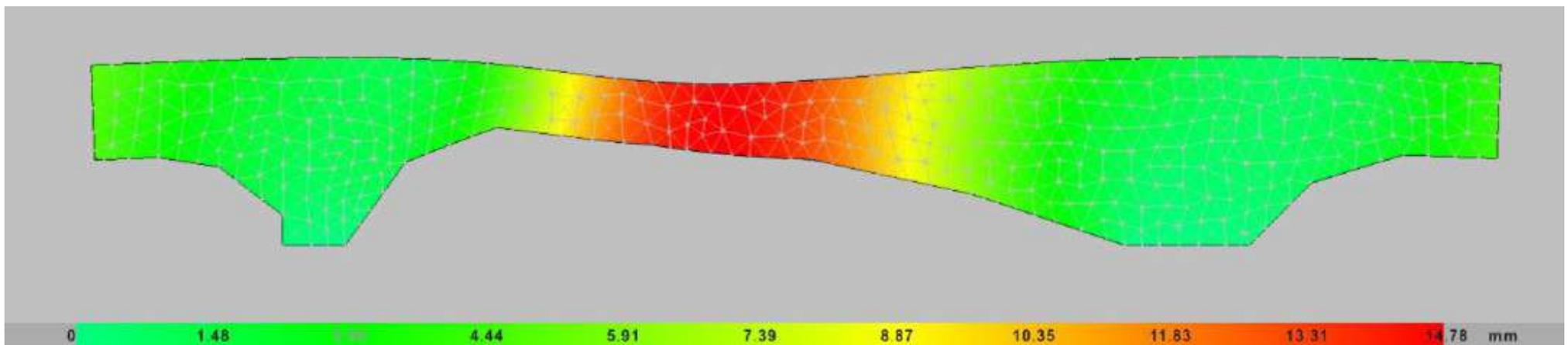


IMAGEN 11: Modelo introducido en el software con una carga permanente lineal media de 240 kN/m sobre la lámina.



Análisis de resultados de cálculo

CYPE3d no hace ninguna comprobación de flecha en los elementos introducidos como láminas, por lo que tendremos que consultar y comprobar esos datos nosotros mismos en la pantalla de Deformadas e Isovalores, mediante la herramienta "Flecha entre dos puntos".

Los valores que se muestran en pantalla se corresponden con la deformación vertical máxima (1.48cm), valor que corresponde con la flecha elástica instantánea. A partir de esta, hayaremos la flecha total a plazo infinito y la flecha activa.

Podemos decir que la flecha total a plazo infinito en una estructura debe obtenerse con un coeficiente de amplificación de los desplazamientos del orden de 2,50-3,00 la flecha elástica instantánea del programa, y que para la flecha activa habría que multiplicar por 1,75-2,00 la flecha elástica instantánea.

Flecha total a plazo infinito:

$f_t = \text{Flecha instantánea} \times \text{coeficiente de amplificación} = 1.48\text{cm} \times 2.5 = 3.70\text{ cm}$

$f_t < (L/500 + 1\text{cm}) \rightarrow 3.70 < 23700/500 + 1 \rightarrow 3.70 < 4.8 \quad \text{CUMPLE}$

Flecha activa:

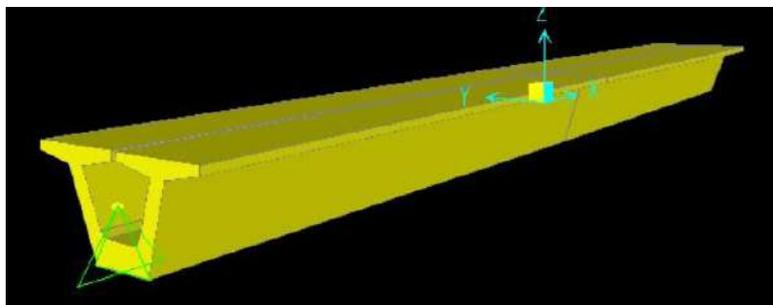
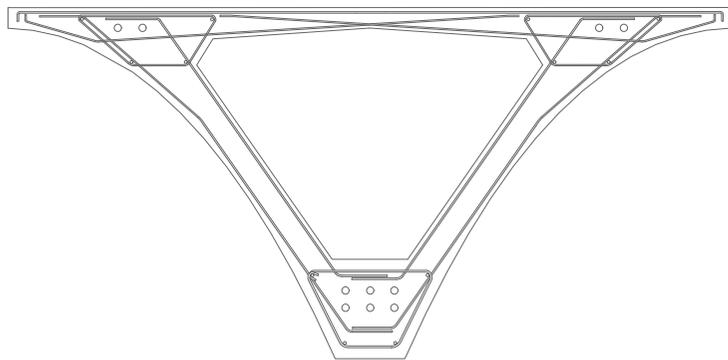
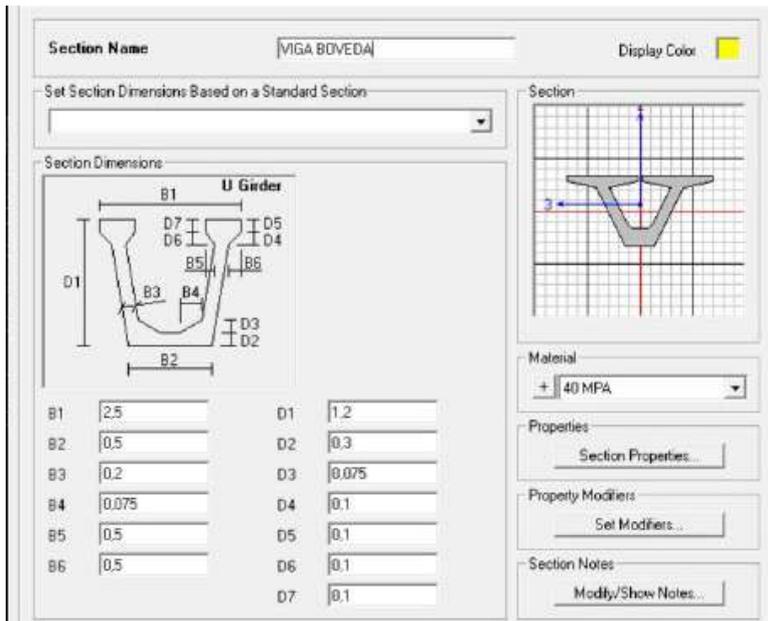
$f_a = \text{Flecha instantánea} \times \text{coeficiente de amplificación} = 1.48\text{cm} \times 1.75 = 2.60\text{ cm}$

$f_a < (L/400) \rightarrow 2.60 < 23700/400 \rightarrow 2.60 < 5.9 \quad \text{CUMPLE}$

FORJADO DE VIGAS CAJÓN O VIGAS BÓVEDA.

SAP 2000 es un programa de cálculo por elemento finitos más volcado al

IMAGEN 12: Cuadro de diálogo de SAP con los valores del material empleado, hormigón de resistencia $f'c = 40\text{ MPa}$



cálculo de estructuras de ingeniería civil, por lo que cuenta con la capacidad de análisis de forjados de vigas cajón. Es por ello que emplearemos este programa para la comprobación de los forjado ejecutados con este sistema de vigas.

Como explicamos anteriormente, debido a la homogeneidad de la estructura del proyecto y su reparto igual de cargas, analizaremos por cuestiones de tiempo, uno solo de los forjados, y extrapolaremos los resultados del análisis de este, al resto de la estructura. Para este análisis escogemos por tanto, el forjado de vigas cajón del módulo estructural 6.

PROCESO DE MODELADO

Para introducir el modelo de cálculo, primero definimos el material que se empleará en la estructura. De tal forma introducimos un hormigón de alta resistencia ($f'c = 40 \text{ MPa}$) (el propio que se emplean en vigas cajón de este tipo), y rellenamos los datos con los valores que se pueden ver en la imagen.

Para las secciones, ha bastado con introducir su geometría y aplicarles el material creado. La más interesante de estas, es las vigas bóvedas. Para introducirla hemos escogido una viga cajón al uso de las que incluye el programa en su base de datos, y le hemos modificado la geometría para que se adapte lo más posible al caso de estudio. Aunque no se ha conseguido replicar fielmente su geometría, por la imposibilidad de introducir almas arqueadas; sí sus dimensiones más relevantes, como las de los núcleo resistentes, su canto, inclinación de las almas o vuelo de las alas. En las imágenes podemos ver el cuadro de dialogo de SAP con los parámetros de viga cajón introducidos para el cálculo, y abajo la sección de viga de proyecto real.

Los paños de forjado realmente quedan proyectados como una sucesión de vigas colocadas a hueso, por lo que las cragas las introduciremos directamente sobre las barras que representan las vigas en el modelo analítico. Para

ello, pasaremos las cargas calculadas en el punto 1.6 a lineales, multiplicando por el ancho de influencia de cada viga, y se asignarán sobre estas según su reparto. De tal forma:

AREA INFLUENCIA VIGAS BÓVEDA: = 2,50 m

G1 (NT Lámina de agua)=4,45 x 2,50= **11,25 kN/m**

G2 (T plana peatonal)=3,00 x 2,50= **7,50 kN/m**

G3 (NT vegetal)=25,50 x 2,50= **56,25 kN/m**

G4 (Vía rodada)=3,50 x 2,50= **8,75 kN/m**

G5 (Peso forjado Vigas Bóveda)=El programa las incluye solo

Q1 (Cubierta NT)=1,00 x 2,50= **2,50 kN/m**

Q2 (Cubierta T pública)=5,00 x 2,50= **12,50 kN/m**

Q3 (uso carretera)=5,00 x 2,50 = **12,50 kN/m**

Q5 (nieve)=0,20 x 2,50= **0,50 kN/m**

Se introducen las cargas sobre las barras del modelo:

| Load Pattern | peso propio |
|--------------------------|--------------------------|
| Distributed Force | |
| Coordinate System | GLOBAL |
| Load Direction | Gravity |
| Start Force/Length | 11.25 at 0, |
| End Force/Length | 11.25 at 16, |
| Distributed Force | sobrecarga de uso |
| Coordinate System | GLOBAL |
| Load Direction | Gravity |
| Start Force/Length | 2.5 at 0, |
| End Force/Length | 2.5 at 16, |

Vigas 20-13, ubicadas bajo la lámina de agua

| Load Pattern | peso propio |
|--------------------------|--------------------------|
| Distributed Force | |
| Coordinate System | GLOBAL |
| Load Direction | Gravity |
| Start Force/Length | 7.5 at 0, |
| End Force/Length | 7.5 at 16, |
| Distributed Force | sobrecarga de uso |
| Coordinate System | GLOBAL |
| Load Direction | Gravity |
| Start Force/Length | 12.5 at 0, |
| End Force/Length | 12.5 at 16, |

Vigas 12-9, ubicadas bajo el paseo transitable público

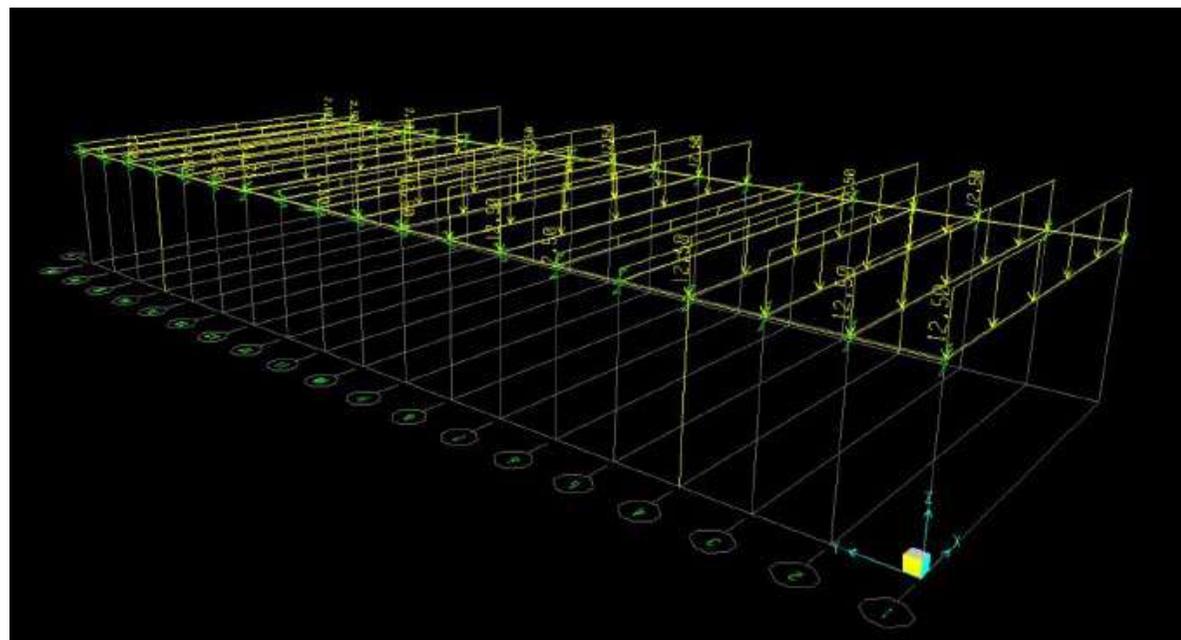
| Load Pattern | peso propio |
|--------------------------|--------------------------|
| Distributed Force | |
| Coordinate System | GLOBAL |
| Load Direction | Gravity |
| Start Force/Length | 56.25 at 0, |
| End Force/Length | 56.25 at 16, |
| Distributed Force | sobrecarga de uso |
| Coordinate System | GLOBAL |
| Load Direction | Gravity |
| Start Force/Length | 2.5 at 0, |
| End Force/Length | 2.5 at 16, |

Vigas 9-6, ubicadas bajo la cubierta vegetal

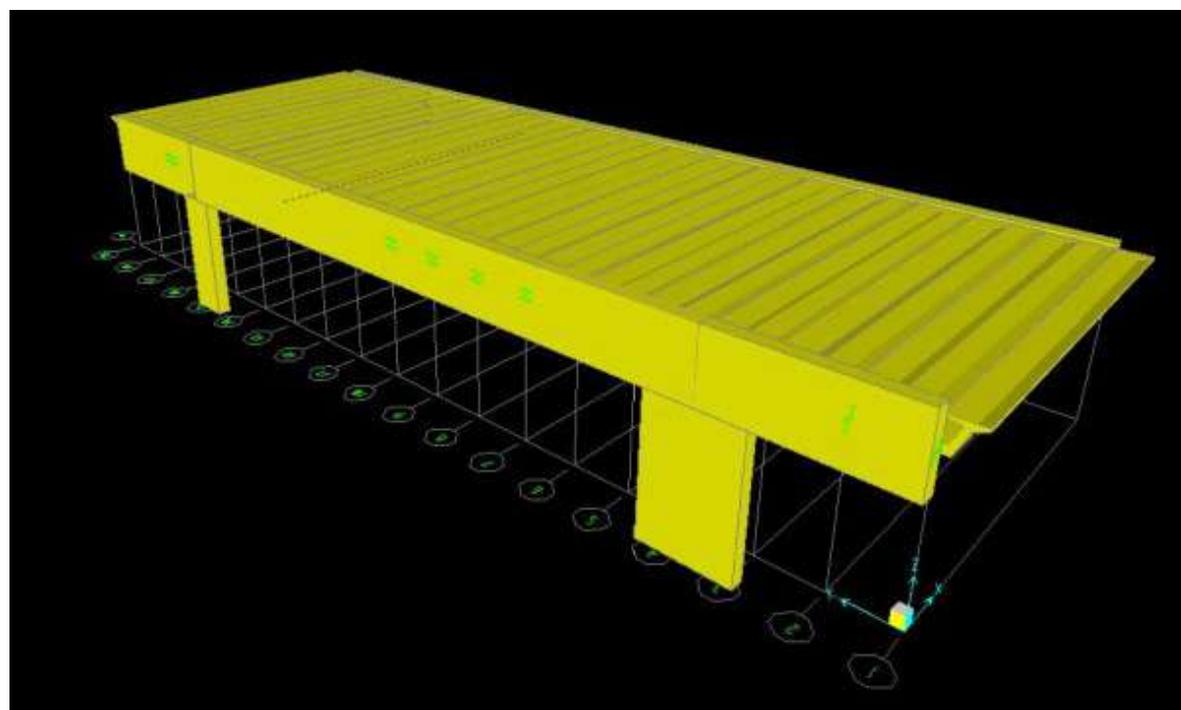
| Load Pattern | peso propio |
|--------------------------|--------------------------|
| Distributed Force | |
| Coordinate System | GLOBAL |
| Load Direction | Gravity |
| Start Force/Length | 13.95 at 0, |
| End Force/Length | 13.95 at 16, |
| Distributed Force | sobrecarga de uso |
| Coordinate System | GLOBAL |
| Load Direction | Gravity |
| Start Force/Length | 12.5 at 0, |
| End Force/Length | 12.5 at 16, |

Vigas 1-5, ubicadas bajo la carretera

MODELO DE CÁLCULO EN SAP 2000, DIAGRAMA DE BARRAS CON CARGAS INTRODUCIDAS



MODELO DE CÁLCULO EN SAP 2000, ESTRUCTURA CON SECCIONES EXTRUIDAS



ANÁLISIS DE RESULTADOS DE CÁLCULO

SAP no hace comprobación de flecha de forma automática, por lo que tendremos que consultar y comprobar esos datos nosotros mismos. Para ello introducimos un nudo en el centro de la viga, donde la flecha alcanzará su valor máximo, y sobre ese nodo haremos las comprobaciones. Dado que todas las vigas son iguales por grupos y por lo tanto, tendrán el mismo comportamiento, decidimos analizar la viga que recibe, por su ubicación, las mayores cargas. En las imágenes de la página anterior vemos los grupos de vigas según sus cargas.

Como vemos, el grupo de vigas más desfavorable es el que se encuentra ubicado bajo las cubiertas vegetales, por ser estas las que más cargas reciben. En estas vigas haremos las comprobaciones de flecha.

En la siguiente imagen podemos ver el valor de los desplazamiento que tiene la viga en sus nodo central. La traslación en el valor 3, se corresponde con el desplazamiento en el eje Z, es decir, la flecha. Con este valor hacemos las verificaciones:

Flecha de calculada por el programa: $0.01667 \text{ m} = 1.67 \text{ cm}$

Flecha total a plazo infinito:

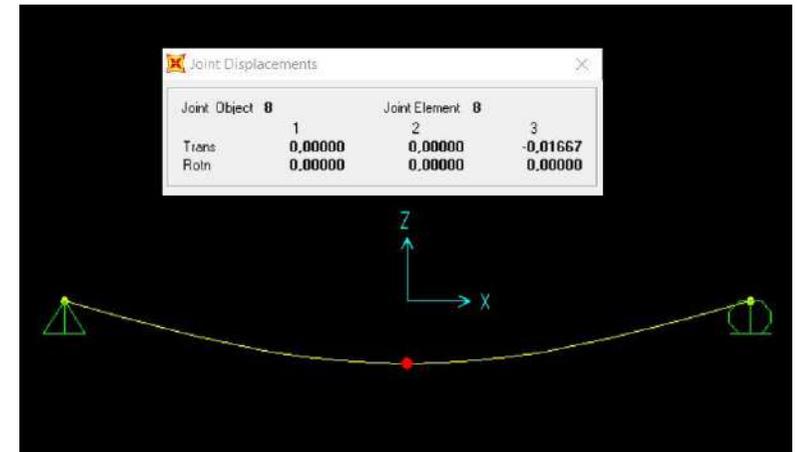
$f_t = \text{Flecha instantánea} \times \text{coeficiente de amplificación} = 1.67 \text{ cm} \times 2.5 = 4.175 \text{ cm}$

$f_t < (L/500 + 1 \text{ cm}) \rightarrow 4.175 < 1650/500 + 1 \rightarrow 4.175 < 4.3 \text{ CUMPLE}$

Flecha activa:

$f_a = \text{Flecha instantánea} \times \text{coeficiente de amplificación} = 1.67 \text{ cm} \times 1.75 = 2.92 \text{ cm}$

$f_a < (L/400) \rightarrow 2.92 < 1650/400 \rightarrow 2.92 < 4.12 \text{ CUMPLE}$



2.3.2 FASE 2: ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA COMPLETA

PROCESO DE MODELADO

Para el cálculo de la estructura completa se ha empleado el programa Cypecad de forma unilateral. Cuando nos referimos a estructura completa, queremos decir que se ha introducido en el programa todas las partes de la misma que el programa es capaz de calcular. Es decir, hemos introducido todos los elementos estructurales a excepción de los forjados de vigas cajón, por las razones que se expusieron con anterioridad en el punto 2.1.

Para que el cálculo de los pórticos tenga en cuenta las cargas que recibía de estos paños, introduciremos sobre ellos las cargas de peso propio y sobrecarga de uso, así como el propio peso de la estructura omitida, de forma lineal sobre los mismos. Para ellos se sigue el procedimiento explicado en el punto 2.2

En una primera instancia, para el modelado de las vigas arqueadas, se siguió la misma estrategia que en el modelo para el cálculo del pórtico aislado, es decir, se introdujeron todas las vigas arqueadas como una sucesión de vigas menores de sección variable. De esta forma, una viga, por ejemplo la comprendida entre los pilares del eje A y B, queda formada por 6 vigas menores de sección variable, como podemos ver en la imagen de ejemplo:

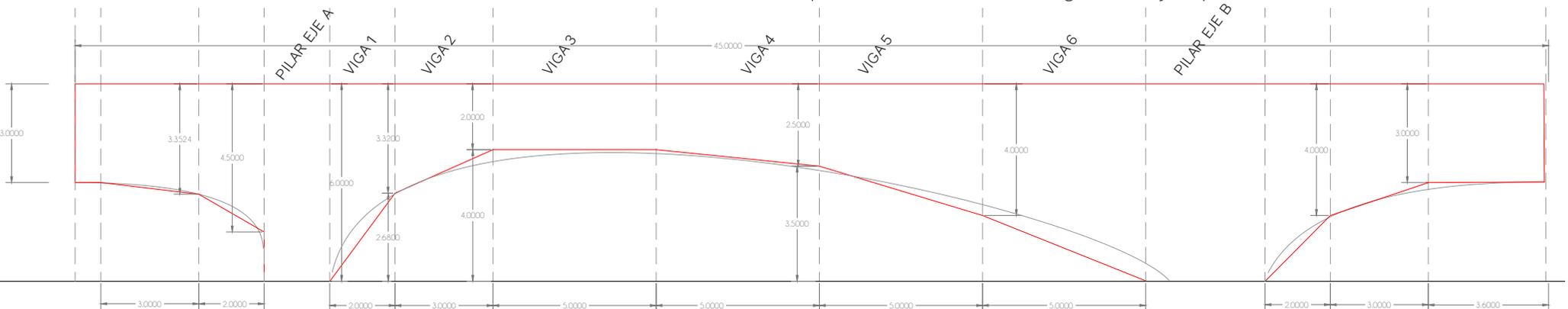


IMAGEN 13: Esquema en sección del pórtico de geometría simplificada para la introducción en Cypecad sobre el pórtico con la geométrica real

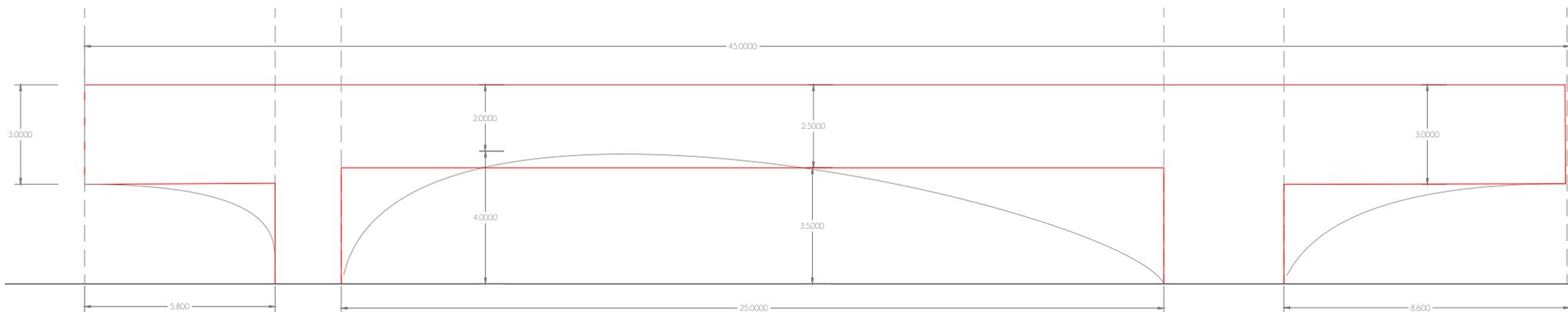
No obstante, esta opción de modelado de la estructura la acabamos descartando debido a varias razones:

· Cuando se modela una viga como una sucesión de vigas, Cypecad tiene una opción que permite unir las para que las pueda “entender” como viga única. No obstante, al tener en nuestro caso todas distintas secciones, esta opción queda deshabilitada y las calculará de forma independiente. Esto quiere decir que en la viga de ejemplo de la imagen anterior, **calculará de forma local cada una de las vigas** en lugar de la completa, por lo que no podremos hacer las comprobaciones reales sobre la luz total.

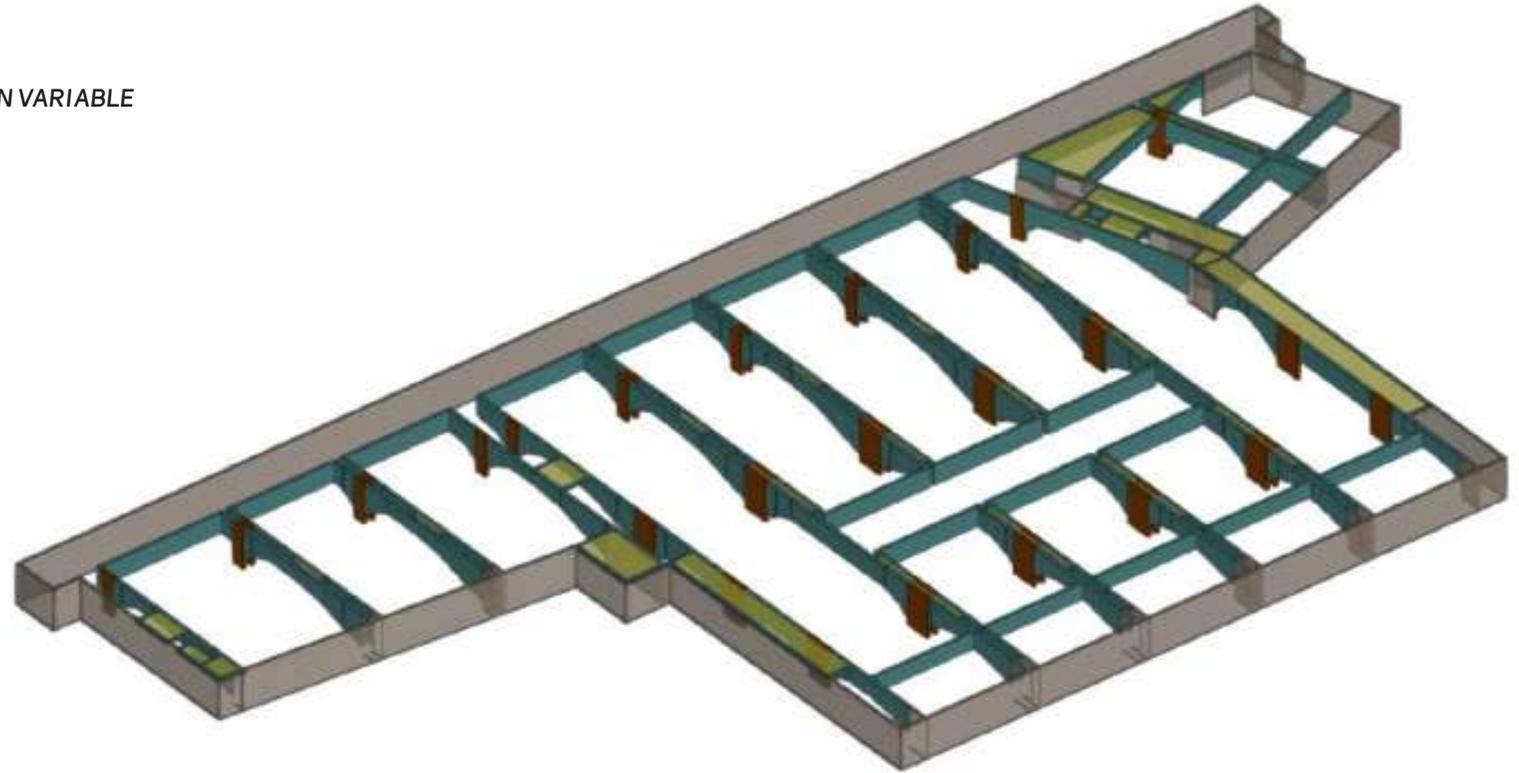
· Al aumentar considerablemente la cantidad de elementos estructurales en el modelo con respecto a la estructura del proyecto real, se complica mucho el cálculo del modelo, llegando a ser **incapaz Cype de calcularlo por completo**.

Por estas razones, finalmente se ha optado por calcular una estructura simplificada. Para ello se calcularán todas las vigas arqueadas como vigas planas, cuyo canto será el canto medio que tiene la viga arqueada en la zona de la clave del arco, es decir, se le dará a la viga plana el canto medio mínimo de la viga arqueada (un canto de 250 cm). De esta forma calcularemos las vigas con una geometría y secciones mucho más desfavorables a las reales, del lado de la seguridad estructural.

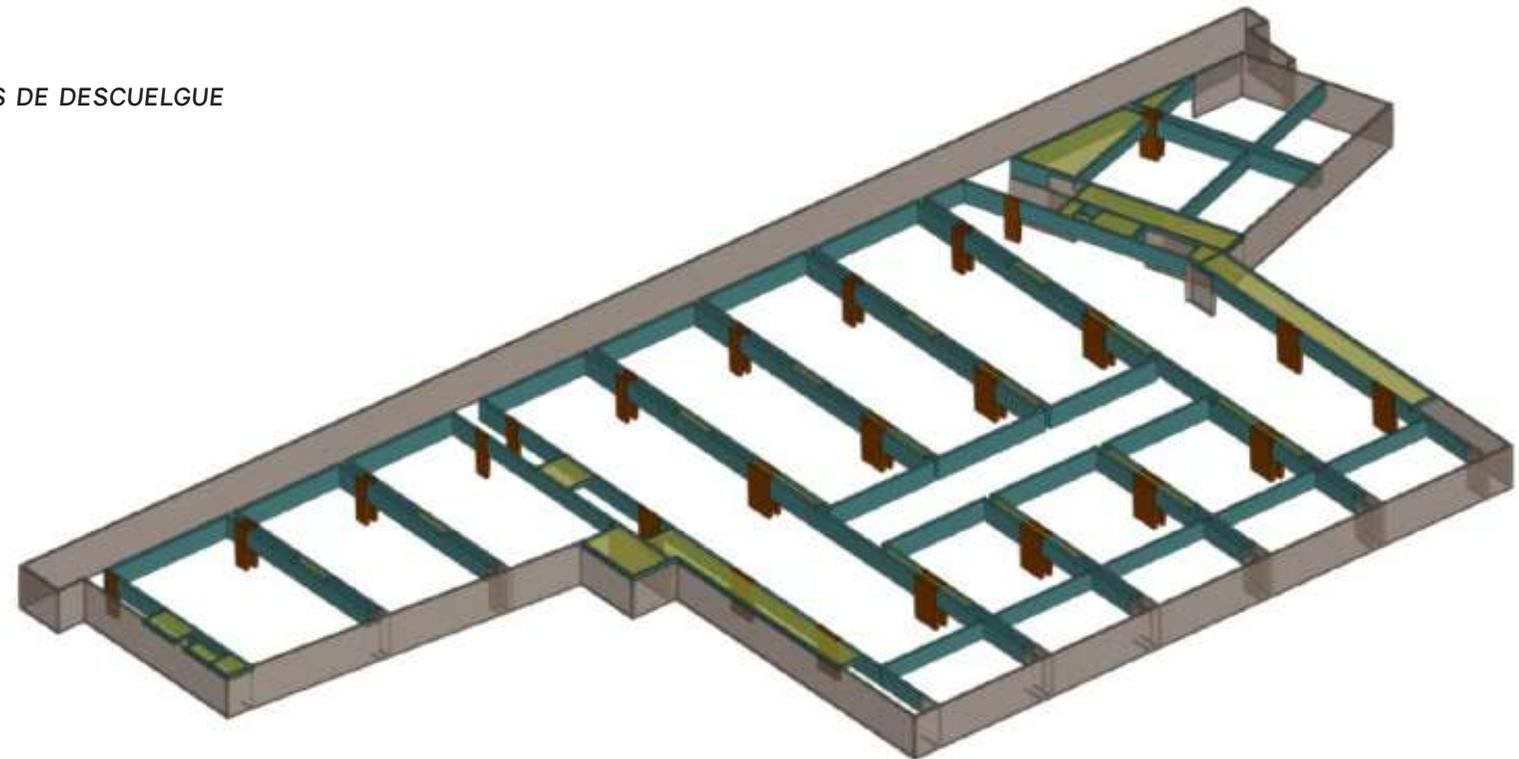
IMAGEN 14: Esquema en sección del pórtico de geometría simplificada de vigas planas para la introducción en Cypecad sobre el pórtico con la geométrica real



MODELO INICIAL, CON VIGAS DE SECCIÓN VARIABLE



MODELO DE CÁLCULO FINAL, CON VIGAS DE DESCUELGUE PLANAS



A pesar de lo comentado, y aunque el modelo se calculará de forma general con la opción simplificada de vigas de descuelgue planas, retomaremos la opción de modelar las vigas mediante secciones variables en un único pórtico. Así comprobaremos y compararemos los resultados y los armados.

Otros aspecto a comentar sobre el proceso de modelado, es que en las vigas de borde de los forjados de losa alveolar, que se ubican entre módulos estructurales, se han colocados uniones articuladas con el fin de simular el efecto de la junta estructural que discurre entre cada una de estas cajas estructurales

ANÁLISIS DE RESULTADOS: VERIFICACIONES ELS

Tras realizar el primer calculo de la estructura salieron varios errores que se solucionaron rápidamente. Sin embargo aun el modelo de cype tiene un aviso relativo al uso de estribos en ciertos tramos de las vigas con diámetro 16, el cual no se ha solucionado por no considerarse un problema como tal.

Vigas

Dado que las vigas son similares por grupos, comprobaremos una de cada grupo.

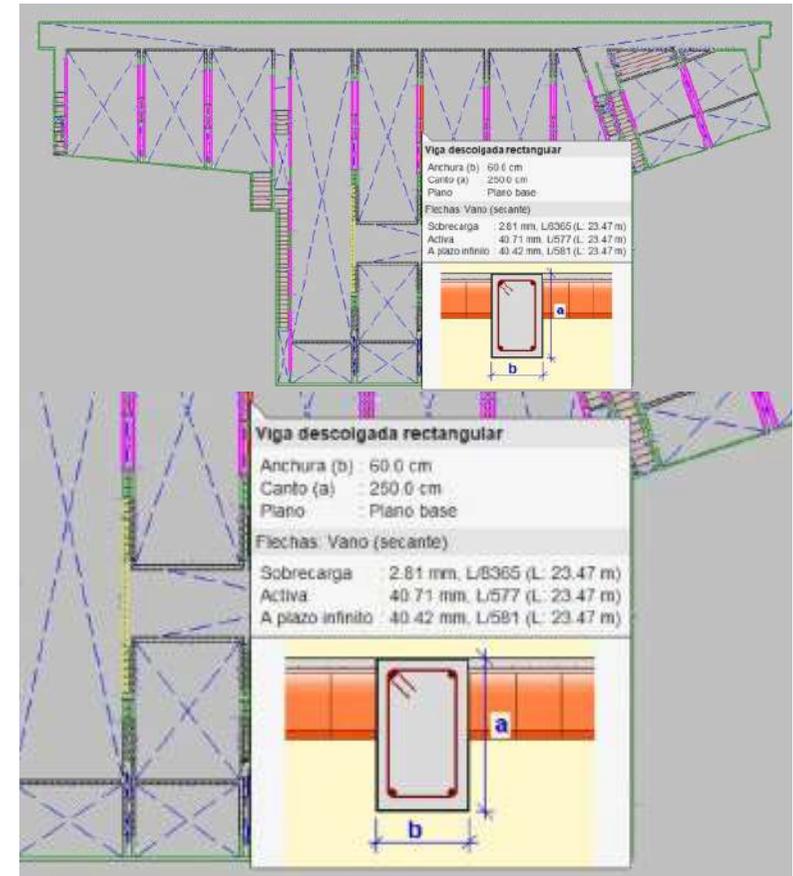
Grupo 1: Vigas entre eje A y B:

Comprobamos la viga del pórtico 6A por ser la misma que el del modelo láminar y poder comparar resultados.

Vemos que nos da los siguientes resultados:

$$f_a = 40,71 \text{ mm (L/577)} < 58,57 \text{ cm (L/400)} \quad \text{CUMPLE}$$

$$f_t = 40,42 \text{ mm (L/581)} < 78,23 \text{ (L/300)} \quad \text{CUMPLE}$$



Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"

La flecha máxima se produce en la sección "11.47 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Cargas muertas - Tabiquería+Cargas muertas - Pavimento+Sobrecarga de uso

$$f_{a,max} \leq f_{a,lim}$$

$$40.71 \text{ mm} \leq 58.67 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$f_{a,lim}$: límite establecido para la flecha activa

$$f_{a,lim} : 58.67 \text{ mm}$$

$$f_{a,lim} = L/400$$

$$L : 23.47 \text{ m}$$

L: longitud de referencia

$f_{a,max}$: flecha activa máxima producida a partir del instante "3 meses"

$$f_{a,max} : 40.71 \text{ mm}$$

Flecha producida a partir del instante "3 meses", calculada como la diferencia entre la flecha total máxima y la flecha producida hasta dicho instante ($f(L,t_3)$)

Flecha total a plazo infinito para la combinación "Cuasipermanente" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "11.28 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Cargas muertas - Tabiquería+Cargas muertas - Pavimento+0.3Sobrecarga de uso

$$f_{t,max} \leq f_{t,lim}$$

$$40.42 \text{ mm} \leq 78.23 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$f_{t,lim}$: límite establecido para la flecha total a plazo infinito

$$f_{t,lim} : 78.23 \text{ mm}$$

$$f_{t,lim} = L/300$$

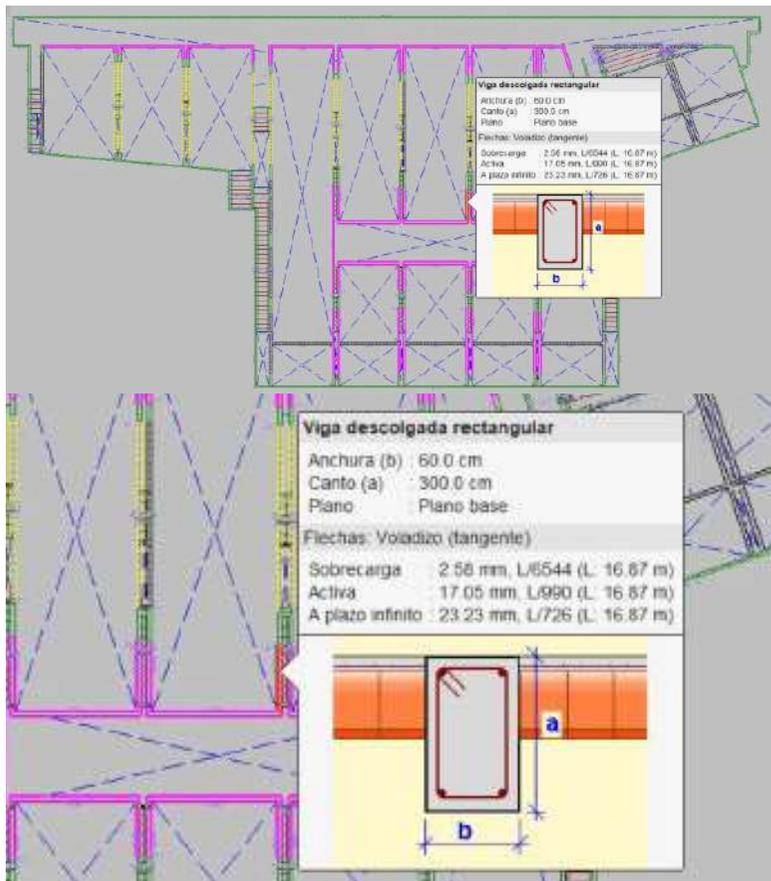
$$L : 23.47 \text{ m}$$

L: longitud de referencia

$f_{t,max}$: valor máximo de la flecha total

$$f_{t,max} : 40.42 \text{ mm}$$

Flecha total a plazo infinito



Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"
Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"

La flecha máxima se produce en la sección "0.00 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Cargas muertas - Tabiquería+Cargas muertas - Pavimento+Sobrecarga de uso

| | |
|--|------------------------------|
| $f_{s,max} \leq f_{s,lim}$ | 17.05 mm ≤ 42.18 mm ✓ |
| $f_{s,lim}$: límite establecido para la flecha activa | $f_{s,lim} = 42.18$ mm |
| $f_{s,lim} = L/400$ | |
| L: longitud de referencia | L: 16.87 m |
| $f_{s,max}$: flecha activa máxima producida a partir del instante "3 meses" | $f_{s,max} = 17.05$ mm |

Flecha total a plazo infinito para la combinación "Cuasipermanente" de acciones
Flecha total a plazo infinito para la combinación "Cuasipermanente" de acciones

La flecha máxima se produce en la sección "0.00 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Cargas muertas - Tabiquería+Cargas muertas - Pavimento+0.3Sobrecarga de uso

| | |
|--|------------------------------|
| $f_{t,max} \leq f_{t,lim}$ | 23.23 mm ≤ 56.25 mm ✓ |
| $f_{t,lim}$: límite establecido para la flecha total a plazo infinito | $f_{t,lim} = 56.25$ mm |
| $f_{t,lim} = L/300$ | |
| L: longitud de referencia | L: 16.87 m |
| $f_{t,max}$: valor máximo de la flecha total | $f_{t,max} = 23.23$ mm |

Recordemos que esta misma viga, en el calculo laminar daba las siguientes flechas:

$$f_t = 3.70 < (L/500 + 1cm) \rightarrow 3.70 < 4.8$$

$$f_a = 2.60 < (L/400) \rightarrow 2.60 < 5.9$$

Comparando ambos resultados, vemos que las vigas con su geometría real, son mucho más favorables que el modelo de calculo de Cypecad, por lo que podemos concluir que las comprobaciones hechas sobre este ultimo, serán extrapolables al modelo real con mejores resultados.

Grupo 2: Vigas en ménsula

Comprobamos la viga en ménsula del pórtico 6B por ser la que tiene la mayor luz en voladizo (8,40m desde eje de pilar).

Vemos que nos da los siguientes resultados:

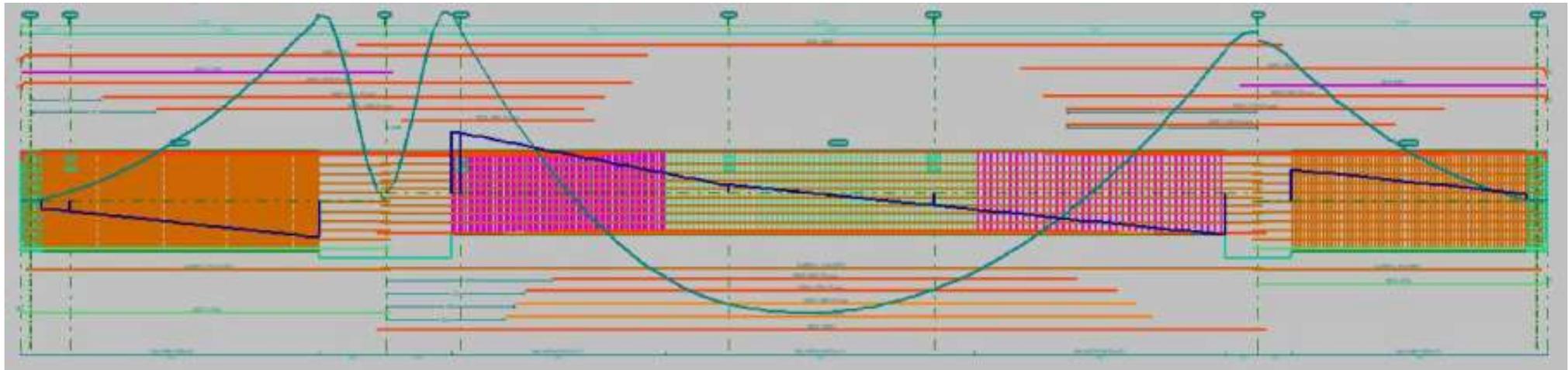
$$f_a = 17,05 \text{ mm } (L/990) < 42.18 \text{ cm } (L/400) \quad \text{CUMPLE}$$

$$f_t = 23,23 \text{ mm } (L/726) < 56.25 \text{ mm } (L/300) \quad \text{CUMPLE}$$

A continuación, podemos ver una detalle de alzado del pórtico 6B, donde posemos ver la gráficas de esfuerzos que sobre el voladizo analizado y sobre la viga central, similar a la analizada en el punto anterior, en el grupo 1:

· En azul, diagrama de cortantes

· En verde, diagrama de momentos flectores



Grupo 3: Vigas entre los ejes C y D

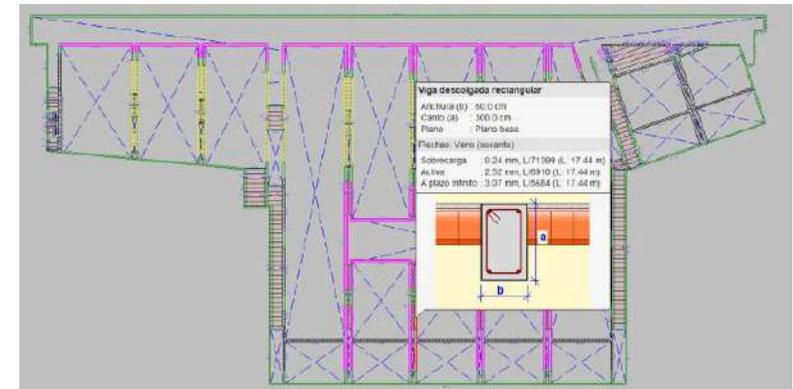
Comprobamos la viga en ménsula del pórtico 6A, ya que siendo todas idénticas, por pequeñas impresiones del modelado en Cypecad, esta es nimia-mente más desfavorable.

Vemos que nos da los siguientes resultados:

$$f_a = 2,52 \text{ mm (L/6910)} < 43,60 \text{ cm (L/400)} \quad \text{CUMPLE}$$

$$f_t = 3,07 \text{ mm (L/5684)} < 58,13 \text{ (L/300)} \quad \text{CUMPLE}$$

Al igual que en las vigas revisadas anteriormente, vemos que esta cumple sobradamente, siendo este caso, el que con más margen cumple las solicitaciones. Se podría optar por reducir las dimensiones de la estructura y de esta forma conseguir un mayor aprovechamiento de las secciones, no obstante, como explicamos en el capítulo 1, estas medidas se corresponden a decisiones de proyecto, por lo que no reduciremos las dimensiones de las vigas.



Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"
Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"

La flecha máxima se produce en la sección "9,09 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Cargas muertas - Tabiquería+Cargas muertas - Pavimento+Sobrecarga de uso

| | |
|--|---------------------------------|
| $f_{t,3mes} \leq f_{l,3mes}$ | 2.52 mm ≤ 43.60 mm ✓ |
| $f_{l,3mes}$: limite establecido para la flecha activa | $f_{l,3mes} = 43,60 \text{ mm}$ |
| $f_{l,3mes} = L/400$ | $L = 17,44 \text{ m}$ |
| L: longitud de referencia | $f_{a,3mes} = 2,52 \text{ mm}$ |
| $f_{a,3mes}$: flecha activa máxima producida a partir del instante "3 meses" | |
| Flecha producida a partir del instante "3 meses", calculada como la diferencia entre la flecha total máxima y la flecha producida hasta dicho instante (f(t...)) | |

Flecha total a plazo infinito para la combinación "Cuasipermanente" de acciones
Flecha total a plazo infinito para la combinación "Cuasipermanente" de acciones

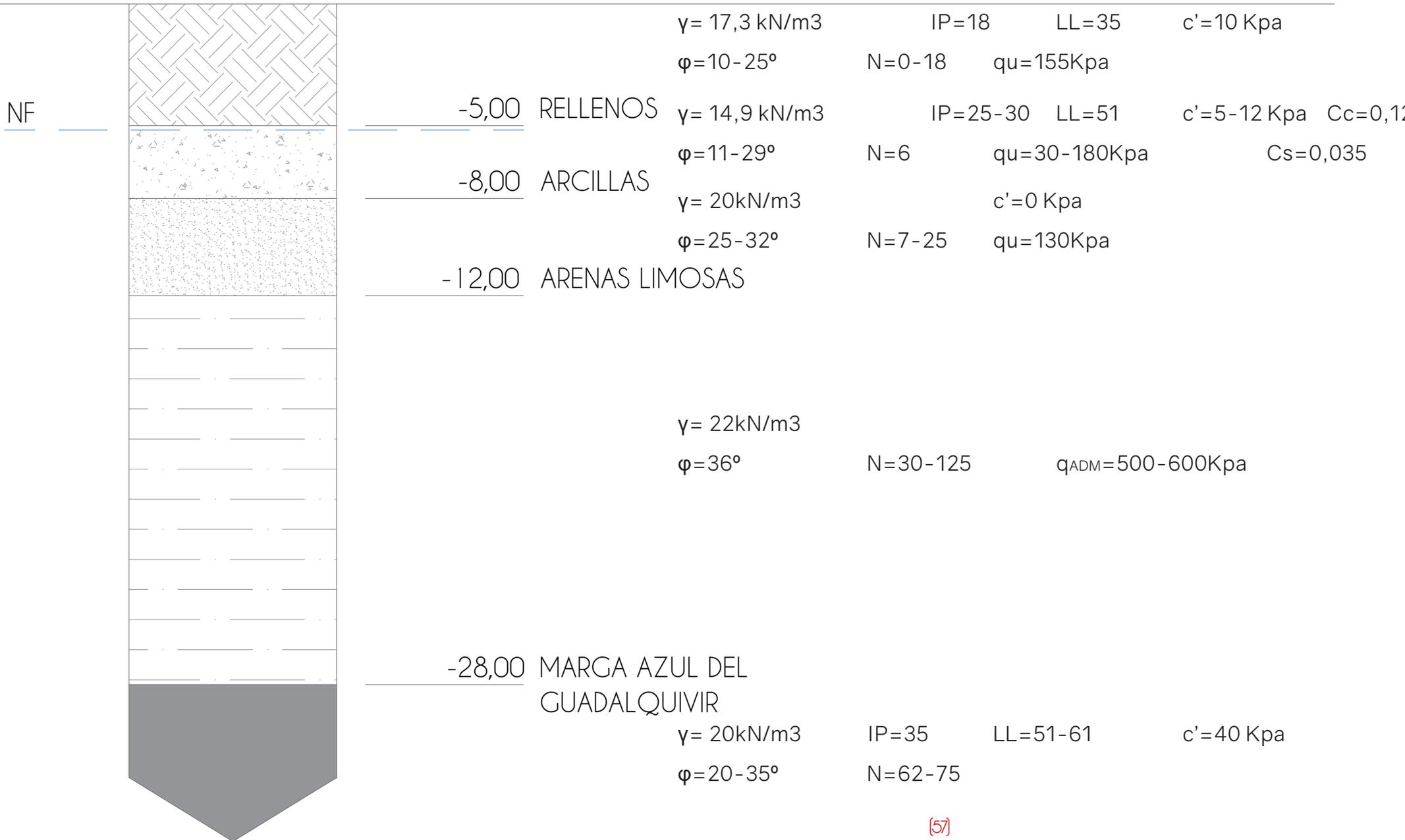
La flecha máxima se produce en la sección "8,78 m" para la combinación de acciones: Peso propio+Cargas muertas - Tabiquería+Cargas muertas - Pavimento+0,35Sobrecarga de uso

| | |
|--|--------------------------------|
| $f_{t,inf} \leq f_{l,inf}$ | 3.07 mm ≤ 58.13 mm ✓ |
| $f_{l,inf}$: limite establecido para la flecha total a plazo infinito | $f_{l,inf} = 58,13 \text{ mm}$ |
| $f_{l,inf} = L/300$ | $L = 17,44 \text{ m}$ |
| L: longitud de referencia | $f_{t,inf} = 3,07 \text{ mm}$ |
| $f_{t,inf}$: valor máximo de la flecha total | |

3. CIMENTACIONES

3.1 DATOS PREVIOS: ESTUDIO GEOTÉCNICO

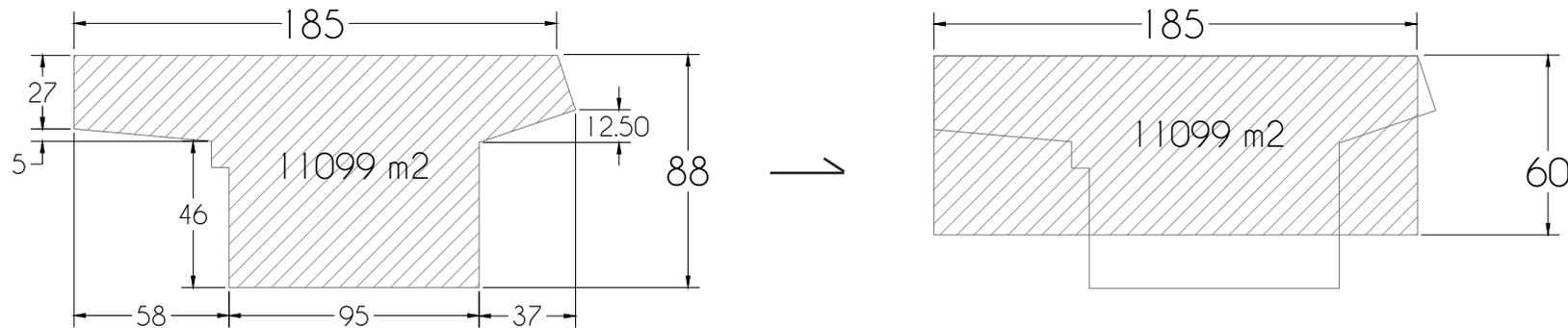
+0,00 SUPERFICIE



3.2 CUESTIONES PREVIAS A LAS COMPROBACIONES

GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN

Para el cálculo de la cimentación, vamos a simplificar su geometría, poligonal, deduciendo una losa rectangular de la misma superficie.



CARGAS DEL EDIFICIO

Lo más adecuado a la hora de conocer los esfuerzos que nuestro edificio genera sobre la cimentación sería calcular el axil resultante en la base de cada uno de los soportes para poder realizar una estimación de la presión transmitida al terreno y de los momentos existentes. Sin embargo, este proceso puede llegar a ser muy tedioso, por lo que se simplificará. Se realizará una estimación aproximada de cargas.

El edificio tiene distintas cargas según la terminación y el uso de las cubiertas, debido principalmente a las diferencias de altura. Se calcula la carga superficial que transmite cada cubierta y el porcentaje de la superficie total que le corresponde a cada uno. De este modo, podemos sacar la carga superficial total en proporción a las cargas transmitidas por cada terminación de la misma. Para ello sólo tendremos en cuenta el peso propio del edificio, incluyendo el de la losa de cimentación:

| CARGAS AL TERRENO | | | | | |
|--------------------|------------------------|------------|------------|------------------------------|-------------------------|
| TIPO | | SUPERFICIE | PROPORCIÓN | PRESIÓN (kN/m ²) | CONJUNTO PROPORCIONADO |
| PERMANENTES | | | | | |
| Cubierta | G1 Lámina de agua | 2551 | 22.98% | 4.45 | 6.84 kN/m ² |
| | G2 Transitable pública | 1172 | 10.55% | 3.00 | |
| | G3 Vegetal | 1969 | 17.74% | 25.50 | |
| | G4 Tráfico rodado | 3119 | 28.10% | 3.50 | |
| | Huecos | 2288 | 20.61% | 0 | |
| Estructura | E1 Fojado Viga Bóveda | 7490 | 85% | 13.95 | 12.98 kN/m ² |
| | E2 Forjado Alveolar | 1321 | 15% | 7.5 | |
| | E3 Losa | 11099 | 100% | 17.5 | 17.50 kN/m ² |
| SOBRECRAGAS DE USO | | | | | |
| Cubierta | Q1 Mantenimiento | 4520 | 40.72% | 1 | 2.34 kN/m ² |
| | Q2 Transitable público | 1172 | 10.55% | 5 | |
| | Q3 Tráfico rodado | 3119 | 28.10% | 5 | |
| | Huecos | 2288 | 20.61% | 0 | |
| Sótano | Q4 Parking | 11088 | 100% | 2 | 2.00 kN/m ² |
| TOTAL | | | | | 41.66 kN/m ² |

MEMORIA DE CONSTRUCCIÓN

1.2 DESCRIPCIÓN DE SOLUCIONES ADOPTADAS

CERRAMIENTOS

En este punto definiremos las soluciones tomadas en los cerramiento verticales de la envolvente del edificio. En el caso del aparcamiento, esta envolvente es inexistente debido a la naturaleza de su uso y a su condición de aparcamiento abierto al exterior. No obstante englobaremos en este apartado los elementos de cerramiento de su "envolvente volumétrica", que son eminentemente elementos estructurales vistos. De esta forma diferenciaremos entre cerramientos de envolvente **C** y cerramiento volumétricos **CV**

CV 01 VIGA DE ATADO VISTA

Siguiendo la lógica constructiva del edificio, los vigas de hormigón se van a ejecutar en la fase de ejecución de la estructura, y su acabado quedará tal cual salga de esta fase.

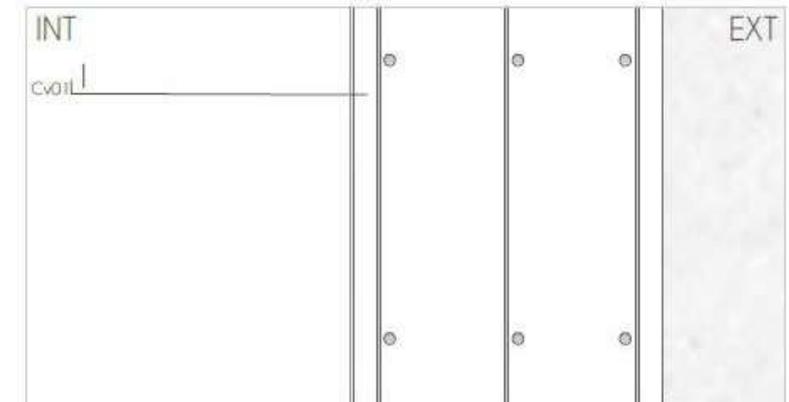
CARA INTERIOR

El acabado destacará por las marcas propias del encofrado. Se ha optado por emplear un encofrado normalizado de aluminio de módulos reutilizables o FSF. Se escoge esta opción por la velocidad y facilidad del proceso de ejecución en geometrías simples y obras de gran envergadura como esta. Se consiguen unos acabados lisos en la superficie y permite paños de encofrado grandes. Por las dimensiones en altura del paño de encofrado, no serán necesarios tensores de encofrado.

CARA EXTERIOR

En el proceso de encofrado se añadirá el molde de textura SINGAPUR de la casa NOE para conseguir un patrón rayado lineal. Este sistema es modular y las justas de las estera quedan disimuladas en el patrón. Rayado del patrón en disposición horizontal. Dimensiones de

CV 01



CV 01 - FACHADA DE HORMIGÓN VISTA

- Viga de Hormigón Armado HA-30/B/25/1/a (220x40 mm). Ejecutada in situ encofrado con sistema modular metálico FSF. Acabado liso al interior propio de encofrado. Acabado exterior estampado con patrón de rayado lineal de molde NOE SINGAPUR de 1500 x 4000 mm, disposición vertical, fijado al interior del módulo se encofrado.

EXIGENCIA DE IMPERMEABILIDAD: R1+C2; Desestimamos medida recomendada R1. Al ser una fachada de una estructura que cubre un espacio exterior, consideramos que con la exigencia C2, cumplimos los niveles exigibles de impermeabilidad. Desestimamos medida recomendada R1

TRANSMISIÓN DE CÁLCULO: No pertenece a envolvente térmica

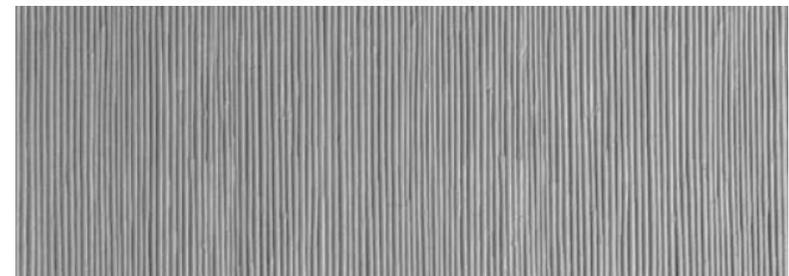
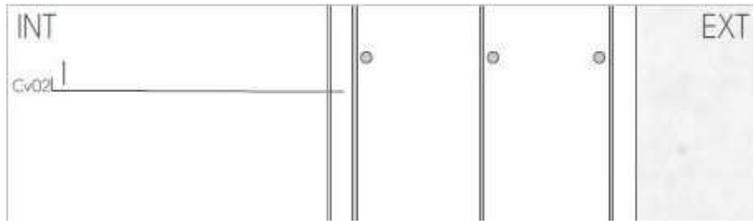


IMAGEN 3: Acabado del molde NOE SINGAPUR.

CV 02



CV 02 - FACHADA DE HORMIGÓN VISTA

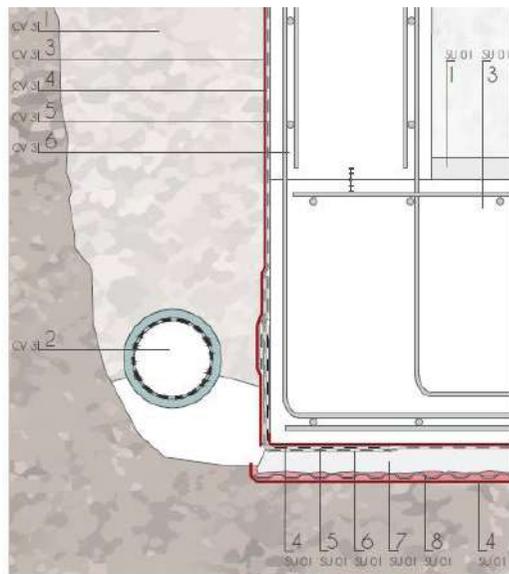
1. Pantallas con arco de hormigón Armado HA-30/B/25/1a (220x40 mm). Ejecutada in situ encofrado con sistema modular metálico FSF. Perfilado de bordes del pasatubos de los tensores de encofrado y hueco rellenos con mortero monocompente. Acabado liso en ambas caras.

IMPORTANTE: La disposición de juntas de hormigonado y de tensores de encofrado se muestra en el plano de detalles de armada y de proceso de encofrado.

EXIGENCIA DE IMPERMEABILIDAD: R1+C2: Desistimos medida recomendada R1. Al ser una fachada de una estructura que cubre un espacio exterior, consideramos que con la exigencia C2, cumplimos los niveles exigibles de impermeabilidad. Desistimos medida recomendada R1

TRAMITANCIA DE CÁLCULO: No pertenece a envolvente térmica

CV 03



CV 03 - MURO DE SÓTANO DE HORMIGÓN

1. Encachado de grava (D1)
2. Tubo corrugado y perforado Ø125 de Polietileno PP flexible, para drenaje perimetral (D3)
3. Lámina de protección geotextil de polipropileno
4. Lámina de impermeabilización de capa de Betún modificado con elastómero SBS, LMB(SBS)-4-PP, e=4mm. Protección en esquinas y bordes con remate de doble lámina superpuesta.
5. Fijación con emulsión asfáltica aniónica tipo EB
6. Muros de sótano de hormigón e=40 cm HA30/ B / 15 / IIa ejecutada in situ y encofrada con sistema metálico FS. Juntas de encofrado perfiladas cada 2,50m, acabado liso. Huecos de pasatubos sellados con dispositivo impermeabilizante plástico de sellado por rosca expansiva

EXIGENCIA DE IMPERMEABILIDAD: II+I3+D1+D3

TRAMITANCIA DE CÁLCULO: No pertenece a la envolvente térmica

estera: 1500 x 4000 mm

Viga de hormigón e=40 cm HA40/ B / 15 / IIa ejecutado in situ y encofrado con sistema metálico FSF, visto en su cara interior y estampado en cara exterior con el molde NOE SINGAPUR 1500 x 4000 mm

CV 02 PANTALLA DE HORMIGÓN

Se ejecutarán en la fase de estructura hormigón.

CARA INTERIOR Y EXTERIOR

Para su ejecución se ha optado por emplear un encofrado normalizado de aluminio de módulos reutilizables o FSF. Debido a las dimensiones, se disponen juntas de hormigonado para realizar el vertido por tramos. Estas juntas serán visibles y se disponen en la unión de arranque de los arcos con los pilares apantallados y en dirección de las dovelas, para asegurar un correcto funcionamiento de la estructura. Se mantendrá el acabado liso de la superficie propio de e sistema de encofrado. Por la altura de los muros, serán necesarios tensores en el encofrado.

Pantallas con arcos de hormigón e=50 cm HA30/ B / 15 / IIa ejecutado in situ y encofrado con sistema metálico FSF, visto en ambas caras. Perfilado de bordes del pasatubos y hueco rellenos con mortero monocompente.

CV 03 MURO DE SÓTANO DE HORMIGÓN

Se ejecutarán en la fase de estructura hormigón.

CARA EN CONTACTO CON EL TERRENO

Terminada con un recubrimiento de láminas asfáltica de Betún modificado con elastómero de e=4mm para la impermeabilización. Estas estarán protegidas del terreno por una lámina geotextil de polipropileno y fijadas con una imprimación de emulsión asfáltica

CARA INTERIOR.

Para su ejecución se emplea un sistema normalizado encofrado de módulos aluminio de módulos reutilizables para muros de sótano. Para la ejecución de estos muros se dispondrá una junta de encofrado perfilada y repartida de forma uniforme cada 2,50m. Las múltiples juntas de hormigonado resultantes del proceso de ejecución por bataches, se dispondrán coincidentes con las de encofrado allí donde hiciera falta. y. Se mantendrá el acabado liso de la superficie

propio de estas sistema de encofrado.

Muros de sótano de hormigón $e=40$ cm HA30/ B / 15 / IIa ejecutado in situ y encofrado con sistema metálico FS. Juntas de encofrado perfiladas cada 2,50m, acabado liso. Huecos de pasatubos sellados con dispositivo impermeabilizante plástico de sellado por rosca expansiva. Impermeabilización de láminas asfáltica de Betún modificado con elastómero de $e=4$ mm fijadas con una imprimación de emulsión asfáltica; láminas protegidas por lámina geotextil del drenaje de encarchado de grava.

C 01 MURO DE SÓTANO DE HORMIGÓN DE ENVOLVENTE

La hoja portante se ejecutará en la fase de estructura hormigón.

CARA EN CONTACTO CON EL TERRENO

Se dispondrá el aislamiento térmico de paneles rígidos de poliestireno extruido por el exterior del muro para evitar puentes térmicos con el forjado. Bajo el aislamiento habrá un recubrimiento de láminas asfáltica de Betún modificado con elastómero de $e=4$ mm para la impermeabilización. Estas estarán protegidas del por una lámina geotextil de polipropileno y fijadas con una imprimación de emulsión asfáltica

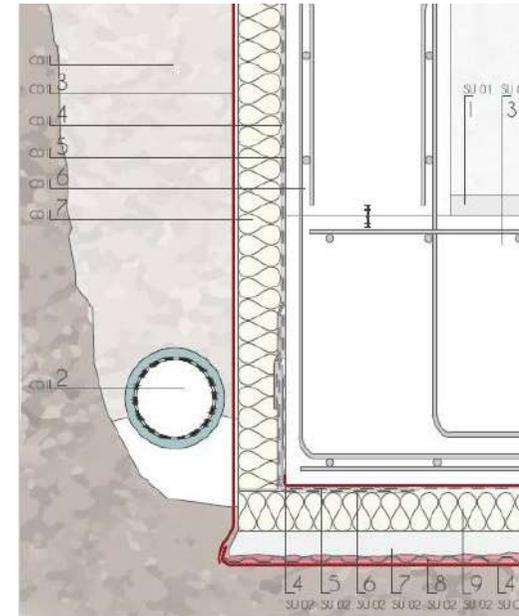
CARA INTERIOR.

Para su ejecución se emplea el mismo sistema de construcción por batches y encofrado por un sistema normalizado de módulos aluminio del muro de sótano anteriormente descrito, por lo que se dispondrán juntas con la misma lógica.

Muros de sótano de hormigón $e=40$ cm HA30/ B / 15 / IIa ejecutado in situ y encofrado con sistema metálico FS. Juntas de encofrado perfiladas cada 2,50m, acabado liso. Huecos de pasatubos sellados con dispositivo impermeabilizante plástico de sellado por rosca expansiva. Impermeabilización de láminas asfáltica de Betún modificado con elastómero de $e=4$ mm fijadas con una imprimación de emulsión asfáltica. Aislamiento en cara en contacto con el terreno, sobre impermeabilización, de paneles rígidos poliestireno expandido de 830×600 $e=120$ mm. Láminas y aislamiento protegidas por lámina geotextil del drenaje de encarchado de grava.

C 02 CERRAMIENTO DE PANEL SATE

La hoja portante serán muros de hormigón armado o vigas de atado, en ambos casos de 40cm de espesor y HA30/ B / 15 / IIa ejecutado in situ. Siguiendo la lógica constructiva del



C 01 - MURO DE SÓTANO DE HORMIGÓN.

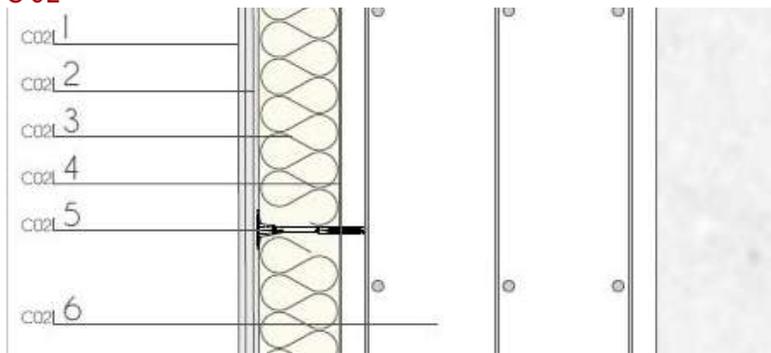
1. Encarchado de grava (D1)
2. Tubo corrugado y perforado $\varnothing 125$ de Polietileno PP flexible, para drenaje perimetral (D3)
3. Lámina de protección geotextil de polipropileno
4. Lámina de impermeabilización de capa de Betún modificado con elastómero SBS, LMB(SBS)-4-FP, $e=4$ mm. Protección en esquinas y bordes con remate de doble lámina superpuesta.
5. Fijación con emulsión asfáltica aniónica tipo E8
6. Muros de sótano de hormigón $e=40$ cm HA30/ B / 15 / IIa ejecutado in situ y encofrado con sistema metálico FS. Juntas de encofrado perfiladas cada 2,50m, acabado liso. Huecos de pasatubos sellados con dispositivo impermeabilizante plástico de sellado por rosca expansiva
7. Aislamiento térmico en panel rígido de poliestireno extruido de superficie rugosa acanalada: 800×600 mm, de $e=120$ mm; Resistencia a compresión >300 kPa; Conductividad térmica: $0,034$ W/(mK); Euroclase tipo E de resistencia al fuego, paneles de 800×630 mm

EXIGENCIA DE IMPERMEABILIDAD: I1+I3+D1+D3



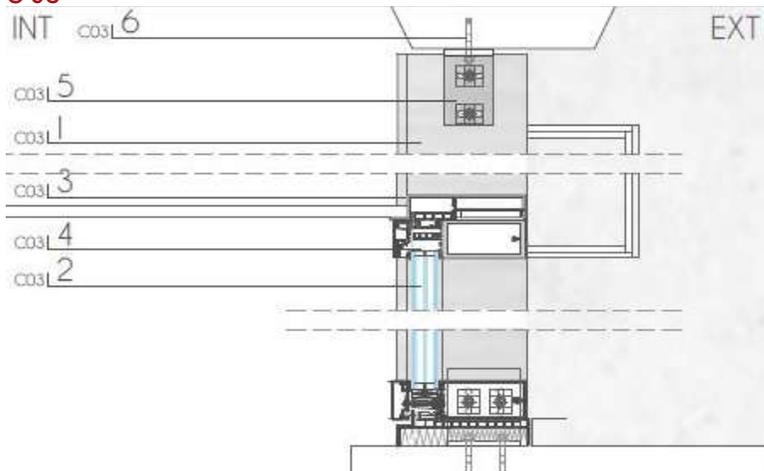
IMAGEN 4: Acabado del panel de grc LINEAL de EQUITONE

C 01

C 02**C 02 - SISTEMA DE ENVOLVENTE Y FACHADA CON AISLAMIENTO EXTERIOR.**

1. Mortero de cemento gris con tratamiento hidrofugante. Acabado con barrido en fresco horizontal.(R1)
2. Malla antiálcalis de fibra de vidrio para armar morteros de 4 x 4mm de luz de mallaado.
3. Aislamiento térmico en panel rígido de poliestireno extruido de superficie rugosa ocanalada 800 x 600mm. de e=120mm ; Resistencia a compresión >300 kPa; Conductividad térmica 0,034 W/(mK) ; Euroclase tipo E de resistencia al fuego, paneles de 800x630 mm
4. Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.
5. Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad para fijación mecánica de los paneles aislantes.
6. Viga de Hormigón Armado HA-30/B/25/1a (220x40 mm). Ejecutada in situ encofrado con sistema modular metálico FSF, acabado liso.(C2)

EXIGENCIA DE IMPERMEABILIDAD: R1+C2

TRANSMITANCIA DE CÁLCULO: 0,29 W/m²k**C 03****C 03 - CERRAMIENTO DE MURO CORTINA.**

1. Montante de 52 mm de aluminio anodizado gris. Sistema CORTIZO TP 52
2. Acristalamiento triple 6+6+8. Vidrio interior y exterior de baja emisividad térmica. Cámaras de argón.
3. Perfil prefabricado de acero galvanizado de premarco-dintel para recepción de terminación de vuelo exterior
4. Travesaño de 52 mm de aluminio anodizado gris. Sistema CORTIZO TP 52. Sellado de silicona perimetral incorporado en juntas y rotura del puente térmico
5. Escuadra reforzada de acero galvanizado 70x70 mm; clase A1 de reacción al fuego, a) hembra de la escuadra puntual para unión rígida con viga HA; b) hembra de la escuadra lineal, desplazamientos con respecto al muro cortina permitidos.

edificio, los vigas de hormigón se van a ejecutar en la fase de ejecución de la estructura.

CARA INTERIOR

No será visible. En todas las aplicaciones esta cara encerrará un espacio destinado al paso de instalaciones. Acabado liso propio del encofrado.

CARA EXTERIOR

Sobre la hoja portante se dispondrá un sistema de aislamiento térmico exterior. El aislante serán paneles rígidos de poliestireno expandido de 830x600 e=120mm fijados con mortero y clavos de polimero. Las juntas de entrepanelado se sellan con masilla elastómera mocomponente. Sobre el panelado una malla de refuerzo de fibra de vidrio con una capa mortero reforzado con fibras. Para el acabado final, una capa de mortero de cemento con acabado barrido similar al efecto conseguido con el hormigón estampado del CV 01. Franjas del cepillado en horizontal.

Muro de hormigón e=40 cm HA40/ B / 15 / IIa ejecutado in situ y encofrado con sistema metálico FSF, visto en su cara interior. Cara exterior con SATE de paneles rígidos poliestireno expandido de 830x600 e=120mm con acabado de mortero gris hidrófugo barrido.

C 03 CERRAMIENTO DE MURO CORTINA**CARA INTERIOR Y EXTERIOR**

Se recurre e un sistema de muro cortina (CORTIZO TP 52) para las fachadas noroeste y sureste del Pabellón. Los montantes verticales de 52 mm se anclan al suelo estructural del Pabellón y al eje del núcleo resistente inferior de la primera viga cajón de cada lado de la fachada. Esta estructura tiene una altura de 3,50 m desde el anclaje inferior al superior, con montantes horizontales de 52mm de ancho en el arranque y a una altura de 2,50, quedando solo este tramo como cerramiento acristalado 6+6+8 y carpintería de aluminio anodizado con RPT. Los vidrios serán fijos y practicables, a atención del detalle de fachadas.

CARA INTERIOR

En la superficie restante del muro cortina que no esta acristalada, se dispondrá una superficie de paneles de madera cemento VIROC de 2000x650 mm para ocultar el hueco destinado al paso de instalaciones e integrar los difusores de climatización. Este panelado se montará sobre una subestructura de perfiles de aluminio unidos a la propia estructura del muro cortina.

Sistema de muro cortina CORTIZO TP 52 de montantes y travesaños de aluminio anodizado COD.22GR y acristalamiento 6+12+8, visto en su cara exterior completo. En la cara interior, con más altura que la cara exterior, se superficie a cubrirá sobre parte superior de la superficie acristalada con un panelado de VIROC de 2500x650mm, con difusores integrados.

CP 04 MURO DE BLOQUE CERÁMICO

Para muros de cambio de sector y protección de locales de riesgo; la máxima resistencia al fuego exigida en nuestro edificio es de REI-120 y con una fábrica simple enfoscada en ambas caras de bloques térmocerámicos de 14cm de espesor y clase de reacción A1 al fuego, se logra una de REI-180 (Según tabla f.1 de Anejo F CTE DB-SI para fabricas de espesores comprendidos entre 110 y 200 mm). Aislamiento por el exterior con SATE, acabado y terminación de cerramiento similar a **C02**

CUBIERTAS

En este punto definiremos las soluciones de acabado tomadas en los cubiertas. Constructivamente tenemos 4 tipos de terminación de cubierta sobre 2 sistema de forjado: de vigas cajón o de losas alveolares. Sobre el garaje ninguna de las cubiertas lleva la capa de aislamiento térmico, siendo el restos de sus capas igual; las diferenciaremos en plano con CU 00 para el pabellón y CUG 00 para el garaje.

CU 01 ESTANQUES

Sobre el forjado estructural se dispondrá una capa de mortero para la formación de pendiente, con sentido de evacuación de aguas hacia el paseo. Esta se servirá para los vaciados para mantenimiento de la piscina a través de la bomba de la depuradora, conectada a la red de saneamiento. La impermeabilización se hará mediante bandas de poliolefina termoplástica con acetato de vinil etileno suministrada en rollos de 20x2,5m, cuyas juntas se reforzaran con bandas de 15 cm del mismo material. Se acabara la superficie con mortero monocomponente y con pintura epoxi para facilitar la limpieza de los estanques y prevenir la adherencia de verdines

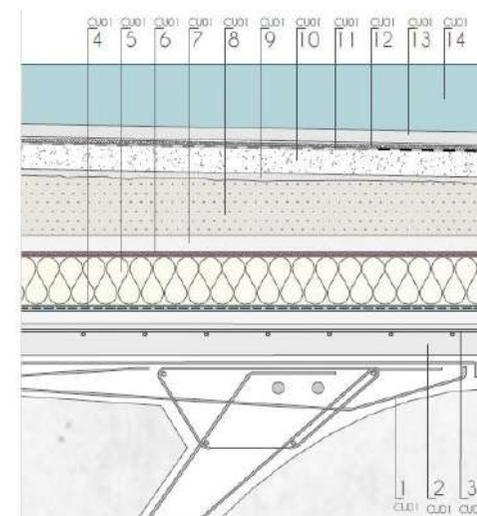
Cubierta plana no transitada preparada para la contención de balsa de agua. Con formación de pendiente al 1%, impermeabilizado para piscinas en láminas flexibles de doble hoja de poliolefina termoplástica con acetato de vinil etileno. Acabado con capa de protección de mortero y pintura antiadherente epoxi. Aislamiento colocado sobre forjado y protegido con geotextil en cara superior,

6. Perno de expansión de acero inoxidable.
7. Empotramiento de muro cortina en base mediante arranque embudo en montante. Escuadras de acero galvanizado 70x70 mm para sujeción; clase A1 de reacción al fuego. Unión rígida con estructura; hembra de la escuadra lineal, desplazamientos con respecto al muro cortina permitidos.

RESISTENCIA AL VIENTO: Según UNE-EN 13116 > APTO EXIGENCIA DE ESTANQUEIDAD: Clase REI500
 EXIGENCIA DE PERMEABILIDAD AL AIRE: Clase AE TRAMITANCIA DE CÁLCULO: 2,20 l/m²



IMAGEN 5: Acabado del panel de madera cemento VIROC

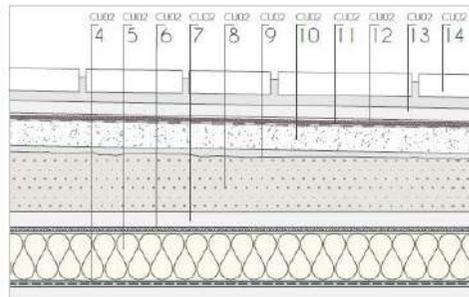


CU 01

1. Viga prefabricada tipo artesa 1200mm y 2500 de tablero.
2. Capa de compresión de mortero industrial para albañilería M5.
3. Mallazo de reparto 200x200, diametro 5 cm.
4. Lamina de bitun activado para formación de barrera de vapor, protegida en ambas caras por mortero pobre de limpieza a proporción 1/3
5. Aislamiento térmico en panel rígido de poliestireno extruido de superficie rugosa acanalada e=120 mm. : Resistencia a compresión >300 kPa; Conductividad térmica 0,034 W/(mK) ; Euroclase tipo E de resistencia al fuego.
6. Lamina de protección geotextil de fibras de poliester.
7. Capa separadora de protección de mortero industrial para albañilería de categoría M5.
8. Arcilla expandida para relleno y formación de pendiente según UNE-EN 13055-1.
9. Lechada de cemento para limpieza en proporción de 1/3
10. Capa de compresión de mortero industrial para albañilería, categoría M5 e=5 cm;
11. Lamina de impermeabilización especial para piscinas en láminas flexibles de doble hoja de poliolefina termoplástica con acetato de vinil etileno, Juntas protegidas con doble capa.
12. Mortero de protección y acabado industrial para albañilería, categoría M5 e=3 cm; terminación alisada
13. Capa de acabado de pintura de protección antiadherente epoxi.
14. Agua.

EXIGENCIA DE IMPERMEABILIDAD: Formación de pendiente + Barrera vapor y aislamiento térmico (cuando sean necesarios) + Impermeabilización especial reforzada de piscinas + Recogida y evacuación de aguas
 TRAMITANCIA DE CÁLCULO: 0,45 l/m²

CU 02



4. Lámina de Betún aditivado para formación de barrera de vapor, protegido en ambas caras por mortero pobre de limpieza a proporción $\frac{1}{3}$.
5. Aislamiento térmico en panel rígido de poliestireno extruido de superficie rugosa o canalada e=120 mm ; Resistencia a compresión >300 kPa; Conductividad térmica 0,034 W/(mK) ; Euroclase tipo E de resistencia al fuego.
6. Lámina de protección geotextil de fibras de poliester.
7. Capa separadora de protección de mortero industrial para albañilería de categoría M5.
8. Arcilla expandida para relleno y formación de pendiente según UNE-EN 13055-1.
9. Lechada de cemento para limpieza en proporción de $\frac{1}{3}$.
10. Capa de compresión de mortero industrial para albañilería, categoría M5 e=5 cm.
11. Lámina de impermeabilización de capa de Betún modificada con elastómero SBS, LMB(SBS)-4-FP.
12. Lámina de protección geotextil de fibras de poliester.
13. Mortero de agarre industrial para albañilería, categoría M5 e=3 cm.
14. Capa de acabado de adoquines de hormigón en composición multiformato. Piezas de 4x22cm, 14x16,5cm y 14x11 cm. Junta continua dispuesta ortogonal al eje del paseo

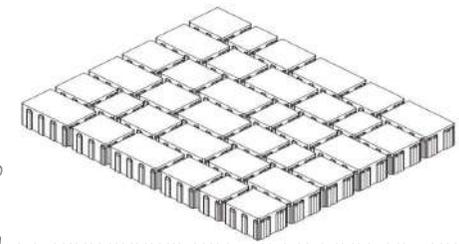
paneles rígidos poliestireno expandido de 830x600 e=120mm

CU 02 SUPERFICIE PEATONAL

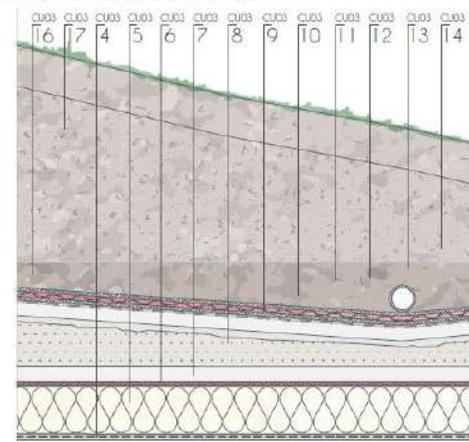
Cubierta plana preparada para el tránsito peatonal público. Recrecido de arcilla expandida compactada con formación de pendiente al 1%, impermeabilizado con láminas asfálticas de Betún modificado con elastómero de e=4mm, protegido por una lámina geotextil de polipropileno. Capa de mortero de protección y agarre para el acabado de adoquines de hormigón. Composición del adoquín multiformato, con piezas de 14x22cm, 14x16,5cm y 14x11cm. Junta continua dispuesta ortogonal al eje del paseo. Aislamiento colocado sobre forjado y protegido con geotextil en cara superior, paneles rígidos poliestireno expandido de 830x600 e=120mm



IMAGEN 6: Esquema de composición propuesto para el adoquinado



CU 03



4. Capa de betún para formación de barrera de vapor, protegido en ambas caras por mortero pobre de limpieza a proporción $\frac{1}{3}$.
5. Aislamiento térmico en panel rígido de poliestireno extruido de superficie rugosa o canalada e=120 mm. ; Resistencia a compresión >300 kPa; Conductividad térmica 0,034 W/(mK) ; Euroclase tipo E de resistencia al fuego.
6. Lámina de protección geotextil de fibras de poliester.
7. Capa separadora de protección de mortero industrial para albañilería de categoría M5.
8. Arcilla expandida para relleno y formación de pendiente según UNE-EN 13055-1.
9. Lechada de cemento para limpieza en proporción de $\frac{1}{3}$.
10. Capa de compresión de mortero industrial para albañilería, categoría M5 e=5 cm.
11. Lámina de impermeabilización de capa de betún modificada con elastómero SBS, LMB(SBS)-4-FP.
12. Lámina separadora geotextil de fibras de poliester.
13. Lámina drenante y filtrante de estructura nodular de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE).
14. Lámina separadora geotextil de fibras de poliester.
15. Tubo corrugado y perforado Ø80 de Polietileno PP flexible, para drenaje de jardineras. Protegido con capa geotextil.

CU 03 SUPERFICIE AJARDINADA

Cubierta plana no transitable preparada para el ajardinamiento. Recrecido de arcilla expandida compactada con formación de pendiente al 1%, impermeabilizado con láminas asfálticas de Betún modificado con elastómero de e=4mm, protegido por una lámina geotextil de polipropileno. Capa de mortero de protección bajo lamina dreante modular . Evacuacion de aguas por tubo drenante. Acabado con relleno de tierra vegetal para plantación de 0,8 a 1,4 m de espesor. Aislamiento colocado sobre forjado y protegido con geotextil en cara superior, paneles rígidos poliestireno expandido de 830x600 e=120mm

CU 04 TRÁFICO RODADO

Cubierta plana preparada para el tráfico rodado público de vehículos normales y pesados de hasta 300Kpa (Según la IAP-11 Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de carretera). Impermeabilización con láminas asfálticas de Betún modificado con elastómero de e=4mm, protegido por una lámina geotextil de polipropileno y una capa de hormigón de 15 cm. Acabado de asfalto alquitranado. Formación de pendiente mínima del 1% garantizada, natural del propio proceso de ejecución del asfaltado.

SUELOS

SU 01 SUELO HORMIGÓN PULIDO

Vamos a emplear este tipo de suelo en todo el edificio, ya que se adapta muy bien a los distintos tipos de usos y por ser un acabado de bajo coste y poco mantenimiento, así como muy resistente. Siendo un suelo adecuado en planta sótano, tanto para el aparcamiento como para la zona de uso público del Pabellón.

Se ejecutará directamente sobre la losa de cimentación, la cual estarán impermeabilizada con láminas de betún modificado con elastómero de $e=4\text{mm}$ para. Se fijarán al cemento de limpieza con una imprimación de emulsión asfáltica y se protegerán en su cara superior con geotextil.

Para mejorar la reflectividad y conseguir un espacio más luminoso en el interior, se espolvoreará durante el proceso de fratasado y pulido una capa de tinte en polvo blanco, para conseguir un tono de gris más claro. Sin embargo las calles de circulación rodado del parking tendrán el acabado de hormigón púlido sin tinter, de esta forma se marcarán los recorridos de circulación y se disimularán más las marcas de la rodadura en el tono más oscuro del hormigón sin tinter.

Para tinter los suelos de h. púlido que son contiguos a otros que no tendrán tinte sin mancharlos, se aprovecharán las fases de hormigonado del suelo. Estas fases serán necesarias por el tamaño de la superficie del aparcamiento y para aprovecharlas para este cometido, se organizarán las fases de tal forma que se ejecute siempre el suelo tintado de forma previa al sin tinter, protegiendo el suelo terminado con plásticos. Puesto que los suelos de carriles no se tintan y los suelos de las bandas de aparcamiento sí, una de las juntas de hormigonado siempre se darán a los extremos de los carriles de circulación.

Diferenciaremos los suelos de la siguiente manera: SU 01 A (tintado), SU 01 B (natural)

SU 01 A: 5cm de mortero directamente sobre cimentación para nivelar irregularidades y alisar. Acabado en pulido mediante paso de regla vibradora de nivelación y fratasadora para pulir. Durante paso de helicóptero espolvoreado de tinte blanco. Impermeabilización bajo cimentación con láminas de betún modificado

SU 01 B: 5cm de mortero directamente sobre cimentación para nivelar irregularidades y alisar. Acabado en pulido mediante paso de regla vibradora de nivelación y fratasadora para pulir. Impermeabilización bajo cimentación con láminas de betún modificado

SU 02 SUELO HORMIGÓN PULIDO SOBRE CIMENTACIÓN ENVOLVENTE

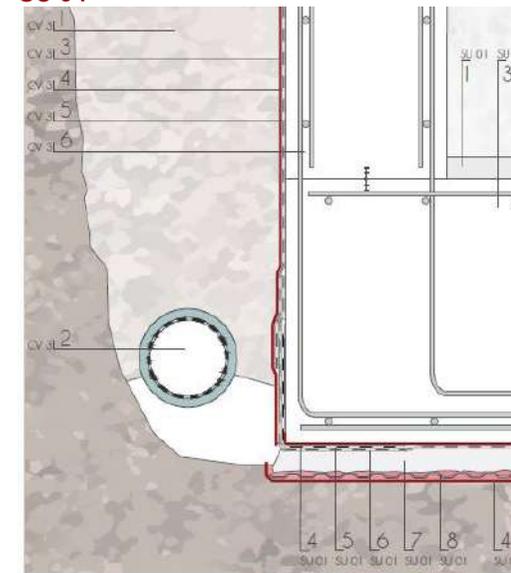
CU 03

16. Capa de grava
17. Tierra vegetal para plantación.

EXIGENCIA DE IMPERMEABILIDAD: Formación de pendiente + Barrera vapor y aislamiento térmico (cuando sean necesarios) + Impermeabilización + Recogida y evacuación de aguas

TRAMITANCIA DE CÁLCULO: $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

SU 01



SU 01 - SUELO DE HORMIGÓN PULIDO SOBRE CIMENTACIÓN.

1. Relleno de cemento para nivelado final $e=5 \text{ cm}$. Acabado en pulido mediante paso de fratasadora de disco plano y helicóptero para pulir. En aparcamiento cemento hidrofugante
2. Perfil de caucho expansivo para juntas de hormigonado. (S2)
3. Losa de cimentación $e=40 \text{ cm}$ HA30/ B/ 15 / Ila de retracción moderada. (C+C2)
4. Lámina de protección geotextil de polipropileno
5. Lámina de impermeabilización de capa de betún modificado con elastómero SBS, LMB(SBS)-4-FP, $e=4\text{mm}$. Protección en esquinas y bordes con remate de doble lámina superpuesta. (I2) Las láminas de losa y muro se superpondrán.(S1)
6. Fijación con emulsión asfáltica aniónica tipo EB
7. Capa de hormigón de limpieza $e=5 \text{ cm}$
8. Lámina drenante y filtrante de estructura nodular de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE). (D1)

EXIGENCIA DE IMPERMEABILIDAD: C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3

TRAMITANCIA DE CÁLCULO: No pertenece a la envolvente térmica

SU 02: Similar a SU 01, con aislamiento térmico fuera de impermeabilización. Consultar plano de detalles.

SU 02: 5cm de mortero directamente sobre cimentación para nivelar irregularidades y alisar. Acabado en pulido mediante paso de fratasadora de disco plano y helicóptero para pulir. Impermeabilización bajo cimentación con láminas de betún modificado. Aislamiento bajo impermeabilización, solo en los dos primeros metros desde borde con contacto del muro.

TECHOS

T 01 ACABADO DE ESTRUCTURA VISTA

Techo sin acabados. Forjado estructural visto, según proceda losa alverolar o Vigas-Bóveda de cajón.

T 02 FALSO TECHO LAMAS PARA EXTERIOR

Se montarán en bajo el voladizo exterior del pabellón. Se emplean para crear un falso techo ventilado a en el que se ubicarán las maquinas de climatización.

Falso techo de lamas acero de 100mm de ancho y separadas cada 50mm; montadas sobre rastreles de acaero galvanizado. Acabado lacado en gris

T 03 FALSO TECHO CONTINUO

Falso techo continuo de yeso blanco, colocado a 90 cm del forjado

PARTICIONES INTERIORES

En este punto definiremos las soluciones tomadas en las particiones interiores del edificio. Como hay varias combinaciones hoja soporte (P XX) y acabados (A XX), en el plano se identificaran las soluciones tomadas como una combinación de ambos nombres PXX-AXX

Para ello definiremos por un lado las hojas soporte o composición de la partición y por otro lado los acabados que puedan tener.

P 01 MURO DE BLOQUE CERÁMICO

Estos muros se emplearán para las particiones de locales de riesgo, escaleras de evacuación r. Con muros enfoscados en ambas caras de bloques térmocerámicos de

14cm de espesor y clase de reaccion A1 al fuego, se logra una de REI-180. La máxima resistencia al fuego exigida en nuestro edificio es de REI-120.

Partición interior de fábrica simple de bloques de termoarcilla de 30x14x19 cm de clase A1 de reacción al fuego. Enfoscado en ambas caras previo al acabado.(REI-180)

P 02 PARTICIÓN DE PLADUR

Tabique de placas de yeso laminado con estructura autoportante (25+125+25)/450. Placas de yeso de 25 mm (en aseos paneles dobles de resistencia al agua) sobre estructura de montantes de chapa de acero galvanizado de 125mm de ancho depuestos cada 450 mm. Juntas selladas con pasta

ACABADOS PARTICIONES

A 01 ESTAMPADO ENCOFRADO A RASTREL

Se dará un estampado de rastreles sobre un enfoscado de mortero. Listones de 20 cm de ancho

A 02 PANELADO DE GRC

Sobre una subestructura anclada a la estructura principal del edificio se dispondrá un panelado de GRC texturizado, el modelo LINEAL de la casa EQUITONE (color LT60). Los tamaños del panel empleado es de 3050 x 1220 mm e=10 mm, soportado por perfiles en L de acero galvanizado.

A 03 ALICATADO DE GRAN FORMATO

Superficie alicatada con porcelanato de NOX de URBATEK de 200x100 cm. Juntas y aplique con cemento adhesivo de fraguado rápido, C1. Se dispondran una única fila de piezas en vertical. La superficie restante de pared que quede sin alicatar, se enfoscará y pintará.

CARPINTERIAS

C 01 PUERTAS ACRISTALADAS RESISTENTES AL FUEGO C5-EI60



IMAGEN 7: Porcelanato de gran formato NOX de URBATEK grupo Porcelanosa. Dimensiones 200x 100 cm

| FICHA TÉCNICA | |
|--|---|
| CALIDAD | Acero S235JRQ2, según la EN 10025:1993 |
| PERFILES CONFORMADOS POR LAMINACIÓN EN FRÍO | Protección frente a la corrosión por el procedimiento Sendzmir (zincado en caliente) en las dos caras del perfil en los perfiles laminados y zincado en frío en los perfiles estrados |
| PROFUNDIDAD | 60 mm |
| ESPESOR | 1,5 mm, perfiles |
| ROTURA | Puente térmico de 15 mm de profundidad. |
| ATENUACIÓN ACÚSTICA | Atenuación acústica, Rw = 43 dB (con vidrio de 45 dB) |
| VALOR UF | (EN10077-2) desde 2,8 W/m ² K |
| HERRAJES | Herrajes preparados para cumplir los estándares de las normas EN1125 y EN179 |
| HOMOLOGACIONES | EI60 en puertas de una y dos hojas y fijos. Dimensiones máximas según homologación realizada con Normativa Europea |
| | |

IMAGEN 8: Imagen de puerta de evacuación VFIRE y su cuadro de características

Se escogen puertas de evacuación acristaladas para algunas de los accesos de las escaleras de evacuación del garaje y del Pabellón, ya que además de recorridos de evacuación, son los accesos habituales al edificio

Puertas acristaladas cortafuegos de 2 hojas abatibles de resistencia al fuego de C5-EI60, de VFIRE de JANISOL con sistema de abertura de barra antipánico

C 02 PUERTAS CIEGAS RESISTENTES AL FUEGO C5-EI30

Puertas acristaladas cortafuegos de 2 hojas abatibles de resistencia al fuego de C5-EI30, de s BAUHAUS del sistema NOVAFERM y abertura con barra antipánico

IMPORTANTE: Se han dimensionado las puertas respetando el ancho mínimo de hoja de 0.6 m y el máximo de 1.23 que establece el DB SI 3.4; y el ancho mínimo de 0.8 que establece el DB SUA Anejo A Terminología. No obstante, decidimos que las puertas de una hoja que cumplan itinerarios de evacuación, tengan al menos 90 cm de ancho, para que las barras anti pánico no interfieran en el paso libre (min de 80 cm) de aquellas puertas que no pudieran abrirse completamente en 90°. A continuación se muestra una tabla por sector de incendios con el dimensionado mínimo y el establecido en proyecto de cada puerta de evacuación:

C 03 FIJOS ACRISTALDOS RESISTENTES AL FUEGO C5-EI120

| SECTOR GARAJE | Nº OCUPANTES | DIMENSIONADO $A > P/200 > 0.8 \text{ m}$ | ANCHO ESTABLECIDO |
|-------------------------------|--------------|---|-----------------------------------|
| C 01 Puerta 1.1 en SP1 | 38 | 0,19 < 0.8 m min 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| C 02 Puerta 2.1 en SP2 | 74 | 0,37 < 0.8 m min 0.8 m | 0.9 m (1 hoja) |
| C 01 Puerta 2.2 en SP2 | 74 | 0,37 < 0.8 m min 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| C 01 Puerta 3.1 en SP3 | 50 | 0,25 < 0.8 m min 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| C 01 Puerta 4.1 en SP4 | 53 | 0,26 < 0.8 m min 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| C 02 Puerta 5.1 en SP5 | 39 | 0,20 < 0.8 m min 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |

| SECTOR PABELLÓN | Nº OCUPANTES | DIMENSIONADO A>P/200 > 0.8 m | ANCHO ESTABLECIDO |
|------------------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| C 02 Puerta 3.2 en SP3 | 275 | 1.37>0.8 m min 1.37 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| C 01 Puerta 6.1 en SP6 | 275 | 1.37>0.8 m min 1.37 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |

fijos con acristalamiento de resistencia al fuego de VFIRE sistema JANISOL 4 +VF-EI120

C 04 PUERTA DOBLE ACRISTALDA

Puertas acristaladas de 2 hojas abatibles de cristal templado 8+8 y carpintería de aluminio integrada en los montantes del muro cortina

C 05 PUERTA DOBLE DE ACERO GALVANIZADO LACADO

Puertas 2 hojas abatibles de hoja y carpintería de acero galvanizado. Dos hojas de 0,70 cm para un paso de 1,40

C 06 PUERTA SIMPLE DE ACERO GALVANIZADO LACADO

Puertas 1 hojas abatible de hoja y carpintería de acero galvanizado. Una hoja de 0,70 cm para un paso de 1,40

C 07 PUERTA CORTAFUEGOS C5-EI45 DE ACERO GALVANIZADO LACADO

Puertas 1 hojas abatible de hoja y carpintería de acero galvanizado y resistencia C5-EI45 para locales de riesgo especial . Una hoja de 0,70 cm.

C 06 PUERTA SIMPLE DE MADERA LACADA

Puertas 1 hojas abatible de madera vitas. Hojas y marco especiales para formatos de puerta de gran altura. Hoja de 0,8 de ancho y 3m de alto

| FICHA TÉCNICA | |
|---|--|
| CALIDAD | Acero S235JRG2, según la EN 10025:1993 |
| PERFILES CONFORMADOS POR LAMINACIÓN EN FRÍO | Protección frente a la corrosión por el procedimiento Sendzimir (zincado en caliente), según la norma UNE 37-508, en las dos caras de los semiperfiles |
| PROFUNDIDAD | 100 mm |
| ESPESOR | 1,5 mm, perfiles |
| ALTURA | Alas de 22,5 mm |
| ROTURA | Puente térmico de 15 mm de profundidad. |
| HOMOLOGACIONES | En acristalamientos fijos EI-120  |

IMAGEN 9: cuadro de características de acristalamientos fijos VFIRE

Tabla 2.2 Condiciones de las soluciones de muro

| | Muro de gravedad | | | Muro flexorresistente | | | Muro pantalla | | |
|----|----------------------------|----------------|----------------------|-------------------------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|----------------------|
| | Imp. interior | Imp. exterior | Parcialmente estanco | Imp. interior | Imp. exterior | Parcialmente estanco | Imp. interior | Imp. exterior | Parcialmente estanco |
| ≤1 | I2+D1+D5 | I2+I3+D1+D5 | V1 | C1+I2+D1+D5 | I2+I3+D1+D5 | V1 | C2+I2+D1+D5 | C2+I2+D1+D5 | |
| ≤2 | C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾ | I1+I3+D1+D3 | D4+V1 | C1+C3+I1+D1+D3 | I1+I3+D1+D3 | D4+V1 | C1+C2+I1 | C2+I1 | D4+V1 |
| ≤3 | C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾ | I1+I3+D1+D3 | D4+V1 | C1+C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾ | I1+I3+D1+D3 | D4+V1 | C1+C2+I1 | C2+I1 | D4+V1 |
| ≤4 | | I1+I3+D1+D3 | D4+V1 | | I1+I3+D1+D3 | D4+V1 | C1+C2+I1 | C2+I1 | D4+V1 |
| ≤5 | | I1+I3+D1+D2+D3 | D4+V1 ⁽¹⁾ | | I1+I3+D1+D2+D3 | D4+V1 | C1+C2+I1 | C2+I1 | D4+V1 |

⁽¹⁾ Solución no aceptable para más de un sótano.

⁽²⁾ Solución no aceptable para más de dos sótanos.

⁽³⁾ Solución no aceptable para más de tres sótanos.

IMAGEN 10: Tabla 2.2 del HS 1 sobre las condiciones de impermeabilidad

de muros en econtacto con el terreno

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL DB HS 1. PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Grado de impermeabilidad

Del estudio geotécnico obteníamos la conclusión de que el nivel freático se situaba entorno a los -5 m, por lo que la cara inferior del muro en contacto con el terreno se encuentra por debajo del nivel freático, a menos de dos metros por debajo, por lo que la presencia de agua según el apartado 2.1.1 Grado de impermeabilidad del HS1 es media y el grado de impermeabilidad del terreno es 2.

Condiciones de las soluciones constructivas

El tipo de muro ejecutado es flexorresistente y la impermeabilización exterior, por lo que las condiciones exigidas según la tabla 2.2 es de I1+I3+D1+D3

I1 “ La impermeabilización debe realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante(...) Si se impermeabiliza exteriormente con lámina, cuando ésta sea adherida debe colocarse una capa antipunzonamiento en su cara exterior(...)”

Aplicamos una lámina impermeabilizante de láminas asfáltica de Betún modificado con elastómero de e=4mm para la impermeabilización. Estas estarán protegidas del terreno por una lámina geotextil de polipropileno y fijadas con una imprimación de emulsión asfáltica

I3 El muro no es de fábrica, no procede.

D1 “Capa drenante y filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre esta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por lamina drenante, grava, o una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto (...)”

Constituiremos una capa de enchado de grava porosa para el drenaje separada por geotextil.

D3 “Debe colocarse en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje”

Se dispondrá una red de drenaje perimetral al muro conectada a la red de saneamiento.

Condiciones de los puntos singulares

Deberán cumplirse las condiciones de prolongación de más de 15 cm de la lámina impermeabilizante durante al menos 15 cm en fachada, así como las condiciones relativas a esquinas y rincones con refuerzos de la lámina impermeabilizante de 15 cm a cada lado y las relativas a juntas en los muros.

SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Grado de impermeabilidad

El suelo de sótano en contacto con el terreno tenemos impermeabilidad igual a 3 en el suelo del sótano, ya que las arcillas sobre las que se asienta el edificio tienen un grado de permeabilidad del terreno $K_s < 10^{-5}$ cm/s en una presencia de agua media.

Condiciones de las soluciones constructivas

Según la Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones del suelo debemos cumplir las siguientes características:

Para Muro flexorresistente, solera o placa sin intervención ya sea grado 3: C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3

C1 Losa ejecutada con hormigón hidrófugo de elevada compacidad.

C2 Losa ejecutada con hormigón de retracción moderada.

C3 Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

I2 “*Debe impermeabilizarse, mediante la disposición sobre la capa de hormigón de limpieza de una lámina, la base de la zapata en el caso de muro flexorresistente y la base del muro en el caso de muro por gravedad. Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella(...)*”

La losa de cimentación estará impermeabilizada con láminas de betún modificado con elastómero de $e=4$ mm para. Se fijarán al cemento de limpieza con una imprimación de emulsión asfáltica y se protegerán en su cara superior con geotextil previamente al hormigonado de la losa.

D1 “*Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un enchado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella*”.

Hemos dispuesto una capa drenante 20 cm de enchado de grava con lámina de polietileno encima, por lo que cumplimos dicha condición.

D2 “*Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema*

de recogida para su reutilización posterior, en el terreno situado bajo el suelo y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique”.

Hemos dispuesto una red de drenaje bajo la cimentación conectada a la red de saneamiento

S1 Se sellarán los encuentros de las láminas de impermeabilización del muro con las dispuestas en la base inferior de las cimentación.

S2 Se sellarán todas las juntas del suelo con perfiles de caucho expansivo

S3 Se sellarán los encuentros entre el suelo y el muro con perfiles de caucho expansivo

Condiciones de los puntos singulares

En suelo y muros de sótano la junta entre ambos se sellará con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta .

FACHADAS

Grado de impermeabilidad

Para un entorno E1 (Terreno tipo IV, zona urbana) y zona eólica A (Tabla 2.5), el grado de exposición al viento es V3 (altura del edificio menor a 15 m)

Para un edificio situado en Sevilla (zona pluviométrica III), con un grado de exposición al viento V3 el grado de impermeabilidad es 3.

Condiciones de las soluciones constructivas

Para un grado de impermeabilidad 3 con revestimiento exterior, R1+C2 (fachada de una sola hoja, que en nuestro caso es el muro de hormigón de 40 cm de espesor).

R1 El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que nuestro revestimiento de SATE con acabado de mortero hidrofugante texturizado con barrido cumplen dicha condición.

C2 Debe utilizarse una hoja principal de espesor alto. Se considera nuestro muro de 40 cm de hormigón como tal.

Condiciones de los puntos singulares

Arranque de la fachada desde la cimentación

Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad

La fachada es continua con forjados y pilares, ya que su hoja principal es el muro de hormigón

ejecutado in situ, por lo que no es necesario cumplir las condiciones de encuentros de fachada con estos.

En el encuentro de fachada con carpintería, el grado de impermeabilidad 3 no obliga al retranqueo de esta. No obstante por condiciones diseño de proyecto se encuentra separada y protegida bajo voladizo de 2 m.

CUBIERTAS

Grado de impermeabilidad

Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

Condiciones de las soluciones constructivas

Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:

.Un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada.

Contamos con la formación de pendiente de arcilla expandida en cubiertas planas

.Una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico cuando, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía", se prevea que se vayan a producir condensaciones en dicho elemento.

Contamos con una barrera de vapor de aluminio.

.Un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía".

Contamos con un panel rígido 12 cm de poliestireno extruido.

Una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida.

Contamos con una lámina impermeabilizante de Betún modificado con elastómero SBS, LMB(SBS)-4-FP

Un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos.

Sistema de formación de pendientes:

Tendremos una pendiente comprendida entre el 1 y 2% al tratarse de una cubierta transitable

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL DB HE 1. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Esta sección es de aplicación para todo edificio de nueva planta según en CTE, como es nuestro caso. No obstante, se desarrollará esta comprobación únicamente de la unidad volumétrica del Pabellón

Procedimiento de verificación

La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores de transmitancia obtenidos en el cálculo con la herramienta HULC con los valores límite permitidos. Los datos y materiales empleados en la obra de HULC, han sido importados desde la biblioteca de elementos constructivos de CYPE, ajustado los materiales y disposición de las capas a las más parecidas posible empleadas en el proyecto.

Caracterización y cuantificación de las exigencias

Según el Anejo B la zona climática para Sevilla es la zona B4. Por tanto, debemos cumplir los valores límite de transmitancia térmica máxima (W/m2K) exigidos en la Tabla 2.1 para zonas B.

Muros de fachada: 0.56 W/m2K

Muros en contacto con espacios no habitables o el terreno: 0.75 W/m2K

Suelos en contacto con el terreno: 0.75 W/m2K

Cubiertas: 0.44 W/m2K

Vidrios y marcos: 2.3 W/m2K

C02 CERRAMIENTO FACHADA DE PANEL SATE

Muro de hormigón e=40 cm HA40/ B / 15 / IIa ejecutado in situ y encofrado con sistema metálico FSF, visto en su cara interior. Cara exterior con SATE de paneles de poliestireno expadido con acabado de mortero gris hidrófugo barrido.

TRAMITANCIA C02 = 0.29 W/m2K < 0.56 W/m2K **CUMPLE**

C01 MURO DE SÓTANO DE HORMIGÓN REVESTIDO

Muros de sótano de hormigón e=40 cm HA30/ B / 15 / IIa ejecutado in situ y encofrado con sistema metálico FS. Juntas de encofrado perfiladas cada 2,50m, acabado liso. Huecos de pasatubos sellados con dispositivo impermeabilizante plástico de sellado por rosca expansiva. Impermeabilización de láminas asfáltica de Betún modificado con elastómero de e=4mm fijadas

| Elemento | Zona climática de invierno | | | | | |
|---|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | a | A | B | C | D | E |
| Muros y suelos en contacto con el aire exterior (Us, Um) | 0,80 | 0,70 | 0,56 | 0,49 | 0,41 | 0,37 |
| Cubiertas en contacto con el aire exterior (Uc) | 0,55 | 0,50 | 0,44 | 0,40 | 0,35 | 0,33 |
| Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U+) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (UMD) | 0,90 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,65 | 0,59 |
| Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U _h)* | 3,2 | 2,7 | 2,3 | 2,1 | 1,8 | 1,80 |
| Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50% | 5,7 | | | | | |

*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_h en un 50%.

IMAGEN 11: Tabla 3.1 del He 1 sobre los valores límite de la transmitancia

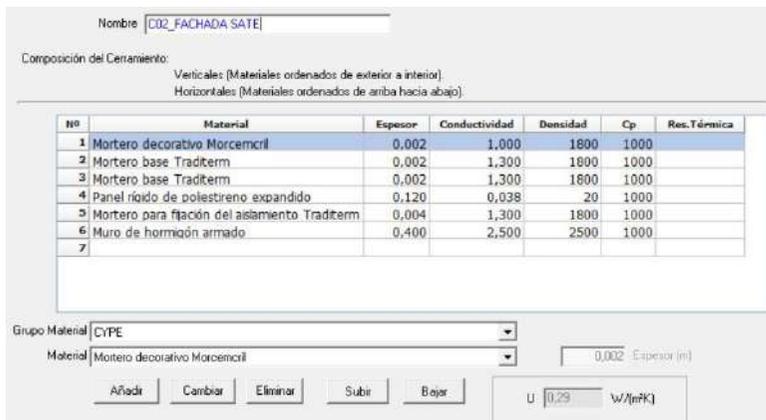


IMAGEN 12: Datos del cerramiento de fachada C02 extraídos de HULC.

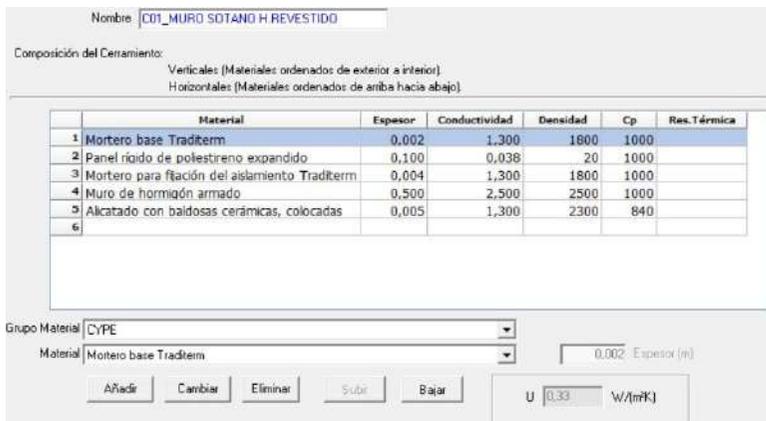


IMAGEN 13: Datos del Muro de sótano C01 extraídos de HULC.

con una imprimación de emulsión asfáltica. Aislamiento en cara en contacto con el terreno, sobre impermeabilización, de paneles rígidos poliestireno expandido de 830x600 e=120mm. Láminas y aislamiento protegidas por lámina geotextil del drenaje de encachado de grava. Acabado revestido por paneles EQUITONE LINEAL(LT60) de 3050 x 1220 mm .

.TRAMITANCIA C01 = 0.33 W/m2K < 0.75 W/m2K **CUMPLE**

CU 02 SUPERFICIE PEATONAL

Cubierta plana preparada para el transito peatonal público. Recrecido de arcilla expandida compactada con formación de pendiente al 1%, impermeabilizado con láminas asfálticas de Betún modificado con elastómero de e=4mm, protegido por una lámina geotextil de polipropileno. Capa de mortero de protección y agarre para el acabado de adoquines de hormigón. Composición del adoquín multiformato, con piezas de 14x22cm, 14x16,5cm y 14x11cm. Junta continua dispuesta ortogonal al eje del paseo. Aislamiento colocado sobre forjado y protegido con geotextil en cara superior, paneles rígidos poliestireno expandido de 830x600 e=120mm

TRAMITANCIA CU02 = 0.25 W/m2K < 0.56 W/m2K **CUMPLE**

SU 01 HORMIGÓN PULIDO

.Losa de cimentación con 5cm de mortero directamente sobre cimentación para nivelar irregularidades y alisar. Acabado en pulido mediante paso de regla vibradora de nivelación y fratasadora para pulir. Aislamiento bajo cimentación en 2 m desde encuentro con el muro de poliestireno e=4c.Bajo el aislamiento habrá un recubrimiento de láminas asfáltica de Betún modificado con elastómero de e=4mm para la impermeabilización. Estas estarán protegidas del por una lámina geotextil de polipropileno y fijadas con una imprimación de emulsión asfáltica

TRAMITANCIA SU02 = 0.59 W/m2K < 0.75 W/m2K **CUMPLE**

C 03 CERRAMIENTO DE MURO CORTINA Y VIROC

Sistema de muro cortina CORTIZO TP 52 de montantes y travesaños de aluminio anodizado COD.22GR y acristalaminto 6+12+8, visto en su cara exterior completo. En la cara interior, con más altura que la cara exterior, se superficie a cubrirá sobre parte superior de la superficie acristalada con un panelado de VIROC de 2500x650mm, con difusores integrados.

TRAMITANCIA C03(VIDRIO) = 2,20 W/m2K < 2.30 W/m2K **CUMPLE**

TRAMITANCIA C03(MARCO) = 0.59 W/m2K < 2.30 W/m2K **CUMPLE**

Nombre: CU_02_CUBIERTA TRANSITABLE

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 2 | Mortero de cemento | 0,040 | 1,300 | 1900 | 1000 | |
| 3 | Geotextil de poliéster | 0,001 | 0,038 | 250 | 1000 | |
| 4 | Impermeabilización asfáltica monocapa | 0,004 | 0,230 | 1100 | 1000 | |
| 5 | Base de mortero | 0,040 | 1,300 | 1900 | 1000 | |
| 6 | Barrera de vapor con lámina asfáltica | 0,010 | 0,230 | 300 | 1000 | |
| 7 | Capa de regularización de mortero de | 0,040 | 1,300 | 1900 | 1000 | |
| 8 | Formación de pendientes con arcilla expandida | 0,200 | 0,100 | 350 | 1000 | |
| 9 | Geotextil de poliéster | 0,001 | 0,038 | 250 | 1000 | |
| 10 | EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/(mK)] | 0,020 | 0,029 | 30 | 1000 | |
| 11 | Losa maciza 30 cm | 0,300 | 2,500 | 2500 | 1000 | |

Material: CYPE
Material: Losa maciza 30 cm | 0,300 | Espesor (m)
U: 0,25 W/(m²K)

IMAGEN 13: Datos de la cubierta CU 02 extraídos de HULC.

Nombre: SU_01_LOSA ACABADO PULIDO

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|---|------------------------|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Mortero de cemento M-5 | 0,030 | 1,300 | 1900 | 1000 | |
| 2 | Hormigón armado | 0,600 | 2,300 | 2500 | 1000 | |
| 3 | Film de polietileno | 0,001 | 0,330 | 920 | 2200 | |
| 4 | Poliestireno extruido | 0,040 | 0,034 | 38 | 1000 | |
| 5 | Hormigón de limpieza | 0,100 | 2,000 | 2450 | 1000 | |
| 6 | | | | | | |

Grupo Material: CYPE
Material: Poliestireno extruido | 0,040 | Espesor (m)
U: 0,59 W/(m²K)

IMAGEN 14: Datos del suelo SU 01 extraídos de HULC.

| Vidrios | Marcos | Huecos y lucernarios | Vidrios | Marcos | Huecos y lucernarios |
|---|--------|----------------------|---------------------------------------|--------|----------------------|
| Grupo: Dobles bajo emisivos (0.03 en posición horizontal) | | | Grupo: CYPE | | |
| Nombre: H0R_D03_4-12-331739 | | | Nombre: R01_Fuente_balconeria_abisagr | | |
| Propiedades: | | | Propiedades: | | |
| Transmitancia térmica (U): 2,20 W/m²K | | | Transmitancia térmica (U): 1,30 W/m²K | | |
| Factor Solar (g): 0,700 Adimensional | | | Absorividad (α): 0,40 Adimensional | | |

IMAGEN 15: Datos del vidrio y marco de muro cortina del C 03 extraídos de HULC.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL DB HR.

Adjuntamos un breve resumen de los resultados obtenidos en el análisis desarrollado en la memoria de protección frente al ruido:

ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO:

Comprobaremos la exigencia de el tiempo de reverberación de la sala de exposiciones con el programa de cálculo del CTE, con los siguiente materiales de acabado de la sala:

| PARAMENTO | MATERIAL | SUPERFICIE | α_m |
|-----------------------------|--------------------------------|------------|------------|
| C03 Muros cortina | vidrio | 132 | 0,04 |
| C03 Panelado muro cortina | panelado madera VIROC | 66 | 0,8 |
| SU01 Suelo estructura vista | hormigón | 450 | 0,07 |
| T01 Techo estructura vista | hormigón | 450 | 0,07 |
| P01 Particiones | yeso laminado con lana mineral | 174 | 0,65 |

Obtenemos en el programa un tiempo de reverberacion de 0'67, inferior al 0,7 límite.

RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO:

Las comprobaciones la unidad de uso de la sala de exposiciones y un "cuarto de instalaciones". Este cuarto de instalaciones es algo atípico, ya que realmente se trata de un espacio bajo el vuelo de la entrada de la sala de exposiciones donde se ubicarán las maquinas de clima, y por lo tanto cuenta con una pared adyacente con la sala de exposiciones.

En las imágenes de la derecha podemos ver dicho espacio de instalaciones ventilado, señalado en rojo, sobre la entrada del pabellón, y separado de la sala de instalaciones por una viga estructural que hace las veces de partición de separación entre ambos espacios.

Tras configurar las soluciones constructiva de los espacios y de la partición que separa ambas unidades de uso, obtenemos como resultado un D_nT_a



IMAGEN 16: Comprobación del tiempo de reverberación en el programa del CTE

IMAGEN 17: Espacio técnico adyacente a la sala de exposiciones, donde se harán las comprobaciones.



de 67 (inferior al exigido por el CTE de 45) y un $L_{nT,w}$ de 14 (inferior al exigido de 60).

RUIDO AÉREO DE FACHADA Y CUBIERTA:

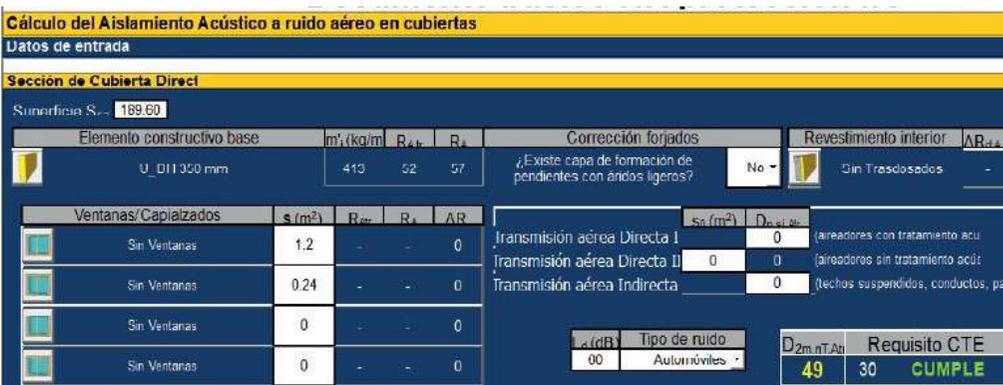
Comprobamos el nivel de aislamiento del ruido a través de la fachada y la cubierta para un entorno con un nivel sonoro de entre 60-65 dB.

Para ello introducimos los datos constructivos de las terminaciones fachada y de cubierta, así como los datos de la zona en el programa de cálculo del CTE.

Resultados de fachada:



Resultados de cubierta:



Comprobamos que ambas soluciones cumplen los requisitos del CTE.



IMAGEN 18: Resultados de comprobación del ruido de impacto y aéreo con el programa del CTE



IMAGEN 19: Mapa de ruido de la zona de ubicación del proyecto

1.6 JUSTIFICACIÓN DEL DB SI-6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Para cumplir con los requisitos del Apartado 3 del presente apartado cumpliremos las exigencias de la Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales se establece una resistencia R120 para los elementos estructurales del sector pública concurrencia (por estar bajo rasante). En el caso de la estructura del sector aparcamiento (forjado, vigas y pilares del aparcamiento)) la resistencia será R120

La resistencia de los elementos estructurales de los locales de riesgo especial será de R90 para riesgo bajo, tal y como se ha especificado en la tabla de locales de riesgo especial de la presente memoria.

Para determinar la resistencia al fuego de nuestra estructura recurriremos al Anejo C. Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado del DB SI.

Siguiendo la Tabla C.2 Elementos a compresión, observamos que con un lado menor en el caso de soportes y espesor en el caso de muros de 40 cm aseguramos un REI 120 en pilares y un REI 180 en muros. En el caso de las vigas, consultamos la Tabla C.3 Vigas con 3 caras expuestas al fuego y observamos que con una dimensión mínima de 400 mm aseguramos un REI 120.

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | RESISTENCIA | LOCALIZACIÓN |
|---|-------------|--------------------|
| Muros de hormigón e=40 cm (expuesto a una cara) | REI 240 | Muros de sótano |
| Pilares apantallados e=40 cm (por sus dimensiones en relacion b x h considerados como muros expuesto a dos caras) | REI 240 | Toda la estructura |
| Vigas Bóvedas pretensadas (expuesta a tres caras y 50mm recubrimiento) | REI 120 | Toda la estructura |

1.7 RESUMEN DE LAS SOLUCIONES

| SISTEMA CONSTRUCTIVO | | ENVOLVENTE | TRASMISIVIDAD TÉRMICA | RESISTENCIA AL FUEGO | CLASE DE REACCIÓN AL FUEGO | GRADO DE IMPERMEABILIDAD |
|----------------------|---|------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|---|
| CV 01 | Vigas de atado vistas | No | - | REI 240 | - | R1+C2 |
| CV 02 | Pantallas de hormigón | No | - | REI 240 | - | R1+C2 |
| CV 03 | Muro de sótano | No | - | REI 240 | - | I1+I3+D1+D3 |
| C 01 | Muro de sótano revestido | Si | 0,33 | REI 240 | - | I1+I3+D1+D3 |
| C 02 | Muros hormigón SATE | Si | 0,29 | REI 240 | Clase B s1 d0 | R1+C2 |
| C 03 | Cerramiento muro cortina | Si | 2,20 | - | Clase A2 s1 d0 | Estanqueidad: RE 1500 Permeabilidad: AE Resistencia al viento: APTO, según UNE 13116 |
| C 04 | Cerramiento de bloque cerámico con aislamiento exterior | Si | 0,29 | REI 180 | Clase B s1 d0 | R1+C2 |
| CU 01 | Cubierta acabado estanque | Si | 0,45 | REI 120 | - | Formación pendiente+Impermeabilización+ Aislamiento y barrera vapor+recogida aguas |
| CUG 01 | Cubierta acabado estanque | No | - | REI 120 | - | Formación pendiente+Impermeabilización+recogida aguas |
| CU 02 | Cubierta transitable peatonal pública | Si | 0,45 | REI 120 | - | Formación pendiente+Impermeabilización+ Aislamiento y barrera vapor+recogida aguas |
| CUG 02 | Cubierta transitable peatonal pública | No | - | REI 120 | - | Formación pendiente+Impermeabilización+recogida aguas |
| CU 03 | Cubierta no transitable acabado Vegetal | Si | 0,36 | REI 120 | - | Formación pendiente+Impermeabilización+ Aislamiento y barrera vapor+recogida aguas |
| CUG 03 | Cubierta no transitable acabado Vegetal | No | - | REI 120 | - | Formación pendiente+Impermeabilización+recogida aguas |

| SISTEMA CONSTRUCTIVO | | ENVOLVENTE | TRASMITANCIA TÉRMICA | RESISTENCIA AL FUEGO | CLASE DE REACCIÓN AL FUEGO | GRADO DE IMPERMEABILIDAD |
|----------------------|---|------------|----------------------|----------------------|----------------------------|---|
| CU 04 | Cubierta acabado para tráfico rodado | No | - | REI 120 | - | Formación pendiente+Impermeabilización+recogida aguas |
| SU 01 | Suelo hormigón pulido sobre cimentación | No | - | REI 240 | - | C 1 + C 2 + C 3 + I 2 + D 1 + - D2+S1+S2+S3 |
| SU 02 | Suelo hormigón pulido sobre cimentación | Si | 0,59 | REI 240 | - | C 1 + C 2 + C 3 + I 2 + D 1 + - D2+S1+S2+S3 |
| T 02 | Falso techo lamas | No | - | - | Clase B s2 d0 | - |
| T 03 | Falso techo yeso continuo | No | - | - | Clase B s3 d0 | - |
| P 01 | Partición de bloque cerámico para locales de riesgo especial y escaleras protegidas | No | - | REI 180 | - | R1+C2 |
| P 02 | Partición de tabiques de pladur | No | - | - | Clase A1 s1 d0 | - |
| A 02 | Paneles de GRC sobre estructura auxiliar | No | - | REI 90 | Clase A1 s1 d0 | - |

3. MEDICIONES

3.1 ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE CONTRATA TOTAL

Para conseguir el presupuesto aproximado global del edificio recurrimos al método simplificado de estimación de presupuestos mediante el módulo colegias del COAS. Para ello hemos elegido los distintos tipos de obra:

APARCAMIENTO: Garajes subterráneos exentos con superficie mayor a 2500 m²

PABELLÓN: Hemos elegido la categoría de museo, por ser la que más se aproximaba dentro de los desgloses del COAS.

ESPACIO PÚBLICO: hemos tomado los valores de urbanización de calles, para la globalidad del conunto; y ajardinamiento con elementos para la zona de palterres sobre el Garaje

| ZONA | CÓDIGO COAS | SUP. CONSTRUIDA(m ²) | €/m ² | FACTOR | PRECIO (€) |
|--|-------------|----------------------------------|------------------|--------|------------|
| Aparcamiento bajo rasante, exento (Garaje y bicicletero) | AP04 | 5997+480 | 470 | 1,45 | 4.414.075 |
| Pabellón de Interpretación | ES04 | 545 | 1.003 | 0,9 | 491.971 |
| Espacio público | UR09 | 5150 | 157 | - | 808.550 |
| | UR11 | 1327 | 125 | - | 155.875 |

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (PEM) 5.870.472

GASTOS GENERALES (13%) 763.161

BENEFICIO INDUSTRIAL (6%) 352.228

SUMA GG+BI 1.115.389

PRESUPUESTO DE CONTRATA SIN IVA 6.985.661

PRESUPUESTO DE CONTRATA CON IVA (21%) 8.452.892

MEMORIA DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIOS

NORMATIVA DE APLICACIÓN

En este apartado se establecen las condiciones que han de observarse en el edificio en materia de seguridad en caso de incendio. El diseño del edificio y sus medios de evacuación así como la elección de las instalaciones contra incendios (protecciones activas y pasivas) se van realizar según los siguientes documentos:

- **CT DB-SI**

- Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego. ("Euroclases" de reacción y resistencia al fuego).

- **RSCIEI . Anexo 1** . Reglamento de seguridad frente a incendios de establecimientos industriales. (para el cálculo de cargas de fuego en zonas especiales)

El objetivo del requisito básico 'Seguridad en caso de incendio' del DB-SI consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para

satisfacer este objetivo el edificio se ha proyectado de forma que, en caso de incendio cumpliera las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

Los datos de partida estarán formados por las características del edificio y las exigencias del CTE DB-SI. El objetivo de la instalación consiste en establecer las condiciones que debe reunir el edificio para proteger a sus ocupantes y usuarios frente a riesgos originados por un incendio, para prevenir daños en su entorno próximo, en caso de que se declarara un incendio en este, y para facilitar la intervención de los bomberos y los equipos de rescate, teniendo en cuenta su seguridad. Las prestaciones de dicha instalación serán disponer de equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción en caso de incendio.

DETERMINACIÓN PREVIA DE USOS

De acuerdo al CTE –DB-SI, en su anejo de SI A de terminología, designaremos los siguientes usos:

USO PRINCIPAL

Uso Aparcamiento

“Edificio, establecimiento o zona independiente o accesoria de otro uso principal, destinado a estacionamiento de vehículos y cuya superficie construida exceda de 100 m2...”

USOS SECUNDARIOS

Además del uso principal, existen en el proyecto usos secundarios que se especifican a continuación:

Uso Pública Concurrencia

Edificio o establecimiento destinado alguno de los siguientes usos: cultural (destinados a restauración, espectáculos, reunión, deporte, esparcimiento, auditorios, juego y similares), religioso y de transporte de personas.

Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio

| Uso previsto del edificio o establecimiento | Condiciones |
|---|---|
| En general | <ul style="list-style-type: none"> - Todo establecimiento debe constituir <i>sector de incendio</i> diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea <i>Residencial Vivienda</i>, los establecimientos cuya superficie construida no exceda de 500 m² y cuyo uso sea <i>Docente, Administrativo o Residencial Público</i>. - Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un <i>sector de incendio</i> diferente cuando supere los siguientes límites: Zona de uso <i>Residencial Vivienda</i>, en todo caso. |
| Pública Concurrencia | <ul style="list-style-type: none"> - La superficie construida de cada <i>sector de incendio</i> no debe exceder de 2.500 m², excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes. - Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un <i>sector de incendio</i> de superficie construida mayor de 2.500 m² siempre que: <ul style="list-style-type: none"> a) estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120; b) tengan resuelta la evacuación mediante <i>salidas de planta</i> que comuniquen con un <i>sector de riesgo mínimo</i> a través de <i>vestibulos de independencia</i>, o bien mediante <i>salidas de edificio</i>; c) los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y B_{F1}-s1 en suelos; d) la <i>densidad de la carga de fuego</i> debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m² y e) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable. - Las <i>cajas escénicas</i> deben constituir un <i>sector de incendio</i> diferenciado. |
| Aparcamiento | <p>Debe constituir un <i>sector de incendio</i> diferenciado cuando esté integrado en un edificio con otros usos. Cualquier comunicación con ellos se debe hacer a través de un <i>vestibulo de independencia</i>.</p> <p>Los <i>aparcamientos robotizados</i> situados debajo de otro uso estarán compartimentados en sectores de incendio que no excedan de 10.000 m².</p> |

DB SI Tabla 1.1: Condiciones de compartimentación en los sectores de incendio

Se entiende que este uso englobará a la zona del “Pabellón de Interpretación del Espacio Urbano de Sevilla”.

1. Cumplimiento del DB CTE SI- 1: Propagación interior.

1.1 Sectorización

Según el apartado 1 del documento el primer paso en la definición del comportamiento ante incendios del edificio es la sectorización del mismo. De acuerdo al CTE DB-SI en su anejo SI A de Terminología, entendemos por sector de incendios:

“Espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio.”

Para llevar a cabo la sectorización del edificio se han seguido las condiciones descritas en la Tabla 1.1 del presente apartado, de la que obtenemos las siguientes conclusiones:

“toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio (...) debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los siguientes límites:

Limitación que condicionan la sectorización de nuestros usos:

- Cualquier edificio que exceda los 500 m².
- Aparcamientos que excedan los 100 m², los cuales dejarán de considerarse locales de riesgo mínimo.

Por lo tanto constituimos 2 sectores de incendios:

SECTOR 1: Aparcamientos.

SECTOR 2: Pabellón de Interpretación.

SECTOR 1: APARCAMIENTOS

El sector 1 correspondiente con el uso de aparcamiento cuenta con una superficie de : 2625 m² en plazas, 3372 m² de patios y recorridos de circulación y carril, 480 m² destinados al parking de bicicletas y 82 m² de espacios de instalaciones; lo que suma un total de **6477 m² de sector**.

Es importante tener en cuenta que dentro del parking de coches, se desarrollan usos como el área de bicicletas, que podría considerarse más cercano a otro uso por no contar con la peligrosidad potencial que tiene un aparcamiento de vehículos a motor. No obstante, vamos a considerarlo de uso aparcamiento por pertenecer a la misma unidad del edificio y porque es la condición más restrictiva y por ello aseguramos que se cumplen a su vez las exigencias relativas a otros usos.

SECTOR 2: PABELLÓN DE INTERPRETACIÓN

Superficie construida total: 634 m² < 2500 m² dimensión máxima para sectores de uso pública concurrencia.

1.2 Resistencia al fuego de los elemento constructivos de separación

Atendiendo a la Tabla 1.2 del presente apartado, obtenemos una resistencia al fuego de los elementos constructivos separadores de:

SECTOR APARCAMIENTO: **EI 120**

SECTOR PÚBLICA CONCURRENCIA: **EI 120**, por estar bajo rasante

Pared separadora SECTOR APARCAMIENTO – SECTOR PÚBLICA CONCURRENCIA = **EI 120** , puertas que comunican ambos sectores: **EI 2 60 C5**.

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio^{(1) (2)}

| 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 ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾ | | | | |
| - 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 ⁽⁵⁾ | EI 90 | EI 120 | EI 180 |
| - Aparcamiento ⁽⁶⁾ | EI 120 ⁽⁷⁾ | EI 120 | EI 120 | EI 120 |
| Puertas de paso entre sectores de incendio | | | | |
| EI ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas. | | | | |

DB SI Tabla 1.2: Resistencia al fuego de los elementos delimitadores de sectores de incendio

1.3 Locales y zonas de riesgo especial

Establecemos cuales de los locales del edificio y dentro de los distintos usos podrían conformar un local de riesgo especial y comprobamos si lo son de qué grado acorde a la tabla 2.1 de DB-SI-1 en su artículo 4.

| LOCAL | RIESGO | VESTÍBULO DE INDEPENDENCIA | RESISTENCIA DE LA ESTRUCTURA | RESISTENCIA PARED/TECHO | RESISTENCIA PUERTA |
|---|--------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Centro de transformación (en Garaje, en zona accesible permanentemente desde el exterior) | BAJO | NO | R 90 | R 90 | EI2 45 C5 |
| Sala de contadores y grupo electrógeno (Pabellón) | BAJO | NO | R 90 | R 90 | EI2 45 C5 |
| Sala de contadores y grupo electrógeno (Garaje) | BAJO | NO | R 90 | R 90 | EI2 45 C5 |

·El cuarto de limpieza y mantenimiento del garaje, por dimensión ($18 \text{ m}^2 < 100 \text{ m}^2$) no se considera LRE

·El cuarto de limpieza y mantenimiento del pabellón, por dimensión ($7,4 \text{ m}^2 < 100 \text{ m}^2$) no se considera LRE

En todos los casos, el **recorrido máximo a la salida del local será de 25 m**. desde el punto interior más desfavorable.

RESISTENCIA AL FUEGO

Para cumplir con las exigencias de resistencia al fuego de los locales y sectores:

1) La estructura vertical del edificio esta compuesta de: a) pilares apantallados de sección variable, cuya dimensión mínima se encuentra en la base de los pilares ubicados a lo largo del eje A, con $200 \times 40 \text{ cm}$, garantizando en todo caso un REI 120; b) muros de hormigón de 45 cm de espesor, lo también que garantiza un REI 120. (las verificaciones de estas comprobaciones de resistencia al fuego de la estructura pueden consultarse en el apartado 6: Resistencia al fuego de

la estructura)

2) La estructura horizontal del edificio esta compuesta de vigas cajón prefabricadas (expuestas en 3 de sus caras) con un ancho mínimo del alma de 200 mm y 45mm de separación entre el borde de viga y el eje de los armados, lo que garantiza en todo caso un REI 120. *(las verificaciones de estas comprobaciones de resistencia al fuego de la estructura pueden consultarse en el apartado 6: Resistencia al fuego de la estructura)*

3) Para la separación vertical de los locales de riesgo se emplearan muros de hormigón de 20cm) (> mínimo de 16 cm para cumplir la exigencia de REI)(se eleva el espesor de 16 a 20 por la esbeltez del muro, con 6 m de alto en ciertos casos), lo que garantizara un REI 90.

4) Para la compartimentación de las escaleras especialmente protegidas del aparcamiento se emplean vidrios cortafuegos de REI 120 y muros de hormigón de 20 cm de espesor, que garantiza un REI 120.

1.3 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

Tanto el sector del Garaje como el del Pabellón se han planteado como edificios totalmente independientes a pesar de pertenecer a una misma entidad constructiva, por diferencias de uso y de posible titularidad. Por esta razón todas las instalaciones se han duplicado y diferenciado entre ambos edificios para lograr esta independencia completa.

Mismamente las instalaciones relativas a la evacuación de aguas del espacio público se han separado diferenciando entre el edificio que se ubicaba bajo él. De esta forma tampoco se establecen conexiones por elementos pasantes entre ambos sectores a través de estas instalaciones.

Por su parte, las comunicaciones de instalaciones que hay entre los locales de riesgo y el sector al que pertenecen mayores a 50 cm² tendrán una

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

| Situación del elemento | Revestimientos ⁽¹⁾ | |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| | De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾ | De suelos ⁽²⁾ |
| Zonas ocupables ⁽⁴⁾ | C-s2,d0 | E _{FL} |
| Pasillos y escaleras protegidos | B-s1,d0 | C _{FL} -s1 |
| Aparcamientos y recintos de riesgo especial ⁽⁵⁾ | B-s1,d0 | B _{FL} -s1 |
| Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas) etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio. | B-s3,d0 | B _{FL} -s2 ⁽⁶⁾ |

DB SI Tabla 4.1: Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

resistencia igual a la del elemento separador, por lo que en este caso tendrán que tener una resistencia de EI 120 que conseguiremos a través de una **compuerta cortafuegos EI 120** ($i < - > 0$).

1.4 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos cumplen las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la Tabla 4.1

2. Cumplimiento del DB CTE SI-2: Propagación exterior.

2.1 Medianerías y fachadas.

1) Riesgo de propagación por medianeras: No existen medianeras ni edificios adyacentes, por lo que no existe riesgo de propagación entre edificios.

2) Riesgo de propagación entre sectores por fachada: Entre el sector de garaje y del pabellón existen fachadas adyacentes colocadas a 160° sobre el mismo eje y con una separación entre ellas de 7,80 m. (>1,25 m como mínimo que establece la norma para fachadas entre 135° y 180° evitar la propagación; figura 1.6 del DB SI 2)(imagen 1), por lo que no será necesario otorgar de resistencia al fuego a los elementos de fachada. Además, entre las fachadas de los sectores se dispone una escalera de comunicación abierta, que funciona como patio con 4 m de separación; y una escalera especialmente protegida (considerada a tal efecto por estar abierta al exterior por una abertura cenital) que actúa como barrera extra al tener una protección de REI 120 en todo su perímetro.

| α | 0° ⁽¹⁾ | 45° | 60° | 90° | 135° | 180° |
|----------|-------------------|------|------|------|------|------|
| d (m) | 3,00 | 2,75 | 2,50 | 2,00 | 1,25 | 0,50 |

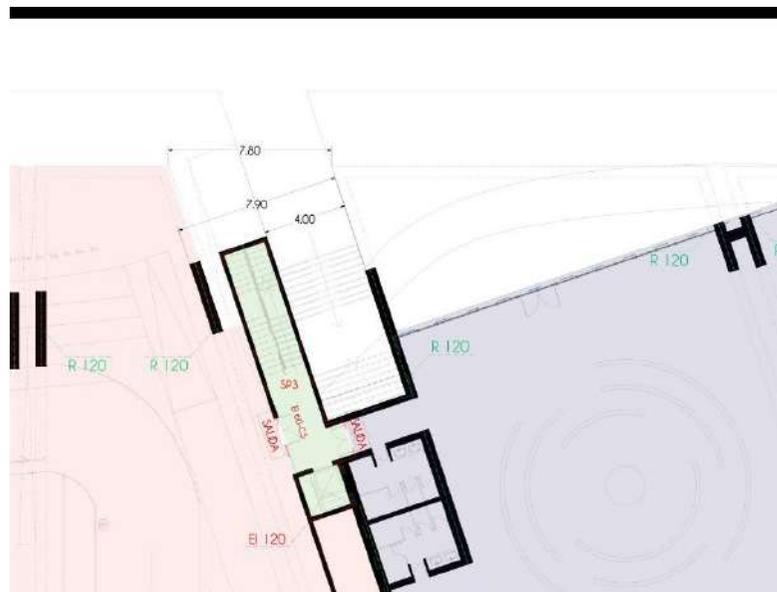


Imagen 1: arriba, podemos observar las fachadas "contiguas" entre ambos sectores (garaje en rojo y de pública concurrencia en azul), separadas por una escalera que actúa como patios de separación y una escalera especialmente protegida (en verde) que actúa como barrera con resistencia de REI 120.

A la derecha: tabla 1.6 del DB SI 2

3) Riesgo de propagación vertical por fachada: Todos los sectores se encuentran ubicados al mismo nivel, por lo que no existen sectores de incendio ubicados en zonas donde sea posible la propagación vertical de un incendio por fachada.

2.2 Cubiertas

Al ser edificio exento no encontramos situaciones de riesgo con respecto a otros edificios.

La zona de riesgo susceptible de permitir la propagación por sectores a través de la cubierta es el punto de contacto de los dos sectores en la zona de escaleras que separan ambos sectores en el eje 8B. Para minimizar este riesgo la normativa exige que al menos una franja de 1 m de la cubierta desde la separación de sectores cuente con al menos una resistencia REI 60. Esta exigencia de la normativa queda garantizada por la propia resistencia de solución de estructura empleada, que garantiza al menos un REI 120. En esta zona se resuelve la estructura horizontal mediante 2 bandas placas alveolares de 1,20 x 50 cm, entre los ejes 8A-8B, y 8B - 9A; con unas separaciones de 3,20 y 4,00 m respectivamente (>1 m mínimo según DB SI 2.3) con una resistencia al fuego de REI 120 según el fabricante (imagen 2).

3. Cumplimiento del DB CTE SI-3: Evacuación de ocupantes

3.1 Compatibilidad entre medios de evacuación

El sector de Pública Concurrencia, por tratarse de un sector con un uso distinto al principal del edificio de Aparcamiento, deberá de cumplir las condiciones que se especifican en el punto 1:

- a) Sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estarán situados en elementos independientes de las zonas del edificio y compartimentarlos respecto de este de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión (..).

| Características | | | | | |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|
| Tipo | 20 | 26,5 | 32 | 40 | 50 |
| Peso (Kg/ml) | 331 | 512 | 528 | 646 | 928 |
| Resistencia al Fuego | REI 120 | | | | |
| Aislamiento acústico (dBA) | 56,62 | 60,34 | 60,72 | 62,74 | 66,69 |
| Transmisión térmica Ascendente (W/m ² C) | 3,77 | 3,51 | 3,53 | 3,38 | 3,08 |
| Transmisión térmica Descendente (W/m ² C) | 3,15 | 2,95 | 2,96 | 2,92 | 2,63 |

Resistencia al Fuego certificada por Applus+ según: UNE-ENV 1992-1-2 (Eurocódigo 2)

·Imagen 2: cuadro de características de las placas alveolares escogidas en el proyecto de estructuras, placas de 50 x 120 cm de la marca PRETENSA. Captura del catálogo.

CUMPLIMOS las condiciones, ya que la evacuación de este sector hacia un espacio exterior seguro es totalmente independiente al sector de Aparcamiento.

b) sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia,(..).

CUMPLIMOS las condiciones, ya que la escalera de evacuación común al sector de Aparcamiento y Pública Concurrencia esta compartimentada de este ultimo por un vestíbulo de independencia.

3.2 Cálculo de ocupación

a) 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(..).

b) A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio,

Así pues, calculamos la densidad de ocupación por sectores en base a los valores recogidos en la tabla 2.1 del DB SI 3:

| USO PREVISTO SECTOR GARAJE | (m ² /p) | ÁREA (m ²) | OCUPACIÓN |
|---|---------------------|------------------------|-----------|
| Aparcamiento, no sujeto a actividades con horarios | 40 | 5997 | 150 |
| Bicicleteros, no sujeto a actividades con horarios | 40 | 480 | 12 |
| Sala de contadores y cuarto general de distribución | Ocupación nula | - | - |
| Sala de equipos hidráulicos | Ocupación nula | - | - |
| | | TOTAL GARAJE: | 162 |

| USO PREVISTO SECTOR PÚBLICA CONCURRENCIA | (m2/p) | ÁREA (m2) | OCUPACIÓN |
|---|----------------|--------------------|-----------|
| Sala de exposición | 2 | 534 | 267 |
| Aseos. | 3 | 22,4 | 8 |
| Sala instalaciones | Ocupación nula | - | - |
| Sala de ocupación ocasional y almacén | Ocupación nula | - | - |
| | | TOTAL PABELLÓN: | 275 |

TOTAL GARAJE: 161

TOTAL PABELLÓN: 275

3.3 Número de salidas y longitud de recorridos de evacuación

En primer lugar vamos a definir en nuestro edificio lo que debemos considerar origen de evacuación y salida de planta:

OE Origen de evacuación (según Anejo SI A Terminología).

Consideraremos OE todo punto ocupable del edificio excepto en los siguientes casos:

- Salas de instalaciones de ocupación nula y menores a 50 m², en los que el OE estará situado en la puerta de los mismos.
- Plazas de aparcamiento, en los que el OE estará situado en el punto central del límite que separa la calle de la zona de circulación

SP Salida de planta (según Anejo SI A Terminología).

Consideraremos salidas de planta:

| Uso previsto y zona | Máxima altura salvada | |
|---|----------------------------|----------------------------------|
| | Hasta una salida de planta | Hasta el espacio exterior seguro |
| En general, exceptuando los casos que se indican a continuación. | 4 m | 6 m |
| Hospitalario, en zonas de hospitalización o tratamiento intensivo Docente, escuela infantil o enseñanza primaria | 1 m ⁽¹⁾ | 2 m ⁽¹⁾ |

⁽¹⁾ No se limita en zonas de tratamiento intensivo con radioterapia.

Tabla de valores máximo de altura salvada por un recorrido de evacuación, DB SI Anejo A Terminología: Recorrido de evacuación

- La puerta de acceso a una escalera protegida o un pasillo protegido.
- La puerta de acceso a un vestíbulo de independencia
- Una salida de edificio

Nota importante: En el sector de aparcamiento del edificio existen numerosas escaleras abiertas donde el área del hueco de forjado es lo suficientemente grande como para que pudieran considerarse escaleras especialmente protegidas sin necesidad de vestíbulo de independencia (criterio según DB SI Anejo A Terminología: escalera abierta al exterior). No obstante, estas necesitarán de compartimentación para que puedan considerarse salidas de planta, debido a la altura evacuación ascendente, que excede el límite establecido (criterio según DB SI Anejo A Terminología: recorrido de evacuación) para que pueda considerarse dentro del computo del recorrido de evacuación.

Este límite se fija en 4 m de altura ascendente en SP y de hasta 6 m en Salidas a Espacios Exteriores Seguros. El parking, cuya cota de suelo acabado se encuentra a -6m con respecto a la cota de calle (medidos desde el eje de la calzada norte de la Avenida del Cid) tendría una altura de evacuación de 6 m si se contasen en el recorrido. Por ello las escalera ubicadas en el patio de ventilación del eje D y las de acceso al foso podrían cumplir este requerimiento para constar como recorridos de evacuación del aparcamiento, pero por encontrarse muy en el límite de cumplir estas alturas de evacuación hasta espacios exteriores seguro, desestimamos esta opción.

RECORRIDOS MÁXIMOS Y SP POR SETCOR:

| SECTOR | Nº SP | RECORRIDO EVACUACIÓN MÁXIMO | SP |
|--|-------|-----------------------------|---|
| GARAJE Aparcamiento, Biciletero, salas técnicas | 5 | 50 | -Puerta de acceso a EEP |
| PABELLÓN Sala exposiciones, Aseos, Salas técnicas | 2 | 50 | -Puerta de acceso a EP -Puerta de acceso a EEP |

Además de las condiciones citadas en la presente tabla, aseguraremos también:

- Que el RE desde la puerta de la escalera protegida/especialmente protegida a la salida de edificio sea menor a 15 m.
- Que dentro de los locales de riesgo especial, la longitud del recorrido de evacuación hasta la salida del recinto no exceda de 25 m.
- Que la longitud de los recorridos de evacuación hasta un punto donde sean posibles dos caminos alternativos sea menor a 25 m.

3.4.1 Dimensionado de los medios de evacuación

Para el dimensionado de los medios de evacuación llevaremos a cabo hipótesis de bloque según lo establecido en el apartado 4.1. del DB SI 3. En ambos sectores era exigible más de una salida, por la longitud de los recorridos de evacuación u ocupación, por lo que aplicaremos la hipótesis de bloqueo a todos ellos.

EP: escalera protegida

EEP: escalera especialmente protegida

*Consideramos las escaleras del aparcamiento como EEP a pesar de no contar con vestíbulo de independencia por estar abiertas al exterior. La verificación de esta comprobación la haremos en el siguiente apartado.

*En la hipótesis por proximidad se ha tenido muy en cuenta la visibilidad de las escaleras (imagen 3) y su disposición en planta para aproximar con mayor exactitud el dimensionado de los medios de evacuación. De tal forma en cada una de las hipótesis se reparte la ocupación de la escalera bloqueada entre las más próximas de forma no equitativa, atendiendo a razones de visibilidad:

SECTOR GARAJE:

- Bloqueo SP1: toda la ocupación se deriva a la SP2, por ser la más próxima.
- Bloqueo SP2: La ocupación se deriva a SP1, SP3 y SP5, siendo SP1 la que menos ocupación acoge por su peor visibilidad desde la área de acción de SP2.

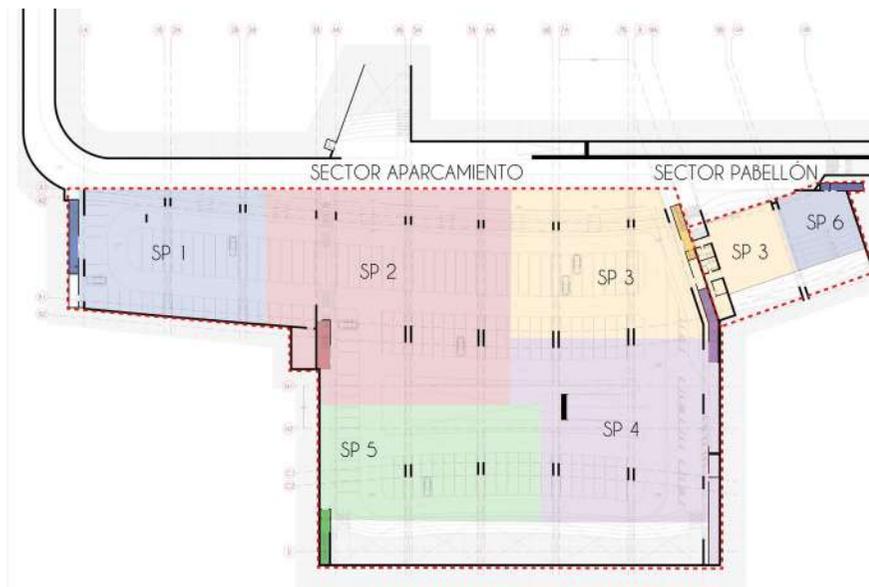


Imagen 3: En la imagen superior se muestra un esquema de la estimación del "área de acción" de cada SP, este reparto de áreas se ha realizado en base a la visibilidad de la salida desde los diferentes puntos del edificio y a razón de como se distribuirán posteriormente las señalizaciones de emergencia que indiquen los recorridos de evacuación.

·**Bloqueo SP3:** La ocupación se deriva a SP2 y SP4, siendo SP4 la que mayor ocupación acoge por su mejor visibilidad y menor recorrido desde la área de acción de SP3.

·**Bloqueo SP4:** La ocupación se deriva a SP3 y SP5, de forma más o menos equitativa, pues ambas son fácilmente visibles desde el área de acción de SP4.

·**Bloqueo SP5:** La ocupación se deriva a SP2 y SP4, ambas son fácilmente visibles desde el área de acción de SP5, pero por proximidad estimamos más ocupación desviada hacia SP2.

| SECTOR | Nº SP | HIPÓTESIS | Nº OCUPANTES | | | | |
|--|-------|-------------------|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | SP 1 (EEP) | SP 2 (EEP) | SP3 (EEP) | SP4 (EEP) | SP5 (EEP) |
| GARAJE Aparcamiento, Biciletero, salas técnicas | 5 | Todas funcionales | 21 | 53 | 31 | 37 | 20 |
| | | Bloquep SP 1 | - | 74 | 31 | 37 | 20 |
| | | Bloquep SP 2 | 38 | - | 49 | 37 | 39 |
| | | Bloquep SP 3 | 21 | 68 | - | 53 | 20 |
| | | Bloquep SP 4 | 21 | 53 | 50 | - | 39 |
| | | Bloquep SP 5 | 21 | 63 | 31 | 46 | - |

SECTOR PABELLÓN:

·**Bloqueo SP3:** La ocupación totalmente a SP6, por ser la única resultante funcional dentro de este sector

·**Bloqueo SP6:** La ocupación totalmente a SP3, por ser la única resultante funcional dentro de este sector

| SECTOR | Nº SP | HIPÓTESIS | Nº OCUPANTES | |
|--|-------|-------------------|--------------|------------|
| | | | SP 3 (EEP) | SP 6 (EEP) |
| PABELLÓN Sala exposiciones, Aseos, Salas técnicas | 2 | Todas funcionales | 138 | 137 |
| | | Bloquep SP 3 | - | 275 |
| | | Bloquep SP 6 | 275 | - |

Nota importante: Al ser SP3 una salida que sirve a dos sectores independientes, la escalera será dimensionada en base a la combinación más desfavorable de cada sector en esata salida, se tal forma: Peor hipótesis Sector Garaje(bloqueo SP4) 50 ocupantes; Peor hipótesis Sector Pabellón(bloqueo SP6) 275 ocupantes. De tal forma la escalera deberá ser dimensionada para una capacidad de evacuación de 325 ocupantes.

3.4.2 Dimensionado de puertas

Se dimensionarán las puertas en base a la hipótesis más desfavorable en cada caso:

| SECTOR GARAJE | Nº OCUPANTES | DIMENSIONADO $A > P/200 > 0.8 \text{ m}$ | ANCHO ESTA- BLECIDO |
|-------------------|--------------|---|--|
| Puerta 1.1 en SP1 | 38 | $0,19 < 0.8 \text{ m min}$ 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| Puerta 2.1 en SP2 | 74 | $0,37 < 0.8 \text{ m min}$ 0.8 m | 0.9 m (1 hoja) |
| Puerta 2.2 en SP2 | 74 | $0,37 < 0.8 \text{ m min}$ 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| Puerta 3.1 en SP3 | 50 | $0,25 < 0.8 \text{ m min}$ 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| Puerta 4.1 en SP4 | 53 | $0,26 < 0.8 \text{ m min}$ 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| Puerta 5.1 en SP5 | 39 | $0,20 < 0.8 \text{ m min}$ 0.8 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |

| SECTOR PABELLÓN | Nº OCUPANTES | DIMENSIONADO A>P/200 > 0.8 m | ANCHO ESTABLECIDO |
|-------------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Puerta 3.2 en SP3 | 275 | 1.37>0.8 m min 1.37 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |
| Puerta 6.1 en SP6 | 275 | 1.37>0.8 m min 1.37 m | 1.40 m (2 hojas) 0.7 cada hoja |

Se han dimensionado las puertas respetando el ancho mínimo de hoja de 0.6 m y el máximo de 1.23 que establece el DB SI 3.4; y el ancho mínimo de 0.8 que establece el DB SUA Anejo A Terminología. No obstante, decidimos que las puertas de una hoja que cumplan itinerarios de evacuación, tengan al menos 90 cm de ancho, para que las barras anti pánico no interfieran en el paso libre (min de 80 cm) de aquellas puertas que no pudieran abrirse completamente en 90º.

ELECCIÓN DE PUERTAS:

Puertas 1.1; 2.2; 3,1; 4,1; 5,1; 6,1: Al tratarse de puertas que no solo son de recorridos de evacuación, sino que pertenecen a recorridos habituales de acceso y salida del edificio, se opta por puertas antipánico con acristalamiento de resistencia al fuego. Para ello se han escogido las puertas VFIRE de JANISOL con sistema de abertura de barra antipánico de C5-EI60:

En la imagen inferior se muestran detalles del catalogo de VFIRE, modelo JANISON de puertas resistentes al fuego acristaladas



| FICHA TÉCNICA | |
|--|---|
| CALIDAD | Acero S235JRG2, según la EN 10025:1993 |
| PERFILES CONFORMADOS POR LAMINACIÓN EN FRÍO | Protección frente a la corrosión por el procedimiento Sendzimir (zincado en caliente) en las dos caras del perfil en los perfiles laminados y zincado en frío en los perfiles estirados |
| PROFUNDIDAD | 60 mm |
| ESPESOR | 1,5 mm, perfiles |
| ROTURA | Puente térmico de 15 mm de profundidad. |
| ATENUACIÓN ACÚSTICA | Atenuación acústica, Rw = 43 dB (con vidrio de 45 dB) |
| VALOR UF | (EN10077-2) desde 2,8 W/m2.K |
| HERRAJES | Herrajes preparados para cumplir los estándares de las normas EN1125 y EN179 |
| HOMOLOGACIONES | EI60 en puertas de una y dos hojas y fijos. Dimensiones máximas según homologación realizada con Normativa Europea  |

Estas puertas se acompañan con fijos con acristalamiento de resistencia al fuego de VFIRE sistema JANISOL 4 +VF-EI120 :

| FICHA TÉCNICA | |
|--|---|
| CALIDAD | Acero S235JRG2, según la EN 10025:1993 |
| PERFILES CONFORMADOS POR LAMINACIÓN EN FRÍO | Protección frente a la corrosión por el procedimiento Sendzimir (zincado en caliente), según la norma UNE 37-508, en las dos+ caras de los semiperfiles |
| PROFUNDIDAD | 100 mm |
| ESPESOR | 1,5 mm, perfiles |
| ALTURA | Alas de 22,5 mm |
| ROTURA | Puente térmico de 15 mm de profundidad. |
| HOMOLOGACIONES | En acristalamientos fijos EI-120  |

Puertas 2.1; 3.2: Al tratarse de puertas que solo sirven a recorridos de evacuación, se opta por puertas ciegas antipánico de resistencia al fuego. Para ello se han escogido las puertas BAUHAUS del sistema NOVAFERM con resistencia C5-EI130:

3.4.3 Dimensionado de escaleras

Se dimensionarán las escaelras en base a la hipótesis más desfavorable en cada caso y según los criterios especificados en tabla 4.1 del DB SI 3. Para escaleras con doble tramo también se comprobarán las dimensiones conforme a la tabla 4.2 del DB SI 3, pero esta no es aplicable a las escaleras de SP2 y SP4 por ser escaleras de evacuación lineales de 3 tramos.

Para la escalera EEP de la SP3, que sirve a dos sectores independientes, se tomará la ocupacion resultante de la combinacion de las hipótesis más desfavotrabale en cada caso:

En la imagen inferior se muestran detalles del catalogo de VFIRE, modelo JANISOL, de fijos acristalados.



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

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

Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera

⁽¹⁾ La capacidad que se indica es válida para escaleras de doble tramo, cuya anchura sea constante en todas las plantas y cuyas dimensiones de rellanos y de mesetas intermedias sean las estrictamente necesarias en función de dicha anchura. Para otras configuraciones debe aplicarse la fórmula de la tabla 4.1, determinando para ello la superficie S de la escalera considerada.

En la imagen superior: tabla 4.2 del DB SI 3 y su anotación referente a escaleras diferentes de 2 tramos .

En la imagen inferior: tabla 5.1 del DB SI 3

| Escaleras para evacuación ascendente | | | |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Uso Aparcamiento | No se admite | No se admite | |
| Otro uso: h ≤ 2,80 m | Se admite en todo caso | Se admite en todo caso | Se admite en todo caso |
| 2,80 < h ≤ 6,00 m | P ≤ 100 personas | Se admite en todo caso | |
| h > 6,00 m | No se admite | Se admite en todo caso | |

| ESCALERAS | Nº OCUPANTES | DIMENSIONADO EEP: E < 3 S + 160 A _s | DIMENSIONADO SEGÚN TABLA 4.2 | ANCHO ESTABLECIDO |
|------------|--------------|--|------------------------------|-------------------|
| EEP en SP1 | 38 | 38 < 3·31 + 160·1,00m 38 < 253 CUMPLE | hasta 224 p CUMPLE | 1.00 m de ancho |
| EEP en SP2 | 74 | 74 < 3·33 + 160·1,80m 74 < 387 CUMPLE | No procede | 1.80 m de ancho |
| EEP en SP3 | 325 | 325 < 3·35 + 160·1,40m 325 < 329 CUMPLE | hasta 328 p CUMPLE | 1.40 m de ancho |
| EEP en SP4 | 50 | 50 < 3·37 + 160·2,00m 50 < 431 CUMPLE | No procede | 2.00 m de ancho |
| EEP en SP5 | 53 | 53 < 3·27 + 160·1,00m 53 < 241 CUMPLE | hasta 224 p CUMPLE | 1.00 m de ancho |
| EP en SP6 | 275 | 275 < 3·37 + 160·1,40m 275 < 335 CUMPLE | hasta 328 p CUMPLE | 1.40 m de ancho |

3.4.4 Protección de las de escaleras

SECTOR GARAJE:

Según la tabla 5.1 del DB SI 3 todas las escaleras de evacuación, ya sean en recorrido ascendente o descendente, de un aparcamiento, **deben de ser especialmente protegidas.**

En el aparcamiento público satisfacemos esta condición porque nuestras escaleras son en todo caso **escaleras abiertas al exterior.** Según la definición de escalera abierta al exterior establecida en el Anejo A: Terminología de DB SI:

“Escalera que dispone de huecos permanentemente abiertos al exterior que, en cada planta, acumulan una superficie de 5A m², como mínimo, siendo A la anchura del tramo de la escalera, en m. (...).

Puede considerarse como escalera especialmente protegida sin que para ello precise disponer de vestíbulos de independencia en sus accesos”.

| ESCALERAS | ABIERTA | SUPERFICIE HUECO | ANCHO ESCALERA | $S < 5A$ m |
|------------|---------|----------------------------|----------------|--------------------------------------|
| EEP en SP1 | SI | 14.00 | 1.00 | $14 < 5 \cdot 1 = 5$ CUMPLE |
| EEP en SP2 | SI | 15.60 | 1.80 | $15.60 < 5 \cdot 1.8 = 9$ CUMPLE |
| EEP en SP3 | SI | 19.00 | 1.40 | $19.00 < 5 \cdot 1.40 = 7$ CUMPLE |
| EEP en SP4 | SI | 16.50 | 2.00 | $16.5 < 5 \cdot 2 = 10$ CUMPLE |
| EEP en SP5 | NO | VESTÍBULO DE INDEPENDENCIA | - | - |

Tal y como se especifica en el Anejo SI A Terminología, estas podrán considerarse escaleras especialmente protegida sin que para ello deba disponer de vestíbulo de independencia en sus accesos. **Pero deberá de estar delimitada por elementos separadores EI 120 y puertas EI 60-C5 tal** y como se especifica en el citado apartado.

SECTOR PABELLÓN:

El sector del Pabellón consta como sector de pública concurrencia. Por contar con escaleras con recorridos de evacuación ascendentes, estas deberán ser como mínimo Escaleras Protegidas (EP), es decir, no precisan de vestíbulo de independencia. No obstante, la escalera de la SP3 es Especialmente Protegida, por requerimiento del sector garaje.

Recordemos que esta escalera se considera EEP por ser una escalera abierta al exterior, y por ello no necesitará de vestíbulo de independencia. Sin embargo, en la conexión del Pabellón con la escalera SP 3, disponemos un vestíbulo por ser una escalera, que aún perteneciendo al sector garaje, sirve como recorrido de evacuación alternativo al sector del pabellón. DB SI 3.1 Compatibilidad de medios de evacuación:

b) sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, (..).

| Escaleras para evacuación ascendente | | | |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Uso Aparcamiento | No se admite | No se admite | |
| Otro uso: $h \leq 2,80$ m | Se admite en todo caso | Se admite en todo caso | Se admite en todo caso |
| $2,80 < h \leq 6,00$ m | $P \leq 100$ personas | Se admite en todo caso | |
| $h > 6,00$ m | No se admite | Se admite en todo caso | |

En la imagen superior: Tabla 5.1 del DB SI 3, protección de las escaleras de evacuación.

La escalera EP SP6 **deberá de estar delimitada por elementos separadores EI 120 y puertas EI 60-C5** y la escaelra EEP de la SP3 **deberá de estar delimitada por elementos separadores EI 120 y 2 puertas en el vestíbulo EI 30-C5**.

3.4.5 Puertas situadas en recorridos de evacuación

- Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas y siempre que sea posible según proyecto serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura además abrirán en el sentido a la evacuación.
- Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

En nuestro caso, abrirán en el sentido de evacuación todas las salidas de planta y de edificio además de las salidas de recintos de ocupación superior a 50 p (sala de conferencias y sala de estudio y lectura) y las puertas de locales de riesgo especial alto por seguridad.

3.4.6 Señalización de los medios de evacuación

Se prevé en el proyecto las señales de salida, de uso habitual o de emergencia definidas en la ITC-BT-28, conforme a los siguientes criterios:

- Letrero SALIDA en todas las salidas de planta/salidas de edificio/ recintos mayores a 50 m² (sala de exposición y parking)
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativa que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación se colocará el rótulo sin salida.

LUCES DE EMERGENCIA (CTE DB SU-4, ARTÍCULO 2)

De acuerdo con el SU-4 Artículo 2:

- Funcionaran en caso de fallo de suministro normal (<70%)
- Facilitan la evacuación, evita situaciones de pánico y permite la visualización de señales indicativas y equipos de protección.

Disposición de Luminarias

- Al menos a 2 metros de altura
- Sobre puertas de salida o puertas situadas en los recorridos de evacuación
- Lugares con peligro puntual o equipos de protección
- Escaleras
- Cualquier cambio de nivel
- Cambios de dirección e intersecciones de pasillos

Características

- Fija y con fuente propia de energía
- Alcanzará el 50% del nivel luminoso a los 5s y el 100% a los 60s y funcionará durante 1 hora con relación 1:40
- 1 lux en el eje y 0,5 lux en una banda de la mitad del ancho
- En vías anchas: bandas de 2 metros de ancho
- Instalaciones de seguridad, equipos de protección de utilización manual y cuadros de alumbrado al menos 5 lux

Dotación

- Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.
- Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:
 - a) Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas;
 - b) Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas las propias zonas de refugio, según definiciones

en el Anejo A de DB SI;

c) Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m², incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio;

d) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial indicados en DB-SI 1;

e) Los aseos generales de planta en edificios de uso público;

f) Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas;

g) Las señales de seguridad.

h) Los itinerarios accesibles.

Distancia entre luminarias de 8 metros para dotar una iluminación media de 10 lux.

Para este apartado se ha adoptado un **sistema de luminarias autónomo**, a fin de simplificar la instalación y evitar posibles fallos en la red de suministro de estos elementos. Este sistema permite una gran versatilidad ya que se pueden ubicar de manera totalmente libre al funcionar estas con baterías incorporadas en cada elemento, lo que permite un diseño más limpio y correcto de la instalación. Al poder prescindir de equipos de generación alternativos en el garaje, tales como grupos electrógenos. Según las ITC-BT-28, este tipo de sistemas autónomos deben cumplir lo siguiente:

“Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella. (...)”

Las LUMINARIAS AUTÓNOMAS escogidas son las siguientes:

·ZUMBOTEL modelo TRINOS

Se emplearán como parte de la iluminación antipánico del Garaje y del Pabellón. Colocadas bajo los ejes de las Vigas Bóvedas y de forma alterna con las luminarias de alumbrado regular, integradas en la misma estructura porta luminarias.

Características técnicas

-Autonomía: 1h

En la imagen inferior: extraída del catálogo de luminarias de emergencia de ZUMBOTEL, modelo Trinos.



TRINOS

RESCLITE PRO y el sistema de línea continua TRINOS con protección IP65 se unen para crear una solución robusta y versátil para aplicaciones industriales. Las luminarias de seguridad están disponibles en todas las modalidades de alimentación, con una batería individual y con baterías centralizadas, así como con una diversidad de ópticas: antipánico, foco, escape techos altos y antipánico techos altos.

Longitud 1000 mm con alimentación de una sola batería
Longitud 500 mm en luminarias de alimentación central



IP65

- Lúmenes: 215
- Lámpara de emergencia: FL 8W
- Piloto de carga: LED Blanco

·ZUMBOTEL modelo RESCILINE PROtect de pared y techo

Se emplearán como parte de la iluminación que señale los recorridos de evacuación del Garaje. Colocadas en pared acompañando los itinerarios peatonales del aparcamiento, entre las pantallas de hormigón arqueadas. Se ha elegido este modelo por ser apto para espacios exteriores, ya que donde se ubicarán en espacios en los que hay patios cenitales.

Características técnicas

- Autonomía: 1h
- Lúmenes: 215
- Lámpara de emergencia: FL 8W
- Piloto de carga: LED Blanco o Rojo, atendiendo a su disposición.

·Mini Focos LED, empotrables 6W TRINOS de suelo

Se emplearán como parte de la iluminación que señale y acompañe los recorridos de evacuación en situación de emergencia del Garaje. Colocadas en el suelo acompañando los itinerarios peatonales del aparcamiento. Se colocaran baterías autónomas centralizadas en arquetas con drivers que den servicio a todos los leds que compongan la línea.

Características técnicas

- Autonomía: 1h
- Lúmenes: 215
- Lámpara de emergencia: GX53 LED 6W
- Piloto de carga: LED Verde



Luminaria adosada (pared)

La salida de emergencia termina en el punto de reunión exterior, no en la puerta exterior. Es por ello que RESCLITE PROtect ilumina de manera fiable el trayecto de la puerta exterior en cumplimiento con la normativa relevante. Su carcasa de aluminio de gran robustez y protección IP65, y su batería con disipación de calor, hacen que incluso la versión autónoma sea capaz de soportar temperaturas de hasta -20 °C. La integración de ópticas como escape pared, escape haz y antipánico convierten a esta luminaria de montaje en pared en la solución idónea en cada caso.

Dimensiones 190 x 190 x 115 mm



En la imagen superior: extraída del catálogo de luminarias de emergencia de ZUMBOTEL, modelo RESCILINE PROtect de pared, ABAJO, mismo modelo versión de techo



Luminaria de montaje adosado (techo)

RESCLITE PROtect es ideal para aplicaciones industriales exigentes, incluso cuando las temperaturas de alimentación central caen hasta -30 °C. Gracias a la disipación de las baterías, una luminaria autónoma es capaz de soportar temperaturas de hasta solo -20 °C, mientras que una válvula clase IP65 previene la formación de condensación dentro de la carcasa. Gracias a su óptica escape, antipánico y antipánico techos altos, la luminaria de techo ofrece la variedad de distribuciones de luz necesaria para cumplir a la perfección las condiciones de seguridad que requiere cada edificio.

Dimensiones 190 x 190 x 56 mm



En la imagen superior: Foco led empotrable en suelo con batería centralizada en driver.

Las SEÑALES LUMINOSAS AUTÓNOMAS escogidas son las siguientes

.ZUMBOTEL señal de recorrido modelo Tecton adosada de pared

Se emplearán para indicar los recorridos de evacuación del Garaje. Colocadas adosada a una de las paredes entre las pantallas de hormigón arqueadas. Se ha elegido este modelo por ser apto para usar en railes de iluminación, como los que se emplean en las bóvedas. Características técnicas

- Autonomía: 1h
- Lúmenes: 215
- Lámpara de emergencia: FL 8W
- Piloto de carga: LED Blanco.

.ZUMBOTEL señal de recorrido modelo TECTON CUBE, para vista 360°

Se emplearán para indicar los recorridos de evacuación del Garaje. Se dispondrán colgando del techo entre las pantallas y viable desde fuera de los arcos, entre los ejes A y B. Se ha elegido este modelo por ser apto para usar en railes de iluminación, como los que se emplean en las bóvedas. Características técnicas

- Autonomía: 1h
- Lúmenes: 215
- Lámpara de emergencia: FL 8W
- Piloto de carga: LED Blanco.



3.4.6.2 Estrategias de iluminación y señalización de emergencia

1) Los recorridos de evacuación en situación de emergencia, además de con señales tradicionales, serán señalizados mediante focos LED verde adosados al suelos.



2) Las BIES, extintores y demás equipos de protección se colocarán en los recorridos peatonales y entre los arcos, adosados a los pilares de tal forma que queden disimulados en las vistas generales del espacio, pero muy accesible en situaciones de emergencia.

3) Las señales que indican las salidas de planta serán por lo general adosadas a la pared y de dos caras, a excepción: 4) de las que se coloquen entre los ejes A y B del Garaje, que serán cubicas para una visión de 360°

4) Las señales que indican las salidas de planta serán por lo general adosadas a la pared y de dos caras, a excepción: entre los arcos A y B, las salidas de planta quedan parcialmente ocultas (también en sentido longitudinal) por ello en esta zona se colocan las señales cubicas para una visión de 360°

5) Como alternativa a una solución de cartelería normal para indicar la posición de los equipos de protección, estos serán iluminados de forma puntual por iluminación roja (en situaciones de emergencia), que destaque de forma evidente por encima del resto, y delate sus ubicaciones en el edificio.

6) La iluminación autónoma de emergencia que ilumina a los recorridos de evacuación entre los arcos será luminarias ZUMBOTEL modelo RESCILINE PROtect de pared y techo, 7) por su parte la iluminación antipánico, que alumbrará de forma general las salas del garaje será con luminarias ZUMBOTEL modelo TRINOS, que estarán integradas entre las luminarias de uso regular bajo los ejes de las bóvedas.



3.4.7 Control del Humo en incendios

Según el DB SI 3.8. se debe instalar un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad en aparcamientos que no tengan la condición de aparcamiento abiertos:

“a) Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto”

No obstante, el aparcamiento se diseñó desde un principio para que se cumpliera esta condición, y de tal forma poder prescindir de esta instalación. Para ello se tuvo en cuenta las condiciones que definen a un aparcamiento abierto:

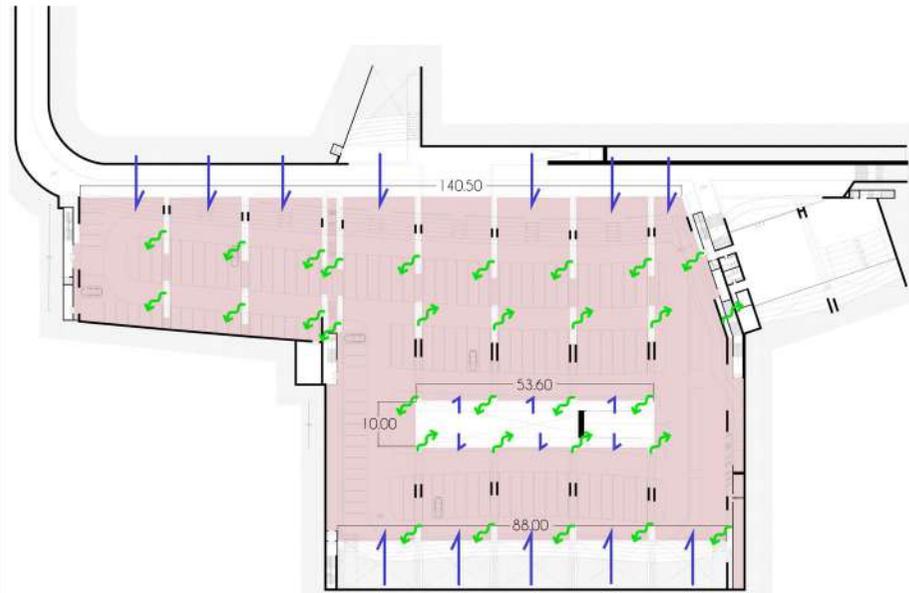
“Sus fachadas presentan en cada planta un área total permanentemente abierta al exterior no inferior a 1/20 de su superficie construida, de la cual al menos 1/40 está distribuida de manera uniforme entre las dos paredes opuestas que se encuentren a menor distancia(...)”

Además de tener estas consideraciones en el diseño, también se tuvo en cuenta las dispuestas en el HS 3.1.4.1, sobre los medios de ventilación natural en garajes:

“Deben disponerse aberturas mixtas al menos en dos zonas opuestas de la fachada de tal forma que su reparto sea uniforme y que la distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él sea como máximo igual a 25 m. Si la distancia entre las aberturas opuestas más próximas es mayor que 30 m debe disponerse otra equidistante de ambas, permitiéndose una tolerancia del 5%.(...)”

De esta forma eliminamos la necesidad de emplear también instalaciones de ventilación, y aseguramos el mejor funcionamiento de la evacuación de humos de incendio por medios naturales. Así pues se diseñó el aparcamiento con los siguientes criterios:

-Se diferenciaron las aberturas de ventilación/evacuación de humos entre entrada y salida y de aire. Ambas combinatorias de huecos se han diseñado de tal forma para que cumplan la condición del DB SI de: superficie no inferior a 1/20 de su superficie construida, de la cual al menos 1/40 está distribuida de



manera uniforme.

- Si observamos la imagen, vemos indicadas con flechas azules las fachadas contabilizadas como de "entrada"; y con flechas verdes las aberturas de "salida". Todas estas aberturas se han colocado asegurando la uniformidad de huecos.

-Se colocan patios intermedios sobre las bandas de circulación rodada superior, que exige el DB HS por estar separadas las fachadas del Foso y del Patio de la Rampa 42m(exigidos por encima de 30 m de separación).

-La separación desde el techo en las aberturas de salida es inferior a 0,50m.

COMPROBACIÓN DE SUPERFICIES DE VENTILACIÓN/EVACUACIÓN DE HUMOS:

Superficie de Aparcamiento 5997 m² ----> 20% de 5997= 1199.40 m²

Superficie aberturas : total= 1298,00 m² > 1199.40 m² CUMPLE

-Foso: 140,50 m x 3 m= 421,00 m²

-Patio Rampa: 53,60 m x 3 m x2 = 321,60 m²
10,00 m x 3 m x2 = 60,00 m²

-Talúd Prado: 88,00 m x 3 m= 264,00 m²

-Aberturas intermedias: 14,60 m²(de media) x 16= 232,00 m²

4. Cumplimiento del DB CTE SI-4: Instalaciones de protección contra incendios

El edificio proyectado dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplen lo establecido en el 'Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios', en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le son de aplicación.

4.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios.

SECTOR GARAJE:

Bocas de incendio equipadas: por exceder los 500 m² de superficie

Hidrante exterior: uno por tener menos de 10.000 m² y más de 1000m²

Sistema de detección de incendio: por exceder los 500 m² de superficie (al menos ha d contar con detectores)

Extintores portátiles: de forma general en todos los edificios

SECTOR PABELLÓN (PÚBLICA CONCURRENCIA):

Bocas de incendio equipadas: por exceder los 500 m² de superficie

Extintores portátiles: de forma general en todos los edificios

Extintores portátiles de polvo ABC polivalente eficacia 21A-113B.

Disposiciones generales de extintores portátiles

Según UNE 23.110. RIPC1. MIE-AP 5 (aparatos a presión)

- Se denominan según el agente, tipo de fuego y la eficacia
- La eficacia depende del tamaño y la clase de fuego
- El CTE establece eficacia 21A-113B en la tabla 1.1. del SI-4.
- Utilizaremos extintores de Polvo ABC.

Disposición:

- Fácilmente visibles y accesibles
- Próximos a fuentes de riesgo
- Próximos a salidas de planta (sin estorbar)
- A 15 m de recorrido en cada planta desde todo origen de evacuación.
- En todos los locales de riesgo especial.

Bocas de incendio equipadas semirrígidas de 45 mm / 25 mm

Disposiciones generales de bocas de incendio equipadas

Los equipos serán de Ø25 mm para el aparcamiento y el pabellón.

La manguera alcanza los 20 metros de longitud con lanza, que permite alcanzar 5 metros más. Con este criterio disponemos las bocas de incendio necesarias para cubrir toda la planta. Se considera que una zona compartimentada está protegida por esta instalación si la longitud de la manguera alcanza todos los orígenes de evacuación y si es una zona diáfana está protegida si la longitud de la manguera más el alcance de la misma permite llegar a todos los puntos de dicha zona.

Disposición:

- Cerca de la salida de planta. Según exigencias del reglamento de protección contra incendios no se dispondrán nunca a más de 5 m de una salida de planta.
- No más de cuatro bocas de incendio de la misma derivación
- Alimentación por la parte inferior
- La instalación tendrá una toma en fachada para ser alimentada por un tanque de bomberos o el hidrante exterior
- La toma de fachada tendrá válvula de retención y corte.

Características de la boca de incendio:

- Manguera semirígida
- Montada sobre soporte tipo devanadera
- No precisa la total extensión para su uso
- Uso cómodo al ser menor la fuerza de reacción (una persona)
- Armario no obligatorio. Con taca opaca (señalizada) o transparente (vidrio para romper en caso de incendio) y abertura de desagüe inferior.

El suministro de las BIES se realiza con un sistema de bombeo que toma el agua directamente de un depósito situado en el aparcamiento, para el sector del garaje; y otros en el pabellón para el sector de pública concurrencia (Recordemos que doblamos las instalaciones por considerar los dos sectores como edificios independiente por la posible diferencia de titularidad).

Una hidrante exterior(en el aparcamiento)

- Son tomas no equipadas (no tiene manguera). NTP 42
- Manejables por personal adiestrado. · Protección de incendios del propio edificio o del exterior
- Abastece a los vehículos motobomba.

Sistema de detección de incendio (en el aparcamiento)

Además de los detectores exigidos, dispondremos de pulsadores manuales agrupados en el mismo punto con BIES y extintores para facilitar su localización.

Se dispondrán de manera que la distancia máxima a recorrer desde cualquier origen de recorrido a un pulsador no supere los 25m, y estará conectados al correspondiente sistema de transmisión de alarma. Serán fácilmente visibles y estarán señalizados según UNE 23033-1, como exige el SI-4 Art 2.1.

Disposiciones generales de los detectores automáticos

Dispondremos de un sistema de detección de tipo analógico inteligente capaz de detectar el fuego y determinar la zona donde se ha producido, ya que lo relevante es conocer la zona de incendio y no el detector concreto que ha saltado.

Este sistema conectará detectores ópticos convencionales unidos mediante un módulo master. Los diferentes módulos máster, alarmas y pulsadores conectarán con la central analógica de control de alarma, situada en el cuarto de instalaciones junto a la SP3.

Se decide emplear detectores ópticos por tener una mayor área de detección, a pesar de no ser los más indicados para un aparcamiento. Esto se debe a que podrían dar falsas alarmas en ambientes con aire sucio, por interrumpir el haz de luz infrarroja y hacer que el sensor salte. No obstante, las medidas tomadas de ventilación natural y la condición de aparcamiento abierto, se consideran suficientes como para que el aire este limpio y no de estos problemas.

DETECTORES ÓPTICOS DE HUMOS

Modelo: Detector óptico analógico blanco NTFXI – OPT Fabricante: Notifier

Características técnicas

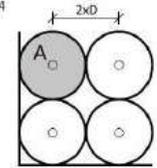
| | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| Tensión de funcionamiento | 15 ... 28 Vcc |
| Corriente en reposo @ 24 Vcc | aprox. 0.2 mA |
| Corriente en alarma @ 24 Vcc | aprox. 3.5 mA |
| Temperatura de funcionamiento | -30 °C ... 70 °C |
| Humedad relativa | 10 ... 93 % (no condensada) |
| Material | PC/ABS |
| Color | blanco, similar a RAL 9003 |
| Peso | aprox. 95 g |
| Dimensiones | Ø: 102 mm H: 51 mm (con base B501AP) |
| Certificado | 0786-CPD-20640 |



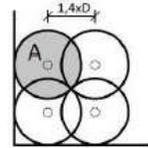
SUPERFICIE MÁXIMA DE VIGILANCIA POR DETECTOR (A) Y DISTANCIA DE PROTECCIÓN (D)

| Superficie Local (m²) | Tipo de detector | Altura Local (m) | INCLINACIÓN DEL TECHO | | | |
|-----------------------|------------------|------------------|-----------------------|-------|--------|-------|
| | | | ≤ 20°C | | > 20°C | |
| | | | A (m²) | D (m) | A (m²) | D (m) |
| ≤ 80 | Humos | ≤ 12 | 80 | 6,6 | 80 | 8,2 |
| | | ≤ 6 | 60 | 5,7 | 90 | 8,7 |
| | | 6-12 | 80 | 6,6 | 110 | 9,6 |
| ≤ 30 | Térmico | ≤ 7,5 | 30 | 4,4 | 30 | 5,7 |
| | | ≤ 6 | 30 | 4,4 | 30 | 5,7 |
| | | ≤ 7,5 | 20 | 3,5 | 40 | 6,5 |
| >30 | | ≤ 6 | 20 | 3,5 | 40 | 6,5 |

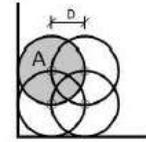
UNE 23.007-14



Distribución Incorrecta



Distribución Normal



Distribución Reducida (extinción automática)

Distribución general de los detectores automáticos

En el aparcamiento la altura de planta es algo inferior a 6 m y la inclinación del techo 0° por lo que en este caso colocaremos los detectores en el medio de los espacios con una superficie máxima de vigilancia.

4.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma, etc) se han previsto señales diseñadas según la norma UNE 23033-1.

En cuanto a las dimensiones, dada la distribución en planta, optaremos por señales de:

- 210 x 210 mm, para distancia de observación menor de 10 m.(Pabellón)
- 420 x 420 mm, para distancia de observación entre 10 y 20 m.(Garaje)

· Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Para ello serán alumbradas con luminarias autónomas de emergencia.

5. Cumplimiento del DB CTE SI-5: Intervención de los bomberos

5.1 Condiciones de aproximación y entorno

Artículo 1.1_El vial de aproximación tiene 9 metros (Avenida del Cid) y una capacidad portante superior a 20 KN/m2, por lo que CUMPLE. Los radios de giro que puedan establecerse para la aproximación por el espacio público a fachada permite una anchura libre de circulación de 9,00 m y los radios de giros señalados.

La altura de evacuación es en todos los casos inferior a 9m, por lo que quedamos exentos del cumplimiento del punto 1 del artículo 1.2

5.2 Accesibilidad por fachada

Las fachadas en las que tienen lugar los accesos deben disponer de huecos

que permitan el acceso desde el exterior al personal de servicio de extinción de incendios; a las zonas del edificio en planta baja se accede directamente por los huecos de accesos situados a cota de calle. Así mismo todas las aberturas que dan al parque del Prado y al Foso del rectorado, son aptas para el acceso.

6. Cumplimiento del DB CTE SI-6: Resistencia al fuego de la estructura

Para cumplir con los requisitos del Apartado 3 del presente apartado cumpliremos las exigencias de la Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales se establece una resistencia R120 para los elementos estructurales del sector pública concurrencia (por estar bajo rasante). En el caso de la estructura del sector aparcamiento (forjado, vigas y pilares del aparcamiento)) la resistencia será R120

La resistencia de los elementos estructurales de los locales de riesgo especial será de R90 para riesgo bajo, tal y como se ha especificado en la tabla de locales de riesgo especial de la presente memoria.

Para determinar la resistencia al fuego de nuestra estructura recurriremos al Anejo C. Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado del DB SI.

Siguiendo la Tabla C.2 Elementos a compresión, observamos que con un lado menor en el caso de soportes y espesor en el caso de muros de 40 cm aseguramos un REI 120 en pilares y un REI 180 en muros. En el caso de las vigas, consultamos la Tabla C.3 Vigas con 3 caras expuestas al fuego y observamos que con una dimensión mínima de 400 mm aseguramos un REI 120.

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | RESISTENCIA | LOCALIZACIÓN |
|---|-------------|--------------------|
| Muros de hormigón e=40 cm (expuesto a una cara) | REI 240 | Muros de sótano |
| Pilares apantallados e=40 cm (por sus dimensiones en relación b x h considerados como muros expuesto a dos caras) | REI 240 | Toda la estructura |
| Vigas Bóvedas pretensadas (expuesta a tres caras y 50mm recubrimiento) | REI 120 | Toda la estructura |

MEMORIA DE ILUMINACIÓN Y ELECTROTÉCNIA

NORMATIVA DE APLICACIÓN

La presente memoria tiene por objeto establecer las condiciones técnicas que debe reunir la instalación eléctrica conectada a una fuente de suministro en los límites de baja tensión.

Para ello tendremos en cuenta los condicionantes establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

- CTE DB HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- REBT. ITC BT 1 – BT 51

LUMINOTECNIA

A continuación se va proceder al diseño del sistema de iluminación artificial de nuestro edificio. Para ello se ha procedido de la siguiente manera:

Se establecen en un primer lugar, siguiendo las exigencias y recomendaciones del DB SUA-4 y el RD 486/1997 unos niveles de luxes por estancia que aseguren unos niveles de iluminación adecuados en función del uso que se está llevando a cabo.

A continuación se llevará a cabo la elección de luminarias, detallando el

tipo de luminaria y sus características principales.

Después de la elección de luminarias debemos conocer el número de puntos de luz necesarios. Para ellos vamos a obtener el índice del local (K), que depende de la geometría del local, así como el factor de mantenimiento y el factor de utilización (n) que se obtiene para una determinada curva de iluminación directa o indirecta a partir del índice del local K (dependiente de la geometría) y de los coeficientes de reflexión. Este valor se encuentra tabulado y lo obtendremos a partir de las tablas que suministra el fabricante. A partir de ahí calcularemos el flujo luminoso total y el número de luminarias. Vamos a realizar este cálculo en zonas representativas del proyecto, asimilando para el resto de espacios menos representativos una distribución uniforme que tome como referencia los valores obtenidos en las zonas representativas. Las zonas escogidas para hacer este estudio son la Sala de Exposiciones del Pabellón y el espacio de aparcamiento del Garaje.

Posteriormente, vamos a proceder a la comprobación del valor de eficiencia energética VEEI para una zona representativa.

1. Niveles de iluminación exigidos.

Primero debemos conocer los niveles de luxes necesarios siguiendo las exigencias y recomendaciones del DB SUA-4 y el RD 486/1997; unos niveles de luxes por estancia que aseguren unos niveles de iluminación adecuados en función del uso que se está llevando a cabo.

| LOCAL | ÁREA (m ²) | LUXES |
|----------------------------------|------------------------|-------|
| PABELLÓN Aseos de planta | 22,40 | 150 |
| PABELLÓN Sala de exposiciones | 534,00 | 300 |
| PABELLÓN Sala tecnica | 10,23 | 75 |

| LOCAL | ÁREA | LUXES |
|---------------------------------|-------|-------|
| PABELLÓN Almacén | 29,80 | 50 |
| PABELLÓN Pasillos | 4,30 | 100 |
| GARAJE Aparcamiento+Bicicletero | 6447 | 50 |
| GARAJE Salas técnicas | - | 55 |

2. Elección de luminarias.

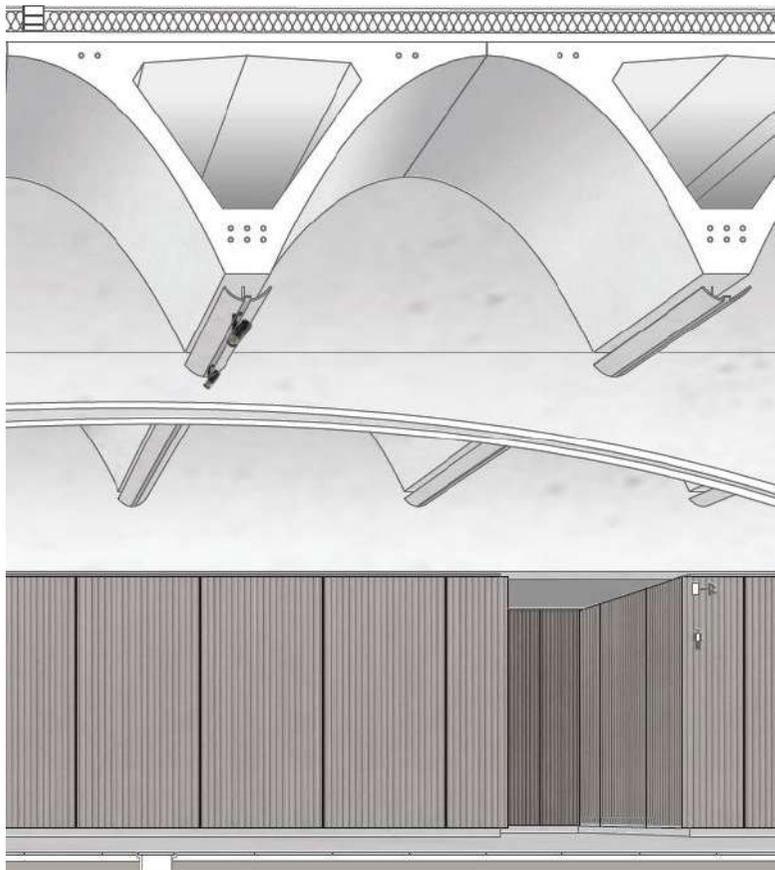
Vamos a emplear luminarias de la casa comercial ERCO y TRILUX. Se han empleado luminarias tipo LED, que garantizan un menor consumo que otros tipos. Tenemos 3 tipos de luminarias principalmente que se adapten a las distintas situaciones.

Por lo general, en aquellos espacios en los que la estructura horizontal esta ejecutada mediante las Vigas Bóveda, las luminarias se colocarán en una bandeja de luminarias y cableado que las integra en la arquitectura y recogeran sobre ellas también los drivers de los leds

Luminarias colgadas

Vamos a emplear luminarias colgadas principalmente en el aparcamiento como parte de la iluminación general.

Las luminarias escogidas son de la línea **CFLEX H1** de la marca **TRILUX**. Realmente son luminarias de superficie, pero se dispondrán colgadas de las "bandejas de iluminación". Se han escogido estas luminarias de tipo lineal extensible por permitir girar la luminaria a lo largo de su eje longitudinal. Esta



En la imagen superior podemos ver un detalle del efecto de integración que se busca con las bandejas que cuelgan bajo las Vigas Bóveda.

opción permite colocarlas de manera uniforme bajo los ejes resistentes inferiores de las Vigas Bóvedas (empotrada en las bandejas de cableado) y dirigir las a las zonas donde mayor iluminación queremos lograr, es decir, hacia las calles de rodadura de los coches

Flujo luminoso: 3900 lm

Potencia conectada: 37 W

Dimensiones: 1130 x 50 x 130 mm, largo extensible por acoples.

Luminarias Bañadoras de techo

Para lograr una iluminación ambiental se colocarán **tiras LEDs** lineales de la marca **FLANEX** en las mismas bandejas de la iluminación regular de los espacios con Vigas Bóvedas. Esta se dispondrá orientada hacia el techo, apuntando hacia las claves de los abovedamientos. Los drivers se dispondrán sobre la misma bandeja.

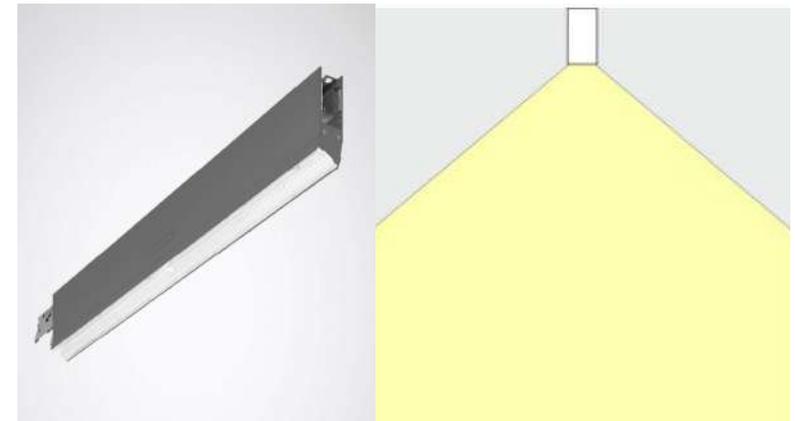
Flujo luminoso: 480 lm/m

Potencia conectada: 2,8 W/m

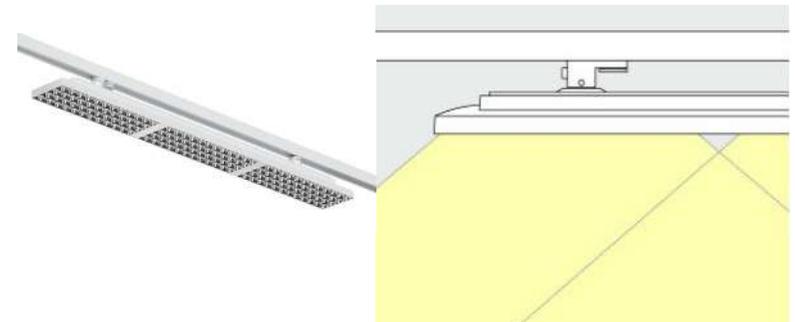
Luminarias de raíl electrificado.

Se emplearán luminarias para raíl electrificado **Mini 48v** de **ERCO** exclusivamente en la sala de exposiciones del Pabellón. Este sistema permite la libre disposición de las luminarias a lo largo del raíl, de tal forma que se pueda adecuar la iluminación a las necesidades puntuales de las distintas exposiciones que pueda albergar el Pabellón. El raíl se incorporará a la "bandeja de iluminación". Sobre este raíl se colocarán las luminarias de proyectoras **Eclipse** de **ERCO** y para la iluminación general **Jilly Lineal** de **ERCO**..

Flujo luminoso: 1500 lm (Eclipse) y 6739 lm (Jilly)



TRILUX CFLEX H1



Luminaria Jilly Lineal de ERCO sobre raíl electrificado Mini 48v de ERCO



Luminaria Eclipse de ERCO sobre raíl electrificado Mini 48v de ERCO

Potencia conectada: 10 W (Eclipse) y 33W (Jilly)

Luminarias de superficie para techo.

Se emplearán luminarias Jilly cuadradas de ERCO para la iluminación de espacios interiores cuyo techo sea de superficie plana, es decir, aquellas salas cuyo forjado no este ejecutado con Vigas Bóveda. En aseos, salidas de planta y entre las pantallas arqueadas del garaje.

Flujo luminoso: 1165 lm

Potencia conectada: 8,4 W

Luminarias balizas para exterior.

Se emplearán luminarias baliza Kubus de ERCO para la iluminación de espacios exteriores. Se emplearán para señalar los recorridos del espacio público. Se ha escogido esta opción de iluminación en baliza para delimitar, además de con la iluminación, con el cuerpo de la luminaria el recorrido de los caminos.

Flujo luminoso: 450 lm

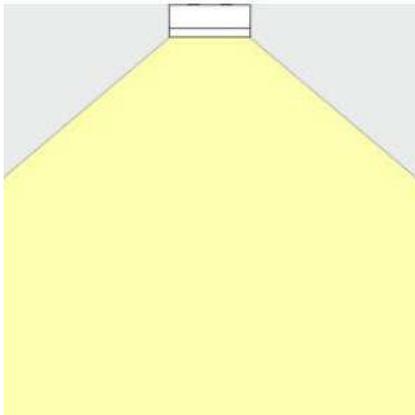
Potencia conectada: 3 W

Luminarias Bañadoras exteriores de suelo/pared

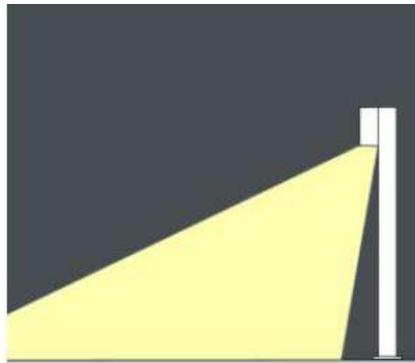
Se emplearán luminarias baliza Parscop de ERCO para la iluminación de espacios exteriores. Se emplearán en el foso para iluminar los muros originales del mismo, y mediante la reflexión de este, todo el espacio de esta zona.

Flujo luminoso: 2520 lm

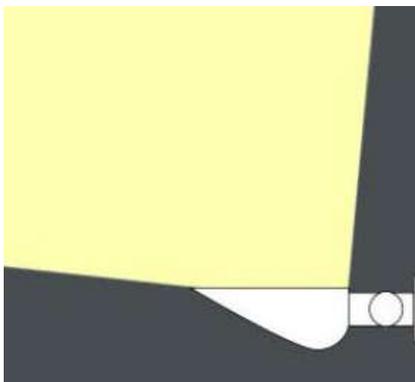
Potencia conectada: 24 W



Luminaria Jilly de ERCO de superficie



Luminaria Kubus de ERCO para espacios exteriores.



Luminaria Parscop de ERCO para espacios exteriores.

3. Estimación de luminarias necesarias.

Existen zonas del proyecto donde el número de luminarias resulta intuitivo (como aseos o salas de pequeña dimensión) y aunque realizar el cálculo siempre sería adecuado, hay zonas donde los resultados pueden realmente orientar a la hora del diseño de la instalación. Por ello haremos el cálculo sobre la Sala de Exposiciones del Pabellón y el aparcamiento, por ser los espacios más representativo del proyectos y por su gran dimensión, que puede hacer difícil la elección del número de luminarias

| LOCAL | AREA | LUXES | K |
|-----------------------------------|------|-------|------|
| PABELLÓN Sala de Exposiciones | 534 | 300 | 2,39 |
| GARAJE Aparcamiento+Biciletero | 6447 | 50 | 6,09 |

Vamos a calcular el índice de cada local K. Este valor depende de las dimensiones del local y responde a la expresión:

$k = \frac{ab}{h(a+b)}$, siendo a y b las dimensiones en planta del local y h su correspondiente altura. Para el caso de cubierta inclinada vamos a establecer un valor h medio.

El siguiente paso es determinar los coeficientes de reflexión (p) de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomar los siguientes valores aproximados:

$$p(\text{techo}) = 0.3 \text{ (color medio)}$$

$$p(\text{paredes}) = 0,3 \text{ (color medio)}$$

$$p(\text{suelo}) = 0.1 \text{ (oscuro)}$$

A continuación vamos a determinar el factor de utilización (n) a partir del

| Room Index k | Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE) | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|--|
| | 0.80 0.80 | | | 0.70 0.70 0.70 0.70 | | | 0.50 0.50 | | 0.30 0.30 | | 0.00 | |
| | 0.50 0.50 | 0.50 0.50 | 0.50 0.30 | 0.30 0.10 | 0.30 0.10 | 0.10 0.10 | 0.10 0.10 | 0.10 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 0.60 | 0.28 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.26 | 0.23 | 0.22 | 0.20 | 0.22 | 0.20 | 0.19 | |
| 0.80 | 0.34 | 0.32 | 0.33 | 0.32 | 0.31 | 0.27 | 0.27 | 0.25 | 0.27 | 0.25 | 0.23 | |
| 1.00 | 0.38 | 0.35 | 0.38 | 0.36 | 0.35 | 0.32 | 0.31 | 0.29 | 0.31 | 0.28 | 0.27 | |
| 1.25 | 0.43 | 0.39 | 0.42 | 0.40 | 0.39 | 0.35 | 0.35 | 0.33 | 0.34 | 0.32 | 0.31 | |
| 1.50 | 0.46 | 0.42 | 0.45 | 0.43 | 0.41 | 0.38 | 0.38 | 0.35 | 0.37 | 0.35 | 0.34 | |
| 2.00 | 0.51 | 0.46 | 0.50 | 0.47 | 0.45 | 0.43 | 0.42 | 0.40 | 0.41 | 0.40 | 0.38 | |
| 2.50 | 0.55 | 0.48 | 0.53 | 0.50 | 0.48 | 0.45 | 0.45 | 0.43 | 0.44 | 0.43 | 0.41 | |
| 3.00 | 0.57 | 0.50 | 0.55 | 0.52 | 0.49 | 0.47 | 0.47 | 0.45 | 0.46 | 0.45 | 0.43 | |
| 4.00 | 0.60 | 0.52 | 0.58 | 0.54 | 0.51 | 0.50 | 0.49 | 0.48 | 0.48 | 0.47 | 0.46 | |
| 5.00 | 0.62 | 0.53 | 0.60 | 0.56 | 0.52 | 0.51 | 0.50 | 0.49 | 0.49 | 0.49 | 0.47 | |

Ceiling mounted

Tabla de factor de utilización TRILUX CFLEX H1
 Al no haber encontrado la tabla de factor de utilización Jilly Lineal de ERCO, usaremos la de TRILUX por tener ambas luminarias características similares.

índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa sería necesario interpolar.

| LOCAL | LUMINARIA | LUXES | K | n |
|-----------------------------------|---|-------|------|------|
| PABELLÓN Sala de Exposiciones | Iluminación principal Jilly Lineal de ERCO | 300 | 2,39 | 0,25 |
| GARAJE Aparcamiento+Biciletero | Iluminación principal TRILUX CFLEX H1 | 50 | 6,09 | 0,50 |

Ahora vamos a determinar el factor de mantenimiento (fm) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Fm= 0.8 (limpio), pero para el aparcamiento donde entendemos que el factor debe ser algo menor fm=0.7

| LOCAL | LUXES | K | n | Fm | AREA | Φt |
|-----------------------------------|-------|------|------|-----|------|--------|
| PABELLÓN Sala de Exposiciones | 300 | 2,39 | 0,42 | 0,8 | 534 | 476789 |
| GARAJE Aparcamiento+Biciletero | 50 | 6,09 | 0,50 | 0,7 | 6447 | 921000 |

CÁLCULO DEL FLUJO LUMINOSO TOTAL NECESARIO

$$\Phi_t = E \cdot S / n \cdot fm$$

donde:

Φt es el flujo luminoso total

E es la iluminancia media deseada (lx)

S es la superficie del plano de trabajo

n es el factor de utilización

fm es el factor de mantenimiento

Posteriormente obtendremos el número de puntos necesarios con la fórmula:

$$N = \Phi_t / \Phi_L$$

donde:

Φ_t es el flujo luminoso total

N es el número de puntos de luz necesarios

Φ_L es el flujo luminoso de una lámpara (en lm)

| LOCAL | LUMINARIA | Φ_L | Φ_t | N |
|-----------------------------------|---|----------|----------|-----|
| PABELLÓN Sala de Exposiciones | Iluminación principal Jilly Lineal de ERCO | 6739 | 476789 | 71 |
| GARAJE Aparcamiento+Biciletero | Iluminación principal TRILUX CFLEX H1 | 3900 | 1842000 | 237 |

Gracias a estos valores podemos tener una estimación de las luminarias que necesitaremos en estos espacios. No obstante, colocaremos un número menor de las luminarias del tipo calculado ya que están combinadas con otro tipo de luminarias que proporcionan iluminación ambiental. Así mismo, tanto el aparcamiento como el Pabellón gozan de mucha iluminación natural gracias a sus numerosos patios.

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

| Zonas de actividad diferenciada | VEEI límite |
|--|-------------|
| administrativo en general | 3,0 |
| andenes de estaciones de transporte | 3,0 |
| pabellones de exposición o ferias | 3,0 |
| salas de diagnóstico (1) | 3,5 |
| aulas y laboratorios (2) | 3,5 |
| habitaciones de hospital (3) | 4,0 |
| recintos interiores no descritos en este listado | 4,0 |
| zonas comunes (4) | 4,0 |
| almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas | 4,0 |
| aparcamientos | 4,0 |
| espacios deportivos (5) | 4,0 |
| estaciones de transporte (6) | 5,0 |
| supermercados, hipermercados y grandes almacenes | 5,0 |
| bibliotecas, museos y galerías de arte | 5,0 |
| zonas comunes en edificios no residenciales | 6,0 |
| centros comerciales (excluidas tiendas) (7) | 6,0 |
| hostelería y restauración (8) | 8,0 |
| religioso en general | 8,0 |
| salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (9) | 8,0 |
| tiendas y pequeño comercio | 8,0 |
| habitaciones de hoteles, hostales, etc. | 10,0 |
| locales con nivel de iluminación superior a 600lux | 2,5 |

4. Cumplimiento del Valor Límite de la Eficiencia Energética (VEEI).

La eficiencia energética de la instalación de iluminación de una zona se determina mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lx mediante la expresión:

$$\text{VEEI} = P \text{ lámpara (W)} \times 100 / S \text{ iluminada (m}^2) \times E_m \text{ (iluminancia media mantenida)}$$

Se determina un VEEI límite en función del uso del local a partir de la Tabla 2.1 Valores límites de eficiencia energética de la instalación del CTE DB HE3, siendo nuestros locales en todo caso zonas de no representación.

| LOCAL | AREA | LUXES (Em) | P(W) | VEEI Límite | VEEI obtenido |
|-----------------------------------|------|------------|------|-------------|---------------|
| PABELLÓN Sala de Exposiciones | 534 | 300 | 10 | 3 | 0.006 |
| GARAJE Aparcamiento+Biciletero | 6447 | 50 | 37 | 5 | 0.011 |

Al emplear en la mayoría de los casos iluminación tipo LED cumplimos sin problema los valores de eficiencia energética.

ELECTROTECNIA

1. Diseño de la instalación.

La instalación de electricidad de nuestro edificio se ha diseñado de la siguiente manera:

-En un primer momento, es importante el hecho de que vamos a necesitar un Centro de Transformación (necesario porque la potencia ha abastecer total supera los 100 KW) .

A diferencia de otras instalaciones, en las que se decide separar por

completo las de un uso edificio y otro, en electricidad parece excesivo, al menos en la parte a la que al Centro de Transformación se refiere. La potencia requerida en ambos casos por separado dada la superficie construida hace que el caso de emplear un centro de transformación para cada uso sea poco provechoso. Por ello se decide ubicar un CT común y a partir de aquí, individualizar la instalación eléctrica para cada uso.

El centro de transformación se decide colocar en un local destinado en el aparcamiento. Se decide esta localización para liberar al espacio público de una construcción destinada para ello, y también porque por las características y la condición de aparcamiento abierto y libremente transitable, este será accesible para su mantenimiento de la misma forma que si estuviera en el exterior.

El kical destinado se encuentra en el punto medio del edificio, para que las longitudes del cableado sean menores y con ellos las caídas de tensión menores y el diseño es más limpio y claro al estar centrado y zonificado

A partir del centro se deriva la caja de protección y medida y posteriormente los cuadros generales de protección y mando. Alimentados por estos surgiran los distintos cuadros secundarios.

2. Previsión de potencia.

Para la previsión de potencia de nuestro edificio, vamos a seguir las indicaciones establecidas en el documento ITC BT 10 Previsión de cargas para suministros de baja tensión.

ALUMBRADO

Para edificios como salas de exposición o museos la previsión de cargas se calculará considerando un mínimo de 100 W/ m² por planta, con un mínimo por local de 3450 W y coef. de simultaneidad 1. Para la zona de aparcamiento se establece un mínimo de 15 W/m² (garajes con ventilación natural).

Para obtener un cálculo lo más aproximado posible a la realidad hemos realizado el siguiente cálculo:

En el estudio de la iluminación anterior obteníamos: 71 luminarias para una superficie de 534 m², lo que con una regla de tres resulta 0.13 luminarias/m² en el Pabellón; y 237 luminarias para una superficie de 6447 m², lo que con una regla de tres resulta 0.036 luminarias/m² en el Garaje

Para una potencia media de las luminarias empleadas de 33W en el Pabellón y 37 W en el Garaje obtenemos una aproximación de 4.29 y 1,3 W/m² respectivamente, lo cual resulta muy por debajo de los 100 y 15 W/m², lo cual en cierto modo resulta lógico ya que las luminarias empleadas son de tecnología LED con el ahorro que eso supone. Además estamos ante unos espacios con una excelente iluminación natural y con gran parte de la superficie construida para locales con bajos niveles de iluminación (aparcamiento, y área de instalaciones)

Aún así para asegurar que nos quedamos por encima en la previsión, dado que se ha simplificado mucho el cálculo, aplicaremos para el cálculo de de iluminación una previsión de potencia media de 5 W/m² para el garaje y de 15 W/m² para el Pabellón. Este ultimo lo mayoramos bastante ya que esta estimación de luminarias no tiene en cuenta las luminarias extra ambientales y los focos específicos para iluminar de forma puntual los elemento expuestos.

$$\text{GARAJE: } 5 \text{ W/m}^2 \cdot 6447 \text{ m}^2 = 32235 \text{ W} = 32 \text{ KW}$$

$$\text{PABELLÓN: } 15 \text{ W/m}^2 \cdot 534 \text{ m}^2 = 8010 \text{ W} = 8 \text{ KW}$$

$$\text{ESPACIO PÚBLICO: } 3 \text{ W/m}^2 \cdot 5423 \text{ m}^2 = 16269 \text{ W} = 16 \text{ KW}$$

FUERZAS

Para el cálculo de fuerza aplicaremos una previsión de 100 W/m² en el Pabellón . Mientras el garaje, haremos una previsión de 0 W/m² paea fuerza, ya que tan solo se dispondran unos pocos puntos de echufe para mantenimiento en

los locales y en el aparcamiento. Esta potencia que no se cuenta en el aparcamiento es tan poca que es asumida por las demás estimaciones

$$\text{GARAJE: } 0 \text{ W/m}^2 \cdot 6447 \text{ m}^2 = 0 \text{ W}$$

$$\text{PABELLÓN: } 100 \text{ W/m}^2 \cdot 534 \text{ m}^2 = 53400 \text{ W} = 53,4 \text{ KW}$$

OTRAS CARGAS:

Puntos de carga de coche eléctrico: asumimos unos puntos de carga de potencia media, unos 5kW por puesto, y con un total de 15 puntos de recarga:

$$\text{GARAJE: } 5.00 \text{ KW} \cdot 15 = 75 \text{ KW}$$

Bombas Saneamiento: :

$$\text{GARAJE: } 1,5 \text{ KW} \cdot 1 = 1,5 \text{ KW}$$

$$\text{PABELLÓN: } 1,5 \text{ KW} \cdot 1 = 1,5 \text{ KW}$$

Bombas Depuradoras: asumimos una carga de potencia normal para cada una de las pequeñas bombas de las depuradoras biológicas de filtro de los estanques.:

$$\text{ESPACIO PÚBLICO: } 100 \text{ W} \cdot 7 = 0,7 \text{ KW}$$

Ascensores: Según NTE-ITA, ascensor para 5 personas : $4500 \cdot 1,3 = 5850 \text{ W} = 5.85 \text{ KW}$

$$\text{GARAJE: } 5.85 \text{ KW} \cdot 2 = 11.7 \text{ KW}$$

$$\text{PABELLÓN: } 5.85 \text{ KW} \cdot 1 = 5,85 \text{ KW}$$

Climatización: Potencia de la UTA del Pabellón:

$$\text{PABELLÓN: } 10479 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1.36 = 14239 \text{ W} = 14,23 \text{ KW}$$

PREVISIÓN DE POTENCIA GARAJE: 118,10 kW

PREVISIÓN DE POTENCIA PABELLÓN: **81,48 kW**

PREVISIÓN DE POTENCIA ESPACIO PÚBLICO: **16,7 kW**

PREVISIÓN DE POTENCIA TOTAL: **216,28 kW**

MEMROIA DE FONTANERÍA

NORMATIVA DE APLICACIÓN

- CTE DB HS 4 Suministro de agua

Dado que en nuestro edificio no se dispondrá de red de ACS no se encuentra bajo las condiciones especificadas en el Ámbito de Aplicación del CTE DB HE 4

DISEÑO DE LA RED

El abastecimiento de agua contempla el suministro de agua al edificio, en tres circuitos básicos:

- Red de Agua Fría Sanitaria Garaje
- Red de Agua Fría Sanitaria Pabellón
- Red de Agua Fría Sanitaria Espacio Público
- Red para Seguridad en Caso de Incendio Garaje

TRAZADO DE LA RED

Existe un local situado en la planta sótano del Aparcamiento, donde se ubicarán el equipo de abastecimiento de las BIES y el grupo de presión de los

depósitos pluviales del riego del Espacio público. Aunque, se decide hacer una red separada por cada uno de las zonas del edificio, por considerar que podrían llevar diferente titularidad (Espacio público, Garaje y Pabellón), se decide ubicar en el mismo local los depósitos y el equipo de presión de las BIES del Garaje junto con los depósitos de aguas de pluviales para el riego del Espacio público por cuestiones de trazado. El Espacio Público al encontrarse en la cubierta del Garaje comparten red de recogida y evacuación de aguas pluviales, por lo que los depósitos de almacenamiento debían encontrarse en el sótano del Garaje.

Debido al pequeño trazado de las redes del Garaje y el Pabellón, además de encontrarse en planta sótano todo su trazado y puntos de suministro, ninguno de estos edificios necesitará de equipo de presión. Por su parte, el Espacio Público que cuenta con un trazado mayor y puntos de suministro que precisan de una presión mayor a la habitual (equipos de riego y dispersadores de agua), si necesitará de uno, para lo cual se decide desde un principio prescindir de la presión nominal de la red pública comenzando el trazado desde los depósitos de agua pluviales. De tal forma el trazado de la red de ACS ira desde el contador directamente a un grifo automático para el llenado de los depósitos de agua pluviales, que se abrirá siempre que el depósito este a menos de un 10% de su capacidad, y que se cerrará cuando llegue a un máximo del 50% de capacidad. De esta forma se evita que se puedan quemar las bombas si se conectan sin que haya agua suficiente almacenada, a la vez que se deja un volumen considerable de almacenamiento por si llueve.

ACOMETIDA Y LLAVE DE REGISTRO

Para el diseño y posterior cálculo de la red de agua fría sanitaria se parte de una red pública de suministro continuo que discurre a lo largo de la vía que flanquea el edificio.

Para permitir el paso del conducto a través del muro de cerramiento de cada edificio se practicará un orificio de modo que el tubo quede suelto permitiendo su dilatación, rejuntando esta holgura mediante la utilización de masilla plástica. Antes de los contadores se dispone la llave de corte general o de acometida y un filtro.

Posterior a los contadores se dispondrá un grifo de prueba y una válvula antirretorno y la correspondiente llave de paso. La acometida del Garaje y del Espacio Público se realiza desde la Avenida del Cid, en un espacio "camuflado" exterior del edificio cercano la salida de evacuación de incendios SP5, de manera que la compañía suministradora puede tener acceso a él, mediante un armario de acometida para cada zona de 0,5 x 0'70 x 0'70 mm para \varnothing nominal de la acometida de 64 mm (Tabla 4.1 Dimensiones del armario y de la arqueta para el contador general).

La acometida del Pabellón se hará desde la calle San Fernando, ubicando el armario exterior de acometida (de misma dimensión) en la escalera de evacuación SP6.

PROTECCIÓN CONTRA RETORNOS

De acuerdo al HS-4 en su artículo 2.1.2 se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación:

- Después del contador.
- En la base de las ascendentes.
- Antes del equipo de tratamiento de agua.
- En los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos.
- Antes de los aparatos de refrigeración o climatización.

CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO

Lavamanos 0,05 dm³/s

Inodoros con cisterna 0,20 dm³/s

Urinarios con cisterna 0,04dm³/s

Grifos garajes 0,20 dm³/s

Grifos industriales

PRESIÓN MÍNIMA EN LOS PUNTOS DE CONSUMO

- 100 kPa para grifos comunes
- 150 Kpa para fluxores
- Nunca superior a 500 Kpa

MANTENIMIENTO Y REGISTRO DE LA INSTALACIÓN.

Las redes de tuberías deben discurrir por zonas en las que sea posible su mantenimiento y reparación, para los cuales deben estar a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o disponer de arquetas o registros.

En el Garaje discurrirá desde la acometida hasta el cuarto donde suministrara agua para las BIES por un falso techo de lamas registrable a lo largo del eje 4A del edificio.

En el Pabellón se trazará por el falso techo de los baños y locales de servicio

En el espacio público la red de riego ira enterrada y con registros puntuales ne pequeñas arquetas escondidas en las jardineras.

DIMENSIONADO DE LA RED

PRESIÓN NECESARIA

Calculamos la presión necesaria en el punto más y alejado, lo haremos en el garaje, por tener la instalación con mayor trazado, por lo que sus resultados serán extensibles al Pabellón (el Espacio Público lleva por E.Presión por riego):

$$P \text{ NECESARIA} = H_g + L_{\text{total}} + J_{\text{singulares}} + P \text{ punto de consumo} = -5 + 12,86 + 12 + 10 = 29.86 \text{ mca}$$

$P_{\text{red}} = 35 \text{ mca} > 29.86 \text{ mca}$ NO ES NECESARIO INSTALAR GRUPO DE PRESIÓN

$$\text{Donde } H_g = -5.00 \text{ m}$$

$$L_{\text{real}} = H_g + L_{\text{horizontal}} = 53,6 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = 0.20 (L_{\text{real}} + L_{\text{equivalente}}) = 0.2 (1,2 L_{\text{real}}) = 12.86$$

$P \text{ punto de consumo} = 10 \text{ mca} + 2 \text{ mca} = 12 \text{ mca}$ (presión en el último punto de consumo establecida en el DB HS4 apartado 2.1.3.2 + pérdida en la instalación interior)

$$J_{\text{singulares}} = J_{\text{contador}} = 10 \text{ mca}$$

DIÁMETROS MÍNIMOS

La tabla 4.2 y 4.3 del apartado 4.3 del HS4 establece diámetros mínimos en derivaciones a los aparatos, así como en tramos de alimentación. A continuación se realiza un dimensionado de nuestra instalación, pero en todo caso los diámetros serán como mínimo iguales a los que aquí se establecen:

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos:

Lavamanos: 12 mm

Inodoros con cisterna: 20mm

Urinarios con cisterna: 20mm

Grifos garajes: 20mm

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Columna: 20 mm

Distribuidor principal: 25 mm

Derivación secundaria: 20 mm

DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS.

CÁLCULO DE Ø Y PÉRDIDAS DE CARGA UNITARIA

Para hacer el dimensionado de los diámetros de la red, tendremos en cuenta el CTE-HS4, en el que se especifica que el dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá el circuito considerando como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los tramos de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- Elección de una velocidad de cálculo comprendida para tuberías metálicas entre 0,50 y 3,50m/s para tuberías termoplásticas.

· Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y la velocidad.

CAUDAL TOTAL DE ZONAS

Pabellón (14 aparatos)

4 lavamanos = 0.2 l/s

7 WC = 0,7 l/s

2 urinarios = 0.08 l/s

1 grifo (llenado instalación clima) = 0,2 l/s

Garaje (7 aparatos)

6 grifos de limpieza = 1.2 l/s

1 grifo llenado de depósitos de BIES = 1 l/s

Espacio público (1 aparato)

1 grifo (llenado depósitos de pluviales-riego) 1 l/s

caudal alimentado por depósitos de riego:

9 grifos (llenado de estanques) = 9 l/s

42 bocas de riego = 8,4 l/s

DIAMETROS NOMINALES

| TRAMOS PRINCIPALES | Q_i (l/s) | n° aparatos | k | Q (l/s) | \varnothing nominal (mm) |
|---|-------------|-------------|------|---------|----------------------------|
| Pabellón | 1,18 | 14 | 1 | 1,18 | 25 |
| Garaje | 2,2 | 7 | 0,65 | 1,54 | 32 |
| Espacio Público, llenado del depósito (circuito hasta depósito) | 1 | 1 | 1 | 1 | 25 |
| Espacio Público, riego (hasta ramales de zonas de riego) | 8,4 | 42 | 0,35 | 2,94 | 50 |

· En el espacio público no contamos el caudal de llenado de los estanques, ya que esto solo ocurre de forma muy puntual por razones de mantenimiento, se llenarán de uno en uno y nunca a la vez que está activado el riego, por lo que el caudal simultáneo nunca será mayor a 1l/s en estas situaciones.

· Al riego se le da un coeficiente de simultaneidad de 0,35 ya que habrá 3 zonas de riego por fases no simultáneas

MEMORIA DE REDES DE SANEAMIENTO

NORMATIVA DE APLICACIÓN

El objeto de este apartado será el de dotar al edificio de las instalaciones necesarias para atender la demanda de evacuación de aguas las instalaciones de saneamiento El marco normativo es el siguiente:

- CTE DB HS 5 Evacuación de aguas.

1.DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.

La red de evacuación del presente edificio es un sistema mixto donde aguas pluviales y residuales discurren de manera separada por el edificio y finalmente se produce, tal y como indica el CTE, una conexión de aguas en plantas baja y sótano a través de redes enterradas y colgadas para que se produzca la única conexión final con el alcantarillado público.

Esquema general

La particularidad de nuestro edificio es que en se destina a usos distintos, sobre los que enredemos que recaen distintas titularidades: Espacio Público, Garaje y Pabellón de Exposiciones. Por esta razón en la mayoría de instalaciones se individualizan e independizan unas de otras para servir de forma autónoma a cada uso. No obstante, dado que el uso de espacio público se da en la cubierta

de otros dos usos distintos, las instalaciones de recogida y evacuación de agua han sido imposible de separar totalmente, de tal forma que el son compartidas entre uso inferior y superior del edificio.

Dado que el edificio tiene una gran longitud se presenta la imposibilidad de resolver la evacuación a lo largo proyecto por las importantes pendientes que se generarían debido a su longitud, se recurre a un sistema de varios colectores principales que van asumiendo el caudal de los bajantes próximos, para ser llevados a sótano a una red enterrada.

Otra particularidad del sistema de evacuación, es que toda la red "colgada" no esta realmente colgada. Al tener un sistema de forjado que, por decisiones de proyecto, se decide mantener visto y sus instalaciones, el edificio no cuenta con falsos techos que permitan el paso de las tuberías. Así pues, esta red "colgada" pasa por encima del forjado, enterrada en un recreado del paseo, que es necesaria para acoger las jardineras y los estanques del paseo.

En el diseño de esta red hay tres elementos determinantes:

- La presencia de huecos de entrada de luz y ventilación al aparcamiento, que condiciona el diseño puesto que no se puede atravesar solo en el punto de acceso en el que está cubierto.

- La imposibilidad impuesta de emplear redes colgadas en el trazado de la red, que enturbien la imagen de proyecto del sistema estructural de vigas bóveda.

- La reutilización de las aguas pluviales para el riego de jardines y el llenado de los estanques, lo que obliga al trazado de esta red a conducir el agua evacuada a unos aljibes situados en un local destinado a ello en el Garaje. Este Aljibe contará con un sensor de nivel que conducirá el agua de recogida de pluviales directamente a la red de saneamiento general para ser evacuada cuando se encuentre a su capacidad máxima.

1.RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES.

1.1. Recogida en cubierta

La red se ha diseñado de tal forma que la recogida en la cubierta del pabellón es independiente a la del garaje a pesar de pertenecer al mismo espacio público, y además esta última está pensada para ser almacenada en aljibes. La evacuación de la cubierta se resuelve de diferentes maneras:

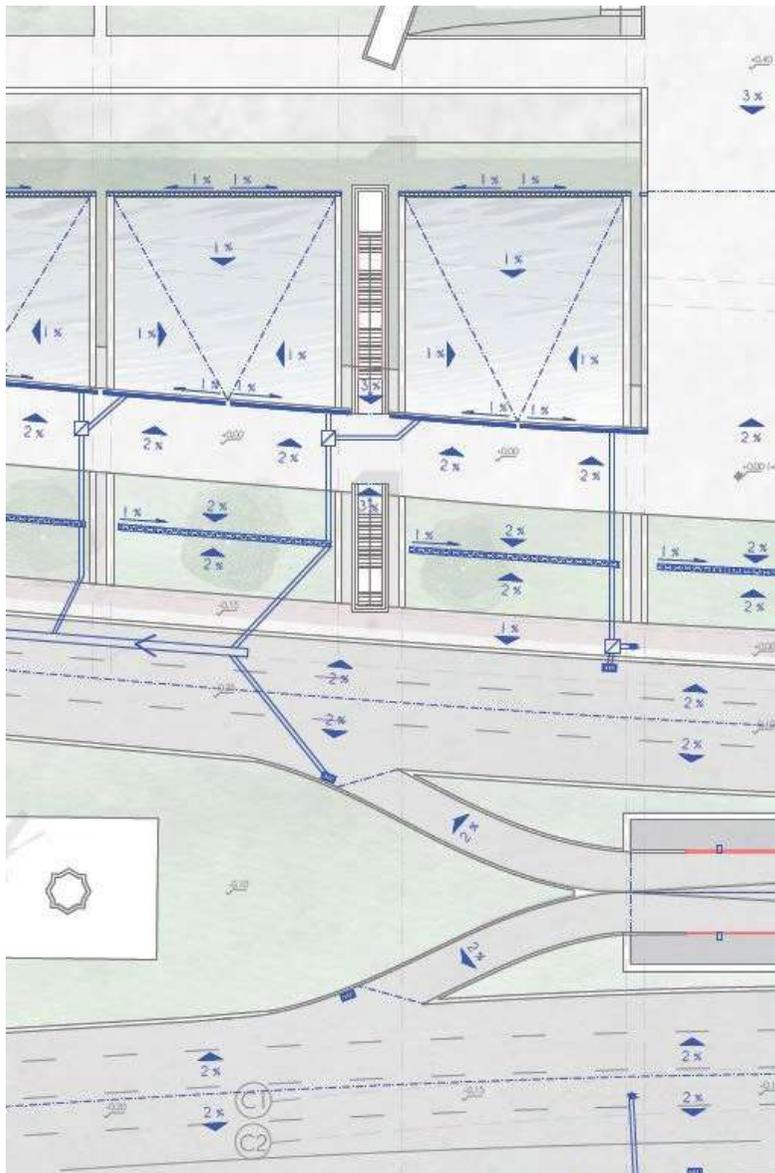
-Estanque: Los estanques se han pensado de tal forma que en caso de lluvia, no evacuen el agua de forma automática, sino que la almacenen hasta que llegue al máximo de su capacidad. Esto se hace, no para reutilizar este agua, sino para llenar el estanque aprovechando la lluvia sin necesidad de recurrir al depósito, que solo hará falta cuando no llueva. Los estanques cuentan con un canalón que actúa como rebosadero en su parte enfrentada al foso, de tal forma que cuando el agua llegue a su nivel, este la evacuará a la planta inferior a través de los laterales del mismo.

A parte de este sistema de evacuación de pluviales, el estanque también tiene un sistema de evacuación de su propia agua. Este se ha pensado por si hiciese falta vaciarlos por completo por labores de mantenimiento. Para ello, hay pendientes en toda su superficie que dirigen el agua a un punto de recogida a modo de sumidero situado en el paseo. Este punto realmente es una entrada de agua a la depuradora, y mediante una conexión al sistema de tuberías de esta, el agua se puede derivar a la red de saneamiento en lugar de volver a introducirla en el estanque.

-Paseo: toda la franja peatonal que discurre entre los estanques y las jardineras, recoge el agua a través de sumideros lineales en el lado del estanque. Esto se hace así para que estos sumideros sirvan también como barrera por si los estanques se desbordasen e impedir que inunden el paseo.

Las zonas de desembarco de las escaleras de acceso al garaje son puntos críticos a tener en cuenta. Para evitar que el agua de pluviales del paseo pueda caer en cascada a través de ellas, estas siempre desembarcan sobrelevadas con respecto a la cota del paseo, y se conectan con una pequeña pendiente.

-Zonas Ajardinadas: Cuentan con unas ligeras pendientes bajo la tierra que dirigen el agua a unos tubos de drenaje, que circularán el agua a arquetas.



En la imagen podemos ver en los diferentes sistemas de recogida de agua en cubiertas, en función de los acabados de la mismas. De arriba a abajo: sistema de los estanques, sistema del paseo, de las jardineras y de la carretera.

-Carretera : Se resolverá mediante el sistema tradicional de recogida en carreteras, en la que la propia inclinación hacia los bordes del asfalto, circula el agua hacia los laterales donde es recogida por imbornales.

Las zonas de desembarco de la rampa de acceso al garaje son puntos críticos a tener en cuenta. Al igual que con las escaleras en el paseo, para evitar que el agua de pluviales de la carretera pueda caer en cascada a través de ellas, estas siempre desembarcan sobrelevadas con respecto a la cota de la carretera, y se conectan con una pequeña pendiente. Esto crea una pequeña depresión en la unión de la carretera y la rampa debido a la inclinación natural hacia los bordes del asfalto, por lo que se deberán ubicar imbornales en estos puntos y evitar el encharcamiento de esta zona

1.2. Recogida en Garaje

Debido a que el garaje cuenta con varios patios y entradas de ventilación, este precisa de un sistema de recogida de aguas para la superficie del aparcamiento. La estrategia para evacuar las posibles aguas que puedan entrar en el aparcamiento es mediante una ligera pendiente, similar a la de las carreteras, en la que el eje longitudinal del espacio de aparcamiento está elevado con respecto a los laterales, de tal forma que el agua evacue hacia esa zona. Estos laterales coinciden con los patios del Garaje, y es aquí donde será recogida mediante sumideros lineales.

Pudiera parecer que la superficie de estos paños interiores total es muy grande, pero realmente solo una pequeña parte de su superficie se encuentra bajo aberturas de ventilación, y las precipitaciones que pudieran caer en estas pequeñas zonas es asumible por la instalación planteada. Por ello todos los puntos de recogida del garaje se sitúan en los patios principales, y la superficie del aparcamiento deriva el agua allí.

1.2. Recogida en el Pabellón de Exposiciones.

El único punto de recogida de aguas pluviales en el pabellón se da en el patio de iluminación de la Avd. del Cid. La recogida en este punto, al tratarse de un patio ajardinado, se hará mediante tubos de drenaje enterrados en la propia jardinera. No obstante, al tratarse de un jardín en pendiente, también se disponen sumideros lineales



En la imagen podemos ver en sección el sistema de recogida del patio del Pabellón, idéntico al de los patios sur del Garaje. En ellos el agua mediante tubos de drenaje bajo los ajardinamiento y mediante sumideros lineales en el extremo de los mismos

en el punto más bajo del ajardinamiento, por si en caso de muchas precipitaciones, el terreno no fuese capaz de asumir toda el agua antes de llegar a abajo del patio..

2. RECOGIDA DE AGUAS RESIDUALES

Solo dispondremos de red de aguas residuales en el Pabellón de Exposiciones por ser este el único espacio de todo el edificio que cuenta con servicios o puntos con estas necesidades. La recogida se hará por tanto a través de aparatos sanitarios, y aquellos que no cuenten con sifonamiento, se conectarán previo a la red de evacuación, con un bote sifónico, a razón de 4 aparatos por bote

3. VENTILACIÓN DEL SISTEMA

Nuestro edificio al poseer solo una planta como máximo, se considera suficiente como único sistema la ventilación primaria. El CTE determina necesario la prolongación de estos bajantes 1,3 metros por encima de la cubierta. Pero por cuestiones de diseño y estética, ya que la cubierta es en este caso es elemento principal del edificio, por ser espacio público, visible desde todos los bloques residenciales que la rodean, no es viable la colocación de estas prolongaciones de bajantes en ella, por lo que se recurre a un sistema como opción alternativa que consiste en instalar una válvula de aireación, tal y como especifica el apartado 3.3.3.4 del CTE DB HS5.

4. SISTEMA DE BOMBEO Y ELEVACIÓN DE AGUAS

El CTE dictamina que cuando la red interior o parte de ella se tenga que disponer por debajo de la cota del punto de acometida debe preverse un sistema de bombeo y elevación. A este sistema de bombeo no deben verter aguas pluviales, pero por imperativos de diseño del edificio, tal como sucede con las aguas que se recogen en patios interiores y en el garajes, que quedan a un nivel inferior a la cota de salida por gravedad, se permite. Además como se pretende almacenar agua de pluviales en aljibes para su posterior uso, conectamos la red de cubiertas también a la red que discurre por debajo de la cota de acometida.

Tampoco deben verter a este sistema las aguas residuales procedentes de las partes del edificio que se encuentren a un nivel superior al del punto de acometida, pero todos nuestros puntos de recogida de residuales se encuentran por debajo de la

acometida, por lo que también se necesita de sistema de bombeo para esta red. Como las instalaciones de Garaje y Pabellón son independiente, cada uno contará con su propio sistema de bombeo.

5. DIMENSIONADO

5.1. Pluviales

Seguimos las exigencias relativas al apartado 4.6 de la normativa de aplicación, de tal forma:

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta

| Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²) | Número de sumideros |
|---|---------------------------|
| S < 100 | 2 |
| 100 ≤ S < 200 | 3 |
| 200 ≤ S < 500 | 4 |
| S > 500 | 1 cada 150 m ² |

Colocamos los sumideros lineales en el paseo a razón de como mínimo, 1 cada 150 m². Las recogida de las jardineras se diseñan con el mismo criterio, colocado drenajes individuales para cada una. Para la recogida de aguas de la carretera, se disponen imbornales a una distancia máxima de 25 m.

El dimensionado de los colectores y bajante de cubierta se harán contabilizando la superficie del paseo, jardineras y carretera (dejando de lado los estanque por verter estos sus aguas al terreno del foso) y por módulo estructural, ya que se la red se diseña independiente en cubierta en cada uno de ellos.

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

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

Para una superficie máxima de 450 m² por colector con un 1% de pendiente dispondremos de colectores de diámetro 160 mm. Por su parte, en la red enterrada del garaje, dimensionaremos el colector principal, que por pertenecer a una red enterrada tendrá al menos un 2% de pendiente. Además, al discurrir por debajo de la cimentación,

interesa especialmente prevenir atascos, por lo que se sobredimensionar a la instalaci3n en muchos puntos y se dispondría de un diámetro mínimo de 125 mm.

| TRAMO COLECTOR | PENDIENTE | SUPERFICIE APROX. | DIAMETRO |
|----------------|-----------|-------------------|----------|
| TRAMO A1 | 2% | 320 | 125 mm |
| TRAMO A2 | 2% | 650 | 160 mm |
| TRAMO B1 | 2% | 320 | 125 mm |
| TRAMO B2 | 2% | 740 | 160 mm |
| TRAMO B3 | 2% | 1140 | 160 mm |
| TRAMO B4 | 2% | 1600 | 200 mm |
| TRAMO B5 | 2% | 1930 | 200 mm |
| TRAMO C1 | 2% | 160 | 125 mm |
| TRAMO C2 | 2% | 320 | 125 mm |
| TRAMO C3 | 2% | 480 | 160 mm |
| TRAMO D1 | 2% | 180 | 125mm |
| TRAMO D2 | 2% | 360 | 125mm |
| TRAMO D3 | 2% | 540 | 160 mm |
| TRAMO D4 | 2% | 720 | 160 mm |
| TRAMO E1 | 2% | 2580 | 315 mm |
| TRAMO E2 | 2% | 1200 | 200 mm |
| TRAMO E3 | 2% | 720 | 160 mm |

MEMORIA DE VENTILZACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

NORMATIVA DE APLICACIÓN

El objeto de este apartado será el de dotar al edificio de las instalaciones necesarias para atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de climatización, con objeto de conseguir un uso racional de la energía que consumen, por consideraciones tanto económicas como sostenibles, y teniendo en cuenta a la vez los demás requisitos básicos que deben cumplirse en el edificio. Las prestaciones de dicha instalación serán garantizar la climatización en cualquier época del año, en los espacios que requieran ser climatizados, para el buen funcionamiento del edificio, con el fin de cumplir las condiciones de confort térmico para sus usuarios.

El marco normativo es el siguiente:

- CTE DB-HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas.

Esta exigencia nos remite al vigente Reglamento de Instalaciones térmicas en los edificios (RITE).

- CTE DB-HS 3

Este apartado es de aplicación en nuestro caso al aparcamiento de nuestro edificio. Para el resto de espacios los caudales de ventilación dependen

de las categorías de calidad del aire interior en función del uso (Apartado IT. 1.1.4.2.2)

INTRODUCCIÓN. ESPACIOS VENTILADOS Y CLIMATIZADOS

Lo primero que vamos a definir en nuestra instalación de climatización es que condiciones de climatización y ventilación se van a encontrar los distintos espacios que componen nuestro edificio. A partir de este esquema pasaremos a un segundo en el que se establecerá la zonificación de los distintos espacios climatizados y ventilados.

De acuerdo con IT.1.1.4.2.1., apartado 2, los edificios a los que no sea de aplicación directa el DB HS3 (de aplicación al interior de viviendas, almacenes de residuos, trasteros, aparcamientos y garajes) dispondrán de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.1.4.2.2 y siguientes.

Vamos a distinguir dos grupos de espacios en nuestro edificio:

1 ESPACIOS DESTINADOS AL PÚBLICO

Todos estos espacios estarán correctamente **ventilados y climatizados** porque se prevé la permanencia de las persona en ellos. En el caso de los talleres de cocina, se entiende que deben ir climatizados porque su uso es más próximo al de un aula que el de una cocina, y en ellos será necesario alcanzar unos niveles de confort térmico.

Se entiende que estos espacios, en nuestro caso, tan solo se dan en el "Pabellón de Interpretación del Espacio Urbano de Sevilla", del que solo habrá necesidad de climatizar la **Sala de exposiciones**.

2 ESPACIOS Y LOCALES DE SERVICIO

En ellos la actividad principal no está destinada a la presencia del público. Estos espacios no se tratan térmicamente pero en ellos se prevé una concentración de contaminantes que hace necesaria su correcta **ventilación**. Comprenden este tipo de espacios: Espacio de aparcamiento del garaje y aseos de planta del Pabellón.

CASO ESPECIAL DEL GARAJE

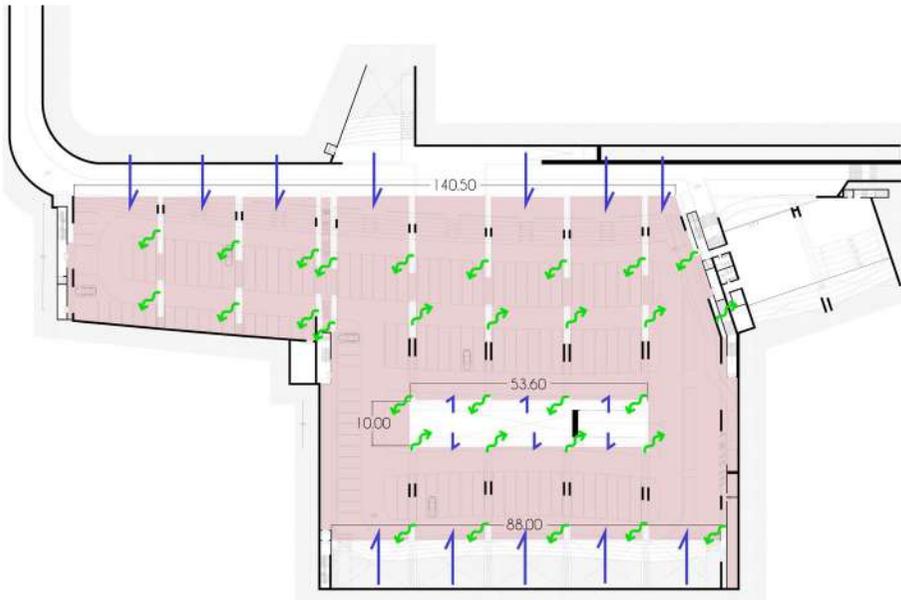
El aparcamiento se diseñó desde un principio para que se cumpliesen las condiciones de aparcamiento abierto con ventilación por medios naturales, y de tal forma poder prescindir de instalaciones mecánicas de ventilación y extracción de humos. Para ello se tuvo en cuenta las condiciones que definen a un aparcamiento abierto en el DB SI 3.8 y en el DB SI Anejo A:

“Sus fachadas presentan en cada planta un área total permanentemente abierta al exterior no inferior a 1/20 de su superficie construida, de la cual al menos 1/40 está distribuida de manera uniforme entre las dos paredes opuestas que se encuentren a menor distancia(...)”

Además de tener estas consideraciones en el diseño, también se tuvo en cuenta las dispuestas en el HS 3.1.4.1, sobre los **medios de ventilación natural en garajes**:

“Deben disponerse aberturas mixtas al menos en dos zonas opuestas de la fachada de tal forma que su reparto sea uniforme y que la distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él sea como máximo igual a 25 m. Si la distancia entre las aberturas opuestas más próximas es mayor que 30 m debe disponerse otra equidistante de ambas, permitiéndose una tolerancia del 5%.(...)”

De esta forma eliminamos la necesidad de emplear también instalaciones de ventilación, y aseguramos el mejor funcionamiento de la evacuación de humos de incendio por medios naturales. Así pues se diseñó el aparcamiento con los siguientes criterios:



En la imagen superior: esquema de distribución de patios y aberturas de ventilación/evacuación de humos. En rojo se señala la superficie techada de aparcamiento, en blanco y resaltado con flechas las aberturas. Las flechas verdes indican los patios con menos de cincuenta cm de separación con el techo, y que pueden ser contabilizados como de evacuación; en azul los que cuentan como fachadas de admisión..

-Se diferenciaron las aberturas de ventilación/evacuación de humos entre entrada y salida y de aire. Ambas combinatorias de huecos se han diseñado de tal forma para que cumplan la condición del DB SI de: superficie no inferior a 1/20 de su superficie construida, de la cual al menos 1/40 está distribuida de manera uniforme.

- Si observamos la imagen, vemos indicadas con flechas azules las fachadas contabilizadas como de "entrada"; y con flechas verdes las aberturas de "salida". Todas estas aberturas se han colocado asegurando la uniformidad de huecos.

-Se colocan patios intermedios sobre las bandas de circulación rodada superior, que exige el DB HS por estar separadas las fachadas del Foso y del Patio de la Rampa 42m(exigidos por encima de 30 m de separación).

-La separación desde el techo en las aberturas de salida es inferior a 0,50m.

COMPROBACIÓN DE SUPERFICIES DE VENTILACIÓN/EVACUACIÓN DE HUMOS:

Superficie de Aparcamiento 5997 m² ----> 20% de 5997= 1199.40 m²

Superficie aberturas : total= **1298,00 m² > 1199.40 m² CUMPLE**

-Foso: 140,50 m x 3 m= 421,00 m²

-Patio Rampa: 53,60 m x 3 m x2 = 321,60 m²
10,00 m x 3 m x2 = 60,00 m²

-Talúd Prado: 88,00 m x 3 m= 264,00 m²

-Aberturas intermedias: 14,60 m²(de media) x 16= 232,00 m²

1. Exigencias de bienestar e higiene

1.1 Exigencia térmica del ambiente

Fijamos los límites exigidos por el RITE en la tabla 1.4.1.1 para situaciones normales con una actividad metabólica de 1.2 met y grado de vestimenta de 0.5 clo en verano 1.00 clo en invierno (lo que se ajusta a nuestro caso).

Verano: $T^{\circ} = 24^{\circ}\text{C}$ y $Hr = 50\%$

Invierno: $T^{\circ} = 22^{\circ}\text{C}$ y $Hr = 45\%$

Para cumplir el IT 1.1.4.1.3 establecemos que la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada será, para difusión por desplazamiento:

$$V = t/100 - 0,10 \text{ m/s}$$

En invierno (la más desfavorable) a 21°C ; $V = 0,11 \text{ m/s}$.

1.2 Exigencia de calidad del aire interior

De acuerdo con la IT 1.1.4.2.2 establecemos las siguientes categorías de calidad del aire en nuestro edificio:

1. ESPACIOS DESTIANDOS AL PÚBLICO

CAUDAL MINIMO DE VENTILACION POR LOCAL

| LOCAL | IDA | dm ³ /s · persona | OCUPANTES | dm ³ /s TOTAL | m ³ /h TOTAL |
|----------------------------------|-----|------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|
| PABELLÓN Sala de Exposiciones | 2 | 12,50 | 147 | 1837.5 | 6615 |

1. ESPACIOS DE SERVICIO

CAUDAL MINIMO DE EXTRACCIÓN POR LOCAL

| LOCAL | IDA | dm ³ /s · m ² | m ² | dm ³ /s TOTAL | m ³ /h TOTAL |
|-----------------------------------|------------|-------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
| PABELLÓN Aseos de planta | No procede | 2,00 | 22,40 | 44,8 | 161.28 |
| GARAJE Espacio de aparcamiento | No procede | medios naturales | - | - | - |

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

RITE en la tabla 1.4.1.1

Los 2 dm³/s por m² de superficie en planta es el caudal de aire de extracción para locales de servicio según IT 1.1.4.2.5 apartado 2.

"2. El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 dm³/s por m² de superficie en planta."

Filtración del aire exterior mínimo de ventilación

Según IT 1.1.4.2.4 el aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en el edificio.

Las clases de filtración mínimas a emplear en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la tabla 1.4.2.5. En nuestro caso dispondremos filtros F6 + F8 en la ventilación de la Sala de Exposiciones del Pabellón por ser IDA 2.

La calidad del aire exterior será ODA 2 (Aire con altas concentraciones de partículas sólidas).

Aire de extracción

Según IT 1.1.4.2.5, nuestro aire de extracción será:

AE1 (bajo nivel de contaminación) en la sala de exposiciones, mientras que el aire de extracción de aseos y demás locales de servicio será AE3 (alto nivel de contaminación).

| | En interiores mm | En exteriores mm |
|---------------|---------------------|---------------------|
| aire caliente | 20 | 30 |
| aire frío | 30 | 50 |

2. Exigencias de eficiencia energética

Redes de tuberías y conductos

Utilizando el procedimiento simplificado que describe la I.T.1.2.4.1.2 , los espesores mínimos de aislamiento en nuestras redes de tuberías refrigerante serán según las tablas que aparecen en dicha normativa, una vez conocidos el diámetro y la temperatura del líquido que transportan.

En cuanto a los conductos de aire contarán con aislamiento de 30 mm en el interior del edificio y de 50 mm en el exterior (situación más restrictiva)

Recuperación de calor

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 (1800 m³/h) se dispondrá un sistema de recuperación de calor. Según la tabla 2.4.5.1 tendrá una eficiencia del 47% y 160 Pa.

2. Cálculo de cargas térmicas de locales climatizados

Para el cálculo de cargas térmicas hemos introducido el edificio en el programa CYPEMEP Climatización. También asignamos la descripción del recinto climatizado(modificando el recinto de Cype por defecto de Auditorio), según los usos y condiciones descritos anteriormente así como su uso horario.

CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO

- Situación: Sevilla
- Latitud: 37.4
- Altitud sobre el nivel del mar: 10 m
- Temperatura seca extrema para el régimen de calefacción y nivel percentil: 0.6°C – 99.6%
- Temperatura seca y húmeda coincidente para el régimen de refrigeración y nivel percentil: 38.9°C – 0.4%
- Oscilación máxima diaria de temperatura en verano: 15.7°C
- Temperatura del terreno: 8°C

Los datos han sido obtenidos de las normas UNE 100001:2001 (Condiciones Climáticas para proyecto para Sevilla (Aeropuerto)). Los datos de los niveles percentiles han sido estimados a partir de los estados representativos, no de los máximos ni mínimos.

Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación

| Horas anuales de funcionamiento | Caudal de aire exterior (m ³ /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 |

Tabla 2.4.5.1 sobre la eficiencia del recuperador

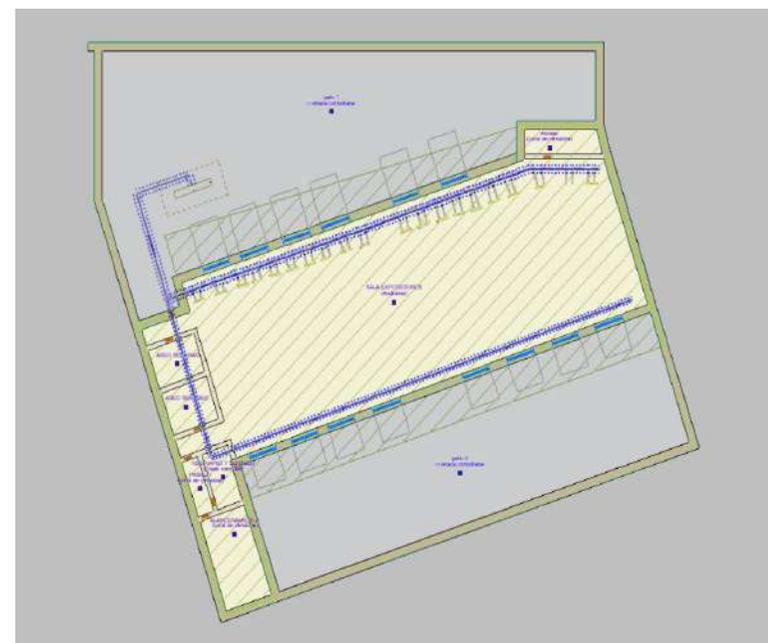


Imagen del modelo de cálculo de Cype MEP.

CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO

- Verano: Temperatura seca 24°C, Humedad relativa = 50%
- Invierno: Temperatura seca 21°C, Humedad relativa = 30%
- Ventilación: Según número de ocupantes, categoría IDA 2.
- Infiltraciones: Se supone 1 renovación/h por local.

RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS DE CÁLCULO

Refrigeración

| Conjunto: Pabellon | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-----------------|-----------------------|--------------------|---------------|-----------|---------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------|-----------------------|------------|--|
| Recinto | Planta | Subtotales | | | Carga interna | | Ventilación | | | Potencia térmica | | | | |
| | | Estructural (W) | Sensible interior (W) | Total interior (W) | Sensible (W) | Total (W) | Caudal (m³/h) | Sensible (W) | Carga total (W) | Por superficie (W/m²) | Sensible (W) | Máxima simultánea (W) | Máxima (W) | |
| SALA EXPOSICIONES | Planta baja | 2057.07 | 18685.30 | 24709.64 | 21364.64 | 27388.98 | 6624.23 | 19466.19 | 29530.44 | 128.89 | 40830.83 | 56919.43 | 56919.43 | |
| Total | | | | | | | 6624.2 | Carga total simultánea | | | | 56919.4 | | |

Calefacción

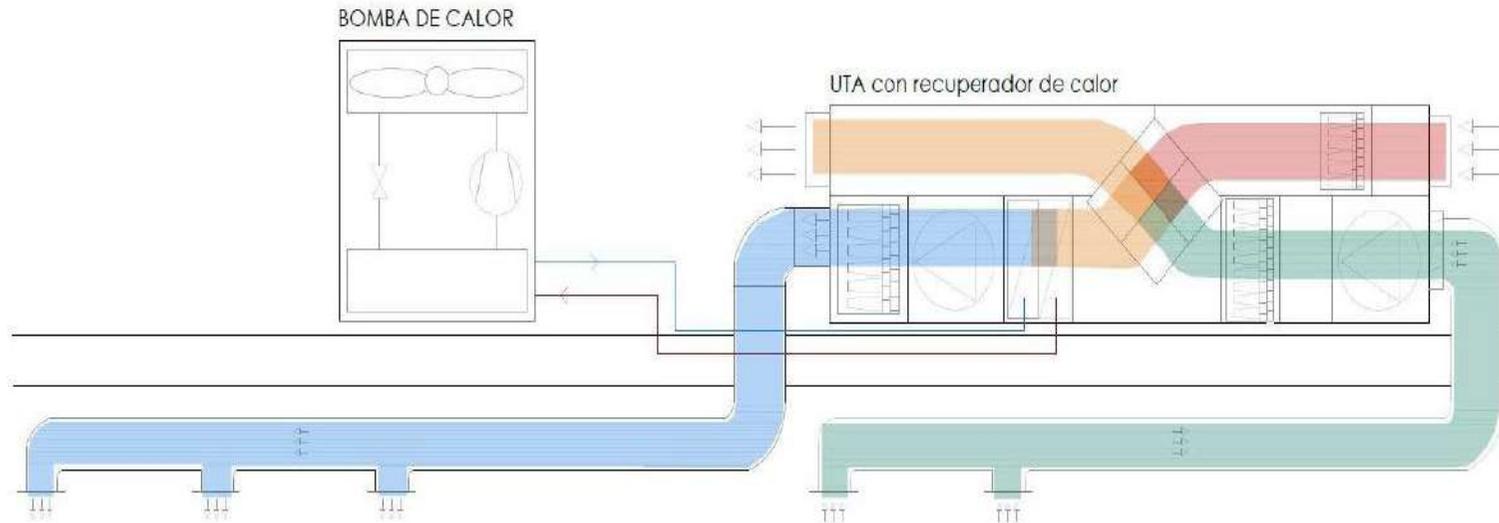
| Conjunto: Pabellon | | | | | | | |
|--------------------|-------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| Recinto | Planta | Carga interna sensible (W) | Ventilación | | Potencia | | |
| | | | Caudal (m³/h) | Carga total (W) | Por superficie (W/m²) | Máxima simultánea (W) | Máxima (W) |
| SALA EXPOSICIONES | Planta baja | 3509.60 | 6624.23 | 30690.26 | 77.44 | 34199.86 | 34199.86 |
| Total | | | 6624.2 | Carga total simultánea | | 34199.9 | |

3. Descripción del sistema empleado.

SISTEMA AIRE-AIRE. CLIMATIZACIÓN POR UTA

Esta zona va a resolverse a través de un sistema de caudal constante. Como se trata de un único espacio y para que la solución sea lo más limpia posible, recurrimos a este sistema donde climatización y ventilación se resuelven a través de conductos de aire, que al no disponer de falsos techos, estarán integrados en un "muro/vuelo" equipado sobre las carpinteras.

Para cumplir con las condiciones de ahorro energético la UTA tendrá un recuperador de calor con un rendimiento del 47%.



3. Diseño y dimensionado de la instalación

CAUDALES DE IMPULSIÓN

Lo primero que haremos será , a través de las cargas totales obtenidas para cada uno de los locales, obtener los caudales de impulsión y extracción de nuestra unidad terminal (UTA)

Para ello vamos a calcular el valor de Q_f de la sala de exposiciones del Pabellón, que se traduce como el caudal de aire necesario para superar las cargas totales de los locales y climatizar el espacio, por ello depende del valor Q_s y de la diferencia entre temperatura de impulsión y temperatura del interior del local. Vamos a calcularlo para la situación más desfavorable a la que nos enfrentamos (VERANO) de modo que al cumplir con esta situación el sistema esté correctamente dimensionado para el resto de épocas del año.

$$Q_f = Q_s / 0.34 (T_i - T_f) = Q_s / 3.4$$

$$T_i (\text{verano}) = 24 \text{ } ^\circ\text{C} \quad T_f = 14 \text{ } ^\circ\text{C} \quad T_i - T_f = 10$$

CAUDALES DE IMPULSIÓN

Lo primero que haremos será , a través de las cargas totales obtenidas para cada uno de los locales, obtener los caudales de impulsión y extracción de nuestra unidad terminal (UTA)

Para ello vamos a calcular el valor de Q_f de la sala de exposiciones del Pabellón, que se traduce como el caudal de aire necesario para superar las cargas totales de los locales y climatizar el espacio, por ello depende del valor Q_s y de la diferencia entre temperatura de impulsión y temperatura del interior del local. Vamos a calcularlo para la situación más desfavorable a la que nos enfrentamos (VERANO) de modo que al cumplir con esta situación el sistema esté correctamente dimensionado para el resto de épocas del año.

$$Q_f = Q_s / 0.34 (T_i - T_f) = 56919.4 / 0.34 \cdot 10 = 10740.1 \rightarrow Q_f = 10740.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_i (\text{verano}) = 24 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_f = 14 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_i - T_f = 10$$

En este sistema la UTA es la encargada de climatizar y ventilar el espacio. De esta manera el caudal de impulsión será igual a Q_f directamente, quedando absorbido en él el caudal de ventilación (6615 m³/h), ya que es un valor menor que queda asegurado ya que la UTA está continuamente renovando un caudal de aire mucho mayor. De tal forma al local se impulsan 10740 m³/h y se extrae el mismo caudal, en la UTA se expulsará al exterior parte de esta aire, en concreto 6615 m³/h como mínimo. La misma cantidad de aire expulsada sera tomada del exterior y mezclada con el caudal de aire restante, que será recirculado de nuevo a la sala. Dado que se extrae del exterior un caudal superior a 1800m³/h, será preciso un intercambiador, que por las horas de uso y el caudal de ventilación, tendrá al menos de un 47% de eficiencia.

DIMENSIONADO DE LA RED DE CONDUCTOS

El dimensionado de la red se ha realizado mediante el programa CYPE MEP, donde también se comprobaron las cargas del edificio y el correcto funcionamiento de la instalación

| Tramo | | Conductos | | | | | | | |
|----------------|----------------|--------------------------|---------------|------------|-----------|----------|-------------------------|------------|-----------|
| Inicio | Final | Q (m ³ /h) | w x h (mm) | V (m/s) | Φ (mm) | L (m) | ΔP _i (Pa) | ΔP (Pa) | D (Pa) |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 10740.0 | 800x600 | 6.7 | 755.4 | 2.95 | 37.00 | 98.53 | 40.82 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 9845.0 | 800x600 | 6.1 | 755.4 | 3.49 | 37.00 | 100.08 | 39.26 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 8950.0 | 800x600 | 5.5 | 755.4 | 2.80 | 37.00 | 101.13 | 38.22 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 8055.0 | 600x600 | 6.6 | 655.9 | 3.02 | 37.00 | 111.04 | 28.30 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 7160.0 | 600x600 | 5.9 | 655.9 | 2.65 | 37.00 | 112.35 | 27.00 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 6265.0 | 600x600 | 5.2 | 655.9 | 1.80 | 37.00 | 113.04 | 26.31 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 5370.0 | 500x500 | 6.4 | 546.6 | 2.30 | 37.00 | 122.10 | 17.25 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 4475.0 | 500x500 | 5.3 | 546.6 | 2.19 | 37.00 | 123.21 | 16.14 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 3580.0 | 500x500 | 4.2 | 546.6 | 2.16 | 37.00 | 123.93 | 15.42 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 2685.0 | 500x400 | 4.0 | 488.1 | 2.00 | 37.00 | 127.54 | 11.81 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 1790.0 | 300x300 | 5.9 | 327.9 | 1.83 | 37.00 | 136.48 | 2.86 |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | 895.0 | 300x250 | 3.5 | 299.1 | 1.12 | 37.00 | 139.35 | |
| N6-Planta baja | N9-Planta baja | | 300x250 | | 299.1 | 0.86 | | 102.35 | |

ELEMENTOS DE DIFUSIÓN

Las unidades terminales del circuito de aire van a ser difusores y rejillas lineales en lugar de elementos puntuales, ya que se busca marcar la dirección longitudinal del proyecto y que estas se integren lo mejor posible en los espacios.

La instalación de climatización es una instalación de considerable dimensión, y al no contar con falsos techos debido a la entidad estructural que se busca en el edificio, se ha procurado desde un primer momento que sus elementos apareciesen de manera integrada en el espacio y no como elementos "a posteriori" que entorpeciesen la arquitectura.