

PASEO POR EL VACÍO INTUIDO

Intervención cultural en las minas de Aznalcóllar  
Centro de interpretación de la Corta de Aznalcóllar - La Caridad

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE SEVILLA  
PROYECTO FIN DE CARRERA

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

CLARA CASTILLEJO ARCOS  
MA05 CURSO 2021 2022

## ÍNDICE

|       |   |         |
|-------|---|---------|
| 1.    | JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA                             | PÁG 3   |
| 1.1.  | INTERPRETACIÓN DEL LUGAR                                  |         |
| 1.2.  | DEFINICIÓN DEL PROYECTO                                   |         |
| 2.    | JUSTIFICACIÓN CONSTRUCTIVA                                | PÁG 7   |
| 1.3.  | DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE ENVOLVENTE |         |
| 1.4.  | CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS                                |         |
| 1.5.  | CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE                                |         |
| 1.6.  | CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HR                                |         |
| 1.7.  | MEDICIONES  |         |
| 1.8.  | PLIEGO DE CONDICIONES                                     |         |
| 1.9.  | FICHA RESUMEN   |         |
| 3.    | JUSTIFICACIÓN ESTRUCTURAL                                 | PÁG 54  |
| 3.0.  | DEFINICIÓN DE MATERIALES                                  |         |
| 3.1.  | INFORMACIÓN DEL TERRENO                                   |         |
| 3.2.  | NORMATIVA DE APLICACIÓN                                   |         |
| 3.3.  | ACCIONES A CONSIDERAR: PERMANENTES Y VARIABLES            |         |
| 3.4.  | ACCIONES DE VIENTO  |         |
| 3.5.  | ACCIONES DE NIEVE   |         |
| 3.6.  | ACCIONES DE SISMO   |         |
| 3.7.  | ACCIONES TÉRMICAS   |         |
| 3.8.  | HIPÓTESIS DE CÁLCULO                                      |         |
| 3.9.  | PREDIMENSIONADO   |         |
| 3.10. | SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN                                   |         |
| 3.11. | COMPROBACIÓN MURO PLANTA BAJA                             |         |
| 3.12. | PROGRAMA DE CÁLCULO CYPECAD                               |         |
| 4.    | INSTALACIONES DEL EDIFICIO                                | PÁG 106 |
| 4.0.  | RESERVA DE ESPACIOS Y ESTRATEGIAS                         |         |
| 4.1.  | SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO                             |         |
| 4.2.  | SANEAMIENTO   |         |
| 4.3.  | FONTANERÍA  |         |
| 4.4.  | ELECTRICIDAD  |         |
| 4.5.  | PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS                              |         |
| 4.6.  | TELECOMUNICACIONES  |         |
| 4.7.  | SEGURIDAD E INTRUSIÓN                                     |         |
| 4.8.  | CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN                               |         |

## intuir

Del lat. *intueri*.

Conjug. c. *construir*.

tr. Percibir íntima e instantáneamente una idea o verdad, tal como si se la tuviera a la vista



## 1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

### 1.1. INTERPRETACION DEL LUGAR

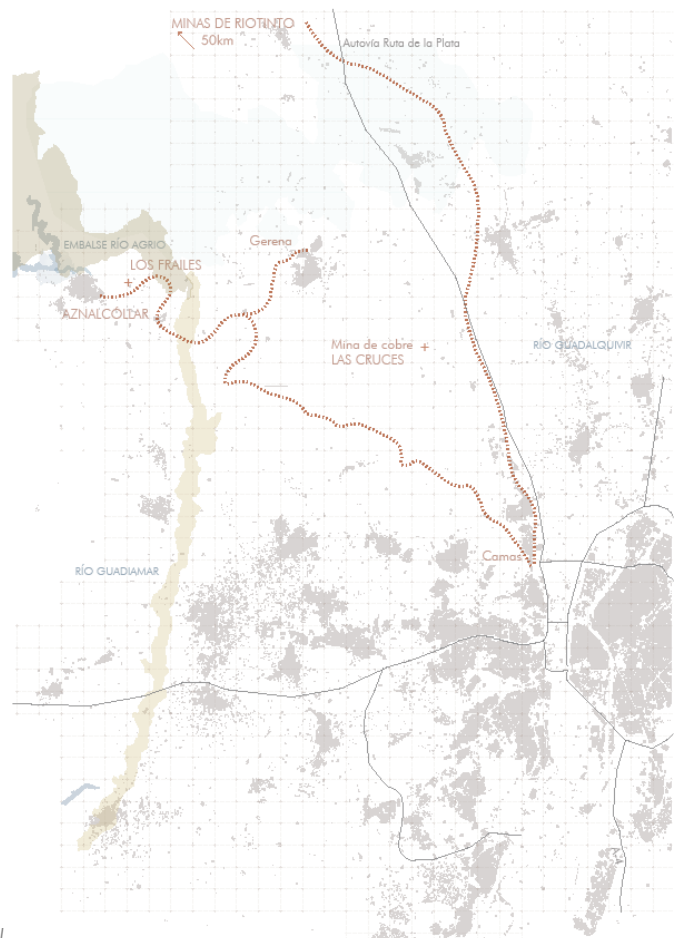
Tras años de actividad industrial, el resultado actual es un paisaje abandonado tanto en su forma física como su memoria para el pueblo de Aznalcóllar. Su configuración es de borde inacabado sin diálogo, concebido así, como un espacio residual derivado tanto de los procesos productivos como del crecimiento urbano.

En 1967, Robert Smithson muestra su interés por aquellos lugares postindustriales en su texto *“Un recorrido por los monumentos de Passaic, Nueva Jersey”*. La obra reúne la consideración de aquellos espacios industriales abandonados en la ciudad y plantea propuestas desde otra perspectiva para **reconocer el no-lugar** y la no-arquitectura. Un no-lugar es un sitio en que se vive pero que son dignos de ser aceptados y concebidos para intervenir en ellos.

El territorio cuando está fragmentado podría considerarse un gran no-lugar. En el caso de Aznalcóllar este territorio no funciona como unidad, se constituye de partes inconexas entre sí mostrando un paisaje lleno de contrastes y una realidad material diversa en su conjunto. *“Se podría definir el territorio como el espacio físico o virtual que se articula alrededor de una serie de formas simbólicas compartidas.”* (Rausell y Carrasco, 1999).

Un territorio es un lugar habitado, integrado en la forma de vivirlo, por lo que no se puede desligar de aquellos, lo han hecho y lo hacen habitable. De igual forma, no se puede obviar la memoria histórica y sensorial del sitio, pues tiene que formar parte de un conjunto reconocible. Las minas de Aznalcóllar se posicionan en el límite entre lo que es y lo que no es habitable y es su situación limítrofe aquella que despierta el interés en ella.

Este lugar es el resultado de una serie de acciones que ha dado pie a un conjunto de elementos diferentes, sin relación entre ellos, que son fruto de la actividad minera y que no suponen un uso aprovechable para la sociedad.



Red territorial

## En contexto...

El pueblo sevillano de Aznalcóllar constituye el límite entre la Sierra Norte de Sevilla y la ribera del río Guadiamar. En él, existen unos espacios productivos de influencia territorial que no han alcanzado una debida puesta en valor a pesar de la relevancia de sus condiciones perceptuales y paisajísticas. Es por tanto un municipio cuya herencia patrimonial relacionada con la industria minera, actualmente en decadencia, se encuentra a la espera de ser descubierta y difundida públicamente, no solo a nivel municipal sino también a escala metropolitana y territorial.

Las unidades principales del paisaje son las dos Cortas, la de Aznalcóllar y la de los Frailes. La primera, destaca por su gran dimensión y su proximidad al pueblo. Con un color de agua oscuro, contrasta con las dos escombreras, la norte y la este, en las que las distintas capas de minerales oxidados generan un juego de tonalidades atractivo a la vista. En cuanto a la Corta de los Frailes, el color azul cian partícipe de la presencia del aluminio juega un papel protagonista.

Como huella arquitectónica de la actividad minera encontramos dos complejos industriales, que se encuentran inconexos a la trama urbana. El antiguo complejo industrial, situado al este del recinto minero, se construyó con el comienzo de la explotación minera. El actual complejo industrial, más próximo a la corta de Aznalcóllar, fue proyectado para la futura actividad minera.

Como elemento natural protagonista, el río Agrio, con su embalse y contraembalse, ha modificado el límite del pueblo con Sierra Morena. El embalse fue creado en 1970 para abastecer agua a las minas de pirita de Aznalcóllar. Y como mecanismo de control para la explotación se diseñó un contraembalse en el que es común la contaminación debido a las escorrentías que provienen de las escombreras. La entubación del río agrio tiene su salida en el arroyo de los arquillos, en el que más adelante desemboca en el el Arroyo de los Frailes y estos posteriormente en el río Guadiamar. En la zona sur encontramos la zona de campiña, frontera física con Sierra Morena y que supone también un peso relativo en la economía local.

El paisaje resultante es el de un territorio lleno de significado, donde se aprecia la huella de la minería y expresa emociones varias. No solo representa el lugar tal y cómo es, sino la construcción del lugar, y la alteración del mismo, caracterizándose como un paisaje industrial (Nogué, 2010).

Es necesaria de este modo, redefinir la antropización del paisaje industrial haciéndolo partícipe de un lugar cultural.

## Qué

El entorno minero-industrial que acoge Aznalcóllar es, sin duda, digno de reinterpretar.

Un paisaje lleno de contraste donde, los vacíos y volúmenes forman parte de una huella arqueológica en un lugar poco atraído local como territorialmente. La reflexión se sitúa en cómo evitar que este *paisaje industrial* degenera de forma irreparable.

*"El paisaje está lleno de lugares que encarnan la experiencia y las aspiraciones de la gente, lugares que se convierten en centros de significado, en símbolos que expresan pensamientos, ideas y emociones varias, y por ello mismo, el paisaje no solo nos presenta el mundo tal como es, sino que es también, de alguna manera, una construcción de este mundo, una forma de verlo."*

NOGUÉ, 2010

## Cómo

La aproximación personal al lugar trata de abstraer aquello que de un vistazo atrae a la mirada.

El primer concepto de estudio y que se desarrolla posteriormente es el del vacío. Muchos son los artistas que trabajan sobre este término, en todas sus posiciones, entendimientos y significados.

El objetivo de la reinterpretación no es un lleno/vacío, aunque podría ser atribuible a las escombreras que forman los volúmenes y a las oquedades que generan las Cortas en el paisaje de Aznalcóllar. El **vacío** que se desarrolla en este proyecto, es aquel que se intuye y deja pista para continuar el camino. Para parar y observar. Para sentarse y descansar. Para continuar la marcha y paladear. Es por ello que lo vacío en el proyecto se muestra como aquella realidad espacial en la que se pasea, se charla, se descansa y se enfoca la mirada en el paisaje. Es un espacio vividero que reinterpreta las partes del paisaje industrial existente y que lo pone en valor.

*"Hay ruinas que no son tales porque todavía funcionan para lo que fueron construidas, hay ruinas dormidas, hay ruinas gloriosas e incluso hay ruinas dibujadas, pero el legado de nuestro tiempo puede que sea un paisaje con ruinas."*

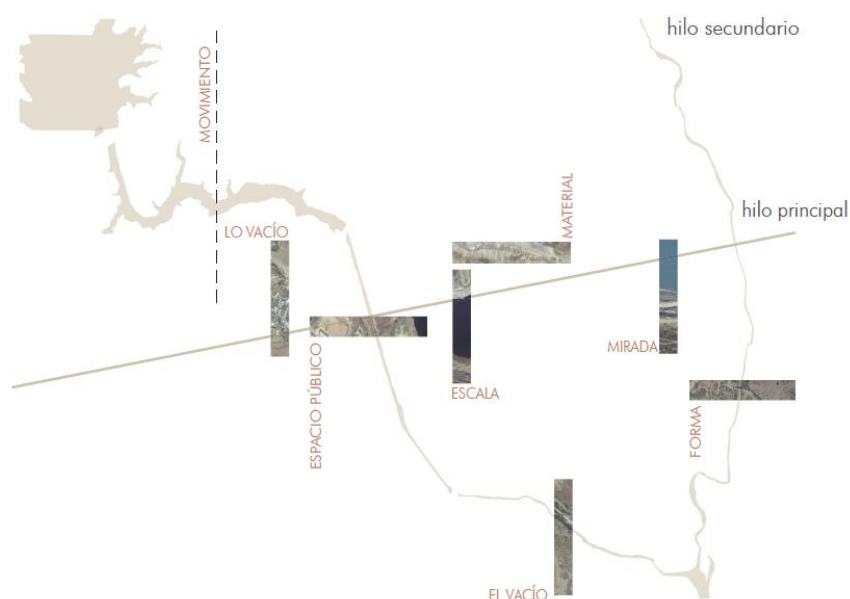
QUESADA, 1999

## 1.2. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

### Qué

El proyecto surge de la necesidad de activar el territorio productivo existente en el municipio de Aznalcóllar. El paisaje ha sido el resultado de años de explotación minera, a través de la cual nace una dicotomía de *llenos* y *vacíos*, de materia acumulada tras el vaciado del propio terreno.

Color, agua, topografía, paisaje y otros conceptos son consecuencia de la manipulación del hombre sobre lo natural. Limitando este territorio tan expresivo, se encuentra el pueblo de Aznalcóllar, que genera un borde construido poco amable con el panorama de la Corta, impidiendo así, el diálogo con la misma. Las minas a cielo abierto, lejos de parecer una degradación del paisaje, deduce un enriquecimiento estético. Los vacíos y volúmenes de las fábricas tras su abandono dejan de ser industria y se convierten en formas bellas.



## Cómo

La intervención nace en un vacío, un vacío que está lleno y que es el *ágora*. El alma del proyecto es la gente que se reúne, que pasea y que mira desde el espacio creado.

Se generan *límites constructivos* que invitan a pasar o detenerte para observar, a la vez que una *libertad espacial*, surgiendo lugares que acogen actividades de diferente índole pero que se complementan entre ellas y permiten atraer. El objetivo estará en la *revitalización* de un lugar abandonado convertido en un espacio público atractivo que se pone en valor a través del recorrer y vivir el vacío.

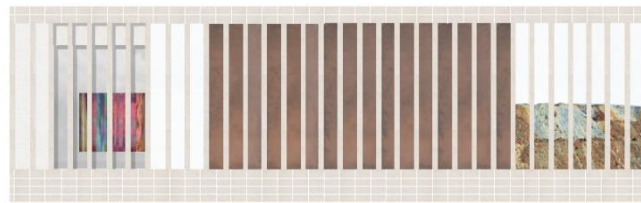
Acercándonos al **Centro de Interpretación de la actividad minera**, se parte de un límite en el espacio, un *muro*. El vínculo a las minas se convierte en una cuestión primordial: el edificio es la puerta del Conjunto minero que toma una cierta distancia respecto a él. En el paso entre el pueblo y las minas se propone un edificio que no es sino un recorrido. Es un fragmento del camino que surge del muro y se construye.

Se inserta sobre un territorio sometido a acciones antrópicas que han ido posando un *valor cultural* sobre un nuevo paisaje antrópico, lleno de potencias por explorar. La *estrategia* tratará de introducir la cultura para entender la actividad minera y el arte para interpretarla, estableciendo así una nueva mirada sobre el territorio. Se propone la fusión de lo artístico y lo productivo, del flamenco y la mina, fundiéndose ambos usos en un mismo volumen a diferentes cotas. En esta pieza, se acogen los talleres, donde se desarrolla la actividad artística y se expone temporalmente, el espacio expositivo, espacio intrínseco, de concentración y adquisición de la memoria de las minas, una plaza cubierta y un mirador hacia la escombrera, que dará lugar al camino hacia el refugio.

Los huecos y plazas se abrirán allá donde se quiera llevar la mirada con la intención de marcar la vista. El ritmo dotado en fachada define los espacios cubiertos pero abiertos y rompen con la horizontalidad del paisaje, entendido como modo de destacar las partes de la inmensidad del **vacío**.

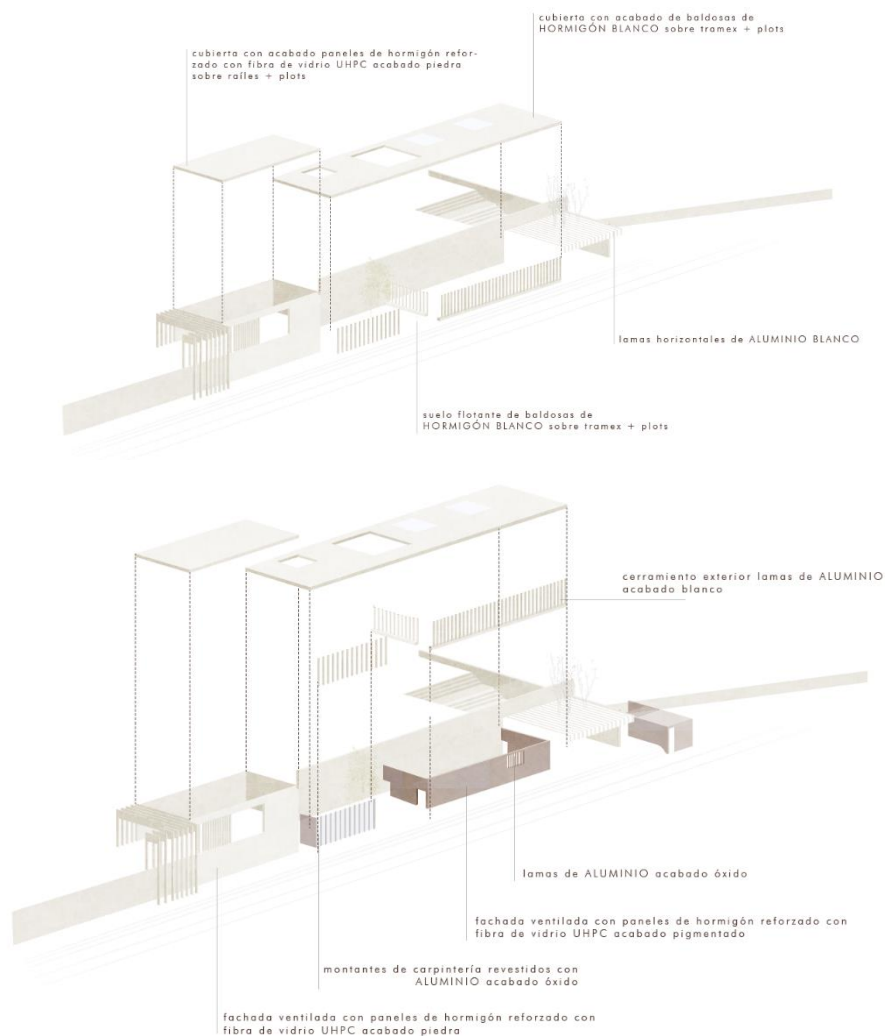


## 2. JUSTIFICACIÓN CONSTRUCTIVA



el cerramiento vertical de la galería deja apreciar la materialidad que encierra el proyecto

La materialidad del edificio es uno de los aspectos fundamentales que apoya a la idea de conjunto y otorga una imagen. El centro de interpretación se define en tres materiales: el **hormigón visto**, que lo dota de una fuerte presencia física y que con ello la estructura queda vista en fachada; los **paneles de hormigón UHPC** tipo “piedra”, que constará de un de un despiece que envuelve todo el conjunto, tanto planos horizontales como verticales y será el principal revestimiento. Además, apoya la idea de integrarse en el entorno minero a la vez que destacar por la gama de color que es imagen del conjunto. Los mismos paneles de hormigón, pero ahora en un modelo pigmentado color óxido, contienen a las piezas singulares y recuerda al óxido de la escombrera norte. Se emplea el **aluminio** para aquellos elementos livianos como las lamas dispuestas de forma vertical en fachada y horizontal a modo de pérgola en la plaza.

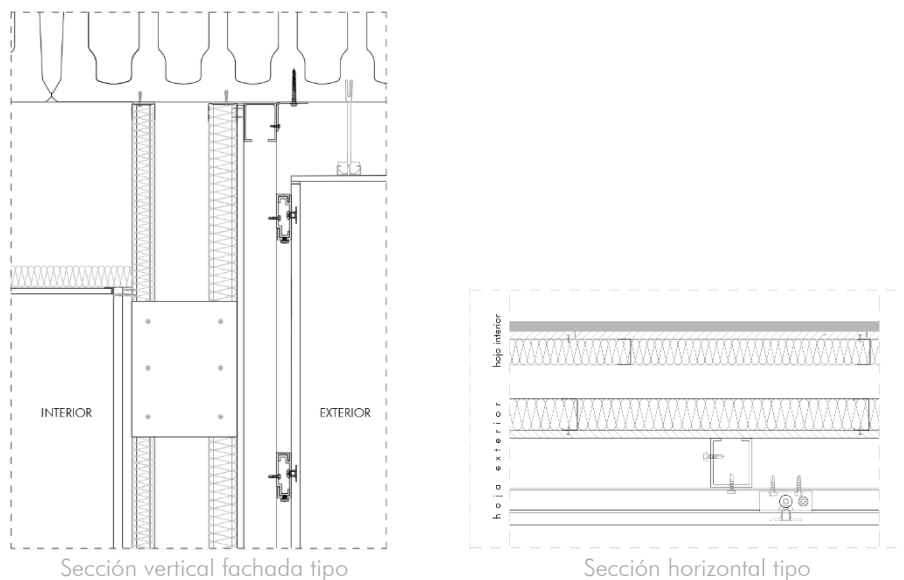




## 2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE ENVOLVENTE ADOPTADAS

### Fachadas

a) Fachada ligera no ventilada compuesta por:

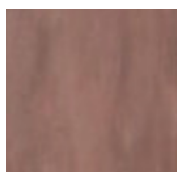


#### Hoja exterior:

- **Panel de hormigón prefabricado tipo UHPC** reforzado con fibras estructurales con espesor de 17 mm para fachada. Los paneles cuentan con unas dimensiones máximas de 3700x1200 cm y un espesor de 17 mm. Su peso total es de 81,40kg y 22kg por metro cuadrado. La resistencia a la flexión es de 16N/mm<sup>2</sup> y a compresión de 153 Q [kN] según la UNE 196-1:2018. Su conductividad térmica es de  $\lambda = 0,70 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  según la UNE-EN 12667:2002. El grado de impermeabilidad es de categoría A según UNE 12467:2013+A1 2017 y su resistencia al fuego pertenece a la clase A1 según la UNE 12467:2013+A1 2017.

Los paneles cuentan con su propia subestructura mediante un sistema oculto con casquillos, que permite dejar o no junta entre los paneles y que se ancla a la estructura principal del edificio en la cara inferior del forjado de cubierta y en la superior del forjado sanitario.

El modelo de panel utilizado depende de la zona del edificio que se trate, al igual que su disposición. A continuación, se pueden apreciar los acabados:



Modelo pigmentado en bruto color C-021. Disposición juntas abiertas verticales. Envuelve las piezas más singulares del proyecto: el centro de interpretación, la sala de exposiciones temporales y el mirador. Su tono óxido recuerda a los metales de la escombrera norte.



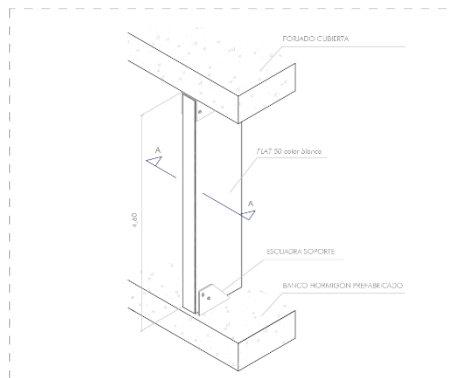
Modelo acabado "piedra". Disposición juntas abiertas horizontales. Es la envolvente del conjunto, su aspecto, semejante al mármol travertino, es resistente a las condiciones atmosféricas del lugar y dota al proyecto una imagen de conjunto y fuerza. Se dispone envolviendo la cubierta y la fachada exterior, así como, la caseta municipal y el muro que sobresale en la plaza de la feria.

- **Raíles y montantes para grandes alturas** fabricados en acero con alto límite elástico y de 1,2 mm de espesor, a los que se fija la placa. Se alcanzan desde 6 hasta 9,8m de altura y tiene una resistencia al fuego EI 120. La subestructura queda anclada a la estructura principal del edificio en la cara inferior del forjado de cubierta y en la superior del forjado sanitario, utilizando una pieza de neopreno para evitar los puentes térmicos y fijaciones mediante tornillos de acero inoxidable.
- **"Placa Aquapanel Outdoor"** o similar con barrera de agua *Aquapanel* para protección de aislamiento. Dimensiones 240 x 120 x 0,125 mm. Compuesta por un alma de cemento *portland* con aditivos y material aligerante, recubierta en sus caras por una malla de fibra de vidrio, que se extiende sobre sus bordes para reforzarlos. Anclada a la subestructura de raíles y montantes para grandes alturas mencionada anteriormente.
- **Aislante térmico** por el exterior, en fachada autoportante y pasante, formado por panel rígido de lana mineral, según *UNE-EN 13162*, no revestido de doble densidad, de 50 mm de espesor, resistencia térmica 1,15 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope y fijado mecánicamente.

#### Hoja interior:

- **Raíles y montantes para grandes alturas** fabricados en acero con alto límite elástico y de 1,2 mm de espesor, a los que se fija la placa. Se alcanzan desde 6 hasta 9,8m de altura y tiene una resistencia al fuego EI 120. La subestructura queda anclada a la estructura principal del edificio en la cara inferior del forjado de cubierta y en la superior del forjado sanitario, utilizando una pieza de neopreno para evitar los puentes térmicos y fijaciones mediante tornillos de acero inoxidable.
- **Aislante térmico** por el interior, en fachada autoportante, pasante y ventilada, formado por panel rígido de lana mineral, según *UNE-EN 13162*, no revestido de doble densidad, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 1,15 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope y fijado mecánicamente.
- **Tabique tipo "Knauf" o similar de gran altura** a partir de placa de yeso laminado atornillado a la subestructura de acero galvanizado. Dimensiones 2500 x 1200 x 15 mm. Con conductividad térmica  $\lambda = 0,21$  W/(m·K) según la *UNE-EN ISO 10456* y peso aproximado de 8 kg/m<sup>2</sup>.
- **Paneles de hormigón armado con fibra de vidrio**, casa *"RIEDER"* o similar. Espesor de 15 mm, formatos 300 x 350 cm. Modelo *CONCRETE SKIN*, color hierro. Peso aproximado 31.5 kg/m<sup>2</sup>.

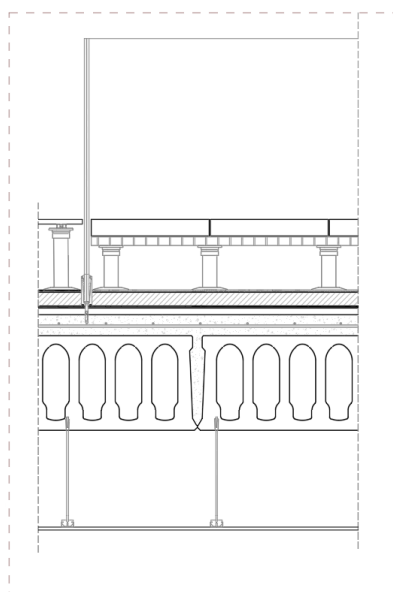
b) Cerramiento de galería exterior de lamas compuesta por:



Perspectiva cerramiento de lamas

- **Cortasol "FLAT 50 Hunter Douglas"** o similar compuesto por paneles de geometría rectangular que incluye en su interior celdillas estructurales de aluminio. Material aluminio, espesor en bandeja 1,2 mm y en tapa 0,7 mm. Peso 4,9 kg/m<sup>2</sup>. Terminación lisa, largo máximo 5,5 metros. Módulo máximo 50 mm. Se encentra anclado a estructura principal en su parte inferior y superior por escuadras de soporte y pernos de fijación.

## Cubiertas



Detalle barandilla en cubierta tipo

a) Cubierta plana invertida no transitable, ventilada, formada por:

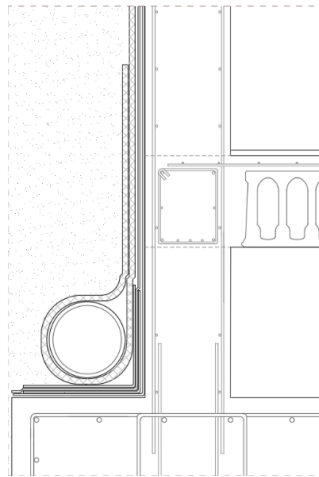
- **Placa alveolar prefabricada** tipo *PHPN 40*. Con 40 cm de canto y 5 cm de capa de compresión (variable según paño de forjado).
- **Formación de pendiente** a base de hormigón ligero LW-CSIII-WI de resistencia a compresión 2'5 MPa, de densidad 500kg/m<sup>3</sup>, conductividad térmica 0'116 W(mK).
- **Mortero** de regularización M5a (1-6)
- **Membrana polimérica para la impermeabilización** de cubiertas de fijación mecánica (FPO) con espesor 1.8 mm.

- **Aislamiento Térmico** de Alta Eficiencia tipo “*Sikatherm PIR GT E*” o similar. Paneles con velo de fibra de vidrio por ambas caras para una adherencia. Conductividad Térmica 0,023 W/m\*K 0,026 W/m\*K, Resistencia de Compresión 150 kPa 150 kPa, espesor 50 mm.
- **Manta separadora y deslizante.** Manta de polietileno (LDPE), químicamente neutral; grosor aproximado de 0,20 mm; resistente a elementos bituminosos y poliestireno; estabilizada a rayos UV; suministro e instalación según las instrucciones del fabricante.
- **Manta protectora bituminosa soldada,** de colocación continua sobre la impermeabilización de la cubierta. Con resistencia a la tracción de 0,8 N/mm<sup>2</sup>
- **Plots Autonivelantes** para exterior con cabeza para rastrel de aluminio, con rango de alturas de 20 a 245 mm, nivelación entre 1-5%, carga límite central de 8,2 kN, separación entre baldosas de 4 mm.
- **Solado flotante** para exteriores con baldosa de hormigón prefabricado reforzado con fibras estructurales UHPC con espesor de 20 mm con goterón. Modelo piedra.

b) **Cubierta plana invertida transitable, ventilada, formada por:**

- **Placa alveolar prefabricada** tipo *PHPN 40*, con 40 cm de canto y 5 cm de capa de compresión (variable según paño de forjado).
- **Formación de pendiente** a base de hormigón ligero LW-CSIII-WI de resistencia a compresión 2'5 MPa, de densidad 500kg/m<sup>3</sup>, conductividad térmica 0'116 W/(mK).
- **Mortero** de regularización M5a (1-6)
- **Membrana polimérica para la impermeabilización** de cubiertas de fijación mecánica (FPO), espesor 1.8 mm.
- **Aislamiento Térmico** de Alta Eficiencia. Paneles con velo de fibra de vidrio por ambas caras para una adherencia. Conductividad Térmica 0,023 W/m\*K 0,026 W/m\*K, Resistencia de Compresión 150 kPa 150 kPa, Espesor 50 mm.
- **Manta separadora y deslizante.** Manta de polietileno (LDPE), químicamente neutral; grosor aprox. 0,20 mm; resistente a elementos bituminosos y poliestireno; estabilizada a rayos UV; suministro e instalación según las instrucciones del fabricante.
- **Manta protectora** bituminosa soldada, de colocación continua sobre la impermeabilización de la cubierta. Con resistencia a la tracción de 0,8 N/mm<sup>2</sup>.
- **Plots Autonivelantes** para exterior, con rango de alturas de 20 a 245 mm, nivelación entre 1-5%, carga límite central de 8,2 kN, separación entre baldosas de 4 mm.
- **Tramex** a base de una rejilla electrosoldada con varilla lisa para mejorar la resistencia del pavimento sobre plots, relación sección de pletinas portantes (altura/espesor) 40/4 mm.
- **Solado flotante** para exteriores con baldosa de hormigón prefabricado con espesor 60 mm, dimensiones 100x100 cm. Color gris.

## Muro de sótano

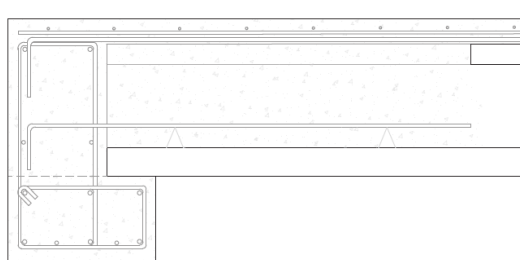


Detalle muro de sótano

La planta semisótano cuenta con un muro de sótano que contiene las tierras de la plaza de la feria, de este modo, forma parte de la envolvente del edificio, una de las caras, el trasdós, queda en contacto con el terreno separando el interior y el exterior. La disposición de la galería técnica es una estrategia que ayuda a la transmitancia terreno-edificio situando un espacio intermedio no habitable. Este muro se compone de:

- **Muro de sótano de hormigón armado** (HA-30/B/20/XA3), espesor 40 cm, armadura en trasdós e intradós: armadura vertical trasdós  $\varnothing 25$  cada 15 cm y armadura vertical intradós  $\varnothing 16$  cada 15 cm. Armadura horizontal trasdós  $\varnothing 25$  cada 15 cm y armadura horizontal intradós  $\varnothing 12$  cada 15 cm.
- **Impermeabilización** con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-48-FP, totalmente adherida al soporte con soplete, previa imprimación del mismo, y protegida con una capa antipunzonamiento de geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujereado.
- **Capa granular** de grava  $\varnothing 20-40$ .
- **Geotextil filtrante**, espesor 7mm.
- **Tubo drenaje** de PVC corrugado de  $\varnothing 125$  mm con envoltura PP-700, rigidez mínima SN4 para enterramiento y unión con junta elástica incluida.

## Forjado de placas alveolares



Detalle forjado tipo encuentro con viga de carga

- **Placa alveolar prefabricada** tipo *PHPN 40* con 40 cm de canto y 5 cm de capa de compresión (variable según paño de forjado).
- **Mallazo de reparto**  $\varnothing 10$  a 25 cm. Acero tipo B-500s.
- **Armadura de negativos** acero B500S
- **Mortero** de regularización M5a (1-6)
- **Viga de carga** HA-30/B/20/XA3 dimensión según estructura
- **Conector** Acero tipo B-500s

## 2.2. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HS

La aplicación de la norma del CTE-DB-HS se ejerce sobre la envolvente del edificio, tanto los elementos que quedan en contacto con el aire exterior como fachada y cubierta como aquellos que entran en contacto con el terreno y el suelo. Para ello, se analizará los cerramientos, el muro de sótano y el suelo cumplen con lo dispuesto en dicha normativa.

| CERRAMIENTO   | DATOS   | EXIGENCIAS HS1   | SISTEMA  |
|---|---|--|--|
| Fachada ligera no ventilada                         | Entorno del edificio <b>E0</b><br>Terreno <b>tipo III</b><br>Zona eólica <b>A</b><br>Grado de exposición al viento <b>V2</b><br>Grado de impermeabilidad <b>3</b> | <b>R1+B1+C1'</b>   | -Revestimientos discontinuos rígidos<br>-Cámara de aire sin ventilar, aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal<br>-Estructura auxiliar como hoja principal de cerramiento.<br><br>CUMPLE  |
| Cubierta plana invertida, ventilada, no transitable | Cubierta plana invertida<br>Solado flotante<br>Pendiente: 1% - 5%<br>No transitable<br>Ventilada  | -Formación de pendiente<br>-Aislante térmico<br>-Capa separadora<br>-Capa de impermeabilización<br>-Capa de protección o lámina autoprottegida<br>-Sistema de evacuación de agua                     | -Hormigón ligero como formación de pendiente<br>-Aislamiento Térmico de paneles con velo de fibra de vidrio por ambas caras<br>-Manta separadora y deslizante de polietileno (LDPE)<br>-Membrana polimérica para impermeabilización FPO<br>-Manta protectora bituminosa soldada sobre impermeabilización<br><br>CUMPLE   |
| Cubierta plana invertida, ventilada, transitable    | Cubierta plana invertida<br>Solado flotante<br>Pendiente: 1% - 5%<br>Transitable<br>Ventilada   | -Formación de pendiente<br>-Aislante térmico<br>-Capa separadora<br>-Capa de impermeabilización<br>-Capa de protección o lámina autoprottegida<br>-Sistema de evacuación de agua<br>-Solado flotante | -Hormigón ligero como formación de pendiente<br>-Aislamiento Térmico de paneles con velo de fibra de vidrio por ambas caras<br>-Manta separadora y deslizante de polietileno (LDPE)<br>-Membrana polimérica para impermeabilización FPO<br>-Manta protectora bituminosa soldada sobre impermeabilización<br>-Solado flotante para exteriores con baldosa de hormigón prefabricado sobre tramex<br><br>CUMPLE |
| Muro de sótano                                      | Presencia de agua: <b>BAJA</b><br>Coeficiente de permeabilidad del terreno: <b>&lt; 10<sup>-5</sup> cm/s</b><br>Grado de impermeabilidad: <b>1</b>                | Impermeabilización exterior<br><b>I2+I3+D1+D5</b>  | -Lámina impermeabilizante sintética sin armadura, fabricada a base de EPDM<br>-Muro de hormigón armado, no es necesario recubrir el interior con un revestimiento hidrófugo<br>-Lámina drenante de polietileno de alta densidad (PEHD)<br>-Tubo drenante en el arranque del muro<br><br>CUMPLE   |

|       |   |    |  |
|-------|---|----|--|
| Suelo | Presencia de agua: <b>BAJA</b><br>Coeficiente de permeabilidad del terreno: <b>&lt; 10<sup>5</sup> cm/s</b><br>Grado de impermeabilidad: <b>1</b> | V1 | -El espacio existente entre el suelo elevado y el terreno se ventila hacia el exterior mediante aberturas de ventilación<br><br>CUMPLE |
|-------|---|----|--|

C1': en la tabla 4.2 Fachadas, del Catálogo de Elementos Constructivos se disponen las consideraciones previas. *C1' También puede considerarse equivalente a C1 un elemento ligero de cerramiento con las siguientes características:*

- *Compatibilidad de sus movimientos, debidos a las acciones e influencias previsibles, con el resto de los componentes de la solución;*
- *Permeabilidad al agua y al aire que proporcione una suficiente estanquidad.* Es así como se justifica la fachada ligera sin ventilar.

## 2.3. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE

### Eficiencia energética

Durante la ideación del proyecto, se ha tenido en cuenta estrategias para mejorar el acondicionamiento del propio edificio ya que cuenta con una orientación de la fachada principal hacia el sureste. Una de ellas resulta ser el retranqueo de la línea de fachada, de esta manera, se genera una galería ventilada exterior cuyo cerramiento se compone de lamas verticales de aluminio. Esto provoca, como ya se ha mencionado, la ventilación de la misma además de permitir la entrada de luz solar no directa. De esta manera, la radiación solar no penetra directamente sobre la fachada y el cerramiento, además de ser composición estética en la fachada, genera sombra.



Por otro lado, la disposición de la galería técnica hace que exista un espacio intermedio entre el terreno y los espacios habitables. Esto consigue que, además de ser una estrategia para el paso de instalaciones, el espacio de interpretación quede separado de las posibles humedades que pudieran ocasionarse tras el muro de sótano, contribuyendo así a la salubridad de los espacios.

Los volúmenes que encierran el programa dado de espacios para la interpretación, se consideran piezas ensimismadas que se cierran hacia el exterior. Los lucernarios del centro de interpretación provocan la entrada de luz tamizada gracias a las lamas de aluminio cenitales que se encuentran bajo los mismos, logrando así, que no se produzca un efecto invernadero y consiguiendo controlar la luz con una protección solar. El espacio de exposiciones temporales cuenta con ventanales hacia los patios y la galería técnica, logrando disminuir el uso de luz artificial.



## HE 0. Limitación del consumo energético

Según el CTE HE 0, el consumo energético de energía primaria no renovable del edificio de nueva planta, en su caso, no debe superar el valor límite **Cep,lim** obtenido mediante la siguiente expresión:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup} / S$$

donde,

$C_{ep,lim}$  es el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, expresada en kW·h/m<sup>2</sup> ·año, considerada la superficie útil de los espacios habitables;

$C_{ep,base}$  es el valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio, que toma los valores de la tabla 2.1;

$F_{ep,sup}$  es el factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable, que toma los valores de la tabla 2.1;

$S$  es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, o la parte ampliada, en m<sup>2</sup>

El edificio se enmarca en el ámbito de aplicación de la norma de **edificios de nueva planta**. Es por ello que para determinar que el centro de interpretación puede definirse como edificio de consumo casi nulo, el consumo de la energía debe ser igual o inferior al establecido por esta norma.

En este caso, nos encontramos con un edificio de **pública concurrencia**. Por otro lado, Aznalcóllar se encuentra en una **zona climática en invierno es B4**. Consumo de energía primaria no renovable debe ser menor a  $50 + 8 \times CFI$ , donde **CFI**, se refiera a la carga interna del propio edificio. Dicho valor se obtiene del programa de cálculo de la norma (Herramienta unificada LIDER-CALENER "HULC").

## HE 1. Condiciones para el control de la demanda energética

La envolvente térmica del edificio, definida según los criterios del anejo C, cumplirán las siguientes condiciones determinadas en el este apartado.

Según la tabla 3.3.1 Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Teniendo en cuenta que el municipio de Aznalcóllar, en la provincia Sevilla, se encuentra en la zona climática **B4** (HE Anejo B Zonas climáticas),  **$U_{lim}$  (W/m<sup>2</sup>K):**

Muros y suelos en contacto con el aire exterior (US, UM) **0,56**

Cubiertas en contacto con el aire exterior (UC) **0,44**

Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (UT) **0,75**

Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (UMD) **0,75**

Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (UH) **2,30**

Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50% **5,70**

Según la tabla 3.2 *Transmitancia térmica límite de particiones interiores, Ulim [W/m²K]*

Particiones verticales entre unidades del mismo uso **1,20**

Particiones verticales entre unidades de distinto usos y/o zonas comunes **1,10**

Tras estas indicaciones procedemos a comprobar si los materiales escogidos para la envolvente térmica cumplirían el límite establecido por la norma anteriormente.

### Cerramiento CUBIERTA:

Grupo Fojados  
Nombre Cubierta

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

| Nº | Material                                     | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp   | Res.Térmica |
|----|--|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1  | Piedra artificial                            | 0,020   | 1,300         | 1700     | 1000 |             |
| 2  | Cámara de aire ligeramente ventilada         |         |               |          |      | 0,090       |
| 3  | Poliétileno bata densidad [LDPE]             | 0,010   | 0,330         | 920      | 2200 |             |
| 4  | XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [   | 0,050   | 0,025         | 38       | 1000 |             |
| 5  | Betún fieltro o lámina                       | 0,010   | 0,230         | 1100     | 1000 |             |
| 6  | Hormigón con otros áridos ligeros d 1100     | 0,100   | 0,340         | 1100     | 1000 |             |
| 7  | Con capa de compresión -Canto 400 mm         | 0,400   | 1,800         | 1320     | 1000 |             |
| 8  | Cámara de aire sin ventilár horizontal 10 cm |         |               |          |      | 0,180       |
| 9  | Placa de yeso o escayola 750 < d < 900       | 0,020   | 0,250         | 825      | 1000 |             |
| 10 |  |         |               |          |      |             |

Grupo Material Pétreos y suelos  
Material Piedra artificial  
0,020 Espesor [m]

U\_M 0,32 [W/m²K]  
U\_C 0,32 [W/m²K]  
U\_S 0,32 [W/m²K]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

Aceptar

### Cerramiento FORJADO PATIOS:

Grupo Fojados  
Nombre Fojado patios

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

| Nº | Material                                   | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp   | Res.Térmica |
|----|--|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1  | Piedra artificial                          | 0,020   | 1,300         | 1700     | 1000 |             |
| 2  | Poliétileno bata densidad [LDPE]           | 0,010   | 0,330         | 920      | 2200 |             |
| 3  | XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [ | 0,050   | 0,032         | 38       | 1000 |             |
| 4  | Betún fieltro o lámina                     | 0,010   | 0,230         | 1100     | 1000 |             |
| 5  | Hormigón con otros áridos ligeros d 1100   | 0,100   | 0,340         | 1100     | 1000 |             |
| 6  | Con capa de compresión -Canto 400 mm       | 0,400   | 1,800         | 1320     | 1000 |             |
| 7  | Cámara de aire ligeramente ventilada       |         |               |          |      | 0,090       |
| 8  | Cámara de aire ligeramente ventilada       |         |               |          |      | 0,090       |
| 9  | Cámara de aire ligeramente ventilada       |         |               |          |      | 0,090       |
| 10 | Arena y grava [1700 < d < 2200]            | 0,800   | 2,000         | 1450     | 1050 |             |

Grupo Material Pétreos y suelos  
Material Piedra artificial  
0,020 Espesor [m]

U\_M 0,33 [W/m²K]  
U\_C 0,34 [W/m²K]  
U\_S 0,33 [W/m²K]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

Aceptar

### Cerramiento FORJADO SANITARIO:

Grupo Fojados  
Nombre Fojado sanitario

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

| Nº | Material                                   | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp   | Res.Térmica |
|----|--|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1  | Piedra artificial                          | 0,020   | 1,300         | 1700     | 1000 |             |
| 2  | Mortero de cemento o cal para abañilería y | 0,020   | 1,000         | 1525     | 1000 |             |
| 3  | Con capa de compresión -Canto 400 mm       | 0,400   | 1,800         | 1320     | 1000 |             |
| 4  | Cámara de aire ligeramente ventilada       |         |               |          |      | 0,090       |
| 5  | Cámara de aire ligeramente ventilada       |         |               |          |      | 0,090       |
| 6  | Cámara de aire ligeramente ventilada       |         |               |          |      | 0,090       |
| 7  | Cámara de aire ligeramente ventilada       |         |               |          |      | 0,090       |
| 8  | Cámara de aire ligeramente ventilada       |         |               |          |      | 0,090       |
| 9  | Arena y grava [1700 < d < 2200]            | 1,000   | 2,000         | 1450     | 1050 |             |
| 10 |  |         |               |          |      |             |

Grupo Material Pétreos y suelos  
Material Piedra artificial  
0,020 Espesor [m]

U\_M 0,73 [W/m²K]  
U\_C 0,74 [W/m²K]  
U\_S 0,71 [W/m²K]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

Aceptar

### Cerramiento FACHADA LIGERA:

Grupo Cerramientos  
Nombre Fachada ligera

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

| Nº | Material  | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp   | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1  | Hormigón convencional d 1600                    | 0,017   | 0,970         | 1600     | 1000 |             |
| 2  | Placas de yeso armado con fibras minerales      | 0,012   | 0,250         | 900      | 1000 |             |
| 3  | MW Lana mineral [0.05 W/[mK]                    | 0,050   | 0,050         | 40       | 1000 |             |
| 4  | Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 5 |         |               |          |      | 0,090       |
| 5  | MW Lana mineral [0.05 W/[mK]                    | 0,030   | 0,050         | 40       | 1000 |             |
| 6  | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900      | 0,020   | 0,250         | 825      | 1000 |             |
| 7  |   |         |               |          |      |             |

Grupo Material Hormigones  
Material Hormigón convencional d 1600  
0,020 Espesor [m]

U\_M 0,50 [W/m²K]  
U\_C 0,51 [W/m²K]  
U\_S 0,49 [W/m²K]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

Aceptar

## Cerramiento MURO DE SÓTANO:

Grupo Oitro

Nombre Muro de sótano

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo):

| Nº | Material                                   | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp   | Res.Térmica |
|----|--|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1  | Arena y grava [1700 < d < 2200]            | 0,800   | 2,000         | 1450     | 1050 |             |
| 2  | Subcapa fieltro                            | 0,020   | 0,050         | 120      | 1300 |             |
| 3  | Betón fieltro o lámina                     | 0,020   | 0,230         | 1100     | 1000 |             |
| 4  | Hormigón armado 2300 < d < 2500            | 0,400   | 2,300         | 2400     | 1000 |             |
| 5  | Placas de yeso armado con fibras minerales | 0,020   | 0,250         | 900      | 1000 |             |
| 6  | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,020   | 0,250         | 825      | 1000 |             |
| 7  |  |         |               |          |      |             |

Grupo Material Yesos

Material Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U\_M 0,72 [W/m²K]  
U\_C 0,73 [W/m²K]  
U\_S 0,70 [W/m²K]

Aceptar

## PARTICIONES INTERIORES:

Grupo Particiones

Nombre Particiones

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo):

| Nº | Material                                   | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp   | Res.Térmica |
|----|--|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1  | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,020   | 0,250         | 825      | 1000 |             |
| 2  | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,020   | 0,250         | 825      | 1000 |             |
| 3  | MW Lana mineral [0,04 W/m²K]               | 0,050   | 0,041         | 40       | 1000 |             |
| 4  | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,020   | 0,250         | 825      | 1000 |             |
| 5  | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,020   | 0,250         | 825      | 1000 |             |
| 6  |  |         |               |          |      |             |

Grupo Material Yesos

Material Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U\_M 0,58 [W/m²K]  
U\_C 0,60 [W/m²K]  
U\_S 0,57 [W/m²K]

Aceptar

## LUCERNARIO tipo:

Grupo Lucernario Lumira TM

Nombre Lucernario Lumira TM

Propiedades

Grupo Vidrio Vidrios

Vidrio Vidrio Nuevo

Grupo Marco De PVC en posición horizontal

Marco HDR\_PVC tres cámaras

% hueco cubierto por el marco 30,00  ¿Es una puerta?

Incremento de transmitancia por intercalarios y cajones de persiana integrados 0,00 %

Permeabilidad al aire 20,00 m³/hm² a 100 Pa

Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados [g\_gl,sh,w] 0,50

U\_H 1,62 [W/m²K]

Aceptar

## PUERTA tipo:

Grupo Puerta

Nombre Puerta

Propiedades

Grupo Vidrio

Vidrio

Grupo Marco Metálicos en posición horizontal

Marco Puerta

% hueco cubierto por el marco 100,00  ¿Es una puerta?

Incremento de transmitancia por intercalarios y cajones de persiana integrados 0,00 %

Permeabilidad al aire 60 m³/hm² a 100 Pa

Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados [g\_gl,sh,w] 0,00

U\_H 0,87 [W/m²K]

Aceptar

## VENTANA tipo:

Grupo Ventana

Nombre Ventana tipo

Propiedades

Grupo Vidrio Vidrios

Vidrio Vidrio Nuevo

Grupo Marco De PVC en posición vertical

Marco VER\_PVC tres cámaras

% hueco cubierto por el marco 20,00  ¿Es una puerta?

Incremento de transmitancia por intercalarios y cajones de persiana integrados 10,00 %

Permeabilidad al aire 30,00 m³/hm² a 100 Pa

Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados [g\_gl,sh,w] 0,00

U\_H 1,72 [W/m²K]

Aceptar

Los valores a tener en cuenta a la hora del diseño del sistema constructivo y la elección de materiales se rigen respecto a la transmitancia, que deben ser menores al límite establecido por la norma.

Fachada ligera  $0,51 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$  CUMPLE

Muro de sótano  $0,73 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$  CUMPLE

Particiones interiores  $0,60 \text{ W/m}^2\text{K} < 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  CUMPLE

Cubierta invertida ventilada  $0,32 \text{ W/m}^2\text{K} < 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  CUMPLE

Forjado sanitario  $0,74 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$  CUMPLE

Huecos ventanas  $1,72 \text{ W/m}^2\text{K} < 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  CUMPLE

Huecos lucernarios  $1,62 \text{ W/m}^2\text{K} < 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  CUMPLE

Huecos puertas  $0,87 \text{ W/m}^2\text{K} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$  CUMPLE

Los lucernarios en cubierta se resuelven mediante un modelo con prestaciones energéticas cuya transmitancia es de  $1,31 \text{ W/m}^2 < 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Los ventanales empleados en la fachada acristalada de la sala de exposiciones temporales, así como, en la sala del centro de interpretación y resto de huecos del edificio, cuentan con un vidrio con capacidades térmicas cuyo valor de transmitancia es de  $1,5 \text{ (W/m}^2 \text{ K)} < 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

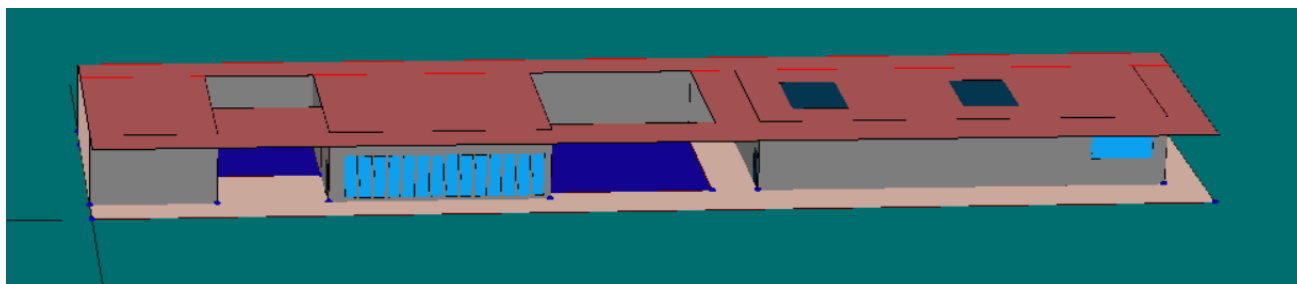
Las puertas, han sido proyectadas para mejorar las condiciones energéticas de los recintos. Con un acabado en aluminio, opacas, tienen una transmitancia de  $0,47 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### Introducción de datos en herramienta unificada Lider Calender - HULC

Para la introducción del edificio en el programa informático del CTE se ha realizado a través de un modelo simplificado teniendo en cuenta los recintos acondicionados y los colindantes a los mismos. Ha sido importante la consideración en el modelo 3D de las zonas cubiertas exteriores de modo que arrojan sombra sobre las salas. A la vez que la introducción de los patios ya que tiene relación con el comportamiento energético del conjunto.

Se ha introducido de esta manera el forjado sanitario, los cerramientos en contacto con el terreno, los cerramientos exteriores que envuelven los volúmenes y la tabiquería interior que divide los espacios acondicionados de la galería técnica.

Por último, se han introducido los huecos: ventanas, puertas y lucernarios en las salas de exposiciones. Las características de los mismos se han descrito en el apartado anterior.



Modelo 3D introducido en herramienta unificada Lider Calender – HULC

Se obtiene así, el cálculo de la **limitación de demanda energética del edificio**, el cumplimiento del HE1:

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

Calidad de la envolvente térmica

|  |                     |                |       |                  |
|--|---------------------|----------------|-------|------------------|
| <b>Transmitancia térmica global, K [W/m²·K]</b>      | 0,42                | Valores límite | 0,80  | <b>CUMPLE</b>    |
| Demandas del edificio Objeto [kWh/m²·año]            | Calefacción: 159,85 | Refrigeración: | 41,84 |                  |
| <b>Control solar, q_soljul [kWh/m²·mes]</b>          | 1,23                |                | 4,00  | <b>CUMPLE</b>    |
| <b>Relación de cambio de aire a 50 Pa, n50 [1/h]</b> | 4,01                |                | -     | <b>NO APLICA</b> |
| Compacidad [m³/m²]                                   | 1,71                |                |       |                  |
| Superficie útil de cálculo, Aútill [m²]              | 954,29              |                |       |                  |
| Superficie de cerramientos opacos, Aopacos [m²]      | 3838,96             |                |       |                  |
| Superficie de huecos, Ahuecos [m²]                   | 128,90              |                |       |                  |
| Longitud de puentes térmicos, Lpt [m]                | 411,43              |                |       |                  |

Detalle por componentes:

Huecos | Opacos | Puentes Térmicos | Espacios

| Núm. | Nombre           | Construcción | Área [m²] | U [W/m²·K] | Orientación | % Marco | g_gfwi | g_gfshwi | F_shobst | Ganancia_jul [kWh/m²] |
|------|------------------|--------------|-----------|------------|-------------|---------|--------|----------|----------|-----------------------|
| 1    | P01_ED1_PE002_V1 | Ventana tipo | 7,50      | 1,42       | O           | 20,00   | 0,34   | 0,00     | 0,36     | 0,00                  |
| 2    | P01_ED1_PE002_V2 | Puerta       | 2,50      | 0,47       | O           | 100,00  | 0,34   | 1,00     | 0,36     | 0,00                  |
| 3    | P01_ED3_PE001_V1 | Puerta       | 3,75      | 0,47       | E           | 100,00  | 0,34   | 1,00     | 0,38     | 0,00                  |
| 4    | P01_ED3_PE001_V2 | Puerta       | 3,75      | 0,47       | E           | 100,00  | 0,34   | 1,00     | 0,38     | 0,00                  |
| 5    | P01_ED3_PE002_V1 | Puerta       | 3,75      | 0,47       | O           | 100,00  | 0,34   | 1,00     | 0,36     | 0,00                  |
| 6    | P01_ED3_PE002_V2 | Ventana tipo | 6,00      | 1,42       | O           | 20,00   | 0,34   | 0,00     | 0,36     | 0,00                  |
| 7    | P01_ED3_ME001_V1 | Ventana tipo | 2,40      | 1,42       | N           | 20,00   | 0,34   | 0,00     | 0,75     | 0,00                  |
| 8    | P01_ED3_ME001_V2 | Ventana tipo | 2,40      | 1,42       | N           | 20,00   | 0,34   | 0,00     | 0,75     | 0,00                  |
| 9    | P01_ED3_ME001_V3 | Ventana tipo | 2,40      | 1,42       | N           | 20,00   | 0,34   | 0,00     | 0,75     | 0,00                  |
| 10   | P01_ED3_ME001_V4 | Ventana tipo | 2,40      | 1,42       | N           | 20,00   | 0,34   | 0,00     | 0,75     | 0,00                  |
| 11   | P01_ED3_ME001_V5 | Ventana tipo | 2,40      | 1,42       | N           | 20,00   | 0,34   | 0,00     | 0,75     | 0,00                  |

Los resultados del **cálculo de la limitación de consumo del edificio** HE0 se disponen a continuación. Cabe destacar que, al no ser un cálculo completo, se han admitido espacios con climatización en horas fuera de consigna.

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

Verificación de Límites HE0, HE4 y HE5 | Resultados de demandas, consumos y emisiones

**HE0**

|   |        |                |        |                  |
|---|--------|----------------|--------|------------------|
| <b>Consumo EP no renovable [kWh/m²·año]</b> | 65,60  | Valores límite | 88,91  | <b>CUMPLE</b>    |
| <b>Consumo EP total [kWh/m²·año]</b>        | 88,60  |                | 193,77 | <b>CUMPLE</b>    |
| <b>Número de horas fuera de consigna</b>    | 2345   |                | 142    | <b>NO CUMPLE</b> |
| Superficie útil de cálculo, Aútill [m²]     | 954,29 |                |        |                  |

**HE4 y HE5**

|   |      |                |   |                  |
|---|------|----------------|---|------------------|
| <b>Cobertura renovable de la demanda de ACS (%)</b> | 0,00 | Valores límite | - | <b>NO APLICA</b> |
| <b>Potencia producción eléctrica instalada [kW]</b> | 0    |                | - | <b>NO APLICA</b> |

|   |                     | Calefacción | Refrigeración | A.C.S. | Ventilación | Iluminación | Otros |
|---|---------------------|-------------|---------------|--------|-------------|-------------|-------|
| <b>Demanda, D</b>                               | <b>kWh/m²·año</b>   | 159,85      | 41,84         | 0,00   | -           | -           | -     |
| <b>Energía Final, C_ef</b>                      | <b>kWh/m²·año</b>   | 28,40       | 0,09          | 0,00   | 0,00        | 14,19       | -     |
| <b>Energía Primaria Total, C_ep;tot</b>         | <b>kWh/m²·año</b>   | 54,82       | 0,22          | 0,00   | -           | 33,59       | -     |
| <b>Energía Primaria No Renovable, C_ep;nren</b> | <b>kWh/m²·año</b>   | 37,74       | 0,18          | 0,00   | -           | 27,72       | -     |
| <b>Energía Primaria Renovable, C_ep;ren</b>     | <b>kWh/m²·año</b>   | 17,08       | 0,04          | 0,00   | -           | 5,87        | -     |
| <b>Emisiones, E_CO2</b>                         | <b>kgCO2/m²·año</b> | 6,39        | 0,03          | 0,00   | -           | 4,70        | -     |

Se obtiene así, la **certificación de la demanda energética** (RD 235/2013). Según el Real Decreto 235/2013, del 5 de abril, para edificios de nueva construcción, debe ser de una eficiencia igual o superior a B. En este caso el valor de la **energía primaria no renovable es A**, por tanto, cumple.

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:**

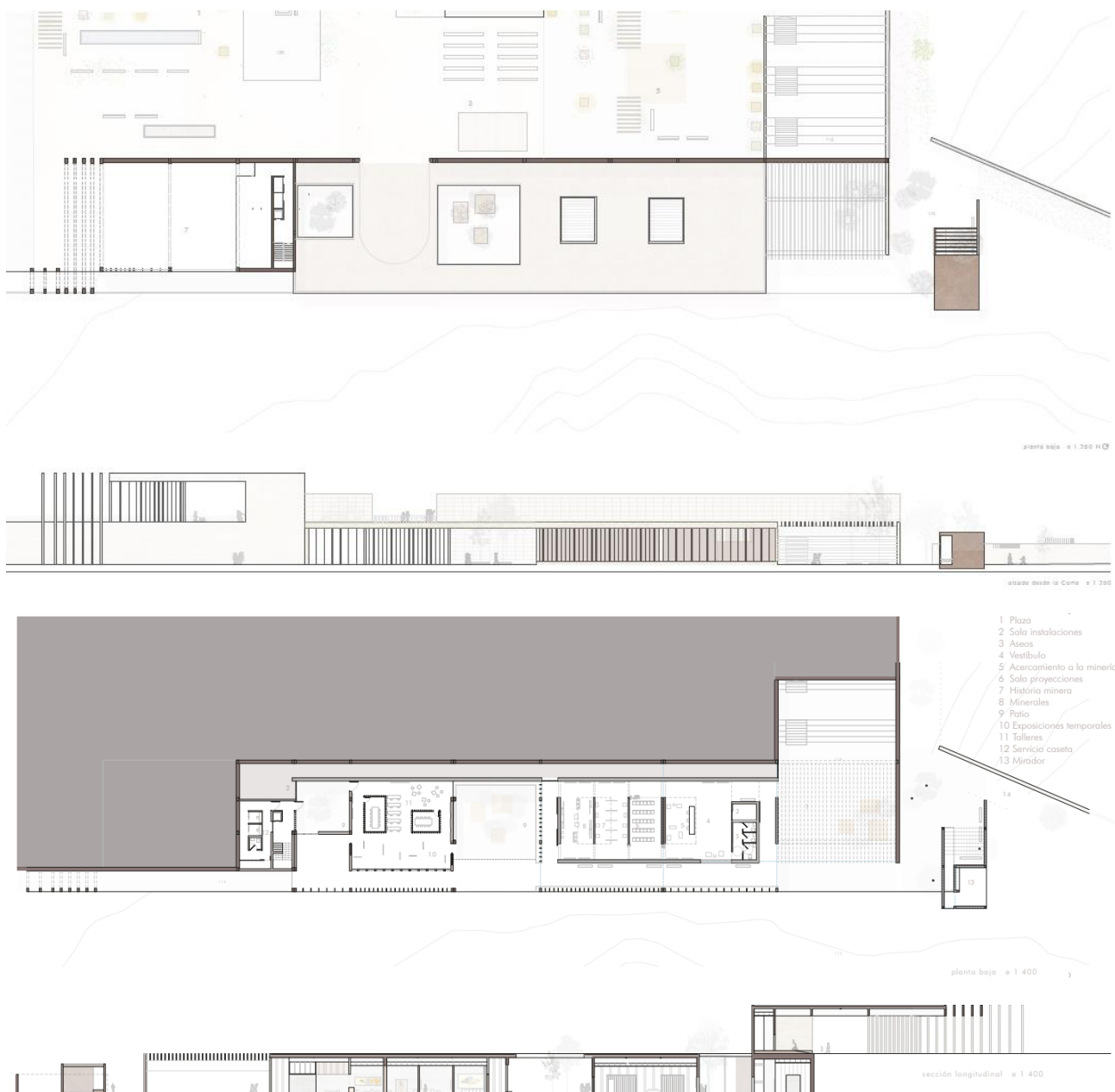
| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)   |                | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)   |                |
|---|----------------|--|----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;160.26 <b>A</b></li> <li>160.26-260 <b>B</b></li> <li>260.42-490.6 <b>C</b></li> <li>490.65-520.85 <b>D</b></li> <li>520.85-641.05 <b>E</b></li> <li>641.05-801.31 <b>F</b></li> <li>=&gt;801.31 <b>G</b></li> </ul> | 65,64 <b>A</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;39.01 <b>A</b></li> <li>39.01-63.3 <b>B</b></li> <li>63.39-97.52 <b>C</b></li> <li>97.52-126.76 <b>D</b></li> <li>126.78-156.03 <b>E</b></li> <li>156.03-195.04 <b>F</b></li> <li>=&gt;195.04 <b>G</b></li> </ul> | 11,12 <b>A</b> |

## 2.4. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HR

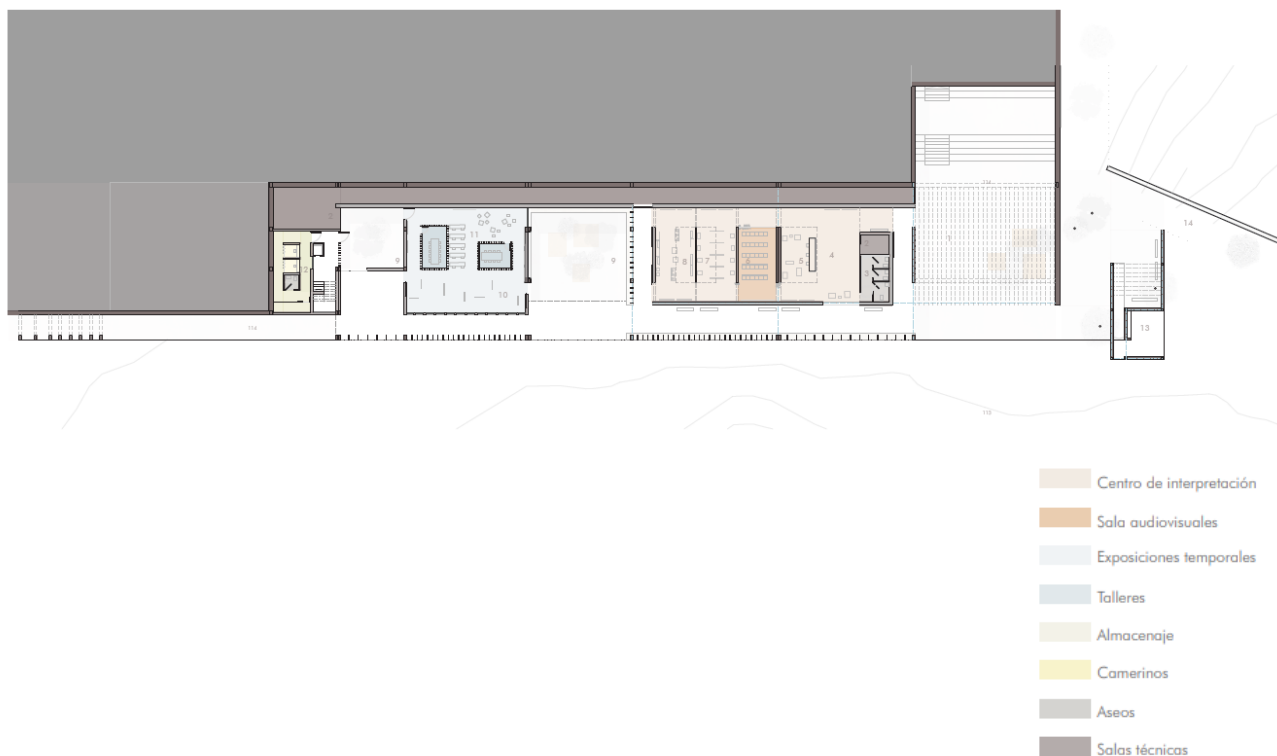
El Centro de Interpretación de las minas la Caridad se sitúa en el municipio de Aznalcóllar, en el mismo enclave minero. Entre el pueblo y la Corta se diseña un espacio urbano que, a través de un paseo, culmina en un centro de visitantes con vistas al paisaje.

A través de un muro equipado, se construye en planta alta la caseta municipal que se abre hacia el recinto ferial. A la planta baja se accede mediante el graderío que culmina en una plaza cubierta o por medio del camino que conecta con el aparcamiento.

Este conjunto minero está compuesto por tres espacios separados por vacíos. Por un lado, encontramos el museo, por otro, una sala de exposiciones temporales con talleres y, por último, una zona que da servicio a la caseta municipal que se desarrolla en planta alta.



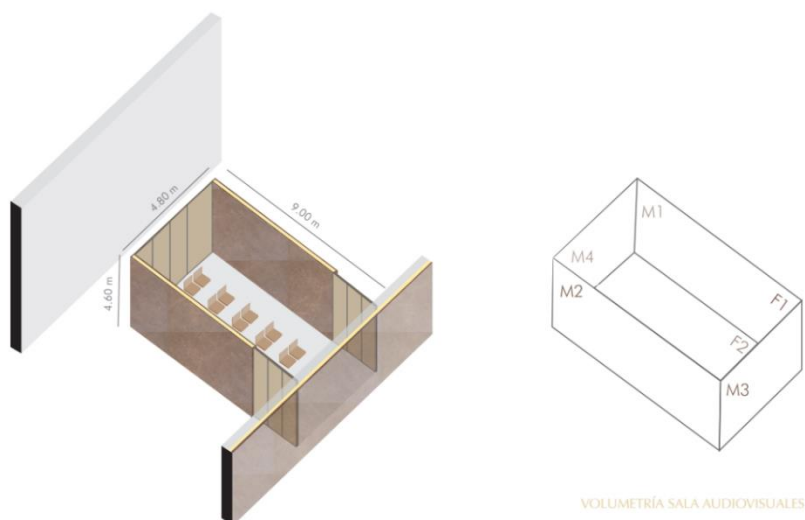
Como se puede observar, el edificio se cierra a la plaza mediante el muro que sube en planta alta, como si se tratase de un obstáculo al ruido. En cambio, se abre hacia la corta y el paisaje. Los espacios interiores se componen como cajas cerradas en sí mismas, que se iluminan por fachada o cenitalmente según el uso.



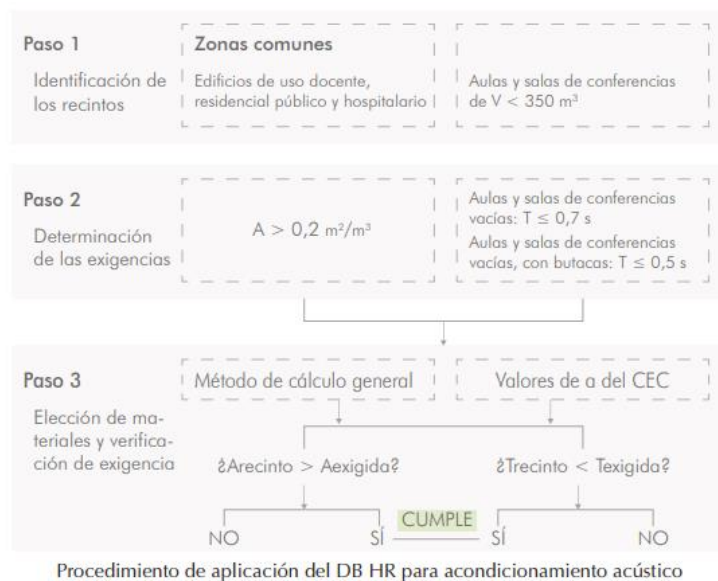
### a) Acondicionamiento acústico

#### Definición geométrica del recinto de estudio

El recinto en el que se decide estudiar el acondicionamiento acústico es la sala de audiovisuales existente en el interior del propio volumen del Centro de Interpretación. Se entiende como una pieza dentro de otra. Tres de sus paredes laterales son fijas mientras que la cuarta se compone por una partición abatible, logrando así un espacio multifuncional pero que funciona acústicamente como sala de proyección. Esta estancia también será objeto de estudio para el aislamiento acústico a ruido aéreo de fachada y cubierta.



## Estudio del tiempo de reverberación en sala audiovisuales



Para el estudio del **tiempo de reverberación** de la sala de audiovisuales necesitamos conocer el volumen de esta estancia, que en este caso es de  $199 \text{ m}^3$ . Se tendrá en cuenta los acabados interiores de esta sala:

**M1 M2** Paredes de las particiones interiores de aluminio marca "Alucobond®" o similar:

La sala de audiovisuales se trata de un espacio que se encuentra en el interior del Centro de interpretación, de tal modo que se conforma de dos paneles laterales compuestos por una subestructura de acero inoxidable en cuyo interior se encuentra el aislante acústico y que soporta unos paneles de yeso laminado a los cuales se les ancla unas láminas metálicas de aluminio. Consideramos según el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*, un acabado metálico para los paneles.

Superficie:  $61,64 \text{ m}^2$ , Coeficiente de absorción  $a=0,02$

**M1' M2'** Paneles móviles de madera marca Vimetra® o similar:

Esta sala es flexible, de tal modo que puede quedar cerrada o abierta al recorrido. Se disponen unos paneles móviles abatibles de madera de manera que cuando haya una proyección, quede cerrada al recorrido. Consideramos según el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*, un acabado para los paneles de madera.

Superficie:  $31 \text{ m}^2$ , Coeficiente de absorción  $a=0,08$

**M3** Paneles para paredes interiores de hormigón reforzado con fibra de vidrio marca Rieder® o similar:

Se refiere a la fachada principal que se diseña con paneles de hormigón prefabricado reforzado con fibras de vidrio, con un espesor de  $20 \text{ mm}$ , con un aislamiento de lana de roca en su interior y con una subestructura de acero inoxidable que soporta los. Consideramos según el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*, un acabado para el muro en hormigón visto.

Superficie:  $22,17 \text{ m}^2$ , Coeficiente de absorción  $a=0,04$

**F1** Techo acústico de la marca Rockfon® o similar, con acabado en madera.

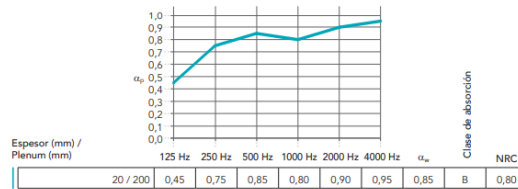
Se utiliza un falso techo suspendido de panel acústico tipo Rockfon Ligna o similar, con un acabado en madera, que mejorará las condiciones de aislamiento acústico. Consideramos según el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*, un acabado para el techo de placa de yeso laminado.

Superficie:  $43,22 \text{ m}^2$ , Coeficiente de absorción  $a=0,85$



## Prestaciones

Absorción acústica  
 $\alpha_w$ : 0,85 (Clase B)



Prestaciones acústicas del falso techo dispuesto

**F2** Revestimiento continuo de microcemento para el suelo mara *Edfan*<sup>®</sup> o similar:

En el suelo se dispone un acabado continuo de microcemento. Consideramos según el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*, un acabado para el suelo de cemento.

Superficie: 43,22 m<sup>2</sup> Coeficiente de absorción  $\alpha=0,06$

Todos estos elementos, excepto el suelo, contienen en su interior aislamiento de lana de roca.

El cerramiento de fachada, además de disponer doble aislamiento, contiene una cámara de aire en su interior.

Una vez establecidos los acabados interiores, comprobamos en la **Herramienta del HR del CTE** el cumplimiento del Tiempo de reverberación. Éste debe ser menor a 0,5s, ya que consideramos una sala de conferencia vacía con butacas.

Consideramos unas butacas de tapizado alto, con un coeficiente de absorción de 0,8. Para determinar cuál es la absorción total del espacio de butacas aplicamos:

$$SP = S_{\text{Butacas}} + \text{pasillo } 0.5 \text{ m} / SP = 28 \text{ m}^2$$

Multiplicamos la superficie por el coeficiente de absorción de las butacas, obteniendo un valor de coeficiente de absorción total de 22,4

| Comparación butacas vacías - llenas |                             | 125  | 250  | 500  | 1k   | 2k   | 4k   |
|-------------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| BUTACAS VACÍAS                      | Butaca grado tapizado alto  | 0.72 | 0.79 | 0.83 | 0.84 | 0.83 | 0.79 |
|                                     | Butaca grado tapizado medio | 0.56 | 0.64 | 0.70 | 0.72 | 0.68 | 0.62 |
|                                     | Butaca grado tapizado bajo  | 0.35 | 0.45 | 0.57 | 0.61 | 0.59 | 0.55 |
| BUTACAS OCUPADAS                    | Butaca grado tapizado alto  | 0.76 | 0.83 | 0.88 | 0.91 | 0.91 | 0.89 |
|                                     | Butaca grado tapizado medio | 0.68 | 0.75 | 0.82 | 0.85 | 0.86 | 0.86 |
|                                     | Butaca grado tapizado bajo  | 0.56 | 0.68 | 0.79 | 0.83 | 0.86 | 0.86 |

**Cálculo del tiempo de reverberación y la absorción acústica. Método general.**

**Datos de entrada**

| Volumen del recinto             |   | Resultado                  |                          |
|---------------------------------|---|----------------------------|--------------------------|
| Volumen $V_r$ (m <sup>3</sup> ) | 199   | Área equivalente A         | 70.0533                  |
| Tipo de recinto                 | Aulas y salas de conferencia incluyendo las butacas | Resultado Cálculo $T_{re}$ | Requisito C $T_{re}$ (s) |
|                                 |   | 0.45                       | 0.5                      |
|                                 |   | <b>0.45 ≤ 0.5 CUMPLE</b>   |                          |

$$T = \frac{0,16V}{A}$$

| Paramentos |                              |            |                         | Muebles fijos absorbentes |         |                       |      |
|------------|------------------------------|------------|-------------------------|---------------------------|---------|-----------------------|------|
|            | Paramentos                   | $\alpha_m$ | $S_i$ (m <sup>2</sup> ) | $\alpha_{m,i} \cdot S_i$  | Muebles | $A_{0,m,j}$           |      |
| 1          | Techo acústico Rockfon Ligna | 0,8        | 43,22                   | 34,576                    | 1       | Butacas tapizado alto | 22,4 |
| 2          | Enfoscado de mortero         | 0,06       | 43,22                   | 2,5932                    | 2       |                       | 0    |
| 3          | Metales                      | 0,02       | 61,64                   | 1,2328                    | 3       |                       | 0    |
| 4          | Madera y paneles de madera   | 0,08       | 31                      | 2,48                      | 4       |                       | 0    |
| 5          | Bloque de hormigón visto     | 0,09       | 22,17                   | 1,9953                    | 5       |                       | 0    |
| 6          | Sin Paramento                | -          | 0                       | 0                         | 6       |                       | 0    |
| 7          | Sin Paramento                | -          | 0                       | -                         | 7       |                       | 0    |
| 8          | Sin Paramento                | -          | 0                       | -                         | 8       |                       | 0    |
| 9          | Sin Paramento                | -          | 0                       | -                         | 9       |                       | 0    |
| 10         | Sin Paramento                | -          | 0                       | -                         | 10      |                       | 0    |

$$A = \sum_{i=1}^N \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^M A_{0,m,j} + 4m_m \cdot V$$

Observamos que el material más absorbente es el techo suspendido tipo *Rockfon*<sup>®</sup> *Ligna*<sup>™</sup>, cuyo coeficiente de absorción acústica medio es de 0,85. La solución constructiva propuesta para la sala de audiovisuales **cumple** con la normativa del HR, ya que, el tiempo de reverberación es de 0,45 s.

Anejo K Fichas justificativas

K.3 Fichas justificativas del método general del tiempo de reverberación y de la absorción acústica

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de tiempo de reverberación y de absorción acústica mediante el método de cálculo

| Tipo de recinto: Sala de audiovisuales         |  |  | Volumen, V (m <sup>3</sup> ):           |       |                  |                      | 199   |
|--|--|--|---|-------|------------------|----------------------|---|
| Elemento                                       | Acabado  | S<br>Área,<br>(m <sup>2</sup> )  | ̑ <sub>m</sub>                          |       |                  |                      | Absorción acústica<br>(m <sup>2</sup> )<br>̑ <sub>m</sub> · S |
|  |  |  | Coeficiente de absorción acústica medio |       |                  |                      |   |
|  |  |  | 500                                     | 1000  | 2000             | ̑ <sub>m</sub>       |   |
| Suelo  | Cementoso  | 43,22  | 0,06                                    | 0,08  | 0,04             | 0,06                 | 2,59  |
|  |  |  |   |       |                  |                      |   |
|  |  |  |   |       |                  |                      |   |
| Techo  | Techo acústico Rockfon® Ligna™   | 43,22  | 0,85                                    | 0,80  | 0,90             | 0,85                 | 36,73   |
|  |  |  |   |       |                  |                      |   |
| Paramentos                                     | Panel de aluminio (metal)  | 61,64  | 0,01                                    | 0,02  | 0,02             | 0,02                 | 4,93  |
|  | Paneles de madera  | 31   | 0,08                                    | 0,08  | 0,08             | 0,08                 | 2,48  |
|  | Hormigón visto   | 22,17  | 0,03                                    | 0,04  | 0,04             | 0,04                 | 0,98  |
|  |  |  |   |       |                  |                      |   |
| Objetos <sup>(1)</sup>                         | Tipo   | Área de absorción acústica equivalente media, A <sub>O,m</sub> (m <sup>2</sup> ) |   |       |                  | A <sub>O,m</sub> · N |   |
|  |  | 500  | 1000                                    | 2000  | A <sub>O,m</sub> |                      |   |
|  | Butacas de tapizado alto   |  | 0,83                                    | 0,84  | 0,83             | 28                   | 22,40   |
|  |  |  |   |       |                  |                      |   |
| Absorción aire <sup>(2)</sup>                  |  | Coeficiente de atenuación del aire, $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )               |   |       |                  | 4 · $\bar{m}_m$ · V  |   |
|  |  | 500  | 1000                                    | 2000  | $\bar{m}_m$      |                      |   |
|  |  |  | 0,003                                   | 0,005 | 0,01             | 0,006                | 4,77  |
| A, (m <sup>2</sup> )                           | $A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$ |  |   |       |                  | 63,79                |   |
| Absorción acústica del recinto resultante      |  |  |   |       |                  |                      |   |
| T, (s)   | $T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$   |  |   |       |                  | 0,50                 |   |
| Tiempo de reverberación resultante             |  |  |   |       |                  |                      |   |
| Absorción acústica resultante de la zona común |  |  | Absorción acústica exigida              |       |                  |                      |   |
| A (m <sup>2</sup> )=                           |  | 70,05  | ≥                                       | 39,8  | =0,2 · V         |                      |   |
| Tiempo de reverberación resultante             |  |  | Tiempo de reverberación exigido         |       |                  |                      |   |
| T (s)=   |  | 0,45   | ≤                                       | 0,5   |                  |                      |   |

<sup>(1)</sup> Sólo para salas de conferencias hasta 350 m<sup>3</sup> Sólo para volúmenes mayores a 250 m<sup>3</sup>

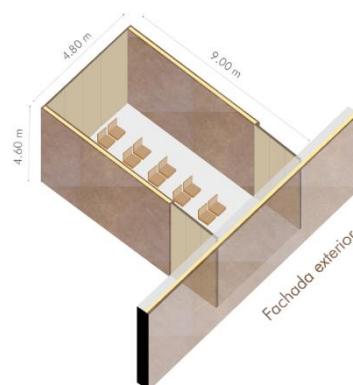
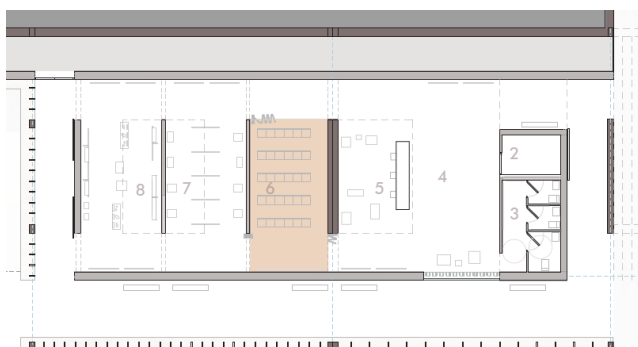
## b) Aislamiento a ruido aéreo en fachada

Para poder estudiar el recinto es necesario, en primer lugar, analizar el ruido aéreo exterior del área de intervención. Para ello nos serviremos de un *mapa de ruido* del ámbito minero de Aznalcóllar. El proyecto se ubica próximo a la Corta de Aznalcóllar por su lado este, relativamente cerca también del núcleo urbano. Según se indica en el mapa, el índice de ruido sería en este lugar de 35dB. Sin embargo, dado que el proyecto también plantea una reurbanización de su entorno, se supone que aquellos espacios aumentarán su índice de ruido al atraer visitantes o tener lugar representaciones y otro tipo de eventos. Por ello, a la hora de realizar el estudio se toma de referencia un valor de ruido de:  $L_d = 60\text{dB}$ . Además de la fuente, también es importante determinar los demás elementos del estudio. Por un lado, el canal de transmisión de ruido en este caso será la fachada de la estancia a estudiar. Por otro lado, se establece que el receptor será el visitante del centro de interpretación.



### Definición geométrica del recinto de estudio

A continuación, se realiza el cálculo del aislamiento al ruido aéreo en la fachada de la sala de audiovisuales expuesta anteriormente. Este espacio se encuentra en planta planta baja, próximo al espacio de recepción y acceso de visitantes. La sala a estudiar se señala a continuación:

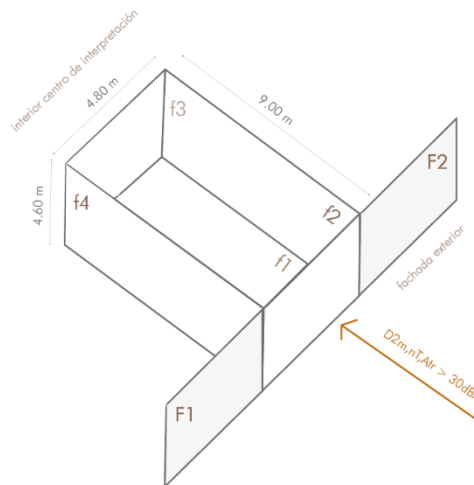


Para establecer la exigencia de aislamiento que requiere este espacio recurrimos a la *Tabla 2.1 del CTE-HR*, donde, al tratarse de un uso Cultural y de estancia, donde  $L_d \leq 60$  dB, se establece que  $D_{2m,nT,Atr} > 30$  dBA.

**Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Atr}$ , en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día,  $L_d$ .**

| $L_d$<br>dBA       | Uso del edificio           |           |   |       |
|--------------------|----------------------------|-----------|---|-------|
|                    | Residencial y hospitalario |           | Cultural, sanitario <sup>(1)</sup> , docente y administrativo |       |
|                    | Dormitorios                | Estancias | Estancias   | Aulas |
| $L_d \leq 60$      | 30                         | 30        | 30  | 30    |
| $60 < L_d \leq 65$ | 32                         | 30        | 32  | 30    |
| $65 < L_d \leq 70$ | 37                         | 32        | 37  | 32    |
| $70 < L_d \leq 75$ | 42                         | 37        | 42  | 37    |
| $L_d > 75$         | 47                         | 42        | 47  | 42    |

<sup>1)</sup> En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.



## Definición de los elementos constructivos

El recinto tiene un volumen de 199 m<sup>3</sup>. Su fachada es plana y opaca. A continuación, se procede a definir los elementos constructivos de los paramentos, así como las soluciones elegidas del catálogo constructivo que más se asemeja al caso de estudio:

### Fachada

**F1 F2** Fachada ligera no ventilada compuesta de una hoja exterior de paneles de hormigón prefabricado UHPC de 17 mm de espesor (acabado exterior) cogido a la subestructura y en su interior aislamiento térmico de 50 mm de espesor. La hoja interior se compone de una subestructura con aislamiento térmico de lana de roca de 30 mm de espesor al cual se ancla unos paneles de hormigón prefabricado reforzado con fibra de vidrio con 12 mm de espesor como acabado interior. Entre ambas cámaras se dispone una cámara de aire de 50 mm no ventilada.

Al no disponerse esta solución con panel UHPC en el *Catálogo de Elementos Constructivos*, se dispone una similar a la misma con un acabado de paneles de GRC (al ser también un elemento de hormigón prefabricado reforzado con fibra) en el exterior y de yeso laminado en el interior. Se mantiene el hecho de ser una fachada ligera no ventilada, la cámara de aire y el doble aislamiento.

| Código                        | Sección (mm) | Datos entrada |     | HS                | HE <sup>(1)</sup>                            | HR                      |                           |                           |
|-------------------------------|--------------|---------------|-----|-------------------|--|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                               |              | GRC           | HI  | GI <sup>(2)</sup> | U<br>(W/m <sup>2</sup> K)                    | R <sub>A</sub><br>(dBA) | R <sub>A,r</sub><br>(dBA) | m<br>(kg/m <sup>2</sup> ) |
| <b>F 14.3a</b> <sup>(5)</sup> |              | R3'+C1'       | -   | 3 <sup>(4)</sup>  | 1/(0,42+R <sub>AT1</sub> +R <sub>AT2</sub> ) | 57                      | 51                        | 56                        |
|                               |              | R3'           | C1' |                   |  |                         |                           |                           |

## Suelo

f1 Forjado unidireccional de placa alveolar prefabricada con capa de compresión de espesor 10 cm.

| Losas alveolares <sup>(1)</sup> |          |                     |                       |                        |                         |    |                    |                      |                     |
|---------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|----|--------------------|----------------------|---------------------|
| Descripción                     |          |                     | HE                    |                        |                         |    | HR <sup>(2)</sup>  |                      |                     |
| Tipo                            | canto mm | m kg/m <sup>2</sup> | ρ kg / m <sup>3</sup> | R m <sup>2</sup> -K/ W | c <sub>p</sub> J / kg-K | μ  | R <sub>A</sub> dBA | R <sub>Atr</sub> dBA | L <sub>n,w</sub> dB |
| Sin capa de compresión          | 200      | 282                 | 1410                  | 0,14                   | 1000                    | 80 | 51                 | 47                   | 78                  |
|                                 | 250      | 345                 | 1380                  | 0,16                   | 1000                    | 80 | 54                 | 49                   | 75                  |
|                                 | 300      | 387                 | 1290                  | 0,19                   | 1000                    | 80 | 56                 | 51                   | 73                  |
|                                 | 350      | 413                 | 1180                  | 0,21                   | 1000                    | 80 | 57                 | 52                   | 72                  |
|                                 | 400      | 472                 | 1180                  | 0,22                   | 1000                    | 80 | 59                 | 54                   | 70                  |
|                                 | 500      | 560                 | 1120                  | 0,25                   | 1000                    | 80 | 62                 | 57                   | 68                  |
| Con capa de compresión          | 200      | 362                 | 1810                  | 0,14                   | 1000                    | 80 | 55                 | 50                   | 74                  |
|                                 | 250      | 395                 | 1580                  | 0,16                   | 1000                    | 80 | 56                 | 51                   | 73                  |
|                                 | 300      | 459                 | 1530                  | 0,19                   | 1000                    | 80 | 57                 | 52                   | 71                  |
|                                 | 350      | 504                 | 1440                  | 0,21                   | 1000                    | 80 | 60                 | 55                   | 70                  |
|                                 | 400      | 528                 | 1320                  | 0,22                   | 1000                    | 80 | 61                 | 56                   | 69                  |
|                                 | 500      | 650                 | 1300                  | 0,25                   | 1000                    | 80 | 64                 | 59                   | 66                  |

## Cubierta

f2 esta superficie presenta los mismos valores que el suelo (f1) ya que el forjado posee las mismas características. Sobre el forjado se disponen el resto de capas de la cubierta no transitable invertida del edificio: hormigón de áridos ligeros para formación de pendiente, lámina impermeabilizante, aislamiento térmico XPS de 5cm de espesor y capa de mortero de protección y nivelación, además de unos plots que sirven para el apoyo de los paneles de UHPC de 17 mm de espesor que envuelven la cubierta del edificio.

| Código | Sección | Soporte resistente SR | HE <sup>(3)</sup>      |                        | HR                   |                        |     |
|--------|---------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-----|
|        |         |                       | U (W/m <sup>2</sup> K) | m (kg/m <sup>2</sup> ) | R <sub>A</sub> (dBA) | R <sub>Atr</sub> (dBA) |     |
| C 4.1  |         | FU                    | BP                     | $1/(1,09+R_{AT})$      | (4)                  | (4)                    | (4) |
| C 4.2  |         |                       | BC                     | $1/(0,57+R_{AT})$      | (4)                  | (4)                    | (4) |
| C 4.3  |         |                       | BH                     | $1/(0,48+R_{AT})$      | (4)                  | (4)                    | (4) |
| C 4.4  |         | FR                    | CP                     | $1/(0,49+R_{AT})$      | (4)                  | (4)                    | (4) |
| C 4.5  |         |                       | CC                     | $1/(0,44+R_{AT})$      | (4)                  | (4)                    | (4) |
| C 4.6  |         |                       | CH                     | $1/(0,42+R_{AT})$      | (4)                  | (4)                    | (4) |
| C 4.7  |         |                       | SC                     | $1/(0,35+R_{AT})$      | (4)                  | (4)                    | (4) |
| C 4.8  |         | L                     | $1/(0,37+R_{AT})$      | (4)                    | (4)                  | (4)                    |     |

(4) Para obtener los valores de m, RA y RAtr de cubiertas, se utilizarán los valores de m, RA y RAtr de forjados y losas del apartado 3.18. Cuando la cubierta tenga una capa de formación de pendientes de hormigón con áridos ligeros, el valor de los índices RA y RAtr del forjado se incrementará 2 dBA.

El forjado unidireccional de losas alveolares no cuenta con elementos de entrevigado. Sin embargo, se ha considerado la bovedilla de hormigón, por ser del mismo material.

**f2'** Bajo el forjado se dispone un techo suspendido de panel acústico tipo Rockfon Ligna con un acabado en madera, que mejorará las condiciones de aislamiento acústico. Se compone de panel de lana de roca en su cara visible un velo decorativo de aspecto madera y en su cara posterior un contravelo.

No se dispone de los valores del techo suspendido en cuanto al HR, por tanto, consideramos un tipo de falso techo incluido en el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE* similar a esta solución, con panel de yeso laminado.

Si la cubierta dispone de un techo suspendido, el valor de  $R_A$  de la cubierta es la suma del valor de  $R_A$  del forjado y del valor de  $\Delta R_A$  del techo suspendido; el valor de  $R_{ATr}$  de la cubierta es la suma del valor de  $R_{ATr}$  del forjado y del valor de  $\Delta R_{ATr}$  del techo suspendido si está disponible o, en su defecto, de  $\Delta R_A$ . El valor de  $\Delta R_A$  del techo suspendido se obtendrá en el apartado 4.5.2.1.

| Código | Sección | espesor    |         |                      | HE <sup>(2)</sup>             | HR <sup>(3)(4)</sup>     |                     |
|--------|---------|------------|---------|----------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|
|        |         | placa (mm) | MW (mm) | C (mm)               | $R_{TS}$ (m <sup>2</sup> K/W) | $\Delta R_A^{(5)}$ (dBA) | $\Delta L_{W}$ (dB) |
| T01    |         | 15         | –       | ≥ 100                | 0,22                          | 5                        | 5                   |
|        |         |            | ≥ 50    | ≥ 100                | 0,22+R <sub>AT</sub>          | 13                       | 9                   |
|        |         |            | ≥ 150   | 0,22+R <sub>AT</sub> |                               | 15                       |                     |
|        |         |            | ≥ 80    | ≥ 100                | 0,22+R <sub>AT</sub>          | 14                       | 9                   |
|        |         |            |         | ≥ 150                |                               | 15                       |                     |
|        |         | 2x12,5     | ≥ 50    | ≥ 100                | 0,22+R <sub>AT</sub>          | 14                       | 9                   |
|        |         | ≥ 150      | 15      |                      |                               |                          |                     |

## Paredes

**f4 f3** Paredes de las particiones interiores de aluminio marca *Alucobond*<sup>®</sup> o similar. Se trata de tabiques compuestos de una subestructura con aislamiento de lana de roca en su interior, espesor 50 cm y paneles de yeso laminados que se revisten con láminas metálicas.

No se dispone en el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE* el acabado de paneles metálicos. Por tanto, despreciamos este revestimiento y utilizamos los datos para de una partición interior de entramado autoportante. Se mantiene el aislamiento en el interior y los paneles de yeso.

| Código | Sección | HE                     | HR                      |                                       |
|--------|---------|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|        |         | U (W/m <sup>2</sup> K) | R <sub>A</sub> (dBA)    | m <sup>(1)</sup> (kg/m <sup>2</sup> ) |
| P4.1   |         | $1/(0,38+R_{AT})$      | 43<br>40 <sup>(2)</sup> | 26                                    |

A continuación, se procede a la introducción de datos en el programa.

### Fachada directa

**Cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas**

**Datos de entrada**

**Sección de Fachada Direct**

Superficie  $S_{ext}$ : 22.08

| Elemento constructivo base    | $m'$ (kg/m <sup>2</sup> ) | $R_{a, tr}$ | $R_a$ | Forma de la fachada | $g_w$ | $h_{lim}$ | $\Delta L_{f6}$ | Revestimiento interior | $\Delta R_{a, int}$ |
|-------------------------------|---------------------------|-------------|-------|---------------------|-------|-----------|-----------------|------------------------|---------------------|
| GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15 | 56                        | 51          | 57    | Plano de fachada    | 0     | 0         | 0               | Sin Trasdosados        | -                   |

| Ventanas/Capialzados       | $s$ (m <sup>2</sup> ) | $R_{a, tr}$ | $R_a$ | $\Delta R$ |
|----------------------------|-----------------------|-------------|-------|------------|
| Ventana sencilla OSC/NP 12 | 0                     | 32          | 34    | 0          |
| Sin Capialzados            | 0                     | -           | -     | 0          |
| Sin Ventanas               | 0                     | -           | -     | 0          |
| Sin Ventanas               | 0                     | -           | -     | 0          |

Transmisión aérea Directa I:  $S_{a, tr}$  (m<sup>2</sup>) = 0,  $D_{a, tr}$  (dB) = 0 (aireadores con tratamiento acústico)

Transmisión aérea Directa II:  $S_{a, tr}$  (m<sup>2</sup>) = 0,  $D_{a, tr}$  (dB) = 0 (aireadores sin tratamiento acústico)

Transmisión aérea Indirecta:  $S_{a, tr}$  (m<sup>2</sup>) = 0,  $D_{a, tr}$  (dB) = 0 (techos suspendidos, conductos, pasillos)

$L_{a, r}$  (dB): 60, Tipo de ruido: Ferroviario

$D_{2m,nT,At}$ : 59, Requisito CTE: 30 **CUMPLE**

### Fachada flanco

**Secciones de Fachada Flanco**

| Elemento constructivo base | $m'$ (kg/m <sup>2</sup> )     | $R_{a, tr}$ | $S_i$ (m <sup>2</sup> ) | $h$ (m) |     |
|----------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------|---------|-----|
| Elemento F1 (Fachada)      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15 | 56          | 51                      | 0       | 0   |
| Elemento F2 (Fachada)      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15 | 56          | 51                      | 0       | 0   |
| Elemento F3 (Fachada)      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15 | 56          | 51                      | 22.08   | 4.6 |
| Elemento F4 (Fachada)      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15 | 56          | 51                      | 22.08   | 4.6 |

### Recinto receptor

**Recinto Receptor**

Tipo de recinto: Cultural, docente, administrativo y religioso E, Volumen  $V_r$  (m<sup>3</sup>): 199

| Elemento constructivo base | $m'$ (kg/m <sup>2</sup> ) | $R_{a, tr}$ | $S_i$ (m <sup>2</sup> ) | Como Flanco | Revestimiento | $\Delta R_{a, tr}$ |   |   |
|----------------------------|---------------------------|-------------|-------------------------|-------------|---------------|--------------------|---|---|
| Elemento f1 (Suelo)        | L_Capa compresion 500 mm  | 650         | 59                      | 43.2        | 650           | 59                 | AC + M 50 + AR MW 12                              | 3 |
| Elemento f2 (Techo)        | L_Capa compresion 500 mm  | 650         | 59                      | 43.2        | 650           | 59                 | Sin Techos suspendidos                            | - |
| Elemento f3 (Pared)        | YL 15 + AT MW 48 + YL 15  | 26          | 36                      | 41.4        | 26            | 36                 | YL 15 + MW 48 + SP (250<m<=300kg/m <sup>2</sup> ) | 6 |
| Elemento f4 (Pared)        | YL 15 + AT MW 48 + YL 15  | 26          | 36                      | 41.4        | 26            | 36                 | YL 15 + MW 48 + SP (250<m<=300kg/m <sup>2</sup> ) | 6 |

### Uniones de los Elementos Constructivos

**Uniones de los Elementos Const**

| Tipo de unión   | $K_{CF}$ | $K_{CF}$ | $K_{CF}$ | Vista            |
|---|----------|----------|----------|------------------|
| Arista A1 (Unión Fachada-Suelo)<br>$K_U$ Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)                        | 12.2     | 27.2     | 12.2     | Vista en sección |
| Arista A2 (Unión Fachada-Techo)<br>$K_U$ Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)                        | 12.2     | 27.2     | 12.2     | Vista en sección |
| Arista A3 (Unión Fachada-Pared)<br>$K_U$ Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 2 (junta elástica en 3) | 2        | 7.7      | 12.4     | Vista en planta  |
| Arista A4 (Unión Fachada-Pared)<br>$K_U$ Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 2 (junta elástica en 3) | 12.4     | 7.7      | 2        | Vista en planta  |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| Proyecto   |  |  |
| Autor      |  |  |
| Fecha      |  |  |
| Referencia |  |  |

| Características técnicas del recinto 1 |                                  |       |                                     |                       |
|--|----------------------------------|-------|-------------------------------------|-----------------------|
| Soluciones Constructivas               |                                  |       |                                     |                       |
| Sección Separado                       | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15    |       |                                     |                       |
| Sección Flanco F1                      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15    |       |                                     |                       |
| Sección Flanco F2                      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15    |       |                                     |                       |
| Sección Flanco F3                      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15    |       |                                     |                       |
| Sección Flanco F4                      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15    |       |                                     |                       |
| Parámetros Acústicos                   |                                  |       |                                     |                       |
|  | S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> ) | l (m) | m <sub>i</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) | R <sub>ae</sub> (dBA) |
| Sección Separado                       | 22.08                            |       | 56                                  | 51                    |
| Sección Flanco F1                      | 0                                | 0     | 56                                  | 51                    |
| Sección Flanco F2                      | 0                                | 0     | 56                                  | 51                    |
| Sección Flanco F3                      | 22.08                            | 4.6   | 56                                  | 51                    |
| Sección Flanco F4                      | 22.08                            | 4.6   | 56                                  | 51                    |

| Características técnicas del recinto 2 |   |       |                                     |                       |                        |
|--|---|-------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Tipo de Recinto                        | litural, docente, administrativo y religioso Estand |       |                                     | Volumen               | 199                    |
| Soluciones Constructivas               |   |       |                                     |                       |                        |
| Sección Separado                       | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15                       |       |                                     |                       |                        |
| Suelo f1                               | L. Capa compresion 500 mm                           |       |                                     |                       |                        |
| Techo f1                               | L. Capa compresion 500 mm                           |       |                                     |                       |                        |
| Pared f3                               | YL 15 + AT MW 48 + YL 15                            |       |                                     |                       |                        |
| Pared f4                               | YL 15 + AT MW 48 + YL 15                            |       |                                     |                       |                        |
| Parámetros Acústicos                   |   |       |                                     |                       |                        |
|  | S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )                    | l (m) | m <sub>i</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) | R <sub>ae</sub> (dBA) | ΔR <sub>ae</sub> (dBA) |
| Sección Separado                       | 22.08   |       | 56                                  | 51                    |                        |
| Suelo f1                               | 43.2  | 0     | 650                                 | 59                    | 3                      |
| Techo f1                               | 43.2  | 0     | 650                                 | 59                    | -                      |
| Pared f3                               | 41.4  | 4.6   | 26                                  | 36                    | 6                      |
| Pared f4                               | 41.4  | 4.6   | 26                                  | 36                    | 6                      |

| Huecos en el separador          |         |                     |                       |                      |                        |
|---------------------------------|---------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| Ventanas, puertas y lucernarios |         | S (m <sup>2</sup> ) | R <sub>ae</sub> (dBA) | R <sub>e</sub> (dBA) | ΔR <sub>ae</sub> (dBA) |
|                                 | Hueco 1 | 0                   | 32                    | 34                   | 0                      |
|                                 | Hueco 2 | 0                   | -                     | -                    | 0                      |
|                                 | Hueco 3 | 0                   | -                     | -                    | 0                      |
|                                 | Hueco 4 | 0                   | -                     | -                    | 0                      |

| Vías de transmisión aérea directa o indirecta |                       |                           |   |
|---|-----------------------|---------------------------|---|
| Vías de transmisión aérea                     | transmisión directa   | D <sub>20,125</sub> (dBA) | 0 |
|   | transmisión directa   | D <sub>20,250</sub> (dBA) | 0 |
|   | transmisión indirecta | D <sub>20,500</sub> (dBA) | 0 |

| Tipos de uniones e índices de reducción vibracional |  |                 |                 |                 |
|---|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| Encuentro   | Tipo de unión  | K <sub>FT</sub> | K <sub>Fz</sub> | K <sub>CF</sub> |
| fachada - suelo                                     | Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)                        | 12.2            | 27.2            | 12.2            |
| fachada - techo                                     | Unión rígida en T de elementos homogéneos (orientación 3)                        | 12.2            | 27.2            | 12.2            |
| fachada - pared                                     | Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 3 (junta elástica en 3) | 2               | 7.7             | 12.4            |
| fachada - pared                                     | Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 3 (junta elástica en 3) | 12.4            | 7.7             | 2               |

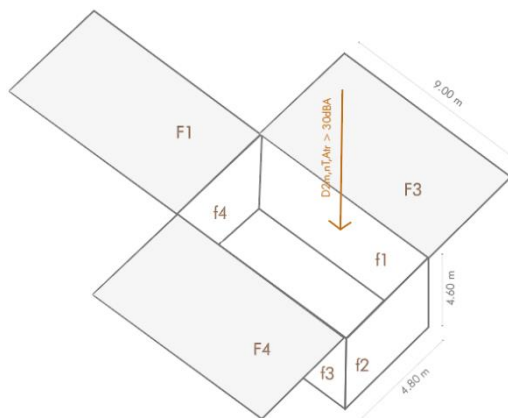
| Transmisión de Ruido del exterior  |                           |         |           |        |
|------------------------------------|---------------------------|---------|-----------|--------|
| Aislamiento acústico a ruido aéreo | D <sub>20,125</sub> (dBA) | Cálculo | Requisito |        |
|                                    | 59                        | 59      | 34        | CUMPLE |



### c) Aislamiento a ruido aéreo en cubierta

Al igual que se realiza el aislamiento a ruido aéreo de la fachada, se verifica el cumplimiento del aislamiento a ruido aéreo en cubierta. Para ello, seguiremos los mismos pasos que en el apartado anterior. Tenemos en cuenta gracias al mapa de ruido aéreo y la Tabla 2.1 del CTE-HR, que, al tratarse de un uso Cultural y de estancia, donde  $L_d \leq 60\text{dB}$ , se establece que  $D_{2m,nT,Atr} > 30\text{ dBA}$ .

El recinto objeto de estudio volverá a ser la sala de audiovisuales, cuyos elementos constructivos han sido descritos anteriormente.



Una vez conocemos los valores, introducimos en la herramienta que facilita el CTE para el HR los componentes de nuestras envolventes y así verificamos el cumplimiento.

#### Cubierta directa

**Cálculo del Aislamiento Acústico a ruido aéreo en cubiertas**

**Datos de entrada**

**Sección de Cubierta Direct**

Superficie  $S_{ext}$  43.2

| Elemento constructivo base | $m'$ (kg/m <sup>2</sup> ) | $R_{a, tr}$ | $R_a$ | Corrección forjados  | Revestimiento interior | $\Delta R_{a, atr}$ |
|----------------------------|---------------------------|-------------|-------|--|------------------------|---------------------|
| L_Capa compresion 500 mm   | 650                       | 59          | 64    | ¿Existe capa de formación de pendientes con áridos ligeros? Si | Sin Trasdosados        | -                   |

| Ventanas/Capialzados       | $S_v$ (m <sup>2</sup> ) | $R_{a, tr}$ | $R_a$ | $\Delta R$ | $S_{v, a}$ (m <sup>2</sup> ) | $D_{a, a, tr}$                       |
|----------------------------|-------------------------|-------------|-------|------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Ventana sencilla OSC/NP 12 | 0                       | 32          | 34    | 0          | 0                            | (aireadores con tratamiento acú)     |
| Sin Capialzados            | 0                       | -           | -     | 0          | 0                            | (aireadores sin tratamiento acú)     |
| Sin Ventanas               | 0                       | -           | -     | 0          | 0                            | (techos suspendidos, conductos, pas) |
| Sin Ventanas               | 0                       | -           | -     | 0          |                              |                                      |

$L_d$  (dB) 60 Tipo de ruido Automóviles

$D_{2m,nT,Atr}$  59 Requisito CTE 30 **CUMPLE**

#### Cubierta flanco

**Secciones de Cubierta Flanco**

| Elemento constructivo base | $m'$ (kg/m <sup>2</sup> ) | $R_{a, tr}$ | $S_v$ (m <sup>2</sup> ) | $h$ (m) |     |
|----------------------------|---------------------------|-------------|-------------------------|---------|-----|
| Elemento F1 (Cubier)       | L_Capa compresion 500 mm  | 650         | 59                      | 43.2    | 4.8 |
| Elemento F2 (Cubier)       | L_Capa compresion 500 mm  | 650         | 59                      | 0       | 0   |
| Elemento F3 (Cubier)       | L_Capa compresion 500 mm  | 650         | 59                      | 43.2    | 9   |
| Elemento F4 (Cubier)       | L_Capa compresion 500 mm  | 650         | 59                      | 43.2    | 9   |

## Recinto receptor

| Recinto Recepto                                 |  |                           |    |       |             |                   |                                  |           |                     |                  |
|---|--|---------------------------|----|-------|-------------|-------------------|----------------------------------|-----------|---------------------|------------------|
| Tipo de recinto                                 |  | Volumen V <sub>r</sub> (n |    |       | Como Flanco |                   | Revestimiento                    |           | ΔR <sub>dr</sub>    |                  |
| Cultural, docente, administrativo y religioso E |  | 199                       |    |       | m' (ka/m)   | R <sub>i dr</sub> | S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> ) | m' (ka/m) | R <sub>e A1+r</sub> | ΔR <sub>dr</sub> |
| Elemento constructivo base                      |  |                           |    |       |             |                   |                                  |           |                     |                  |
| Elemento f1 (Pared)                             | YL 15 + AT MW 48 + YL 15   | 26                        | 36 | 22.08 | 26          | 36                | Sin Trasdosados                  | -         |                     |                  |
| Elemento f2 (Pared)                             | YL 2x12,5 + AT MW 48 + CH 6 + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados) | 50                        | 52 | 22.08 | 50          | 52                | Sin Trasdosados                  | -         |                     |                  |
| Elemento f3 (Pared)                             | YL 15 + AT MW 48 + YL 15   | 26                        | 36 | 43.2  | 26          | 36                | Sin Trasdosados                  | -         |                     |                  |
| Elemento f4 (Pared)                             | YL 15 + AT MW 48 + YL 15   | 26                        | 36 | 43.2  | 26          | 36                | Sin Trasdosados                  | -         |                     |                  |


## Uniones de los elementos constructivos

| Uniones de los Elementos Constructivos |   |                 |                  |                  |                  |
|--|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| Tipo de unión                          |   | K <sub>cr</sub> | K <sub>cr1</sub> | K <sub>cr2</sub> |                  |
| Arista A1 (Unión Cubierta-Pared)       | Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1) | 24              | -5.6             | 24               | Vista en sección |
| Arista A2 (Unión Cubierta-Pared)       | Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1) | 21.1            | 0                | 21.1             | Vista en sección |
| Arista A3 (Unión Cubierta-Pared)       | Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1) | 24              | -3.8             | 24               | Vista en planta  |
| Arista A4 (Unión Cubierta-Pared)       | Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1) | 24              | -3.8             | 24               | Vista en planta  |



## CTE Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en cubiertas  
Casas Cubiertas

|            |  |  |
|------------|--|--|
| Proyecto   |  |  |
| Autor      |  |  |
| Fecha      |  |  |
| Referencia |  |  |

| Características técnicas del recinto 1 |                                  |                    |                                     |                       |
|--|----------------------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Soluciones Constructivas               |                                  |                    |                                     |                       |
| Sección Separado                       | L_Capa compresion 500 mm         |                    |                                     |                       |
| Sección Flanco F1                      | L_Capa compresion 500 mm         |                    |                                     |                       |
| Sección Flanco F2                      | L_Capa compresion 500 mm         |                    |                                     |                       |
| Sección Flanco F3                      | L_Capa compresion 500 mm         |                    |                                     |                       |
| Sección Flanco F4                      | L_Capa compresion 500 mm         |                    |                                     |                       |
| Parámetros Acústicos                   |                                  |                    |                                     |                       |
|  | S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> ) | l <sub>i</sub> (m) | m <sub>i</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) | R <sub>ei</sub> (dBA) |
| Sección Separado                       | 43.2                             |                    | 650                                 | 59                    |
| Sección Flanco F1                      | 43.2                             | 4.8                | 650                                 | 59                    |
| Sección Flanco F2                      | 0                                | 0                  | 650                                 | 59                    |
| Sección Flanco F3                      | 43.2                             | 9                  | 650                                 | 59                    |
| Sección Flanco F4                      | 43.2                             | 9                  | 650                                 | 59                    |

| Características técnicas del recinto 2 |  |                    |                                     |                       |                         |
|--|--|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Tipo de Recinto                        | Cultural, docente, administrativo y religioso Estanc                       | Volumen            | 199                                 |                       |                         |
| Soluciones Constructivas               |  |                    |                                     |                       |                         |
| Sección Separado                       | L_Capa compresion 500 mm   |                    |                                     |                       |                         |
| Pared f1                               | YL 15 + AT MW 48 + YL 15   |                    |                                     |                       |                         |
| Pared f1                               | YL 2x12,5 + AT MW 48 + CH 6 + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados) |                    |                                     |                       |                         |
| Pared f3                               | YL 15 + AT MW 48 + YL 15   |                    |                                     |                       |                         |
| Pared f4                               | YL 15 + AT MW 48 + YL 15   |                    |                                     |                       |                         |
| Parámetros Acústicos                   |  |                    |                                     |                       |                         |
|  | S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )   | l <sub>i</sub> (m) | m <sub>i</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) | R <sub>ei</sub> (dBA) | Δ R <sub>ei</sub> (dBA) |
| Sección Separado                       | 43.2   |                    | 650                                 | 59                    |                         |
| Pared f1                               | 22.08  | 4.8                | 26                                  | 36                    | -                       |
| Pared f1                               | 22.08  | 0                  | 50                                  | 52                    | -                       |
| Pared f3                               | 43.2   | 9                  | 26                                  | 36                    | -                       |
| Pared f4                               | 43.2   | 9                  | 26                                  | 36                    | -                       |

| Vías de transmisión aérea directa o indirecta |                       |                   |   |
|---|-----------------------|-------------------|---|
| Vías de transmisión aérea                     | transmisión directa   | $D_{n,T,A}$ (dBA) | 0 |
|   | transmisión indirecta | $D_{n,T,A}$ (dBA) | 0 |
|   | transmisión indirecta | $D_{n,T,A}$ (dBA) | 0 |

| Tipos de uniones e índices de reducción vibracional |  |          |          |          |
|---|--|----------|----------|----------|
| Encuentro   | Tipo de unión  | $K_{m1}$ | $K_{m2}$ | $K_{m3}$ |
| cubierta - pared                                    | hunto de entramado autoportante y elemento homogéneo | 24       | -5.6     | 24       |
| cubierta - pared                                    | hunto de entramado autoportante y elemento homogéneo | 21.1     | 0        | 21.1     |
| cubierta - pared                                    | hunto de entramado autoportante y elemento homogéneo | 24       | -3.8     | 24       |
| cubierta - pared                                    | hunto de entramado autoportante y elemento homogéneo | 24       | -3.8     | 24       |

| Transmisión de Ruido del exterior  |                   |         |           |        |
|------------------------------------|-------------------|---------|-----------|--------|
|                                    |                   | Cálculo | Requisito |        |
| Aislamiento acústico a ruido aéreo | $D_{n,T,A}$ (dBA) | 59      | 30        | CUMPLE |

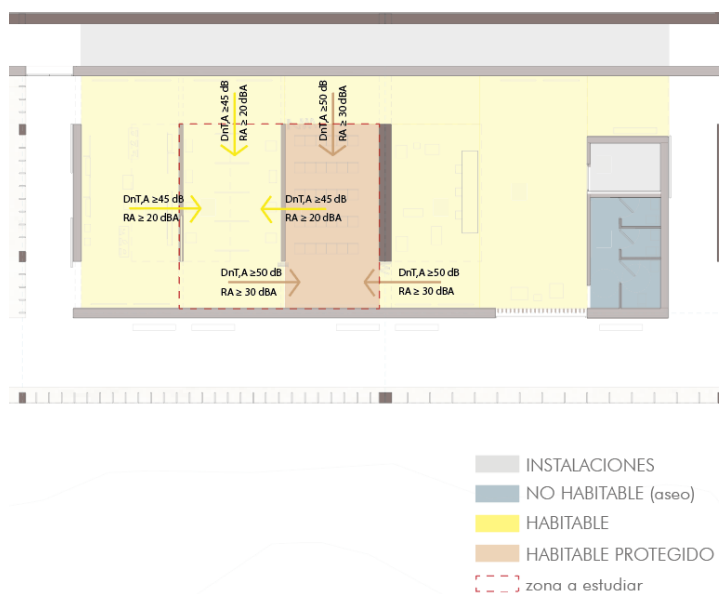
| Huecos en el separador           |         |                     |               |               |                      |
|----------------------------------|---------|---------------------|---------------|---------------|----------------------|
| Ventanas , puertas y lucernarios |         | S (m <sup>2</sup> ) | $R_{w}$ (dBA) | $R_{a}$ (dBA) | $\Delta R_{w}$ (dBA) |
|                                  | Hueco 1 |                     | 0             | 32            | 34                   |
| Hueco 2                          |         | 0                   | -             | -             | 0                    |
| Hueco 3                          |         | 0                   | -             | -             | 0                    |
| Hueco 4                          |         | 0                   | -             | -             | 0                    |

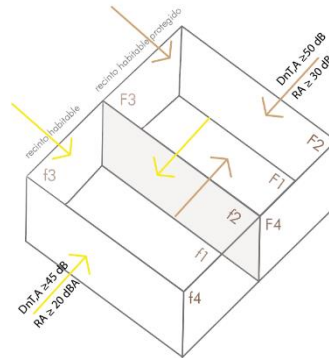
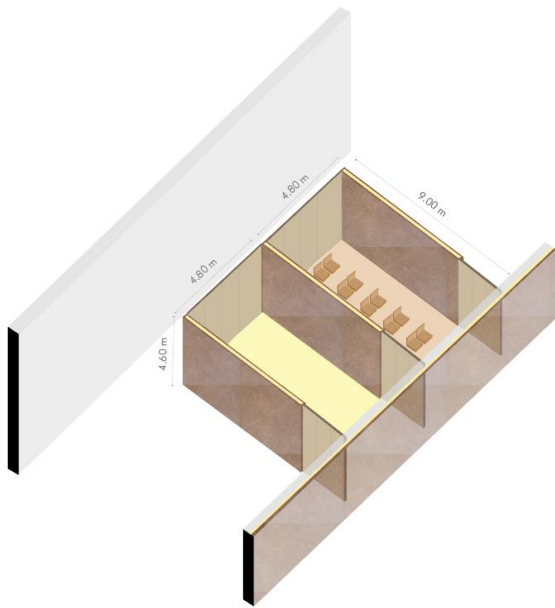
#### d) Aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre dos recintos adyacentes

Para este estudio se han tenido en cuenta dos salas adyacentes del centro de interpretación con una dimensión de 9x4.8x4.6m cada una. Una de esas salas es la de audiovisuales que ha sido estudiada en los casos anteriores. La otra, es una sala de exposiciones que al igual que la anterior, a través de unos paneles móviles de madera, consigue cerrar su interior. Las características constructivas de ambas son las mismas. Se trata de una solución en suelo y techo de forjado de losas alveolares con una capa de compresión de 500mm, una solución de yeso laminado para particiones interiores con aislamiento en su interior y revestidas de láminas de aluminio y una pared de fachada de paneles de hormigón prefabricado por el interior cogido a una doble estructura con doble asilamiento. Ninguna de las salas cuenta con ventanas.

#### Definición geométrica del recinto de estudio

A continuación se encuentran señalados en planta los valores de  $D,n,T,A$  indicado para cada caso.





Como se ha mencionado anteriormente, las salas objeto del estudio será la de **audiovisuales**, que conforma un espacio habitable protegido la cual recibe por sus tres flancos una  $D_{nT,A} > 50$  dB, una  $R_a > 30$  dBA y un  $L'_{nT,w} \leq 65$  dB. Además, cuenta con un valor de aislamiento acústico a ruido aéreo, entre recinto protegido y el exterior de  $D_{2m,nT,At} > 30$  dBA.

Por otro lado, la sala de exposiciones, que conforma un espacio habitable el cual recibe una  $D_{nT,A} > 45$  dB y una  $R_a > 20$  dBA.

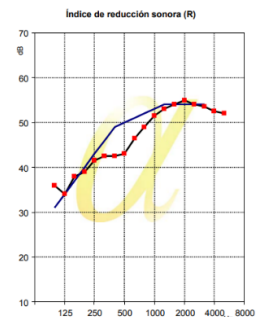
Para el cumplimiento de la exigencia y la mejora del funcionamiento del espacio se busca una puerta de 50 dB (se ha tomado como modelo la puerta acústica SINTEC TC2).

Ensayo aislamiento acústico (UNE-EN ISO 140-3 y UNE-EN ISO 717-1).

| Frecuencia (Hz) | R (dB) |
|-----------------|--------|
| 100             | 36,0   |
| 125             | 34,0   |
| 160             | 38,0   |
| 200             | 39,0   |
| 250             | 41,5   |
| 315             | 42,5   |
| 400             | 42,5   |
| 500             | 43,0   |
| 630             | 46,5   |
| 800             | 49,0   |
| 1000            | 51,5   |
| 1250            | 53,0   |
| 1600            | 54,0   |
| 2000            | 55,0   |
| 2500            | 54,0   |
| 3150            | 53,5   |
| 4000            | 52,5   |
| 5000            | 52,0   |

Aislamiento al ruido rosa  
**48,8 dBA**

Índice ponderado de reducción sonora  
**Rw = 50 dB**



A continuación, se procede a la introducción de datos en el programa.

Elemento separador:

**Cálculo conjunto del aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos adyacentes con 4 ar:**

Datos de entrada

Elemento separad

Superficie  $S_e$  41.4

| Elemento constructivo base | $m_i$ (kg/m) | $R_{i,e}$ | Revestimiento recinto 1                           | $\Delta R_{D,e}$ | Revestimiento recinto 2                           | $\Delta R_{D,e}$ |
|----------------------------|--------------|-----------|---|------------------|---|------------------|
| YL 15 + AT MW 48 + YL 15   | 26           | 43        | YL 15 + MW 48 + SP ( $m \leq 70 \text{ kg/m}^2$ ) | 17               | YL 15 + MW 48 + SP ( $m \leq 70 \text{ kg/m}^2$ ) | 17               |

Ventanas, puertas y luce

| S (m <sup>2</sup> ) | R <sub>A</sub> |
|---------------------|----------------|
| 2                   | 50             |

Transmisión aérea D

| Directa     |             | Indirecta   |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $D_{n,e,A}$ | $D_{n,s,A}$ | $D_{n,e,A}$ | $D_{n,s,A}$ |
| 0           | 0           | 0           | 0           |

| $D_{nT,A}$ | Requisito CTE | $L'_{nT,w}$ | Requisito CTE |
|------------|---------------|-------------|---------------|
| 58         | 45 CUMPLE     | 54          | -             |
| 58         | 50 CUMPLE     | 56          | 65 CUMPLE     |

Recinto 1:

| Recinto 1                   |      |                               |                         |                  |                  |                                  |       |                         |                  |   |                   |                   |                            |
|-----------------------------|------|-------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------|-------------------------|------------------|---|-------------------|-------------------|----------------------------|
| Tipo de recinto como emisor |      | Tipo de recinto como receptor |                         |                  |                  |                                  |       |                         |                  |   |                   |                   | Volumen V <sub>1</sub> (t) |
| Unidad de uso               |      | Protegido                     |                         |                  |                  |                                  |       |                         |                  |   |                   |                   | 199                        |
| Elemento                    | Tipo | Elemento constructivo base    | m' (kg/m <sup>2</sup> ) | R <sub>1,A</sub> | L <sub>0,w</sub> | S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> ) | h (m) | Como Plano              |                  | Revestimiento   | ΔR <sub>D,A</sub> | ΔL <sub>0,w</sub> |                            |
|                             |      |                               |                         |                  |                  |                                  |       | m' (kg/m <sup>2</sup> ) | R <sub>E,A</sub> |   |                   |                   |                            |
| Elemento F1 (Suelo)         |      | L_Capa compresion 500 mm      | 650                     | 64               | 66               | 43.2                             | 9     | 650                     | 64               | Sin Suelos flotantes  | -                 | -                 |                            |
| Elemento F2 (Techo)         |      | L_Capa compresion 500 mm      | 650                     | 64               | 66               | 43.2                             | 9     | 650                     | 64               | YL 15 + AT MW 50 + C [≥= 150] (forjado de m > 350 ka/m <sup>2</sup> ) | 7                 | 9                 |                            |
| Elemento F3 (Pared)         |      | YL 15 + AT MW 48 + YL 15      | 26                      | 43               |                  | 22.08                            | 4.6   | 26                      | 43               | Sin Trasdosados   | -                 | -                 |                            |
| Elemento F4 (Pared)         |      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15 | 56                      | 57               |                  | 22.08                            | 4.6   | 11                      | 40               | Solución conjunta   | -                 | -                 |                            |

Recinto 2:

| Recinto 2                   |      |                               |                         |                  |                  |                                  |       |                         |                  |   |                   |                   |                            |
|-----------------------------|------|-------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-------|-------------------------|------------------|---|-------------------|-------------------|----------------------------|
| Tipo de recinto como emisor |      | Tipo de recinto como receptor |                         |                  |                  |                                  |       |                         |                  |   |                   |                   | Volumen V <sub>2</sub> (t) |
| Unidad de uso               |      | Habitable                     |                         |                  |                  |                                  |       |                         |                  |   |                   |                   | 199                        |
| Elemento                    | Tipo | Elemento constructivo base    | m' (kg/m <sup>2</sup> ) | R <sub>1,A</sub> | L <sub>0,w</sub> | S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> ) | h (m) | Como Plano              |                  | Revestimiento   | ΔR <sub>D,A</sub> | ΔL <sub>0,w</sub> |                            |
|                             |      |                               |                         |                  |                  |                                  |       | m' (kg/m <sup>2</sup> ) | R <sub>E,A</sub> |   |                   |                   |                            |
| Elemento f1 (Suelo)         |      | L_Capa compresion 500 mm      | 650                     | 64               | 66               | 30                               | 9     | 650                     | 64               | Sin Suelos flotantes  | -                 | -                 |                            |
| Elemento f2 (Techo)         |      | L_Capa compresion 500 mm      | 650                     | 64               | 66               | 30                               | 9     | 650                     | 64               | YL 15 + AT MW 50 + C [≥= 150] (forjado de m > 350 ka/m <sup>2</sup> ) | 7                 | 9                 |                            |
| Elemento f3 (Pared)         |      | YL 15 + AT MW 48 + YL 15      | 26                      | 43               |                  | 12.5                             | 4.6   | 26                      | 43               | Sin Trasdosados   | -                 | -                 |                            |
| Elemento f4 (Pared)         |      | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15 | 56                      | 57               |                  | 12.5                             | 4.6   | 11                      | 40               | Solución conjunta   | -                 | -                 |                            |

Recinto 3:

| Uniones de los Elementos Const  |  |  |                 |                 |      |  |                  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------|--|--|-----------------|-----------------|------|--|------------------|--|--|--|--|--|
| Tipo de unión                   |  | K <sub>EF</sub>  | K <sub>Ed</sub> | K <sub>Df</sub> |      |  |                  |  |  |  |  |  |
| Arista 1 (Unión Elemento-Suelo) |  | Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)  | -2.9            | 24              | 24   |  | Vista en sección |  |  |  |  |  |
| Arista 2 (Unión Elemento-Techo) |  | Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)  | -2.9            | 24              | 24   |  | Vista en sección |  |  |  |  |  |
| Arista 3 (Unión Elemento-Pared) |  | Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 1 (juntas elásticas en 1 y 3) | 17.7            | 11.7            | 11.7 |  | Vista en planta  |  |  |  |  |  |
| Arista 4 (Unión Elemento-Pared) |  | Unión en T de doble hoja y elementos de entramado autoportante (orientación 2)         | 9.1             | 13.7            | 13.7 |  | Vista en planta  |  |  |  |  |  |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| Proyecto   |  |  |
| Autor      |  |  |
| Fecha      |  |  |
| Referencia |  |  |

| Características técnicas del recinto 1 |                               |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
|--|-------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| Tipo de recinto como emisor            | Unidad de uso                 |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Tipo de recinto como receptor          | Protegido                     | Volumen            | 199                    |                      |                     |                        |                       |
| Soluciones Constructivas               |                               |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Separador                              | YL 15 + AT MW 48 + YL 15      |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Suelo F1                               | L_Capa compresion 500 mm      |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Techo F2                               | L_Capa compresion 500 mm      |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Pared F3                               | YL 15 + AT MW 48 + YL 15      |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Pared F4                               | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15 |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Parámetros Acústicos                   |                               |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
|  | S <sub>i</sub> (m²)           | l <sub>i</sub> (m) | m <sub>i</sub> (kg/m³) | R <sub>a</sub> (dBA) | L <sub>w</sub> (dB) | Δ R <sub>a</sub> (dBA) | Δ L <sub>w</sub> (dB) |
| Separador                              | 41.4                          |                    | 26                     | 43                   |                     | 17                     |                       |
| Suelo F1                               | 43.2                          | 9                  | 650                    | 64                   | 66                  | -                      | -                     |
| Techo F2                               | 43.2                          | 9                  | 650                    | 64                   | 66                  | 7                      | 9                     |
| Pared F3                               | 22.08                         | 4.6                | 26                     | 43                   |                     | -                      | -                     |
| Pared F4                               | 22.08                         | 4.6                | 11                     | 40                   |                     | -                      | -                     |

| Características técnicas del recinto 2 |                               |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
|--|-------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| Tipo de recinto como emisor            | Unidad de uso                 |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Tipo de recinto como receptor          | Habitable                     | Volumen            | 199                    |                      |                     |                        |                       |
| Soluciones Constructivas               |                               |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Separador                              | YL 15 + AT MW 48 + YL 15      |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Suelo f1                               | L_Capa compresion 500 mm      |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Techo f2                               | L_Capa compresion 500 mm      |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Pared f3                               | YL 15 + AT MW 48 + YL 15      |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Pared f4                               | GRC-L + AT1 + C + AT2 + YL 15 |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
| Parámetros Acústicos                   |                               |                    |                        |                      |                     |                        |                       |
|  | S <sub>i</sub> (m²)           | l <sub>i</sub> (m) | m <sub>i</sub> (kg/m³) | R <sub>a</sub> (dBA) | L <sub>w</sub> (dB) | Δ R <sub>a</sub> (dBA) | Δ L <sub>w</sub> (dB) |
| Separador                              | 41.4                          |                    | 26                     | 43                   |                     | 17                     |                       |
| Suelo f1                               | 30                            | 9                  | 650                    | 64                   | 66                  | -                      | -                     |
| Techo f2                               | 30                            | 9                  | 650                    | 64                   | 66                  | 7                      | 9                     |
| Pared f3                               | 12.5                          | 4.6                | 26                     | 43                   |                     | -                      | -                     |
| Pared f4                               | 12.5                          | 4.6                | 11                     | 40                   |                     | -                      | -                     |

| Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta |                       |                          |    |
|--|-----------------------|--------------------------|----|
| Ventanas , puertas y lucernarios                                       | superficie            | S (m²)                   | 2  |
|  | índice de reducción   | R <sub>a</sub> (dBA)     | 50 |
| Vías de transmisión aérea  | transmisión directa   | D <sub>o,a,a</sub> (dBA) | 0  |
|  | transmisión indirecta | D <sub>i,a,a</sub> (dBA) | 0  |

| Tipos de uniones e índices de reducción vibracional |  |                 |                 |                 |
|---|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| Encuentro   | Tipo de unión  | K <sub>er</sub> | K <sub>ed</sub> | K <sub>or</sub> |
| Separador - Suelo                                   | Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 2)  | -2.9            | 24              | 24              |
| Separador - Techo                                   | Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo (orientación 1)  | -2.9            | 24              | 24              |
| Separador - Pared                                   | Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 1 (juntas elásticas en 1 u 3) | 17.7            | 11.7            | 11.7            |
| Separador - Pared                                   | Unión en T de doble hoja y elementos de entramado autoportante (orientación 2)         | 9.1             | 13.7            | 13.7            |

| Transmisión del recinto 1 al recinto 2  |                         |           |    |        |
|---|-------------------------|-----------|----|--------|
|   | Cálculo                 | Requisito |    |        |
| Aislamiento acústico a ruido aéreo      | D <sub>o,TA</sub> (dBA) | 58        | 45 | CUMPLE |
| Aislamiento acústico a ruido de impacto | L <sub>w,TA</sub> (dB)  | 54        | -  |        |

| Transmisión del recinto 2 al recinto 1  |                         |           |    |        |
|---|-------------------------|-----------|----|--------|
|   | Cálculo                 | Requisito |    |        |
| Aislamiento acústico a ruido aéreo      | D <sub>o,TA</sub> (dBA) | 58        | 50 | CUMPLE |
| Aislamiento acústico a ruido de impacto | L <sub>w,TA</sub> (dB)  | 56        | 65 | CUMPLE |

## 2.5. MEDICIONES

### Presupuesto global

Para la realización del presupuesto global, debemos remitirnos al “*método para el cálculo simplificado de los presupuestos estimados de ejecución material de los distintos tipos de obras*” publicado por el Colegio Oficial de Arquitectos de Sevilla en 2021. El presupuesto se centrará en el propio centro de interpretación que se desarrolla en planta baja, excluyendo la Caseta Municipal.

| Código | Denominación | Zona                              | Precio COAS           | Superficie construida | PEM       |
|--------|--------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| ES04   | MUSEO        | Conjunto Centro de interpretación | 1003 €/m <sup>2</sup> | 1302 m <sup>2</sup>   | 1305906 € |

Una vez se obtiene el PEM (Presupuesto de Ejecución Material), se determinan los valores del PEM + GG + BI):

- Presupuesto de Ejecución Material (PEM) = **1305906,00 €**
- Gastos Generales (13% PEM) = 169767,78€
- Beneficio Industrial (6% PEM) = 78354,36€
  
- Presupuesto de Contrata sin IVA (PEM + GG + BI) = 1554028,14 €
- Presupuesto Base de Licitación (Presupuesto de Contrata con IVA 21%) = **1880374,04 €**
  
- 8,00% Honorarios técnicos = 104472,48 €
  - 70,00% s/H Projectista = 73130,736 €
  - 30,00% s/H Director de Obra= 31341,74 €
  - 30,00% s/H Director de Ejecución de Obra = 31341,74 €
  - 15,00% s/H Estudio de Seguridad y Salud= 15670,87 €
  
- IVA Honorarios técnicos 21% = 21939,22 €
- TOTAL Honorarios técnicos = **126411,7 €**

---

PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA: **2006785,74 €**

## Medición de la envolvente

Se realizará la medición de la envolvente sobre la parte del edificio objeto de análisis, la unidad volumétrica del centro de interpretación.

### CAPÍTULO 01: CUBIERTA SUBCAPÍTULO 01A PLANAS

| Código | Resumen   | Cantidad / Ud | Importe  |
|--------|---|---------------|----------|
| QEA030 | <b>m2 CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE, VENTILADA, CON SOLADO FLOTANTE</b>   |               |          |
|        | <p>Cubierta plana no transitable, ventilada, con solado flotante sobre soportes, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de hormigón aligerado a base de cemento y aditivo plastificante-aireante, de resistencia a compresión 0,2 MPa y 350 kg/m<sup>3</sup> de densidad, confeccionado en obra con cemento gris y aditivo plastificante-aireante, con espesor medio de 10 cm; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 2 cm de espesor, acabado fratasado; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de XPS, hidrofugada, de 50 mm de espesor; CAPA SEPARADORA BAJO CAPA DE REFUERZO: Manta de polietileno (LDPE), químicamente neutral; grosor aprox. 0,20 mm; resistente a elementos bituminosos y poliestireno; estabilizada a rayos UV; suministro e instalación según las instrucciones del fabricante.; CAPA DE REFUERZO: mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-10 de 4 cm de espesor; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una Membrana polimérica para la impermeabilización de cubiertas de fijación mecánica (FPO) (espesor 1.8 mm), totalmente adherida con soplete; CAPA SEPARADORA BAJO PROTECCIÓN: Manta protectora bituminosa soldada, de colocación continua sobre la impermeabilización de la cubierta. Con resistencia a la tracción de 0,8 N/mm<sup>2</sup>); CAPA DE PROTECCIÓN: panel de hormigón reforzado con fibras estructurales acabado piedra con dimensiones 100 x 100 x 1,7 cm. El precio no incluye la ejecución y el sellado de las juntas ni la ejecución de remates en los encuentros con paramentos y desagües. Construido según CTE. Medida la superficie ejecutada.</p> |               |          |
|        | Superficie  |               | 582,2    |
|        | TOTAL EUROS/m2  |               | 77,69    |
|        | TOTAL EUROS   |               | 45231,11 |



## SUBCAPÍTULO 01D LUCERNARIOS

### APARTADO 01DY LUCERNARIOS DE VIDRIO

#### QLV010 m2 LUCERNARIO DE VIDRIO A UN AGUA

Lucernario de vidrio a un agua, con un grado de complejidad bajo. ESTRUCTURA: formada por perfiles de aluminio en "T", en "L" y rectangulares, de hasta 100 mm de altura, placas de refuerzo en las uniones, tapas y remates de chapa de aluminio acabado lacado, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado; ACRISTALAMIENTO: doble acristalamiento templado de control solar y seguridad (laminar), 6/6/3+3, conjunto formado por vidrio exterior templado, de control solar, color azul de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior laminar incoloro de 3+3 mm de espesor compuesto por dos lunas de vidrio de 3 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo; 18 mm de espesor total. Incluso remates, anclajes y fijaciones mecánicas.

|                |          |
|----------------|----------|
| Superficie     | 64,2     |
| TOTAL EUROS/m2 | 629,22   |
| TOTAL EUROS    | 40395,92 |

## CAPÍTULO 02: FACHADAS Y PARTICIONES

### SUBCAPÍTULO 02A FACHADAS VENTILADAS

| Código | Resumen  | Cantidad / Ud | Importe |
|--------|--|---------------|---------|
| FLY010 | <b>m2 FACHADA LIGERA NO VENTILADA REVESTIDA CON PANELES UHPC</b><br><br>Fachada ligera de placas. Sistema Aquapanel Outdoor WM311C.es "KNAUF" o similar con DAU nº 09/052 F, formado por: ESTRUCTURA EXTERIOR: estructura metálica de acero Z4 (Z450) galvanizado especial de canales horizontales de 100/40/0,7 mm con una modulación de 400 mm y disposición normal "N"; AISLAMIENTO EXTERIOR: panel rígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, no revestido de doble densidad, de 90 mm de espesor, resistencia térmica 2,6 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado entre los montantes de la estructura portante; PLACA EXTERIOR: placa de cemento Portland Aquapanel Outdoor "KNAUF" o similar de 12,5x1200x2400 mm, revestida con una capa de fibra de vidrio embebida en ambas caras; ESTRUCTURA INTERIOR: estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales de 48/30 y montantes verticales de 48/35 con una modulación de 400 mm y disposición normal "N"; AISLAMIENTO INTERIOR: panel semirrígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,15 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado entre los montantes de la estructura portante; PLACAS INTERIORES: dos placas de yeso laminado (una placa Standard (A) de 12,5 mm de espesor y una placa Standard + Aluminio (BV) de 15 mm de espesor); IMPERMEABILIZACIÓN: lámina altamente transpirable, impermeable al agua de lluvia, fijada a los montantes de la estructura metálica por la cara exterior; REVESTIMIENTO EXTERIOR: capa base de mortero Aquapanel Outdoor o similar armado con malla de fibra de vidrio y capa de acabado de paneles de hormigón reforzado con fibras estructurales acabado pigmentado óxido de dimensiones 302 x 120 x 17 mm. Incluso banda acústica, tornillería para la fijación de las placas, fijaciones para el anclaje de los perfiles, pasta de agarre, para el sellado de encuentros perimetrales, pasta y cinta "KNAUF" o similar, para el tratamiento de juntas entre |               |         |

placas interiores, mortero y cinta Aquapanel "KNAUF" o similar, para el tratamiento de juntas entre placas exteriores, perfil de PVC con malla de fibra de vidrio antiálcalis, para remate de dinteles, y cinta adhesiva de doble cara para la fijación de la lámina altamente transpirable. El precio incluye la resolución de huecos de fachada. Según CTE. Medido a cinta corrida.

|                |         |
|----------------|---------|
| Superficie     | 426,8   |
| TOTAL EUROS/m2 | 159,63  |
| TOTAL EUROS    | 68002,3 |

## SUBCAPÍTULO 02D PROTECCIÓN SOLAR

### APARTADO 02DE CELOSÍAS

#### LSZ030 m2 CELOSÍA DE LAMAS DE ALUMINIO

Celosía fija de aluminio lacado, para montar en posición vertical, formada por lamas fijas, de sección rectangular, de 100x30 mm, colocadas en posición horizontal, marco de pletina, de 100x10 mm, montada mediante anclaje mecánico con tacos de nylon y tornillos de acero.

Según CTE. Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

|                |          |
|----------------|----------|
| Superficie     | 286      |
| TOTAL EUROS/m2 | 115,74   |
| TOTAL EUROS    | 33101,64 |

## CAPÍTULO 03: CARPINTERÍAS

### SUBCAPÍTULO 03C CARPINTERÍAS

| Código | Resumen   | Cantidad / Ud | Importe |
|--------|---|---------------|---------|
| LCL060 | <b>m2 CARPINTERÍA FIJA DE PVC 100 x 200 MÁS VIDRIO</b>  |               |         |
|        | Ventanal fijo de PVC, dimensiones 1000x2000 mm, acabado estándar en las dos caras, color negro, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E750, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería. DOBLE ACRISTALAMIENTO Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/12/6 LOW.S, conjunto formado por vidrio exterior Templa.lite Solar.lite Azul de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil |               |         |

separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica LOW.S de 6 mm de espesor; 24 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA" o similar, compatible con el material soporte. Construida según CTE. Medida de fuera a fuera del precerco.

|                |         |
|----------------|---------|
| Superficie     | 17      |
| TOTAL EUROS/m2 | 290,81  |
| TOTAL EUROS    | 4943,77 |

## LCL060

### Ud PUERTA DE ENTRADA AL EDIFICIO

Puerta de aluminio, serie PRS-72 "EXLABESA" o similar, una hoja practicable con apertura hacia el interior, con rotura de puente térmico, mediante varillas de poliamida y espuma de polietileno reticulado, dimensiones 800x2000 mm, acabado lacado color blanco, con el sello que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 72,5 mm y marco de 72,5 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco:  $U_{h,m}$  = desde 2,4 W/(m<sup>2</sup>K); espesor máximo del acristalamiento: 60 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E900, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Según CTE. Medido por unidad.

|                |         |
|----------------|---------|
| Unidades       | 3       |
| TOTAL EUROS/m2 | 894,38  |
| TOTAL EUROS    | 2682,14 |

CAPÍTULO 04: CIMENTACIONES  
SUBCAPÍTULO 03D MUROS

**CCS010**      **m<sup>3</sup> MURO DE SÓTANO**

Muro de sótano de hormigón armado, realizado con hormigón HA-30/B/20/XA3 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Altura de 650 cm. Incluso alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.

Según CTE. Volumen medido sobre la sección teórica de cálculo, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m<sup>2</sup>.

|                |          |
|----------------|----------|
| Volumen        | 88,4     |
| TOTAL EUROS/m2 | 190,38   |
| TOTAL EUROS    | 16829,59 |

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| Capítulo  | Resumen                     | Importe          |
|---|-----------------------------|------------------|
| 01  | CUBIERTAS                   | 85717,03         |
| 02  | FACHADAS                    | 101406,94        |
| 03  | CARPINTERÍAS                | 7625,91          |
| 04  | CIMENTACIONES               | 16829,59         |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>            |                             | <b>211579,47</b> |
|   | 13,00 % Gastos generales    | 27505,33         |
|   | 6,00 % Beneficio industrial | 12694,76         |
|   | SUMA DE G.G. y B.I.         | 251779,56        |
| <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA ANTES DE IMPUESTOS</b>   |                             | <b>251779,56</b> |
|   | IVA (21%)                   | 52873,70         |
| <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA DESPUÉS DE IMPUESTOS</b> |                             | <b>304653,26</b> |

## 2.6. PLIEGO DE CONDICIONES

### Cubierta

#### Prescripciones sobre los productos

- Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida a correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y El control mediante ensayos.
- Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:
  - Sistema de formación de pendientes.
  - Barrera contra el vapor.
  - Aislante térmico. Puede ser de lanas minerales como fibra de vidrio y lana de roca, poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano, perlita de celulosa, corcho aglomerado, etc. El aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente sollicitaciones mecánicas. Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10 °C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m<sup>2</sup>K/W. Su espesor se determinará según las exigencias del CTE DB HE 1.
  - Capa de impermeabilización. La impermeabilización puede ser de material bituminoso. Deberá soportar temperaturas extremas, no será alterable por la acción de microorganismos y prestará la resistencia al punzonamiento exigible.
  - Sistema de evacuación de aguas: canalones, sumideros, bajantes, rebosaderos, etc. El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior. Deben estar provistos de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante.
  - Otros elementos: morteros, ladrillos, piezas especiales de remate, etc. Durante el almacenamiento y transporte de los distintos componentes, se evitará su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos, de esfuerzos violentos o golpes, para lo cual se interpondrán lonas o sacos. Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

#### Condiciones previas

- El forjado garantizará la estabilidad con flecha mínima, compatibilidad física con los movimientos del sistema y química con los componentes de la cubierta.
- Los paramentos verticales estarán terminados. Ambos soportes serán uniformes, estarán limpios y no tendrán cuerpos extraños.
- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos
- Incompatibilidades de las capas de impermeabilización.
- Se evitará el contacto de las láminas impermeabilizantes bituminosas, de plástico o de caucho, con petróleos, aceites, grasas, disolventes en general y especialmente con sus disolventes específicos.
- Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y las espumas rígidas de poliestireno o las espumas rígidas de poliuretano.
- Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.2, el sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice.
- El aislante térmico en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

#### Ejecución

- Se suspenderán los trabajos cuando exista lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Si una vez realizados los trabajos se dan estas condiciones, se revisarán y asegurarán las partes realizadas.

Con temperaturas inferiores a 5°C se comprobará si pueden llevarse a cabo los trabajos de acuerdo con el material a aplicar. Se protegerán los materiales de cubierta en la interrupción en los trabajos. Las bajantes se protegerán con paragavillas para impedir su obstrucción durante la ejecución del sistema de pendientes.

- En caso de que se contemple en proyecto, la barrera de vapor se colocará inmediatamente encima del sistema de formación de pendientes, ascenderá por los laterales y se adherirá mediante soldadura a la lámina impermeabilizante.

- Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4, la barrera contra el vapor debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de aislante térmico.

- Se aplicará en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante.

- Antes de recibir la capa de impermeabilización, el soporte cumplirá las siguientes condiciones: estabilidad dimensional, compatibilidad con los elementos que se van a colocar sobre él, superficie lisa y de formas suaves, pendiente adecuada y humedad limitada (seco en superficie y masa). Los paramentos a los que ha de entregarse la impermeabilización deben prepararse para asegurar la adherencia y estanqueidad de la junta.

- Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4, las láminas se colocarán en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante.

- Se interrumpirá la ejecución de la capa de impermeabilización en cubiertas mojadas o con viento fuerte.

- La impermeabilización se colocará en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Las distintas capas de impermeabilización se colocarán en la misma dirección y a cubrejuntas. Los solapos quedarán a favor de la corriente de agua y no quedarán alineados con los de las hileras contiguas.

- Cuando la impermeabilización sea de material bituminoso o bituminoso modificado y la pendiente sea mayor de 15%, se utilizarán sistemas fijados mecánicamente. Si la pendiente está comprendida entre el 5 y el 15%, se usarán sistemas adheridos.

- Se reforzará la impermeabilización siempre que se rompa la continuidad del recubrimiento. Se evitarán bolsas de aire en las láminas adheridas. La capa de impermeabilización quedará desolidarizada del soporte y de la capa de protección, sólo en el perímetro y en los puntos singulares.

- La imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina impermeabilizante.

- Los sumideros se situarán preferentemente centrados entre las vertientes o faldones para evitar pendientes excesivas; en todo caso, separados al menos 50 cm de los elementos sobresalientes y 1 m de los rincones o esquinas. El encuentro entre la lámina impermeabilizante y la bajante se resolverá con pieza especialmente concebida y fabricada para este uso, y compatible con el tipo de impermeabilización de que se trate. Los sumideros estarán dotados de un dispositivo de retención de los sólidos

- Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.4, el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización deberá rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones. La impermeabilización deberá prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas del sumidero. La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón deberá ser estanca. El borde superior del sumidero deberá quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.

- Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, deberá tener sección rectangular. Cuando se disponga un canalón su borde superior deberá quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte. Se realizarán pozos de registro para facilitar la limpieza y mantenimiento de los desagües.

- Elementos singulares de la cubierta.

- Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.1, las juntas deberán afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas deberán ser romos, con un ángulo de 45° y la anchura de la junta será mayor que 3 cm.

- La distancia entre las juntas de cubierta deberá ser como máximo 15 m.

- La disposición y el ancho de las juntas estará en función de la zona climática; el ancho será mayor de 15mm.

- La junta se establecerá también alrededor de los elementos sobresalientes.

- En las juntas deberá colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado deberá quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.
- Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.2, la impermeabilización deberá prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta. El encuentro debe realizarse redondeándose o achaflanándose. Los elementos pasantes deberán separarse 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.
- Para que el agua de las precipitaciones no se filtre por el remate superior de la impermeabilización debe realizarse de mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior.
- Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.6, el anclaje de elementos deberá Sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización.
- Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.8, deberán disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de cubierta.

### **Control de ejecución**

- Sistema de formación de pendientes: adecuación a proyecto.
- Preparación del encuentro de la impermeabilización con paramento vertical, según proyecto.
- Soporte de la capa de impermeabilización y su preparación. Colocación de cazoletas y preparación de juntas de dilatación.
- Barrera de vapor, en su caso: continuidad.
- Correcta colocación del aislante, según especificaciones del proyecto. Espesor. Continuidad.
- Impermeabilización. Replanteo, según el número de capas y la forma de colocación de las láminas.
- Elementos singulares: solapes y entregas de la lámina impermeabilizante. Espesor de la capa.

### **Ensayos y pruebas**

La prueba de servicio para comprobar su estanquidad consistirá en una inundación de la cubierta.

### **Conservación y mantenimiento**

Una vez acabada la cubierta, no se recibirán sobre ella elementos que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.



## Fachada

### **Carpinterías**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

#### **Condiciones previas.**

- La carpintería de la ventana estará terminada, a falta de revestimientos.
- El cerco estará colocado y aplomado.

#### **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

- Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:
  - Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad.
  - En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica. Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
  - Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

#### **Proceso de ejecución**

- Se comprobará el replanteo y dimensiones del hueco, o en su caso para el precerco. Antes de su colocación se comprobará que la carpintería conserva su protección.
- Se reparará la carpintería en general: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc. La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrán las dimensiones adecuadas; contará al menos con 3 orificios de desagüe por cada metro.
- Se realizarán los ajustes necesarios para mantener las tolerancias del producto.
- Se fijará la carpintería al precerco o a la fábrica. Se comprobará que los mecanismos de cierre y maniobra son de funcionamiento suave y continuo.
- Si la carpintería está retranqueada del paramento exterior, se colocará vierteaguas, goterón en el dintel...etc. para que el agua de lluvia no llegue a la carpintería. El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior de 10° mínimo, será impermeable o colocarse sobre barrera impermeable, y tendrá goterón en la cara inferior del saliente según la figura 2.12. La junta de las piezas con goterón tendrá su misma forma para que no sea un puente hacia la fachada.

#### **Tolerancias admisibles**

Según el CTE DB SU 2, apartado. 1.4 Las superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas llevarán, en toda su longitud, señalización a una altura inferior entre 850 mm y 1100 mm y a una altura superior entre 1500 mm y 1700 mm.

#### **Condiciones de terminación**

- La carpintería quedará aplomada.
- Se limpiará para recibir el acristalamiento, si lo hubiere. Una vez colocada, se sellarán las juntas carpintería-fachada en todo su perímetro exterior.
- La junta será continua y uniforme, y el sellado se aplicará sobre superficies limpias y secas. Así se asegura la estanquidad al aire y al agua.

### **Control de ejecución**

- Los materiales que no se ajusten a lo especificado se retirarán o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.
- Preparación del hueco: replanteo. Dimensiones. Se fijan las tolerancias en límites absorbibles por la junta. Si hay precerco, carece de alabeos o descuadros producidos por la obra. Lámina impermeabilizante entre

### **Ensayos y pruebas**

Prueba de funcionamiento: funcionamiento de la carpintería.

### **Acristalamiento**

Según el CTE DB HE 1, apartado Terminología, los huecos son cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio, comprendiendo las puertas y ventanas acristaladas.

### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.**

Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

### **Condiciones previas.**

- En general el acristalamiento irá sustentado por carpintería, o bien fijado directamente estructura portante mediante fijación mecánica o elástica. La carpintería estará montada y fijada al elemento soporte, imprimada o tratada en su caso, limpia de óxido y los herrajes de cuelgue y cierre instalados.
- Los bastidores fijos o practicables soportarán sin deformaciones el peso de los vidrios que reciban; además no se deformarán por presiones de viento, limpieza, alteraciones por corrosión, etc.
- La flecha admisible de la carpintería no excederá de 1/200 del lado sometido a flexión, para vidrio simple y de 1/300 para vidrio doble.
- En caso de vidrios sintéticos, éstos se montarán en carpinterías de aleaciones ligeras, madera, plástico o perfiles laminados.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

- Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:
  - Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
  - Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
  - Vidrio con metal excepto metales blandos, como el plomo y el aluminio recocido. Vidrios sintéticos con otros vidrios, metales u hormigón.

Proceso de ejecución

- Los bastidores estarán equipados con galces, colocando el acristalamiento con las debidas holguras perimetrales y laterales, que se rellenarán posteriormente con material elástico; así se evitará la transmisión de esfuerzos por dilataciones o contracciones del propio acristalamiento.
- Se suspenderán los trabajos cuando la colocación se efectúe desde el exterior y la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- Se dejará una holgura perimetral de 3 mm para que los vidrios no sufran esfuerzos por variaciones dimensionales.
- El soporte no transmitirá al vidrio los esfuerzos producidos por sus contracciones, dilataciones o deformaciones. Los vidrios se manipularán desde el interior del edificio, asegurándolos con medios auxiliares hasta su fijación.
- Los vidrios se fijarán, mediante perfil continuo de ancho mínimo 60 mm, de acero galvanizado o aluminio. Entre vidrio y perfil se interpondrá un material elástico que garantice la uniformidad de la presión de apriete.

- La junta se cerrará con perfil tapajuntas de acero galvanizado o aluminio y la interposición de dos juntas de material elástico que uniformicen el apriete y proporcionen estanqueidad. El tapajuntas se fijará al perfil base con tornillos autorroscantes de acero inoxidable o galvanizado cada 35 cm como máximo.

### **Tolerancias admisibles**

Según el CTE DB SU 2, apartado. 1.4. La señalización de los vidrios estará a una altura inferior entre 850 mm y 1100 mm y a una altura superior entre 1500 mm y 1700 mm.

#### **Condiciones de terminación**

En caso de vidrios simples, dobles o laminados, para conseguir la estanqueidad entre los vidrios y sus marcos se sellará la unión con masillas elásticas, bandas preformadas autoadhesivas o perfiles extrusionado-elásticos.

#### **Conservación y mantenimiento**

- En general, los acristalamientos se protegerán con las condiciones adecuadas para evitar deterioros originados por causas químicas (impresiones producidas por la humedad, caída de agua o condensaciones) y mecánicas (golpes, ralladuras de superficie, etc.).

- En caso de vidrios sintéticos, una vez colocados, se protegerán de proyecciones de mortero, pintura, etc.

### **Fachada ligera de paneles UHPC con subestructura**

#### **Características técnicas**

Revestimiento exterior de fachada, de paneles UHPC de hormigón prefabricado reforzado con fibras estructurales tipo "PANELTOR" o similar, de dimensiones 300 x 130 x 1,7 cm. Peso total de 81,40kg y 22kg por metro cuadrado. La resistencia a la flexión es de 16N/mm<sup>2</sup> /y a compresión de 153 Q [kN]. Conductividad térmica de  $\lambda = 0,70 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . El grado de impermeabilidad es de categoría A y su resistencia al fuego pertenece a la clase A1.

#### **Normativa de aplicación**

Ejecución:

-CTE. DB-HS Salubridad.

-CTE. DB-HE Ahorro de energía.

#### **Criterio de medición en proyecto**

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin deducir huecos menores de 1 m<sup>2</sup>, deduciendo el 50% de los huecos entre 1 y 2 m<sup>2</sup> y el 100% de los huecos mayores de 2 m<sup>2</sup>, añadiendo a cambio, en estos últimos, la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles. En los huecos que no se deduzcan, o que se deduzcan parcialmente, están incluidos los trabajos de realizar la superficie interior del hueco.

#### **Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra**

##### **Del soporte**

Se comprobará que se ha terminado la ejecución completa de la estructura, que el soporte ha fraguado totalmente, que está seco y limpio de cualquier resto de obra, que la hoja interior está totalmente terminada y con la planimetría adecuada, y que los premarcos de los huecos están colocados.

##### **Ambientales**

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C o superior a 40°C, llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

##### **Del contratista**

Habrà recibido la aceptación previa, por parte del instalador del sistema de fachada no ventilada, del correcto acabado del paramento soporte.

## **Proceso de ejecución**

### **Fases de ejecución**

Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo de las juntas de dilatación y paños de trabajo. Replanteo del despiece del revestimiento y de los puntos de anclaje de la subestructura soporte. Fijación de la subestructura soporte a la hoja principal y al forjado. Preparación del revestimiento. Aplomado, nivelación y alineación del revestimiento. Fijación definitiva del revestimiento a la subestructura soporte. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos

### **Condiciones de terminación.**

El sistema acabado no presentará piezas agrietadas ni manchadas, y será estable frente a los esfuerzos horizontales.

### **Conservación y mantenimiento.**

Se protegerá durante las operaciones que pudieran ocasionarle manchas o daños mecánicos. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

### **Criterio de medición en obra y condiciones de abono**

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir huecos menores de 1 m<sup>2</sup>, deduciendo el 50% de los huecos entre 1 y 2 m<sup>2</sup> y el 100% de los huecos mayores de 2 m<sup>2</sup>, añadiendo a cambio, en estos últimos, la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles. En los huecos que no se deduzcan, o que se deduzcan parcialmente, están incluidos los trabajos de realizar la superficie interior del hueco.

### **Criterio de valoración económica**

El precio no incluye el aislamiento térmico ni la resolución de puntos singulares.

## **Celosía de lamas de aluminio en cerramiento de galería**

### **Características técnicas**

Celosía fija de aluminio estruido sobre estructura autoportante de acero inoxidable. Sección rectangular. Longitud de pieza de suelo a techo de 460 cm. Ancho de 5 cm y separación variable entre piezas. Marca "Hunter Douglas" o similar.

### **Normativa de aplicación**

Ejecución: NTE-FDZ. Fachadas. Defensas: Celosías.

### **Criterio de medición en proyecto**

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

### **Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra**

#### **Del soporte**

Se comprobará que están terminados tanto el hueco de fachada como su revestimiento final.

## **Proceso de ejecución**

Fases de ejecución.

Replanteo. Presentación y nivelación. Resolución de las uniones de la subestructura a los paramentos. Montaje de elementos complementarios.

### **Condiciones de terminación.**

El conjunto quedará aplomado y plano.

**Conservación y mantenimiento.**

Se protegerá durante las operaciones que pudieran ocasionarle manchas o daños mecánicos. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

**Criterio de medición en obra y condiciones de abono**

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Por último, se exporta la ficha justificativa que genera el programa de cálculo. En ella se desarrollan todos los datos introducidos y el cumplimiento del CTE-HR.

## 2.7. FICHA RESUMEN

A continuación, a modo de resumen, se justifica el cumplimiento de cada uno de los elementos constructivos que componen el edificio en cuando a las siguientes normas del CTE:

|                              |               | HE        | HS         | HR  | SI       |
|------------------------------|---------------|-----------|------------|-----|----------|
| Elemento                     | Espesor total | Uproyecto | Grado Imp. | dBA | R. fuego |
| Fachada                      | 0,29          | 0,49      | 3          | 57  | EI 90    |
| Muro de sótano               | 0,40          | 0,73      | 1          | -   | R 90     |
| Cubierta invertida ventilada | 0,80          | 0,32      | -          | 66  | R 90     |
| Forjado sanitario            | 0,55          | 0,74      | 1          | 64  | R 90     |
| Particiones interiores       | 0,15          | 0,60      | -          | 43  | -        |
| Estructura                   | -             | -         | -          | -   | R 90     |

Los lucernarios en cubierta se resuelven mediante un modelo con prestaciones energéticas cuya transmitancia es de  $1,31\text{W/m}^2$ . Un aislamiento acústico de 40 dB y una permeabilidad al aire clase 4 según la *UNE-EN 12207*.

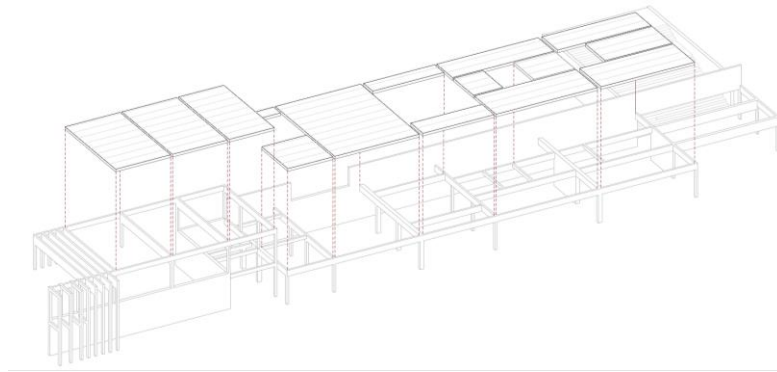
Los vidrios empleados cuentan con un vidrio con capacidades térmicas cuyo valor de transmitancia es de  $1,5\text{ (W/m}^2\text{K)}$ . Un aislamiento acústico de 44 dB y una permeabilidad al aire clase 4 según la *UNE-EN 12207*.

Las puertas, con un acabado en aluminio, opacas, tienen una transmitancia de  $0,47\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ . Un aislamiento acústico de 50 dB y una permeabilidad al aire clase 4 según la *UNE-EN 12207*.

### 3. JUSTIFICACIÓN ESTRUCTURAL

La solución estructural del edificio responde a la idea de ritmo, continuidad y conjunto. Diseñada como una estructura de pórticos de hormigón que se repiten a larga distancia, se consigue el concepto de ritmo. La continuidad viene dada por la consecución de estos pórticos visibles en el alzado y en planta, dando así respuesta a la creación de espacios de diferente índole y uso que se amoldan a la estructura. Con todo ello, se genera una idea de conjunto que no sólo viene dada por la fuerza física constructiva que supone el uso de hormigón, sino por los grandes pórticos que acogen todo el programa y lo envuelve, en cuyo interior se desarrollan los lugares intermedios gracias a la versatilidad de la estructura que abre y cierra espacios.

La dirección predominante del edificio, la longitudinal, se consigue resolver estructuralmente a través de placas alveolares que apoyan sobre vigas de canto. Esto permite que en ambas direcciones se consigan apoyos a gran distancia, ayudando a la idea de versatilidad y flexibilidad de los espacios interiores.



Esquema en perspectiva del funcionamiento estructural del edificio

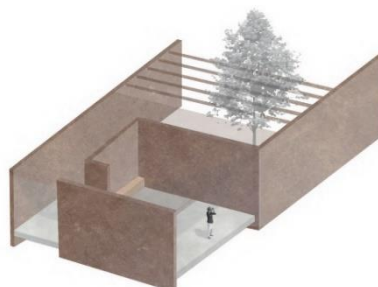
En la caseta municipal comienza el ritmo marcado por los pilares que rompe con la horizontalidad del paisaje minero. La distancia entre pórticos se aleja o acerca según la zona del edificio que se trate. Al llegar a la plaza, este orden se altera para dar respuesta a un espacio semi-cubierto: con tres grandes vigas de canto se consigue crear a modo de pérgola un espacio de relación donde la luz entra tamizada.

El elemento que recoge a todo el conjunto es el muro de sótano, que sostiene la plaza de la feria, da lugar al edificio y se rompe al llegar al graderío de acceso.

De esta manera, se considera desde el primer momento que la estructura sea parte primordial del edificio, no dejando que pase desapercibida, pues, forma parte de la creación de un edificio flexible espacialmente.

Por otro lado, se logra resolver estructuralmente el mirador. Este volumen que parece nacer de la tierra, se dispone cerrando la intervención proyectual para dar paso al camino hacia el siguiente mirador.

A modo de caja, se proponen tres muros de hormigón armado con diferentes alturas que se alzan en el paisaje. Gracias a ellos, se levanta una rampa que asciende hacia el forjado inferior. Desde la misma rampa, se encuadra el paisaje de la Corta. Al llegar a esa cota a cubierto, se gira la vista pues, los muros abren hueco hacia la escombrera norte. Este es el único punto donde el visitante es capaz de apreciarla.



Perspectiva del mirador

### 3.1. INFORMACIÓN DEL TERRENO

El lugar donde se interviene es un enclave minero perteneciente al municipio de Aznalcóllar, Sevilla. Los movimientos de tierra han creado un paisaje donde las minas a cielo abierto dominan el entorno.

Del terreno se conoce que el relleno ha sido eliminado por los trabajos de extracción y vaciado de tierra, que han creado las Cortas de Aznalcóllar y la de los Frailes. Es por ello, que el terreno sobre el que se levanta el centro de interpretación de la actividad minera se trata de arcillas expansivas. La impermeabilización y separación entre el terreno y el edificio (al menos 1,5 m) en el plano de cimentación es primordial para evitar los cambios de humedades que puedan hacer que las arcillas expansivas dañen la estructura del edificio.



Esquema corte del terreno

### 3.2. DEFINICIÓN DE MATERIALES

Desde la primera idea proyectual este edificio debía comprender una estructura de pórticos de hormigón armado. El carácter de un edificio que surge como consecuencia la minería y la evolución urbana y cultural de Aznalcóllar debía integrarse como una roca encajada en el paisaje. El carácter masivo se lo da la estructura de hormigón resistente a las condiciones atmosféricas del entorno.

| CUADRO CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN CÓDIGO ESTRUCTURAL |  |  |                            |
|--|--|--|----------------------------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL                                     | LOCALIZACIÓN                             |  |                            |
|  | CIMENTACIÓN Y MUROS                      |  | FORJADOS, VIGAS Y PILARES  |
| HORMIGÓN ARMADO  | EXPOSICIÓN                               | Ambiente de una alta agresividad química XA3 |                            |
|  | TIPIFICACIÓN                             | HA-50/B/20/XA3                               | HA-30/B/20/XA3             |
|  | RESISTENCIA                              | Fck = 50 N/mm <sup>2</sup>                   | Fck = 30 N/mm <sup>2</sup> |
|  | CONSISTENCIA                             | Blanda                                       | Blanda                     |
|  | ÁRIDO / TAMAÑO MÁXIMO                    | Rodado 20 mm                                 | Rodado 20 mm               |
|  | TIPO / CLASE DE CEMENTO                  | CEM III                                      | CEM III                    |
|  | MÍNIMO CONTENIDO DE CEMENTO              | 325 Kg/m <sup>3</sup>                        | 325 Kg/m <sup>3</sup>      |
|  | MÁXIMA RELACIÓN AGUA / CEMENTO           | 0,50   | 0,50                       |
|  | RECUBRIMIENTO MÍNIMO                     | 45 mm  | 45 mm                      |
|  | NIVEL DE DUCTILIDAD (art. 1.3.1 NCSE-02) | Baja   | Baja                       |
|  | CONTROL DEL HORMIGÓN                     | Estadístico                                  | Estadístico                |
|  | COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD ELU     |  |                            |
|  | PERSISTENTE O TRANSITORIA                | 1,5  | 1,5                        |
|  | ACCIDENTAL                               | 1,35   | 1,35                       |
| ACERO ARMADURAS  | DESIGNACIÓN                              | B500S  | B500S                      |
|  | LÍMITE ELÁSTICO / CARGA DE ROTURA        | 500 N/mm <sup>2</sup>                        | 500 N/mm <sup>2</sup>      |
|  | CONTROL DEL ACERO                        | Estadístico                                  | Estadístico                |
|  | COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD ELU     |  |                            |
|  | PERSISTENTE O TRANSITORIA                | 1,15   | 1,15                       |
| ACCIDENTAL   | 1,00                                     | 1,00   |                            |



### 3.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

EHE-08 Instrucción de hormigón estructural.

CTE-DB-SE-A Hormigón.

CTE-DB-SE-AE Seguridad Estructural. Acciones en la edificación.

CTE-DB-SE-C Cimientos.

NCSE-02 Norma de construcción sismorresistente.

NTE Normativa Tecnológica de la Edificación.

Código Estructural Europeo.

### 3.4. ACCIONES A CONSIDERAR: PERMANENTES Y VARIABLES

#### Centro de interpretación + caseta municipal

Para conocer las cargas de los elementos del edificio que afectan directamente a su estructura, hacemos uso del *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE* como de la norma del *CTE DB SE-AE*. Se tienen en cuenta las cargas permanentes, como el peso propio de los elementos estructurales y las cargas muertas de los elementos constructivos. En este caso, se tienen en cuenta las que hacen referencia a la solería, tabiques, revestimientos.

#### CARGAS VERTICALES

Acciones permanentes - Peso propio de los elementos constructivos (CM)

Acciones variables - Sobrecarga de uso (Q)

- Cubierta

**G1** No transitable: *Accesible únicamente para conservación G1 cubierta con inclinación menor a 20°: 1 KN/m<sup>2</sup>*

**C3** Transitable: *En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede: 5 KN/m<sup>2</sup>*

- Acceso público

**C3** *Zona de libre movimiento / zona destinada a actividades físicas: 5 KN/m<sup>2</sup>*

- Nieve

Según la *Tabla E.2 del anejo E*, Aznalcóllar se encuentra en Zona de clima invernal 6 con una altitud de 155 m, por tanto, consideramos una sobrecarga de nieve de **0,2 KN/m<sup>2</sup>** (se justifica en el punto 7. *Acciones de nieve*)

## Cubiertas

Encontramos dos tipos de cubiertas: una cubierta ventilada invertida no transitable sobre plots y una cubierta ventilada invertida transitable sobre plots. Cada una transmite una sobrecarga de uso diferente pues, la que es transitable se deben considerar las acciones del público.

| CUBIERTAS   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| CUBIERTA PLANA TRANSITABLE  |  |   | TOTALES                                 |
| ACCIONES PERMANENTES:<br>peso propio de los elementos constructivos | Solería sobre plots  | 1 kN/m <sup>2</sup>                                     |   |
| (carga superficial)   | Formación de pendiente y lámina impermeabilizante  | 1,5 kN/m <sup>2</sup>                                   |   |
|   | Aislamiento térmico XPS  | 0,08 kN/m <sup>2</sup>                                  |   |
|   | Forjado de placas alveolares   | (variable según canto)<br>5,15 - 9,22 kN/m <sup>2</sup> |   |
| (carga lineal)  | Barandilla   | <b>0,8 kN/m</b>   |   |
| ACCIONES VARIABLES:   | Sobrecarga de uso:<br>Zona con acceso del público sin obstáculos C3                                    | 5 kN/m <sup>2</sup>                                     |   |
|   | Nieve  | 0,2 kN/m <sup>2</sup>                                   |   |
|   |  |   | <b>7,78 kN/m<sup>2</sup> + Qforjado</b> |
| CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE                                       |  |   |   |
| ACCIONES PERMANENTES:<br>peso propio de los elementos constructivos | Solería sobre plots  | 1 kN/m <sup>2</sup>                                     |   |
| (carga superficial)   | Formación de pendiente y lámina impermeabilizante  | 1,5 kN/m <sup>2</sup>                                   |   |
|   | Aislamiento térmico  | 0,08 kN/m <sup>2</sup>                                  |   |
|   | Forjado de placas alveolares   | (variable según canto)<br>5,15 - 9,22 kN/m <sup>2</sup> |   |
| ACCIONES VARIABLES:   | Sobrecarga de uso:<br>Cubiertas accesibles únicamente para conservación con inclinación menor a 20° G1 | 1 kN/m <sup>2</sup>                                     |   |
|   | Nieve  | 0,2 kN/m <sup>2</sup>                                   |   |
|   |  |   |   |

\**Qforjado*: El peso propio del forjado depende de la placa alveolar escogida, según el canto de la misma y su capa de compresión, esta carga variará. Por tanto, se calcularán las cargas totales de cada paño de forjado.

## Forjado sanitario

En el edificio encontramos un tipo de forjado. Se trata de un forjado unidireccional de losas alveolares. Se dispone tanto en la cubierta de la caseta municipal como en la del centro de interpretación. A la misma vez, se dispone en los forjados sanitarios de ambas piezas.

Con el *Catálogo de Elementos Constructivos* del CTE obtenemos los valores de cada componente, conociendo de este modo, la carga permanente que afecta a la estructura. A través del *CTE DB SE-AE* se obtiene el peso propio (*tabla C.5*) y la sobrecarga de uso (*tabla 3.1*). Además, se consultan los datos dados por los fabricantes de cada material. Con esta carga superficial podemos conocer mediante el área de influencia cómo se reparte entre los diferentes pilares.

- Forjado de losa alveolar
  - Revestimiento continuo de microcemento,  $e=3$  mm:  $0,01$  kN/m<sup>2</sup>
  - Forjado de losa alveolar más capa de compresión: variable según canto  $5,15 - 9,22$  kN/m<sup>2</sup>. \*Véase dimensionado de placa alveolar en el punto 11

## Tabiquería

- Tabiquería
  - Tabique de paneles de hormigón reforzado con fibra de vidrio,  $e = 13$  mm + Aislante lana de roca:  $0,5$  kN / m<sup>2</sup>  
TOTAL =  $0,5$  KN/m<sup>2</sup>
  - Tabique de plancha de aluminio Alucobons + subestructura:  $0,5$  kN / m<sup>2</sup>  
TOTAL = **1** KN/m<sup>2</sup>

## Cerramiento

El cerramiento añade a la estructura un peso lineal (kN/m) en el perímetro de los espacios interiores. Encontramos dos tipos de cerramiento. El primero, opaco, se trata de una fachada ligera ventilada compuesta exteriormente por una subestructura que soporta tanto el aislamiento térmico como los paneles de hormigón tipo UHPC y por el interior, un trasdosado formado por un aislamiento de menor espesor y unos paneles de hormigón reforzado con fibra de vidrio aptos para tabiquerías. El segundo se trata de un cerramiento de vidrio con su carpintería. Se calcula, además, el peso del Cortasol de lamas de aluminio.

- Cerramiento fachada ligera
    - Hoja exterior
      - Fachada ventilada acabado de panel prefabricado de hormigón UHPC, con subestructura,  $e=20$  mm:  $22$  kg/m<sup>2</sup> =  $0,22$  kN/m<sup>2</sup>
      - Placa *Aquapanel*, subestructura con aislamiento lana de roca en su interior:  $28$  kg/m<sup>2</sup> =  $0,28$  kN/m<sup>2</sup>
    - Hoja interior
      - Subestructura con aislamiento térmico lana de roca en su interior:  $26,7$  kg/m<sup>2</sup> =  $0,267$  kN/m<sup>2</sup>
      - Trasdosado de panel de hormigón reforzado con fibra de vidrio,  $e=13$  mm:  $20$  kg/m<sup>2</sup> =  $0,2$  kN/m<sup>2</sup>
- Total:  $0,967$  kN/m<sup>2</sup> = **4,06** kN/m

- Cerramiento de vidrio y carpintería:  $50 \text{ kg/m}^2 = 0,49 \text{ kN/m}^2 = 2,15 \text{ kN/m}$
- Cortasol lamas de aluminio:  $4,9 \text{ kg/m}^2 = 0,05 \text{ kN/m}^2 = 0,21 \text{ kN/m}$
- Cálculo losa de escalera:

Las cargas consideradas para la escalera son las siguientes:

(carga superficial) Losa y peldañado  $6,5 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga de uso (Zona administrativa)  $2 \text{ kN/m}^2$

Total mayorado  $11,77 \text{ kN/m}^2$

(carga lineal) Barandilla  $0,8 \text{ kN/m}$

Obtenemos las cargas lineales, resultando un total de  $59,65 \text{ kN/m}$ . Esta carga se va a repartir entre los diferentes puntos de apoyo, resultando, para cada apoyo un total de  $29,82 \text{ kN/m}$ .

65.137

Los diferentes elementos que se tienen en cuenta en cuanto a cargas permanentes son:

| FORJADO SANITARIO   |  |  | TOTALES |
|---|--|--|---------|
| ACCIONES PERMANENTES:<br>peso propio de los elementos constructivos | Revestimiento continuo de microcemento, $e=3 \text{ mm}$   | $0,01 \text{ kN/m}^2$                                  |         |
| (carga superficial)   | Forjado de placas alveolares   | (variable según canto)<br>$5,15 - 9,22 \text{ kN/m}^2$ |         |
|   | Tabiquería ligera de paneles de hormigón reforzados con fibra de vidrio, $e=13\text{mm}$ y aislante lana de roca   | $0,5 \text{ kN/m}^2$                                   |         |
|   | Tabiquería ligera de plancha de aluminio con subestructura   | $0,5 \text{ kN/m}^2$                                   |         |
| (carga lineal)  | Cerramiento: de vidrio con carpintería   | $2,15 \text{ kN/m}$                                    |         |
|   | Cerramiento: fachada ligera compuesta por paneles UHPC, placa Aquapanel con subestructura aislamiento, hoja interior de subestructura con aislamiento y paneles de hormigón reforzados con fibra de vidrio | $4,06 \text{ kN/m}$                                    |         |

|                     |  |                     |                                   |
|---------------------|--|---------------------|-----------------------------------|
|                     | Pretil h=20cm  | 1 kN/m              |                                   |
|                     |  |                     |                                   |
| ACCIONES VARIABLES: | Sobrecarga de uso:<br>Zona con acceso del público<br>sin obstáculos C3 | 5 kN/m <sup>2</sup> |                                   |
|                     |  |                     | 6,01 kN/m <sup>2</sup> + Qforjado |

\*Qforjado: El peso propio del forjado depende de la placa alveolar escogida, según el canto de la misma y su capa de compresión, esta carga variará. Por tanto, se calcularán las cargas totales de cada paño de forjado.

## Mirador

Para conocer las cargas de los elementos de la pieza del mirador que afectan directamente a su estructura, hacemos uso del *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE* como de la norma del *CTE DB SE-AE*. Se tienen en cuenta las cargas permanentes, como el peso propio de los elementos estructurales y las cargas muertas de los elementos constructivos. En este caso, se tienen en cuenta las que hacen referencia a la solería y al revestimiento.

## CARGAS VERTICALES

Acciones permanentes - Peso propio de los elementos constructivos (CM)

Acciones variables - Sobrecarga de uso (Q)

- Cubierta  
**G1** No transitable: *Accesible únicamente para conservación G1 cubierta con inclinación menor a 20°: 1 KN/m<sup>2</sup>*
- Acceso público  
**C3** *Zona de libre movimiento / zona destinada a actividades físicas: 5 KN/m<sup>2</sup>*
- Nieve  
Según la *Tabla E.2 del anejo E*, Aznalcóllar se encuentra en Zona de clima invernal 6 con una altitud de 155 m, por tanto, consideramos una sobrecarga de nieve de **0,2 KN/m<sup>2</sup>** (se justifica en el punto 7. *Acciones de nieve*)

## Cubierta mirador

Encontramos un tipo de cubierta, ventilada, no transitable sobre plots. Cada una transmite una sobrecarga de uso diferente pues, la que es transitable se deben considerar las acciones del público.

| CUBIERTA MIRADOR  |   |                        |                              |
|---|---|------------------------|------------------------------|
| CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE                                       |   |                        | TOTALES                      |
| ACCIONES PERMANENTES:<br>peso propio de los elementos constructivos | Acabado sobre plots   | 1 kN/m <sup>2</sup>    |                              |
| (carga superficial)   | Formación de pendiente y lámina impermeabilizante   | 1,5 kN/m <sup>2</sup>  |                              |
|   | Forjado unidireccional de viguetas y bovedillas, c=25+5   | 3,72 kN/m <sup>2</sup> |                              |
| ACCIONES VARIABLES:   | Sobrecarga de uso:<br>Cubiertas accesibles únicamente para conservación con inclinación menor a 20°<br>G1 | 1 kN/m <sup>2</sup>    |                              |
|   | Nieve   | 0,2 kN/m <sup>2</sup>  |                              |
|   |   |                        | <b>7,42 kN/m<sup>2</sup></b> |

## Forjado inferior mirador

El forjado que resuelve estructuralmente el volumen del mirador es de viguetas y bovedillas que logra salvar la luz más desfavorable situada en la cubierta, de 5,90 m. Este forjado, apoya en los muros de hormigón armado.

Con el *Catálogo de Elementos Constructivos* del CTE obtenemos los valores de cada componente, conociendo de este modo, la carga permanente que afecta a la estructura. A través del *CTE DB SE-AE* se obtiene el peso propio (*tabla C.5*) y la sobrecarga de uso (*tabla 3.1*). Además, se consultan los datos dados por los fabricantes de cada material.

## Forjado unidireccional de viguetas y bovedillas

- Revestimiento continuo de microcemento, e=3 mm: 0,01 kN/m<sup>2</sup>
- Forjado unidireccional de viguetas y bovedillas más capa de compresión 20+5: 3,32 kN/m<sup>2</sup>

## Revestimiento paneles

El revestimiento de paneles de hormigón tipo UHPC aporta una carga lineal (kN/m) sobre los muros de hormigón armado.

- Acabado de panel prefabricado de hormigón UHPC, con subestructura,  $e=20$  mm:  $22 \text{ kg/m}^2 = 0,22 \text{ kN/m}^2 = 1,1 \text{ kN/m}$

## Cerramiento paneles

Envolviendo el mirador, se propone un cerramiento de paneles de hormigón tipo UHPC por las dos caras, cogidos a una subestructura sin aislamiento en el interior, pues se trata de una pieza totalmente al exterior.

- Cerramiento de panel prefabricado de hormigón UHPC, con subestructura, por las dos caras:  $32 \text{ kg/m}^2 = 0,32 \text{ kN/m}^2 = 1,37 \text{ kN/m}$

Los diferentes elementos que se tienen en cuenta en cuanto a cargas permanentes son:

| FORJADO INFERIOR MIRADOR  |   |                        | TOTALES                |
|---|---|------------------------|------------------------|
| ACCIONES PERMANENTES:<br>peso propio de los elementos constructivos | Revestimiento continuo de microcemento, $e=3$ mm                                      | 0,01 kN/m <sup>2</sup> |                        |
| (carga superficial)   | Forjado unidireccional de viguetas y bovedillas, $c=20+5$                             | 3,32 kN/m <sup>2</sup> |                        |
| (carga lineal)  | Revestimiento de muros con aplacado paneles   | 1,1 kN/m               |                        |
|   | Cerramiento panel prefabricado de hormigón UHPC, con subestructura, por las dos caras | 1,37 kN/m              |                        |
|   | Pretil $h=20$ cm  | 1 kN/m                 |                        |
| ACCIONES VARIABLES:   | Sobrecarga de uso:<br>Zona con acceso del público sin obstáculos C3                   | 5 kN/m <sup>2</sup>    |                        |
|   |   |                        | 8,33 kN/m <sup>2</sup> |

### 3.5. ACCIONES DE VIENTO

Para calcular las acciones de viento que afectan a la estructura del edificio como acción perpendicular a la fachada, se debe consultar el Apartado 3.3 del CTE DB SE y el Anejo D. En este caso, el viento es una condición climática y por ello una acción variable, puede darse o no.

Por otro lado, remitiéndose al Apartado 3.3.2. Acción del viento del CTE DB SE-AE, se obtiene que:

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

siendo:

$q_b$ ; la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse  $0,5 \text{ kN/m}^2$ . Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.

$c_e$ ; el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3.

$c_p$ ; el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.4 y 3.3.5.

- $q_b$ ; valor de la presión dinámica del viento

**1 El valor básico de la presión dinámica del viento puede obtenerse con la expresión:**

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento,  $v_b$



En este caso, Aznalcóllar pertenece a la zona A donde la velocidad básica del viento es 26 m/s. La densidad del aire según el apartado 3 del anejo D1 es de 1,25 kg/m<sup>3</sup>. Por tanto, si despejamos los valores, obtenemos un valor de la presión dinámica del viento:

$$q_b = 0,5 * 1,25 * 26^2 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

- **ce**; valor del coeficiente de exposición:

El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno, según el *CTE DB SE-AE*. Aznalcóllar pertenece a un grado de aspereza del entorno II, por ubicarse sobre una zona rural llana sin obstáculos ni arbolado de importancia.

En este caso, el valor depende de la altura a la que se sitúa cada forjado. Consideremos así, el forjado de la cubierta del centro de interpretación que coincide con el forjado sanitario de la caseta municipal y por otro lado, la cubierta de la caseta municipal. El muro se sobresale en planta baja se comprueba en el

Forjado de cubierta centro interpretación / sanitario caseta: 5,00 m (P1) = 2,5

Forjado de cubierta caseta municipal: 11,00 m (P2) = 2,9

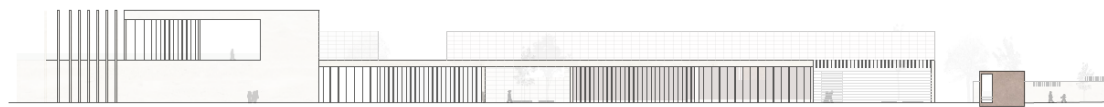
**Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$**

| Grado de aspereza del entorno  | Altura del punto considerado (m) |     |     |     |     |     |     |     |
|--|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | 3                                | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 24  | 30  |
| I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud | 2,4                              | 2,7 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,7 |
| II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia   | 2,1                              | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,5 |
| III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas       | 1,6                              | 2,0 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 3,1 |
| IV Zona urbana en general, industrial o forestal   | 1,3                              | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,6 |
| V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura                                    | 1,2                              | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,0 |

- **cp**; valor del coeficiente eólico o de presión:

La *Tabla 3.5 del CTE DB SE-AE* establece que según la orientación y forma del edificio se obtiene un coeficiente eólico de presión y de succión. La acción del viento como se ha comentado anteriormente se aplica en el plano perpendicular sobre el que incide. Obtenemos la esbeltez más desfavorable de cada uno de los planos del edificio.

En este caso, debemos calcular por separado el coeficiente de presión que le afecta al forjado de la cubierta centro de interpretación y por otro, el que le afecta al forjado de cubierta de la caseta municipal. Para el caso de la caseta municipal, consideramos la altura que acoge el volumen del núcleo de comunicación por ser el más desfavorable en cuanto a altura (11 metros), de este modo estaremos de lado de la seguridad. Para el centro de interpretación la altura es de 6 metros. La anchura de la caseta es de 29 metros y la del centro de interpretación de 70 metros.



Alzado desde la Corta de Aznalcóllar

La relación altura-ancho en el eje Y de la caseta municipal corresponde a 11/29:

$$\text{Esbeltez Y} = \text{altura total} / \text{ancho} = 11 / 29 = 0,37$$

La relación altura-ancho en el eje Y del centro de interpretación corresponde a 5/70:

$$\text{Esbeltez Y} = \text{altura total} / \text{ancho} = 5 / 70 = 0,07$$

Según la *Tabla 3.5* de esta misma norma se obtiene un coeficiente eólico de presión en el plano Y:

**Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos**

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

- Coeficiente eólico de presión,  $c_p$ , P2 = 0,7
- Coeficiente eólico de succión,  $c_s$ , P2 = -0,4
- Coeficiente eólico de presión,  $c_p$ , P1 = 0,7
- Coeficiente eólico de succión,  $c_s$ , P1 = -0,3

Al obtenerse los parámetros que han sido necesarios para el cálculo de la presión estática,  $q_e$ , que incide sobre el plano Y, se obtiene:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p$$

|                | PRESIÓN DINÁMICA ( $q_b$ ) | COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN ( $c_e$ ) | COEFICIENTE DE PRESIÓN ( $c_p$ ) | COEFICIENTE DE SUCCIÓN ( $c_s$ ) | ACCIÓN DEL VIENTO $q_e$ ( $\text{kN/m}^2$ ) |
|----------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| <b>PRESIÓN</b> |                            |                                     |                                  |                                  |   |
| Forjado P1     | 0,42                       | 2,5                                 | 0,7                              | -                                | <b>0,73</b>                                 |
| Forjado P2     | 0,42                       | 2,9                                 | 0,7                              | -                                | <b>0,85</b>                                 |
| <b>SUCCIÓN</b> |                            |                                     |                                  |                                  |   |
| Forjado P1     | 0,42                       | 2,5                                 | -                                | 0,3                              | <b>0,31</b>                                 |
| Forjado P2     | 0,42                       | 2,9                                 | -                                | 0,4                              | <b>0,48</b>                                 |

La carga de viento se introducirá en el programa de cálculo estructural como fuerzas superficiales que afectan en el plano de incidencia.

\*Para el **mirador**, los valores que se consideran para la acción del viento **qe** son coincidentes a los del forjado P1, por encontrarse la cubierta del mirador a la misma altura de 5 metros.

-qe Forjado cubierta mirador:

$$\text{Presión} = 0,73 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Succión} = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

### 3.6. ACCIONES DE NIEVE

Según el Apartado 3.5 del CTE DB SE-AE, el cálculo de la carga de la nieve, **qn**, se establece por unidad de superficie en proyección horizontal:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

siendo:

$\mu$  coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3

$s_k$  el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2

Nos remitimos a los apartados señalados y se obtiene que, al tratarse de un edificio con cubierta plana, el coeficiente de forma es igual a 1. En cuanto al valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal, teniendo en cuenta que Aznalcóllar pertenece a la provincia de Sevilla y cuenta con una altitud de 155 m, se obtiene una  $s_k$  según la tabla 3.8 y el anejo E de 0,2 kN/m<sup>2</sup>.

De esta manera, si se aplican estos valores a la fórmula, se obtiene:

$$q_n = 1 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

### 3.7. ACCIONES DE SISMO

Para calcular previamente a la introducción los datos en el programa de estructuras CYPE, se debe consultar la NCSE - 02, la Norma de Construcción Sismorresistente. De esta manera, se obtienen algunos valores necesarios para saber qué condiciones hay que considerar con respeto a las acciones dinámicas.

El primer paso es considerar lo que establece el Artículo 1.2.2 de esta Norma, según el cual, el edificio se considera de importancia normal:

*"Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o introducir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos."*

La aceleración sísmica básica de Aznalcóllar es de **0,07g**. Recogiendo lo que dicta el Artículo 1.2.3 en el cual se incluyen los diferentes criterios de aplicación según los cuales la Norma es de obligado cumplimiento o no, se refiere a:

*"En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración básica sea inferior a 0,08g. Será de aplicación para edificios de más de 7 plantas cuando la aceleración sísmica de cálculo sea igual o mayor a 0,08g."*

Teniendo en cuenta que la ubicación del edificio no supera la aceleración básica de 0,08g y que se considera que tiene una importancia normal, la Norma no es de obligado cumplimiento en este caso. Sin embargo, para quedar de lado de la seguridad, se calcula la aceleración sísmica de cálculo, según el artículo 2.2, para que de este modo se asegure que el edificio cumple con la Norma de Construcción Sismorresistente.

Así, la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$ , viene dada por:

$$a_c = S \cdot p \cdot a_b$$

donde:

$a_b$ ; aceleración sísmica básica definida en 2.1

$p$ ; coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda  $a_c$  en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción. En construcciones de importancia normal  $p = 1$

$S$ ; coeficiente de amplificación del terreno. Para  $p \cdot a_b \leq 0,1 g$ :

$$S = C/1.25 ;$$

siendo  $C$  el coeficiente del terreno, teniendo en cuenta que el único tipo de terreno que encontramos son arcillas, se toma el terreno II con una  $C = 1,3$

$$S = 1.3/1.25 = 1,04$$

Una vez se establecen todos los valores de cálculo anteriores se obtiene:

$$a_c = 1,04 \cdot 1 \cdot 0,07 = \mathbf{0,072g < 0,08g}$$

Se vuelve a justificar que la aplicación de la Norma no es de obligado cumplimiento, pues, el edificio no tendrá que calcularse frente a las cargas de sismo.

### 3.8. ACCIONES TÉRMICAS

El Código Técnico de la Edificación exige la colocación de juntas estructurales a una distancia no mayor a 40 metros. En el apartado 3.4 del CTE DB SE-AE referido a las acciones térmicas, se dicta: *La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud.*

La disposición de juntas de dilatación cada 40 m de longitud en el diseño edificio justifica que no es necesario calcular las acciones térmicas.

### 3.9. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

El CTE DB SE define la verificación de los Estados Límites de Servicio (E.L.S) y los Estados Límites Último (E.L.U). En el apartado 4.2.2 se establece la Combinación de acciones. De modo que, el valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

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

donde:

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

Los valores de los coeficientes de seguridad  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción. De este modo, atendiendo a dicha tabla, el tipo de acción que se considera es la del peso propio (permanente), con un valor de 1,35 y para acciones variables de 1,50.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad de las cargas,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2. Obteniéndose:

- Sobrecarga de uso para zonas destinadas al público (Categoría C3):  $\psi_0=0,7$  ;  $\psi_1=0,7$  ;  $\psi_2=0,6$
- Sobrecarga de uso para cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G): 0
- Nieve para altitudes  $\leq 1000$  m:  $\psi_0=0,5$  ;  $\psi_1=0,2$  ;  $\psi_2=0$
- Sobrecarga por viento:  $\psi_0=0,6$  ;  $\psi_1=0,5$  ;  $\psi_2=0$

- **Combinación de acciones E.L.U**

La consideración de las actuaciones simultáneas se establece a través de la expresión que se ha mencionado anteriormente del apartado 4.2.2 del CTE DB SE. De esta manera, se puede establecer las siguientes combinaciones a tener en cuenta:

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{nieve} + 1,5 \cdot 0'6 \cdot Q_{viento X}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{nieve} + 1,5 \cdot 0'6 \cdot Q_{viento -X}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{nieve} + 1,5 \cdot 0'6 \cdot Q_{viento Y}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{nieve} + 1,5 \cdot 0'6 \cdot Q_{viento -Y}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{viento X} + 1,5 \cdot 1,4 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0'5 \cdot Q_{nieve}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{viento -X} + 1,5 \cdot 1,4 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0'5 \cdot Q_{nieve}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{viento Y} + 1,5 \cdot 1,4 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0'5 \cdot Q_{nieve}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{viento -Y} + 1,5 \cdot 1,4 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0'5 \cdot Q_{nieve}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{nieve} + 1,5 \cdot 1,4 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0'6 \cdot Q_{viento X}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{nieve} + 1,5 \cdot 1,4 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0'6 \cdot Q_{viento -X}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{nieve} + 1,5 \cdot 1,4 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0'6 \cdot Q_{viento Y}$$

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{nieve} + 1,5 \cdot 1,4 \cdot Q_{uso} + 1,5 \cdot 0'6 \cdot Q_{viento -Y}$$

- **Combinación de acciones E.L.S**

Se consideran aquellas combinaciones que hacen referencias a acciones simultáneas características que recoge el apartado 4.3.2 del CTE DB SE.

Las **acciones características** se trata de acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles y se definen según la siguiente expresión:

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

donde:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico (  $G_k$  )
- b) una acción variable cualquiera, en valor característico (  $Q_k$  ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis
- c) el resto de las acciones variables, en valor de combinación (  $\psi_0 \cdot Q_k$  )

$G + Q_{uso} + 0,5 \cdot Q_{nieve} + 0'6 \cdot Q_{viento X}$   
 $G + Q_{uso} + 0,5 \cdot Q_{nieve} + 0'6 \cdot Q_{viento -X}$   
 $G + Q_{uso} + 0,5 \cdot Q_{nieve} + 0'6 \cdot Q_{viento Y}$   
 $G + Q_{uso} + 0,5 \cdot Q_{nieve} + 0'6 \cdot Q_{viento -Y}$   
 $G + Q_{viento X} + 1,4 \cdot Q_{uso} + 0'5 \cdot Q_{nieve}$   
 $G + Q_{viento -X} + 1,4 \cdot Q_{uso} + 0'5 \cdot Q_{nieve}$   
 $G + Q_{viento Y} + 1,4 \cdot Q_{uso} + 0'5 \cdot Q_{nieve}$   
 $G + Q_{viento -Y} + 1,4 \cdot Q_{uso} + 0'5 \cdot Q_{nieve}$   
 $G + Q_{nieve} + 1,4 \cdot Q_{uso} + 0'6 \cdot Q_{viento X}$   
 $G + Q_{nieve} + 1,4 \cdot Q_{uso} + 0'6 \cdot Q_{viento -X}$   
 $G + Q_{nieve} + 1,4 \cdot Q_{uso} + 0'6 \cdot Q_{viento Y}$   
 $G + Q_{nieve} + 1,4 \cdot Q_{uso} + 0'6 \cdot Q_{viento -Y}$

La **combinación frecuente** viene establecida en el CTE DB SE a partir de la siguiente expresión:

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

donde:

- todas las acciones permanentes, en valor característico ( $G_k$ )
- una acción variable cualquiera, en valor frecuente ( $1 \cdot Q_k$ ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis
- el resto de las acciones variables, en valor casi permanente ( $2 \cdot Q_k$ )

$$G + 1,4 \cdot Q_{uso}$$

$$G + 0,2 \cdot Q_{nieve} + 1,4 \cdot Q_{uso}$$

$$G + 0,5 \cdot Q_{viento X} + 1,4 \cdot Q_{uso}$$

$$G + 0,5 \cdot Q_{viento -X} + 1,4 \cdot Q_{uso}$$

$$G + 0,5 \cdot Q_{viento Y} + 1,4 \cdot Q_{uso}$$

$$G + 0,5 \cdot Q_{viento -Y} + 1,4 \cdot Q_{uso}$$

La **combinación casi permanente** la describe el CTE DB SE como aquellas de larga duración y viene dada con la siguiente expresión:

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

donde:

- a) todas las acciones permanentes, en valor característico (  $G_k$  )
- b) todas las acciones variables, en valor casi permanente (  $2 Q_k$  )

$$G + 1,4 \cdot Q_{uso}$$

### 3.10. PREDIMENSIONADO

#### Centro de interpretación y caseta municipal

Como se ha comentado anteriormente, en el diseño proyectual del edificio la estructura tiene un papel fundamental por dar respuesta a un edificio de uso flexible, donde los volúmenes envuelven actividades cambiantes en el paso del tiempo gracias a las grandes luces. Dos son los elementos estructurales que lo componen: el muro de sótano y la repetición de pórticos a gran distancia.

La luz entre pórticos varía según el espacio que ocupa en su interior. El ritmo, además de apreciarse en alzado y sección, queda visto en planta. Las vigas de cuelgue que se proyectan guían al visitante a adentrarse de un espacio a otro, guía el recorrido.

#### Predimensionado geométrico vigas

La distancia entre pórticos va desde los 17,40 m hasta los 8 m. Así mismo, la luz entre forjados varía, obteniendo diferentes cantos. Primero, se lleva a cabo un predimensionado geométrico de las vigas dependiendo de la luz que van a salvar. A su vez, que las vigas sean de canto es un punto a favor del proyecto, siguiendo así el discurso de ritmo mostrado en planta.

Las vigas, de alma llena, se han predimensionado con L/10, siendo el más restrictivo. La mayor luz que tienen que salvar las vigas de carga son 15,14 m y la menor 5,24 m, coincidiendo con la viga que soporta la carga de la escalera. De esta manera, el canto varía entre los 151 cm y los 105,2 cm. Las vigas de la plaza cubierta tienen un canto aproximado de 121 cm.

#### Predimensionado mecánico pilares

Para los pilares, se lleva a cabo un predimensionado mecánico. En este, se determina el área de hormigón armado que se necesita para que soporte las vigas de gran canto. Al colocar pórticos a gran distancia, la carga que se transmite a cada pilar es considerable.

El predimensionado de los pilares en el caso de que haya ausencia de acciones horizontales importantes, se puede realizar en función de los valores que han sido previstos de axiles y momentos flectores.



Si se despeja la dimensión del pilar en la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{N_d}{A} \pm \frac{M_d}{W}$$

donde:

$\sigma$  fcd (o una fracción de esta resistencia, según criterios)

$N_d$  Axil de cálculo

$A$  Área de la sección del pilar

$M_d$  Momento flector de cálculo

$W$  Módulo resistente

Si se obvia el momento que se calculará posteriormente con el programa de estructuras CYPECAD y se despeja la fórmula queda:

$$\sigma = (N_d/A) + (M_d/W) \rightarrow \sigma = N_d/A$$

Se comprueba en el pilar más desfavorable P47:

Área de influencia:  $10,19 \text{ m} \cdot 3,45 \text{ m} = 35,15 \text{ m}^2$

$N_d = \text{área} \cdot n^\circ \text{ plantas} \cdot Q$  (carga lineal + superficial)

$$Q = \text{cubierta transitable} + \text{forjado sanitario} = 15,78 + 14 = 29,78 \text{ kN/m}^2$$

$$N_d = 35,15 \cdot 1 \cdot 29,78 = 1046,93 \text{ kN}$$

Área pilar =  $1046,93 / (3000/1,5) = 0,52 \text{ m}^2$ ; si este pilar se dispone en sección rectangular, apantallado, tendría una dimensión de 70 x 70 cm.

### Predimensionado mecánico muros

Además de los pilares, se disponen muros de hormigón armado para transmitir las cargas verticales. Se tratan de muros de carga que distribuyen cargas lineales y que aparecen en concordancia con el programa propuesto: separando espacios de diferentes usos.

Para el predimensionado y el análisis de los mismos, los muros se agrupan en los de sótano (en contacto con el terreno) y los muros transversales de HA. Estos últimos, son interiores.

El de sótano se predimensiona con el espesor de 40 cm, ya que contiene 6,5 metros de tierra. El resto, se parte de un predimensionado de 30 cm.

El predimensionado mecánico en muros se realiza en función de la *tabla 42.3.5 del EHE 08*, la *Instrucción del Hormigón Estructural*, en la cual se indican los valores de las cuantías geométricas mínimas que deben disponerse en los diferentes tipos de elementos estructurales, en nuestro caso, el acero B 500S.

La cuantía geométrica mínima, en tanto por 1000, referida a la sección total de hormigón, es de 0,9 para la armadura vertical y 3,2 para la horizontal.

En el centro de interpretación se consideran cuatro muros interiores con un espesor de 30 cm. Si consideramos un metro de muro por ese espesor y aplicamos el valor de la cuantía geométrica mínima para las armaduras horizontales y verticales.

- La cuantía geométrica mínima en la armadura horizontal a calcular es del 3,2‰ en ambas caras:  
Sección de un metro lineal del muro de 30 cm:  $100 \times 30 = 3000 \text{ cm}^2 = 300000 \text{ mm}^2$   
 $3,2\text{‰} \times 300000 = 960 \text{ mm}^2 = 9,60 \text{ cm}^2 = (5\text{Ø}16 = 10,05 \text{ cm}^2)$  Ø16 cada 20 cm en toda la cara.
- La cuantía geométrica mínima en la armadura vertical a calcular es del 0,9‰ en ambas caras:  
Sección de un metro lineal del muro de 30 cm:  $100 \times 30 = 3000 \text{ cm}^2 = 300000 \text{ mm}^2$   
 $0,9\text{‰} \times 300000 = 270 \text{ mm}^2 = 2,70 \text{ cm}^2 = (6\text{Ø}8 = 3,01 \text{ cm}^2)$  Ø8 cada 16 cm en toda la cara.

En cuanto al muro de sótano, de 40 cm de espesor, se realiza el predimensionado teniendo en cuenta que en la *tabla 42.3.5 del EHE 08*, para la armadura vertical, se recomienda disponer el 0,9‰ en la cara del trasdós y el 30% de ese 0,9‰ en la cara del intradós.

- La cuantía geométrica mínima en la armadura horizontal a calcular es del 3,2‰ en ambas caras:  
Sección de un metro lineal del muro de 40 cm:  $100 \times 40 = 4000 \text{ cm}^2 = 400000 \text{ mm}^2$   
 $3,2\text{‰} \times 400000 = 1280 \text{ mm}^2 = 12,80 \text{ cm}^2 = (7\text{Ø}16 = 14,07 \text{ cm}^2)$  Ø16 cada 15 cm en toda la cara.
- La cuantía geométrica mínima en la armadura vertical a calcular es del 0,9‰ en la cara de tracción y el 30% en la opuesta:  
 $0,9\text{‰} \times 400000 = 360 \text{ mm}^2 = 3,60 \text{ cm}^2 = (8\text{Ø}8 = 4,02 \text{ cm}^2)$  Ø8 cada 12 cm en trasdós.  
 $30\% \text{ de } 0,9\text{‰} \times 400000 = 108 \text{ mm}^2 = 1,08 \text{ cm}^2 = (3\text{Ø}8 = 1,51 \text{ cm}^2)$  Ø8 cada 30 cm en trasdós

### Predimensionado mecánico forjado

El predimensionado del forjado es fundamental ya que se decide disponer placas alveolares que salven las luces planteadas. Este forjado cuenta con una capa de compresión de hormigón armado HA-30/B/20/XA3 tanto en la planta de cubierta como en la del sanitario, con la disposición necesaria de negativos y con la protección frente al fuego en estos casos. La solución de forjado se justifica debido a su rápida puesta en obra y su uso adecuado para grandes luces.

Realizaremos un predimensionado de la placa alveolar para determinar el canto mínimo, según la Tabla 50.5.5.1.b del EHE08. Para ello, se van a agrupar las luces en tres grupos: luz 8 m, luz 9,70 m, luz 12,40 m. Esto nos dará la percepción para utilizar un canto u otro. Se emplea la siguiente fórmula:

$$h_{\text{mín}} = \delta_1 \delta_2 L / C$$

siendo:

$\delta_1$  Factor que depende de la carga total

$\delta_2$  Factor que tiene el valor de  $(L/6)^{1/4}$

L La luz de cálculo del forjado en metros

C Coeficiente cuyo valor se toma de la tabla 50.2.2.1.b de esta Norma.

## Luz 8 m

### Forjado cubierta:

- $q = 3,78 \text{ kN/m}^2$
- $L = 8 \text{ m}$
- $C = 45$
- $\delta_1 = \sqrt{(q/7)} = \sqrt{(3,78/7)} = 0,73$
- $\delta_2 = (L/6)^{1/4} = (8/6)^{1/4} = 1,07$

$$h_{\text{mín}} = (0,73 \times 1,07 \times 8) / 45 = 0,13 \text{ cm}$$

Al determinarse un canto tan pequeño, se partirá de una placa de 20 cm + 5 cm de capa de compresión.

### Forjado sanitario:

- $q = 6,10 \text{ kN/m}^2$
- $L = 8 \text{ m}$
- $C = 36$
- $\delta_1 = \sqrt{(q/7)} = \sqrt{(6,10/7)} = 0,93$
- $\delta_2 = (L/6)^{1/4} = (8/6)^{1/4} = 1,07$

$$h_{\text{mín}} = (0,93 \times 1,07 \times 8) / 36 = 0,22 \text{ cm}$$

Se partirá de una placa de 25 cm + 5 cm de capa de compresión.

## Luz 9,7 m

### Forjado cubierta:

- $q = 3,78 \text{ kN/m}^2$
- $L = 9,7 \text{ m}$
- $C = 45$
- $\delta_1 = \sqrt{(q/7)} = \sqrt{(3,78/7)} = 0,73$
- $\delta_2 = (L/6)^{1/4} = (9,7/6)^{1/4} = 1,12$

$$h_{\text{mín}} = (0,73 \times 1,12 \times 9) / 45 = 0,16 \text{ cm}$$

Al determinarse un canto tan pequeño, se partirá de una placa de 20 cm + 5 cm de capa de compresión.

#### Forjado sanitario:

- $q = 6,10 \text{ kN/m}^2$
- $L = 9,7 \text{ m}$
- $C = 36$
- $\delta_1 = \sqrt{(q/7)} = \sqrt{(6,10/7)} = 0,93$
- $\delta_2 = (L/6)^{1/4} = (9,7/6)^{1/4} = 1,12$

$$h_{\text{mín}} = (0,93 \times 1,12 \times 9,70) / 36 = 0,28 \text{ cm}$$

Se partirá de una placa de 30 cm + 5 cm de capa de compresión.

#### **Luz 12,40 m**

#### Forjado cubierta:

- $q = 3,78 \text{ kN/m}^2$
- $L = 12,40 \text{ m}$
- $C = 45$
- $\delta_1 = \sqrt{(q/7)} = \sqrt{(3,78/7)} = 0,73$
- $\delta_2 = (L/6)^{1/4} = (12,40/6)^{1/4} = 1,17$

$$h_{\text{mín}} = (0,73 \times 1,17 \times 12,40) / 45 = 0,23 \text{ cm}$$

Se partirá de una placa de 20 cm + 5 cm de capa de compresión.

#### Forjado sanitario:

- $q = 6,10 \text{ kN/m}^2$
- $L = 12,40 \text{ m}$
- $C = 36$
- $\delta_1 = \sqrt{(q/7)} = \sqrt{(6,10/7)} = 0,93$
- $\delta_2 = (L/6)^{1/4} = (12,40/6)^{1/4} = 1,17$

$$h_{\text{mín}} = (0,93 \times 1,17 \times 12,40) / 36 = 0,35 \text{ cm}$$

Se partirá de una placa de 40 cm + 5 cm de capa de compresión.

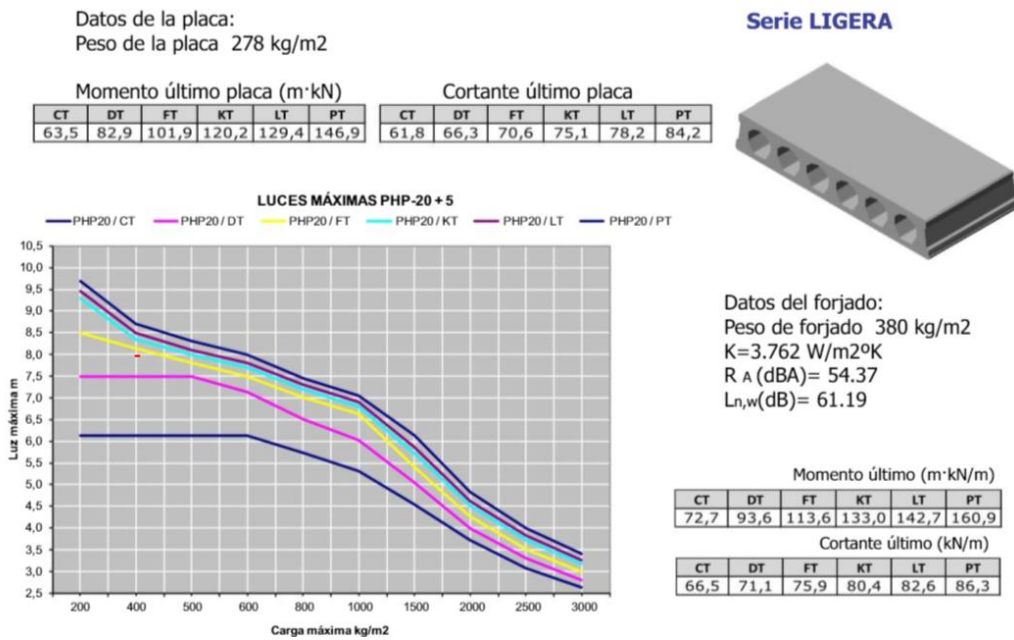
Una vez se ha determinado el canto mínimo necesario para los grupos de paños, el primer paso es seleccionar el fabricante de las placas alveolares, que en este caso, es el de prefabricados *PRETENAR S.L.* Con su catálogo de placas alveolares, entramos en función de la carga y la luz de cada paño para obtener el canto total necesario y el espesor

de la capa de compresión. De esta forma, realizamos un predimensionado del canto y del peso propio del forjado que más tarde se contrastará con los resultados obtenidos en el programa de cálculo.

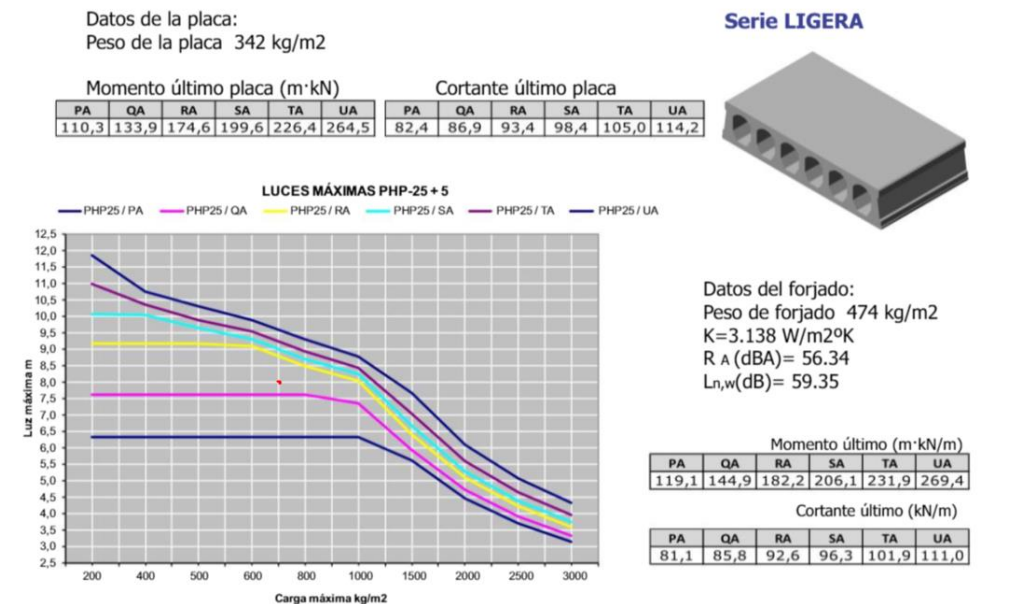
Las luces que encontramos en el edificio, ordenadas de menor a mayor, se exponen a continuación:

Para  $L = 8 \text{ m}$

Forjado cubierta: carga total  $3,78 \text{ kN/m}^2 \approx 4 \text{ kN/m}^2$  PHP 20+5/FT

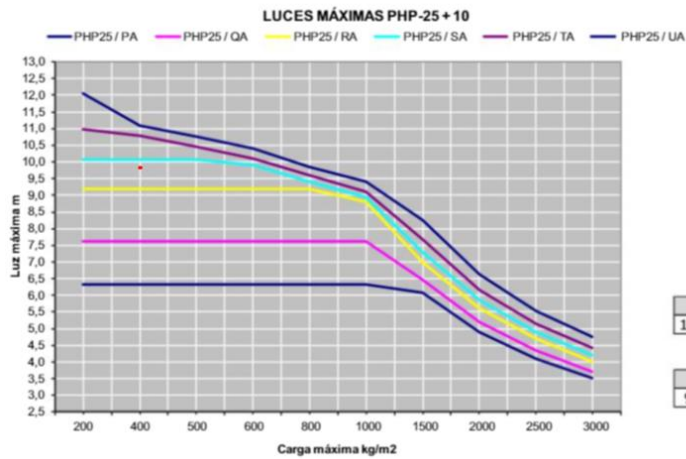


Forjado sanitario: carga total  $6,01 \text{ kN/m}^2 +$  carga lineal  $\approx 7 \text{ kN/m}^2$  PHP25+5/RA



Para  $L = 9,70 \text{ m}$

Forjado cubierta: carga total  $3,78 \text{ kN/m}^2 \approx 4 \text{ kN/m}^2$  PHP25+10/SA



Datos del forjado:  
 Peso de forjado  $599 \text{ kg/m}^2$   
 $K=2.862 \text{ W/m}^2\text{°K}$   
 $R_A \text{ (dBA)}= 60.15$   
 $L_{n,w} \text{ (dB)}= 55.79$

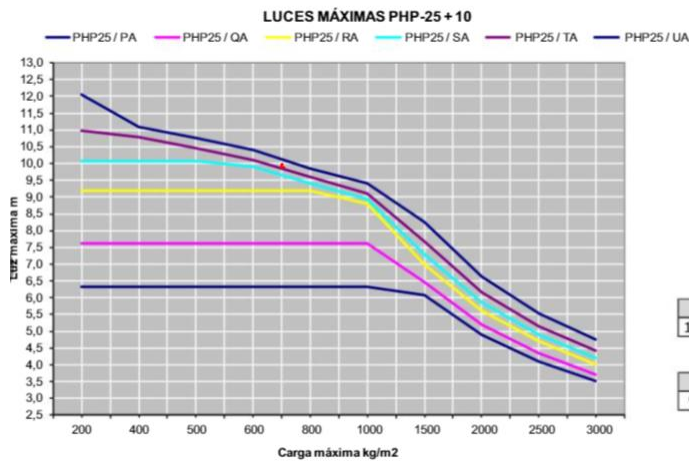
Momento último ( $\text{m} \cdot \text{kN/m}$ )

| PA    | QA    | RA    | SA    | TA    | UA    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 150,3 | 181,6 | 227,8 | 257,0 | 288,2 | 334,6 |

Cortante último ( $\text{kN/m}$ )

| PA   | QA   | RA    | SA    | TA   | UA    |
|------|------|-------|-------|------|-------|
| 93,1 | 98,7 | 106,8 | 111,4 | 17,3 | 126,2 |

Forjado sanitario: carga total  $6,01 \text{ kN/m}^2 +$  carga lineal  $\approx 7 \text{ kN/m}^2$  PHP25+10/UA



Datos del forjado:  
 Peso de forjado  $599 \text{ kg/m}^2$   
 $K=2.862 \text{ W/m}^2\text{°K}$   
 $R_A \text{ (dBA)}= 60.15$   
 $L_{n,w} \text{ (dB)}= 55.79$

Momento último ( $\text{m} \cdot \text{kN/m}$ )

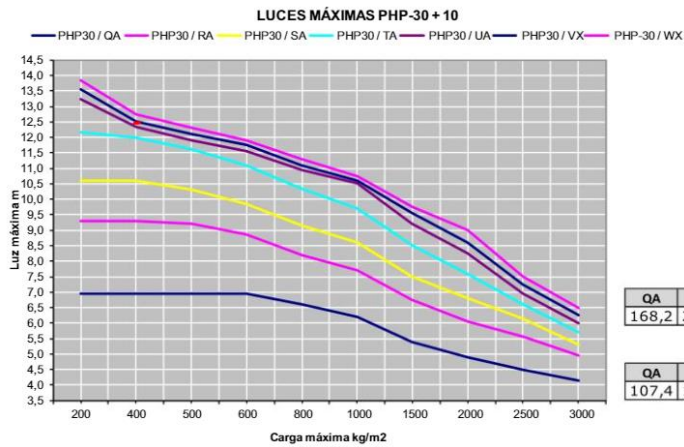
| PA    | QA    | RA    | SA    | TA    | UA    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 150,3 | 181,6 | 227,8 | 257,0 | 288,2 | 334,6 |

Cortante último ( $\text{kN/m}$ )

| PA   | QA   | RA    | SA    | TA   | UA    |
|------|------|-------|-------|------|-------|
| 93,1 | 98,7 | 106,8 | 111,4 | 17,3 | 126,2 |

Para L = 12,40 m

Forjado cubierta: carga total 3,78 kN/m<sup>2</sup> ≈ 4 kN/m<sup>2</sup> PHP30+10/WX



Datos del forjado:  
 Peso de forjado 646 kg/m<sup>2</sup>  
 K=2.270 W/m<sup>2</sup>°K  
 R A (dBA)= 61.38  
 L<sub>n,w</sub>(dB)= 54.64

Momento último (m·kN/m)

| QA    | RA    | SA    | TA    | UA    | VX    | WX    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 168,2 | 243,2 | 297,5 | 354,4 | 405,0 | 440,2 | 470,9 |

Cortante último (kN/m)

| QA    | RA    | SA    | TA    | UA    | VX    | WX    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 107,4 | 120,0 | 128,3 | 138,0 | 145,3 | 151,3 | 156,6 |

Forjado sanitario: carga total 6,01 kN/m<sup>2</sup> + carga lineal ≈ 7 kN/m<sup>2</sup> PHP40+5/VX

Datos de la placa:  
 Peso de la placa 455 kg/m<sup>2</sup>

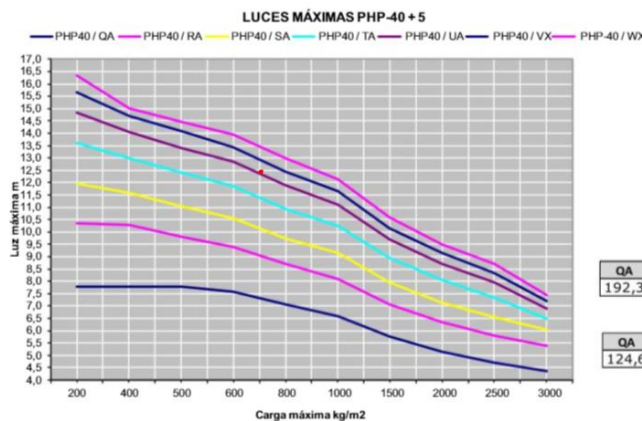
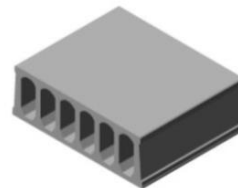
Momento último placa (m·kN)

| QA    | RA    | SA    | TA    | UA    | VX    | WX    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 187,8 | 285,6 | 355,4 | 429,9 | 495,6 | 541,2 | 580,4 |

Cortante último placa (kN)

| QA    | RA    | SA    | TA    | UA    | VX    | WX    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 134,5 | 147,7 | 156,8 | 166,4 | 175,4 | 183,5 | 190,4 |

Serie LIGERA



Datos del forjado:  
 Peso de forjado 588 kg/m<sup>2</sup>  
 K=1.584 W/m<sup>2</sup>°K  
 R A (dBA)= 59.85  
 L<sub>n,w</sub>(dB)= 56.07

Momento último (m·kN/m)

| QA    | RA    | SA    | TA    | UA    | VX    | WX    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 192,3 | 276,9 | 338,5 | 404,7 | 454,8 | 502,4 | 545,8 |

Cortante último (kN/m)

| QA    | RA    | SA    | TA    | UA    | VX    | WX    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 124,6 | 137,1 | 145,3 | 154,9 | 162,2 | 168,7 | 174,6 |

Una vez se ha predimensionado cada paño de cada uno de los forjados, se comprueba su aprovechamiento estructural en el programa informático de cálculo CYPECAD, de donde se obtendrá la placa finalmente escogida en cada caso y la disposición del armado de negativo. De esta manera, se habrá optimizado el uso de las alveoplastas en función de las necesidades estructurales.

Cabe destacar, a nivel estético, la disposición de falsos techos en la parte inferior del forjado de cubiertas, evitando así, que el visitante perciba los saltos en los cantos de forjado.

### Predimensionado geométrico viga

Para las vigas, se realiza un predimensionado geométrico al igual en función de la luz. Utilizamos  $L/10$ , por ser el más restrictivo, de esta manera, estemos de lado de la seguridad.

Encontramos varias vigas en la estructura del mirador. Las vigas de atado, que unen los muros en su sentido perpendicular y la viga de arranque de la losa armada de la rampa, esencial para su apoyo.

La viga más desfavorable, tiene una luz  $L = 5,90$  m. Por tanto, por predimensionado geométrico del canto, se obtienen  $0,59$  cm. De esta manera, se introduce en el programa de cálculo unas vigas de  $0,30 \times 0,60$  y comprobaremos si podemos optimizar su dimensión en función de las cargas que recibe.

### Predimensionado mecánico muros

El predimensionado mecánico en muros se realiza en función de la *tabla 42.3.5 del EHE 08*, la *Instrucción del Hormigón Estructural*, en la cual se indican los valores de las cuantías geométricas mínimas que deben disponerse en los diferentes tipos de elementos estructurales, en nuestro caso, el acero B 500S.

La cuantía geométrica mínima, en tanto por 1000, referida a la sección total de hormigón, es de  $0,9$  para la armadura vertical y  $3,2$  para la horizontal.

En el mirador se consideran cuatro muros con un espesor de  $30$  cm. Si consideramos un metro de muro por ese espesor y aplicamos el valor de la cuantía geométrica mínima para las armaduras horizontales y verticales.

- La cuantía geométrica mínima en la armadura horizontal a calcular es del  $3,2\%$  en ambas caras:  
Sección de un metro lineal del muro de  $30$  cm:  $100 \times 30 = 3000 \text{ cm}^2 = 300000 \text{ mm}^2$   
 $3,2\% \times 300000 = 960 \text{ mm}^2 = 9,60 \text{ cm}^2 = (5\text{Ø}16 = 10,05 \text{ cm}^2) \text{ Ø}16$  cada  $20$  cm en toda la cara.
- La cuantía geométrica mínima en la armadura vertical a calcular es del  $0,9\%$  en ambas caras:  
Sección de un metro lineal del muro de  $30$  cm:  $100 \times 30 = 3000 \text{ cm}^2 = 300000 \text{ mm}^2$   
 $0,9\% \times 300000 = 270 \text{ mm}^2 = 2,70 \text{ cm}^2 = (6\text{Ø}8 = 3,01 \text{ cm}^2) \text{ Ø}8$  cada  $16$  cm en toda la cara.

### Predimensionado mecánico forjado

Para el mirador, como se ha mencionado anteriormente, se dispone un forjado unidireccional de viguetas y bovedillas.

Según el artículo 50.2.2.1 Cantos mínimos del EHE08, en el caso particular de viguetas con luces menores a  $7$  metros, como es nuestro caso, no es preciso comprobar si la flecha cumple con las limitaciones del punto 50.1 de esta Norma, si el canto total  $h$  es mayor al mínimo  $h_{\min}$ , dado por:

$$h_{\min} = \delta_1 \delta_2 L / C$$

siendo:

$\delta_1$  Factor que depende de la carga total

$\delta_2$  Factor que tiene el valor de  $(L/6)^{1/4}$

$L$  La luz de cálculo del forjado en metros

$C$  Coeficiente cuyo valor se toma de la tabla 50.2.2.1.b de esta Norma.



### Forjado cubierta:

- $q = 3,7 \text{ kN/m}^2$
- $L = 5,9 \text{ m}$
- $C = 20$
- $\delta_1 = \sqrt{(q/7)} = \sqrt{(3,7/7)} = 0,72$
- $\delta_2 = (L/6)^{1/4} = (5,9/6)^{1/4} = 0,99$

$$h_{\text{mín}} = (0,72 \times 0,99 \times 5,9) / 20 = 0,21 \text{ cm}$$

El forjado de la cubierta tendrá un canto mínimo de 25+5, un canto total de 30 cm, al igual que las vigas dispuestas.

### Forjado inferior:

- $q = 5,01 \text{ kN/m}^2$
- $L = 4,2 \text{ m}$
- $C = 23$
- $\delta_1 = \sqrt{(q/7)} = \sqrt{(5,01/7)} = 0,84$
- $\delta_2 = (L/6)^{1/4} = (4,2/6)^{1/4} = 0,93$

$$h_{\text{mín}} = (0,84 \times 0,93 \times 4,2) / 23 = 0,14 \text{ cm}$$

El forjado inferior tendrá un canto mínimo de 20+5.

### 3.11. SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN

Debido a la existencia de arcillas expansivas en todo el corte del terreno, la separación entre terreno y edificio así como la impermeabilización es totalmente necesaria a modo de impedir que los cambios de humedad que se producen en el mismo, afecten a nuestra estructura.

El terreno quedará separado al menos 1,50 m del forjado sanitario y se procederá, una vez extraído el mismo, a rellenar con grava. De este modo, se facilitará la ejecución de la cimentación y el saneamiento.

El tipo de cimentación que se lleva a cabo es por pilotes de barrena continua de sección circular. Los materiales empleados son el hormigón armado HA50 y el acero B500S. La cota de cimentación para la planta semisótano es a -6,50 m y la de la planta baja a -1,50 m.

El diseño se ha llevado a cabo de tal manera que los pilares transmiten las cargas a los encepados directamente y éste, a través de los pilotes, al terreno. Los muros de hormigón armado que encontramos en el edificio, también se encontrarán pilotados. Se disponen dos encepados a cada extremo y uniendo los mismos, una viga de grandes dimensiones (110x110 cm) que transmiten las cargas a los encepados.

Al tratarse de un edificio con una sola planta y con pórticos con una carga considerable a gran distancia, la solución diseñada permite que las cargas se concentren para conseguir el buen comportamiento de la cimentación en un terreno de arcillas expansivas, contrarrestando el empuje ascendente de las mismas debido a la presencia de humedad en el terreno.

Los encepados quedarán unidos en su dirección transversal a la línea de carga mediante vigas centradoras de 40 x 50 cm, cuyo armado ha sido dimensionado según las necesidades estructurales, procurando así que la cimentación trabaje como un mismo conjunto. En la dirección longitudinal se disponen vigas riostras de 40x40 cm.

Las juntas estructurales no llegan a cimentación ya que están justificadas al no existir asientos por el uso de pilotes.

El muro de contención también quedará pilotado. Su cimentación se encuentra a la misma cota que la cimentación del edificio. La altura que tiene que salvar es de 6,5 metros y su ejecución se realiza una vez excavado a 30° del plano vertical el muro y construido el forjado intermedio. De esta forma el muro no trabaja como una ménsula. Los pilotes se distribuyen cada 4,50 metros como máximo coincidiendo con parte de los encepados que reciben las cargas de los pórticos.

El muro cuenta en su parte inferior con una gran viga (de 110x110 metros) que está calculada para soportar los momentos torsores.

### - Dimensionado de la viga a torsión bajo el muro de contención

Para dimensionar la viga a torsión es necesario conocer el momento en el eje del encepado. Primero, se establecen los valores que van a afectar al cálculo del empuje:

$$\text{Empuje unitario} = \frac{1}{2} \cdot K_o \cdot \gamma \cdot H^2$$

donde:

$$\Phi = 30^\circ$$

$$K_o = 1 - \text{sen}\Phi = 1 - \text{sen}30 = 0,5$$

$$\gamma = 18$$

Altura del muro = 6 metros

$$\text{Empuje unitario} = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 18 \cdot 6^2 = 162 \text{ kN/m}$$

Se procede a calcular el momento que provoca el empuje, M:

$$\text{Momento} = \text{Empuje} \cdot \frac{1}{3} \cdot H$$

$$M = 162 \cdot \frac{1}{3} \cdot 6 = 324 \text{ mKN/m}$$

Se calcula el momento en el eje de encepado estableciendo la mayor distancia encontrada entre encepados del muro de contención, en este caso de 9,5 metros.

Momento en eje de encepado mayorado, M<sub>Encd</sub>:

$$M_{\text{Encd}} = M \cdot d/2 \cdot \gamma_f$$

$$M_{\text{Encd}} = 324 \cdot 2,37 \cdot 1,5 = 1151,82 \text{ KN/m}$$

tiene que soportar la viga a torsión

El siguiente paso es dimensionar dicha viga con el programa informático del EHE-08, el cual nos indicará el momento a torsión que es capaz de soportar la viga, el cual debe ser superior al calculado.

Del Prontuario informático del hormigón estructural 3.1 según el EHE-08 se han obtenido los siguientes datos:

## Cálculo de secciones rectangulares a torsion

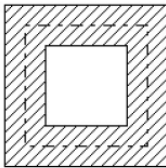
### 1 Datos

#### - Materiales

Tipo de hormigón : HA-30  
 Tipo de acero : B-500-S  
 fck [MPa] = 30.00  
 fyk [MPa] = 500.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

#### - Sección

Sección : VIGA\_110\_110  
 b0 [m] = 1.10  
 h [m] = 1.10



### 2 Comprobación

he [m] = 0.275  
 Ae [m<sup>2</sup>] = 0.681  
 ue [m] = 3.300  
 $\theta$  [°] = 45.0  
 $\alpha$  = 0.60  
 Torsor de cálculo [kN·m] = 1151.82  
 Agotamiento de las bielas Tu1 [kN·m] = 1348.4

#### - Armadura transversal

Area estricta [cm<sup>2</sup>] = 21.1

| $\phi$ [mm] | Separación [mm] | n° estribos | Area [cm <sup>2</sup> /m] | Tu2 [kN·m] |
|-------------|-----------------|-------------|---------------------------|------------|
| 6           | -----           | -----       | -----                     | -----      |
| 8           | -----           | -----       | -----                     | -----      |
| 10          | -----           | -----       | -----                     | -----      |
| 12          | 0.10            | 2           | 22.6                      | 1232.3     |

#### - Armadura longitudinal

Area estricta [cm<sup>2</sup>] = 69.8

| $\phi$ [mm] | número de redondos | Area [cm <sup>2</sup> ] | Tu3 [kN·m] |
|-------------|--------------------|-------------------------|------------|
| 10          | 90                 | 70.7                    | 1167.0     |
| 12          | 62                 | 70.1                    | 1157.6     |
| 14          | 46                 | 70.8                    | 1169.0     |
| 16          | 36                 | 72.4                    | 1195.0     |
| 20          | 24                 | 75.4                    | 1244.8     |

De este modo, se ha dimensionado la viga de 110 x 110 cm capaz de soportar el torsor de cálculo: 1151,82 KN/m < 1348,4 KN/m, el valor del momento para el cual tiene dimensión la viga, con la disposición uniforme de la armadura que aparece en la comprobación del programa.

### - Dimensionado de los pilotes

Los pilotes empleados son ejecutados mediante barrenado de tierras mediante un sistema mecánico, sin entubación y posterior hormigonado continuo en seco por bombeo a través del fuste útil de perforación del pilote. Realizado con HA-50/b/20/XA3, vertido desde camión a bomba estacionaria, y acero según UNE-EN 100080 B500S.

Se realizará el cálculo de toda la cimentación del conjunto estudiado, es decir, de la caseta municipal, del centro de interpretación, del mirador y del muro de sótano. Para facilitar tanto el cálculo como la ejecución de la cimentación, en un primer momento, se agruparán las cargas que llegan a cimentación, tanto de pilotes como de muros. Las agrupaciones se realizan teniendo en cuenta los siguientes grupos de carga: de 100 a 200 kN, de 200 a 500 kN, de 1000 a 2000 kN. Al encontrar grandes luces, las cargas son considerables, quedan reunidas y transmitidas al terreno mediante los pilotes.

Una vez se realizan los grupos de carga, se determinan los pilotes necesarios. Teniendo en cuenta que, la capacidad portante del pilote debe ser mayor a la que transmiten los elementos estructurales.

Para determinar la Qadm de los pilotes, es decir, la carga que son capaces de soportar, utilizamos una hoja de cálculo online, en la cual, introduciendo las características del terreno, la cota máxima de la punta del pilote y los diámetros utilizados, determinamos los pilotes necesarios.

| COTA ENCEPADO | COTA PUNTA INICIAL | COTA PUNTA FINAL |
|---------------|--------------------|------------------|
| 1,5           | 10                 | 15               |

| TIPO PILOTE                          | FORMA    | FCK | DIMENSION | AREA PUNTA | TOPE ESTRUCTURAL |
|--------------------------------------|----------|-----|-----------|------------|------------------|
| BARRENADOS CON CONTROL DE PARÁMETROS | CIRCULAR | 50  | 0.45      | 0.16       | 574.15           |
| BARRENADOS CON CONTROL DE PARÁMETROS | CIRCULAR | 50  | 0.65      | 0.33       | 1197.91          |
| BARRENADOS CON CONTROL DE PARÁMETROS | CIRCULAR | 50  | 0.85      | 0.57       | 2048.5           |
| BARRENADOS CON CONTROL DE PARÁMETROS | CIRCULAR | 50  | 1         | 0.79       | 2835.29          |

| DEF. TERRENO | TIPO TERRENO     | ESPESOR | ENSAYO                           | VALOR | COTA SUPERIOR | COTA INFERIOR |
|--------------|------------------|---------|----------------------------------|-------|---------------|---------------|
| TERRENO 1    | TERRENO COHESIVO | 100     | RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE qu | 170   | 0             | 100           |

| FORMA    | DIM. PILOTE | COTA PUNTA | Q COMP. ADM | Q TRAC. ADM | FORMA    | DIM. PILOTE | COTA PUNTA | Q COMP. ADM | Q TRAC. ADM |
|----------|-------------|------------|-------------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|-------------|
| CIRCULAR | 0.45        | 10         | 235.42      | 116.92      | CIRCULAR | 0.45        | 15         | 343.68      | 181.87      |
| CIRCULAR | 0.45        | 11         | 257.07      | 129.91      | CIRCULAR | 0.65        | 10         | 366.09      | 168.88      |
| CIRCULAR | 0.45        | 12         | 278.72      | 142.9       | CIRCULAR | 0.65        | 11         | 397.36      | 187.65      |
| CIRCULAR | 0.45        | 13         | 300.37      | 155.89      | CIRCULAR | 0.65        | 12         | 428.64      | 206.41      |
| CIRCULAR | 0.45        | 14         | 322.03      | 168.88      | CIRCULAR | 0.65        | 13         | 459.91      | 225.18      |
| CIRCULAR | 0.65        | 14         | 491.18      | 243.94      | CIRCULAR | 1           | 13         | 777.65      | 346.42      |
| CIRCULAR | 0.65        | 15         | 522.46      | 262.71      | CIRCULAR | 1           | 14         | 825.76      | 375.29      |
| CIRCULAR | 0.85        | 10         | 512.78      | 220.85      | CIRCULAR | 1           | 15         | 873.88      | 404.16      |
| CIRCULAR | 0.85        | 11         | 553.67      | 245.38      |          |             |            |             |             |
| CIRCULAR | 0.85        | 12         | 594.57      | 269.92      |          |             |            |             |             |

Una vez, se han determinado las características de los pilotes, con diferentes diámetros, a diferentes cotas, establecemos que la cota de punta será siempre de 15 metros, de tal modo que, los pilotes que se utilizarán quedan resumidos en la siguiente tabla:

| PILOTES           |                  |                               |                                   |                               |
|-------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Grupos AXIL (kN)  | Dimensión pilote | Resistencia de un pilote (kN) | Resistencia grupo de pilotes (kN) | Distancia ejes de pilotes (m) |
| Entre 100 - 200   | Ø 45             | 343,68                        | 343,68                            | -                             |
|                   | 2 Ø 45           | 343,68                        | 687,36                            | 1,35                          |
| Entre 200 - 500   | Ø 65             | 522,46                        | 522,46                            | 1,95                          |
|                   | 2 Ø 45           | 343,68                        | 687,36                            | 1,35                          |
| Entre 500 - 1000  | 2 Ø 65           | 522,46                        | 1044,92                           | 1,95                          |
| Entre 1000 - 2500 | 2 Ø 85           | 717,26                        | 1434,52                           | 2,55                          |
|                   | 3 Ø 85           | 717,26                        | 2151,75                           | 2,55                          |
|                   | 3 Ø 100          | 873,88                        | 2621,64                           | 3,00                          |

Con lo cual tendremos uno, dos o tres pilotes por pilar o muro, modificando en su caso el diámetro en función de su posición en el edificio. Diferenciamos pilotes de 45, 65, 85 y 100 cm de diámetro.

#### -Dimensionado de los encepados y sus armaduras

Los encepados se calculan con el programa de cálculo de estructuras CYPECAD. Se calcula tanto los encepados del muro de contención del terreno como los que recogen las cargas de los pórticos. Cada encepado contará con uno, dos o tres pilotes. Se describen a continuación, como se ha mencionado, los tipos de encepados dispuestos según el número de pilotes:

##### ENCEPADO PARA UN PILOTE Ø45

Datos obtenidos para el encepado:

Canto del encepado: 60 cm

Vuelo X: 85 cm

Vuelo Y: 85 cm

Armado:

Número de estribos xz 4Ø12

Número de estribos yz 4Ø12

Número de estribos xy 4Ø12

##### ENCEPADO PARA UN PILOTE Ø65

Datos obtenidos para el encepado:

Canto del encepado: 75 cm

Vuelo X: 130 cm

Vuelo Y: 130 cm

Armado:

Número de estribos xz 5Ø12

Número de estribos yz 5Ø12

Número de estribos xy 5Ø12

##### ENCEPADO PARA DOS PILOTES Ø65

Datos obtenidos para el encepado:

Canto del encepado: 120 cm

Vuelo X: 65 cm

Vuelo Y: 65 cm

Armado:

Armadura inferior 10Ø12

Armadura superior 5Ø12

Estribos horizontales 15Ø12

Estribos verticales Ø16 cada 13 cm

## ENCEPADO PARA DOS PILOTES Ø85

Datos obtenidos para el encepado:

Canto del encepado: 130 cm

Vuelo X: 85 cm

Vuelo Y: 85 cm

Armado:

Armadura inferior 18Ø20

Armadura superior 7Ø12

Estribos horizontales 14Ø16

Estribos verticales Ø16 cada 10.5 cm

## ENCEPADO PARA TRES PILOTES Ø85

Datos obtenidos para el encepado:

Canto del encepado: 130 cm

Vuelo: 65 cm

Armado:

Barras paralelas X Ø20 cada 9 cm con patilla 201 cm

Barras paralelas Y Ø20 cada 8 cm con patilla 201 cm

Barras perimetrales 8Ø12 solape 30 cm

Armadura inferior 12Ø12

## ENCEPADO PARA TRES PILOTES Ø100

Datos obtenidos para el encepado:

Canto del encepado: 130 cm

Vuelo: 70 cm

Armado:

Barras paralelas X Ø20 cada 10 cm con patilla 201 cm

Barras paralelas Y Ø25 cada 14 cm con patilla 200 cm

Barras perimetrales 8Ø12 solape 30 cm

Armadura inferior 14Ø16

-Características muro de sótano

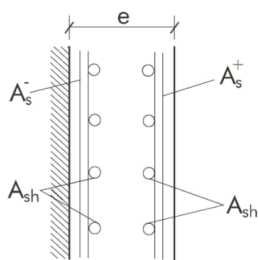
Encontramos dos tipos de muros, ambos con una contención del terreno de 6,5 metros:

A- El primero, es el muro de sótano soporta el empuje del terreno y su propio peso. No se trata de un muro en ménsula sino que, el muro se ejecuta cuando no hay empuje del terreno. El relleno con grava se realiza una vez el muro está finalizado de tal modo que nunca funciona como una ménsula.

B- El segundo, aquel que soporta el empuje del terreno y se encuentra arriostrado por el forjado sanitario de la caseta municipal en el trasdós. Se trata de un muro de sótano que se dimensiona de la misma manera que el anterior.

MURO DE SÓTANO M2

| DATOS             |  |                       |
|-------------------|--|-----------------------|
|                   | Tensión admisible del terreno ( $\sigma_{adm}$ ) | 200 kN/m <sup>2</sup> |
|                   | Peso específico del terreno                      | 21 kN/m <sup>3</sup>  |
|                   | Ángulo de rozamiento del terreno ( $\varphi$ )   | 20 °                  |
|                   | Sobrecarga (qk)                                  | 5 kN/m <sup>2</sup>   |
|                   | Altura del muro (H)                              | 6,50 m                |
|                   | Espesor del muro (e)                             | 0,40 m                |
| ARMADURA DEL MURO |  |                       |
|                   | As+  | Ø16 c/15              |
|                   | As-  | Ø25 c/15              |
|                   | Ash+   | Ø12 c/15              |
|                   | Ash-   | Ø25 c/15              |



De esta manera, el muro de sótano resultante contiene 6,5 metros de tierra. Tras su cálculo se determina una armadura vertical en el intradós de Ø16 c/15, en el trasdós de Ø25 c/15.

En cuanto a la armadura horizontal se disponen barras del Ø12 c/15 en el intradós y de Ø25 c/15 en el trasdós.



### - Cimentación muro de sótano

Este muro de sótano se encuentra pilotado por medio de encepados unidos por una viga capaz de soportar el torsor de cálculo y que cuenta con una dimensión de 110x110 cm.

Para la cimentación del muro de sótano se tendrá en cuenta, además del axil que le llega, el momento debido al empuje del terreno. De esta manera, se debe considerar el momento que será absorbido por los pilotes.

Para la elección de los pilotes del muro de sótano consideramos lo siguiente:

$$H = \text{hasta } 6,5 \text{ m}$$

$$N_1 \text{ (kN/m)} = 107,2 \text{ kN/m}$$

$$N_1 \text{ (kN)} = 482,4 \text{ kN (teniendo en cuenta que la distancia máxima entre encepados es de } 4,5 \text{ m)}$$

$$N_1/2 = 482,4 / 2 = 241,2 \text{ kN}$$

$$M \text{ (debido al empuje del terreno)} = 1/2 \times 0,5 \times \gamma \times H^2 \times 1/3 \times H$$

$$M = 456,13 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Pilote  $\varnothing 65$

$$N_2 = M / d$$

$$N_2 = 456,13 / 1,95 = 233,91 \text{ kN}$$

Reacción en cada pilote

$$R_1 = 241,20 + 233,91 = 475,11 \text{ kN}$$

$$R_2 = 241,20 - 233,91 = 7,29 \text{ kN}$$

Aseguramos, de esta manera, la disposición de encepados de dos pilotes de  $\varnothing 65$ , con una distancia máxima entre ellos de 4,5 m.

Los encepados dispuestos bajo el muro de sótano cuentan con dos pilotes de diámetro 65. Esta solución ha sido determinada tras el cálculo del tramo más desfavorable, es decir, la distancia entre ejes de encepado mayor (4,5m) y teniendo en cuenta el peso propio del muro, además del momento transmitido debido al empuje del terreno.

### 3.12. COMPROBACIÓN DE VIENTO EN MURO PLANTA BAJA

Se realiza la comprobación de la flecha total en el muro de la planta superior considerándolo una viga en voladizo. Este muro tiene una altura de 3 metros y un espesor de 0,4 metros. Las cargas que actúan sobre este muro son las de peso propio y la de viento. Se comprueba como una carga uniforme en un tramo de ese muro, exactamente en una sección de 100 cm x 40 cm. La cuantía geométrica mínima obtenida según el 42.3.5 del CTE es de 12 cm<sup>2</sup> de acero, por lo que se colocarán  $\varnothing 16$  cada 15 cm.

Se procede a calcular la carga de viento en esta viga en voladizo. Para ello utilizaremos el Prontuario informático del hormigón del EHE 08.

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

$$q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

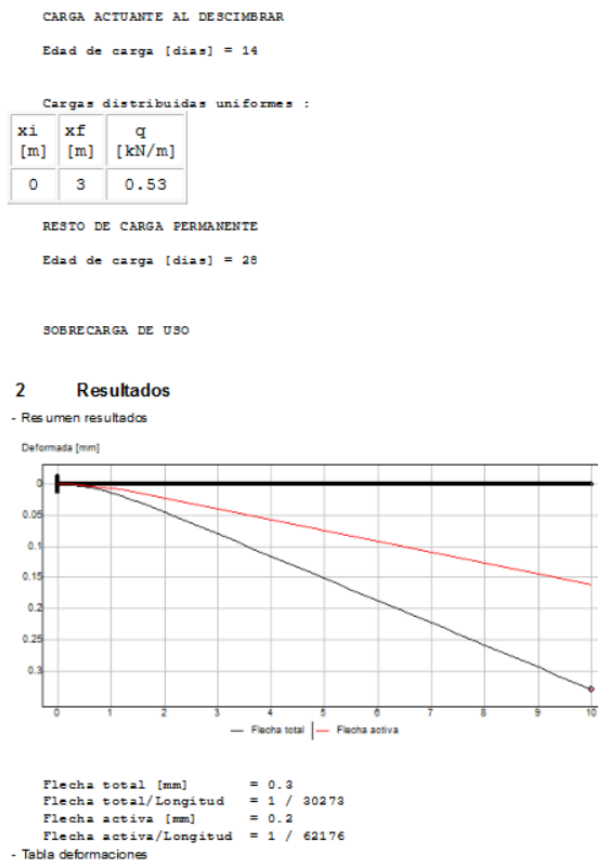
$$c_e = 1,6$$

$$c_p = 0,8$$

$$\text{esbeltez} = 3,5/0,4 = 8,75 = 0,8$$

$$q_e = 0,42 \times 1,6 \times 0,8 = 0,53 \text{ kN/m}$$

El momento flector obtenido al calcular la viga como voladizo es de 2,4 kNm. La máxima flecha total obtenida es de 0,3 mm y la máxima flecha activa es de 0,2 mm. Por tanto cumple con  $h/250$  en el desplome.



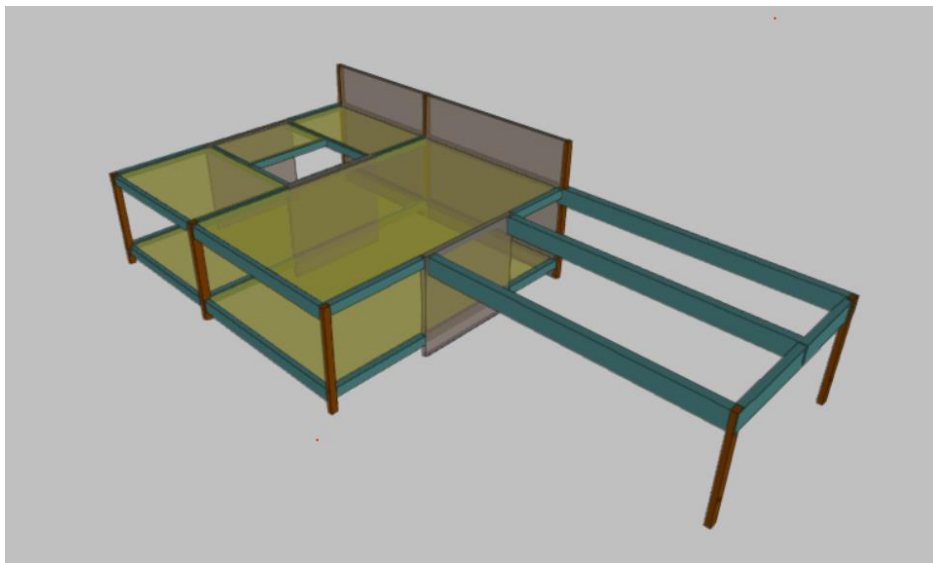
### 3.13. PROGRAMA DE CÁLCULO CYPECAD

#### Centro de interpretación y caseta municipal

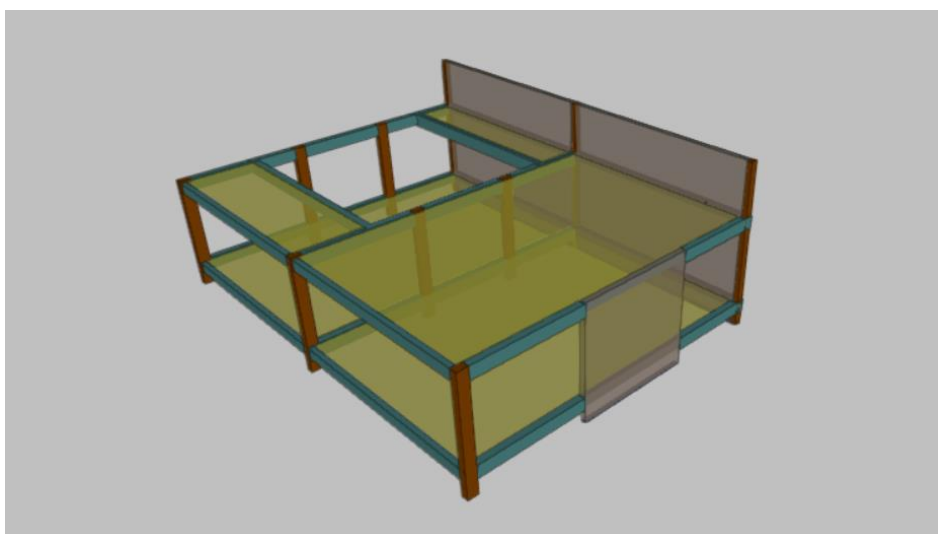
El modelo de cálculo será introducido en el programa informático CYPECAD con el fin de realizar un dimensionado de cada uno de los elementos estructurales que comporta el edificio y optimizar los mismos para un correcto funcionamiento estructural. La cimentación se realiza en un archivo aparte.

El edificio se introduce por partes coincidentes con las tres juntas estructurales.

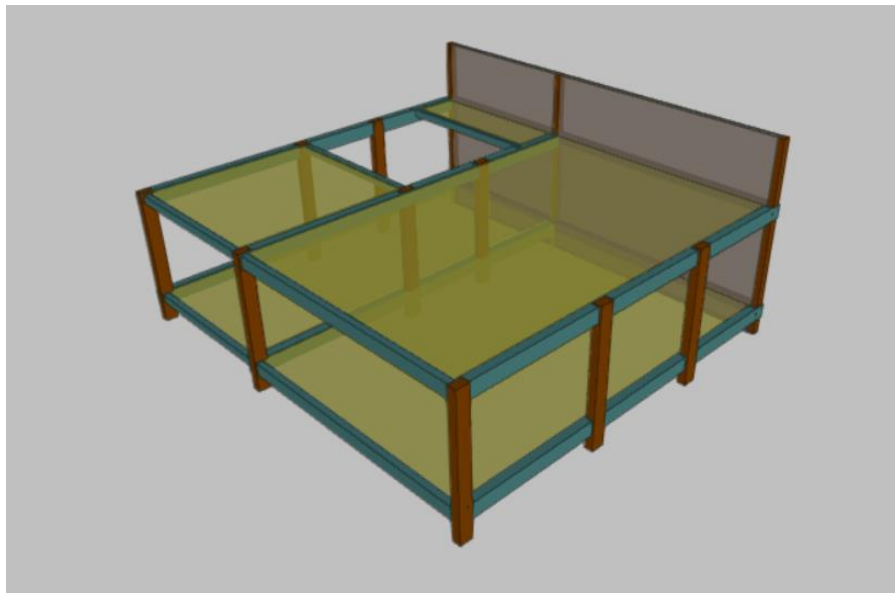
- a) Zona plaza cubierta y parte de Centro de Interpretación:



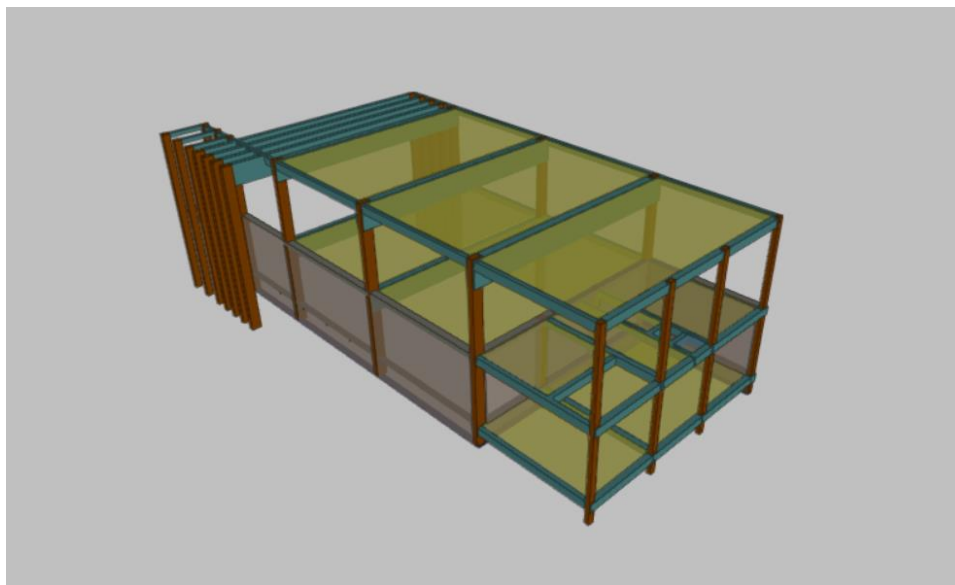
- b) Zona Centro de interpretación y patio



c) Zona talleres y patio:



d) Zona Caseta Municipal:



## PARÁMETROS DE CÁLCULO

Como se ha comentado anteriormente, el edificio ha sido concebido como cuatro módulos estructurales independientes, coincidentes con las tres juntas estructurales que encontramos.

Se han introducido, por un lado, los pilares y los muros de hormigón armado que componen tanto la planta semisótano, en la cual se desarrolla el centro de interpretación, como la planta baja en la cual se desarrolla la caseta municipal. Se comienza introduciendo los pilares de 40x50 cm, aunque posteriormente se optimiza el diseño teniendo en cuenta los pilares extremos o pilares entre dos vanos, ya que, la carga que les llega no es la misma. De esta manera, se comienza a disponer en planta pilares de 30x40 cm, de 40x50 cm, de 40x60 cm y hasta de 40x70 cm, según las necesidades estructurales de cada uno de ellos.

Por otro lado, para los muros de hormigón armado intermedios, se disponen muros de 30 cm de espesor y uno de 40 cm de espesor en los vanos centrales.

Para los forjados, se disponen en un primer momento las placas alveolares dadas del predimensionado. Según la carga y la luz de cada vano, se modifican las placas optimizadas en cada uno de los casos, cumpliendo siempre la flecha activa y la flecha a plaza infinito. Una vez no aparecen errores en los paños, se obtiene el armado de negativos. Además, las placas se dimensionan teniendo en cuenta los momentos positivos en cada uno de los casos.

Las líneas de carga del edificio se resumen en cuatro apoyos sobre los que descansa una viga, en la cual apoya el forjado. Estas vigas, de canto, han sido dimensionadas y optimizadas teniendo en cuenta la luz, la carga y el armado necesario. Por otro lado, encontramos las vigas de atado que cierran perimetralmente los vanos y las cuales se dimensionan en función de su peso propio y la luz.

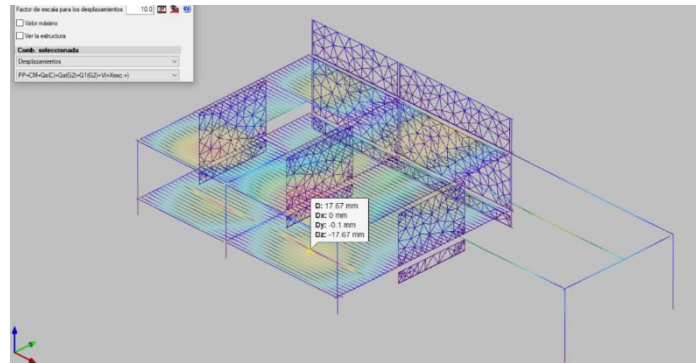
El muro de sótano, se dispone con un espesor de 40 cm en todo su perímetro para la contención del terreno. Sobre él, se levanta un muro de 30 cm de espesor con tres metros de altura.

Para lograr el correcto funcionamiento estructural, se tienen en cuenta las normas aplicadas, en este caso, el Código Técnico de la Edificación y por otro lado el Código Estructural. Ha sido importante la introducción de los materiales: HA30 para los pilares, muros y forjados y HA50 para la cimentación. Por otro lado, la introducción de las cargas permanentes y variables y las acciones de viento. Además, se comprueba la resistencia al fuego en todos los elementos estructurales, cumpliendo acorde al DB CTE SI la resistencia al fuego.

## ESTADOS LÍMITES

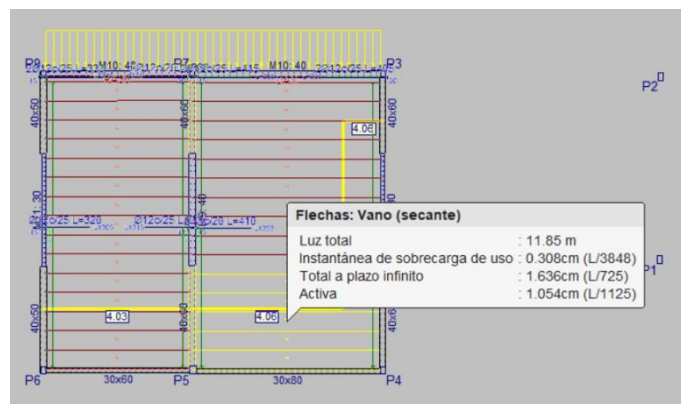
### Módulo 1: Plaza + Centro de interpretación

- Comprobación flecha forjados:



En cuanto al forjado sanitario, se realiza la comprobación del paño más desfavorable, en este caso, el que cuenta con una luz de 11,90 metros y la mayor carga. En este caso para los forjados de placas alveolares, el límite de flecha total a plazo infinito es de  $L/500 + 1\text{ cm}$  y  $L/300$ . Para el caso de flecha activa, el límite se encuentra en  $L/1000 + 0,50\text{ cm}$  y  $L/500$  para los forjados de placas alveolares.

En este caso, la flecha total a plazo infinito es de 1,636 cm ( $L/725$ ) y la flecha activa es de 1,054 ( $L/1125$ ). Por tanto, cumple con la norma.



- Comprobación flecha vigas:

Se realizan las comprobaciones de flecha en las vigas más desfavorables, para ello, verificamos el correcto funcionamiento estructural de las vigas que unen los dos vanos del forjado sanitario, con una dimensión de 40x60 cm y una luz máxima de 4,77 m.

Los límites de flecha establecidos en vigas de hormigón son:

Instantánea de sobrecarga:  $L/350$

A plazo infinito:  $L/500 + 1\text{ cm}$ ,  $L/300$

Activa a largo plazo:  $L/400$

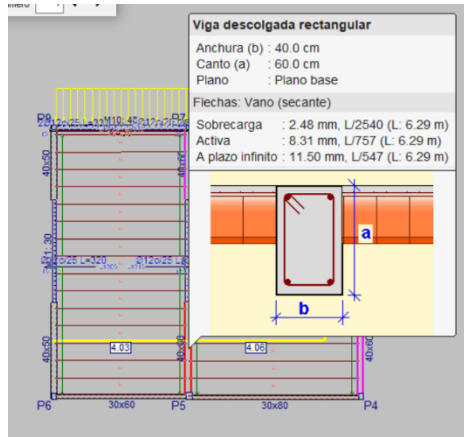
Los resultados obtenidos han sido:

Instantánea de sobrecarga: 2,48 mm ( $L/2540$ )

A plazo infinito: 11,50 mm ( $L/547$ )

Activa a largo plazo: 8,31 mm ( $L/757$ )

Por tanto, la viga, cumple con la norma.



- Comprobación desplome:

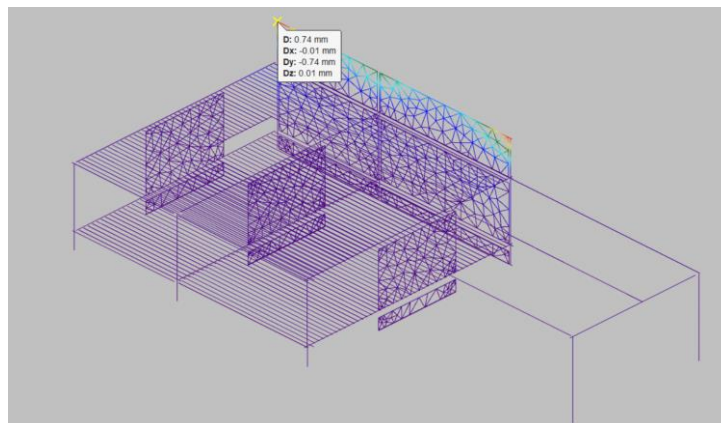
Se comprueba desplome frente a los desplazamientos horizontales provocados principalmente por la acción del viento. Se considera como límite  $H/500$ , dado como altura total, y  $H/250$ , dado como altura de planta. La altura total del edificio es de 11 metros. La altura de la planta semisótano es de 5 metros y la de la planta baja es de 6 metros.

En este caso, estudiamos el pilar 31, que es el más desfavorable frente a las acciones del viento. Su desplome debe ser menor a 10 mm. En este caso, el desplazamiento máximo del pilar 31 es de 1,34 mm, por tanto, cumple con la norma.

En cuanto a la comprobación del desplome máximo en el muro M8, de 30 cm, el resultado es de 0,03 mm. Por tanto, cumple con la norma.

En cuanto al muro de sótano, estudiamos en este apartado su desplome más desfavorable, obteniendo como resultado, debido al empuje del terreno, 1,29 mm. Cumple con la norma.

Para el muro que sobresale en planta baja, con una altura de 3 metros, su desplome debe ser menor a 6 cm. El resultado más desfavorable en cuanto al desplome es de 7,4 mm. Por tanto, cumple.



- Comprobación ELU:

La comprobación del Estado Límite Último se realiza a través de CYPECAD, que lo verifica automáticamente. Para ello, se adjuntan las comprobaciones más desfavorables del pilar verificada anteriormente y las vigas, las que encontramos más desfavorables:  
Pilar 31

| Sección de hormigón - Temperatura ambiente |                |          |                     |                     |       |         |            |                        |       |        |            |            |        |         |         |
|--|----------------|----------|---------------------|---------------------|-------|---------|------------|------------------------|-------|--------|------------|------------|--------|---------|---------|
| Tramo                                      | Dimensión (cm) | Posición | Comprobaciones      |                     |       |         |            | Esfuerzos pésimos      |       |        |            |            | Estado |         |         |
|  |                |          | Disp.               | Arm.                | Q (%) | N,M (%) | Aprov. (%) | Naturaliza             | Comp. | N (kN) | Mxx (kN-m) | Myy (kN-m) |        | Qx (kN) | Qy (kN) |
| Forjado sanitario (-6.5 - 0 m)             | 30x50          | Cabeza   | Cumple              | Cumple              | 18.1  | 77.0    | 77.0       | G, Q, V <sup>(2)</sup> | Q,N,M | 339.1  | 50.7       | -26.8      | 9.0    | -17.4   | Cumple  |
|  |                | -1.6 m   | Cumple              | Cumple              | 18.1  | 77.0    | 77.0       | G, Q, V <sup>(2)</sup> | Q,N,M | 339.1  | 50.7       | -26.8      | 9.0    | -17.4   | Cumple  |
|  |                | Pie      | Cumple              | Cumple              | 17.7  | 66.7    | 66.7       | G, Q, V <sup>(2)</sup> | Q,N,M | 365.9  | -43.5      | 21.9       | 9.0    | -17.4   | Cumple  |
| Cimentación                                | 30x50          | Arranque | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | 2.7   | 66.7    | 66.7       | G, Q, V <sup>(2)</sup> | Q,N,M | 365.9  | -43.5      | 21.9       | 9.0    | -17.4   | Cumple  |

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(G2)+0.9·V(-Yexc+)

| Sección de hormigón - Situación de incendio |                |          |                |            |                   |        |            |            |         |        |         |  |
|---|----------------|----------|----------------|------------|-------------------|--------|------------|------------|---------|--------|---------|--|
| Tramo                                       | Dimensión (cm) | Posición | Comprobaciones |            | Esfuerzos pésimos |        |            |            |         | Estado |         |  |
|   |                |          | Inc.           | Aprov. (%) | Naturaliza        | N (kN) | Mxx (kN-m) | Myy (kN-m) | Qx (kN) |        | Qy (kN) |  |
| Forjado sanitario (-6.5 - 0 m)              | 30x50          | Cabeza   | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup>  | 242.4  | 36.2       | -19.1      | 6.4     | -12.5  | Cumple  |  |
|   |                | -1.6 m   | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup>  | 242.4  | 36.2       | -19.1      | 6.4     | -12.5  | Cumple  |  |
|   |                | Pie      | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup>  | 262.3  | -31.1      | 15.6       | 6.4     | -12.5  | Cumple  |  |
| Cimentación                                 | 30x50          | -        | -              | -          | -                 | -      | -          | -          | -       | -      |         |  |

Notas:  
<sup>(1)</sup> PP+CM

Vigas forjado sanitario

| Vigas    | COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |        |                      |                       |                      |                      |                     |                      |                     |                      |                     |                     |                     |                     | Estado                    |
|----------|--|--------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
|          | Disp.  | Arm.   | Q                    | N,M                   | T <sub>1</sub>       | T <sub>2</sub>       | T <sub>3</sub>      | TNM <sub>1</sub>     | TV <sub>1</sub>     | TV <sub>2</sub>      | TV <sub>3</sub>     | TV <sub>4</sub>     | T,Disp <sub>1</sub> | T,Disp <sub>2</sub> |                           |
| P6 - P5  | Cumple   | Cumple | 8.471 m'<br>η = 68.5 | 9.5'<br>η = 80.2      | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 80.2 |
| P5 - P4  | Cumple   | Cumple | 0.758 m'<br>η = 70.7 | 10.848 m'<br>η = 90.8 | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 90.8 |
| P6 - P9  | Cumple   | Cumple | 4.349 m'<br>η = 90.1 | 2.950 m'<br>η = 93.7  | 0.000 m'<br>η = 6.9  | 6.148 m'<br>η = 8.3  | 6.148 m'<br>η = 4.0 | 6.148 m'<br>η = 91.5 | N.P. <sup>(2)</sup> | 0.000 m'<br>η = 35.0 | N.P. <sup>(1)</sup> | 6.342 m'<br>Cumple  | 6.148 m'<br>Cumple  | 6.148 m'<br>Cumple  | <b>CUMPLE</b><br>η = 93.7 |
| P5 - P9  | Cumple   | Cumple | 4.309 m'<br>η = 90.0 | 4.458 m'<br>η = 98.4  | 4.628 m'<br>η = 6.2  | 0.000 m'<br>η = 8.1  | 0.000 m'<br>η = 4.6 | 0.000 m'<br>η = 85.9 | N.P. <sup>(2)</sup> | 4.767 m'<br>η = 24.9 | N.P. <sup>(1)</sup> | 0.000 m'<br>Cumple  | 0.000 m'<br>Cumple  | 0.000 m'<br>Cumple  | <b>CUMPLE</b><br>η = 98.4 |
| B19 - P7 | Cumple   | Cumple | 4.215 m'<br>η = 71.9 | 1.848 m'<br>η = 82.7  | 1.848 m'<br>η = 16.5 | 1.848 m'<br>η = 21.7 | 1.848 m'<br>η = 7.1 | 0.248 m'<br>η = 83.5 | N.P. <sup>(2)</sup> | 0.248 m'<br>η = 57.3 | N.P. <sup>(1)</sup> | 3.895 m'<br>Cumple  | 0.248 m'<br>Cumple  | 0.248 m'<br>Cumple  | <b>CUMPLE</b>             |
| P5 - P18 | Cumple   | Cumple | 0.558 m'<br>η = 80.2 | 5.824 m'<br>η = 85.9  | 3.601 m'<br>η = 27.3 | 3.601 m'<br>η = 29.3 | 3.601 m'<br>η = 8.5 | 6.000 m'<br>η = 99.1 | N.P. <sup>(2)</sup> | 6.048 m'<br>η = 78.8 | N.P. <sup>(1)</sup> | 0.802 m'<br>Cumple  | 0.802 m'<br>Cumple  | 0.802 m'<br>Cumple  | <b>CUMPLE</b><br>η = 99.1 |
| P4 - B18 | Cumple   | Cumple | 0.558 m'<br>η = 77.8 | 1.848 m'<br>η = 83.1  | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 83.1 |
| B17 - P3 | Cumple   | Cumple | 0.000 m'<br>η = 77.2 | 1.848 m'<br>η = 73.0  | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 77.2 |

Notación:

| Vigas    | COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |                        |                      |                        |                      |                 | Estado        |
|----------|---|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------|---------------|
|          | W <sub>c,Comp</sub>                               | W <sub>c,Lat,Der</sub> | W <sub>c,Inf</sub>   | W <sub>c,Lat,Der</sub> | σ <sub>sp</sub>      | V <sub>fs</sub> |               |
| P6 - P5  | N.P. <sup>(1)</sup>                               | N.P. <sup>(1)</sup>    | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>    | N.P. <sup>(1)</sup>  | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P5 - P4  | N.P. <sup>(1)</sup>                               | N.P. <sup>(1)</sup>    | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>    | N.P. <sup>(1)</sup>  | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P6 - P9  | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 3.349 m<br>Cumple   | x: 3.349 m<br>Cumple | x: 3.349 m<br>Cumple   | x: 1.75 m<br>Cumple  | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| B19 - P7 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple       | x: 2.647 m<br>Cumple | x: 0 m<br>Cumple       | x: 4.773 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P5 - P18 | x: 6.289 m<br>Cumple                              | x: 6.289 m<br>Cumple   | x: 3.249 m<br>Cumple | x: 6.289 m<br>Cumple   | x: 1.426 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P4 - B18 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 3.25 m<br>Cumple    | x: 3.25 m<br>Cumple  | x: 3.25 m<br>Cumple    | x: 1.65 m<br>Cumple  | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| B17 - P3 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple       | x: 2.638 m<br>Cumple | x: 0 m<br>Cumple       | x: 4.765 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |

| Vigas    | Comprobaciones de flecha                          |   |   | Estado        |
|----------|---|---|---|---------------|
|          | Sobrecarga (Característica)                       | A plazo infinito (Cuasipermanente)  | Activa (Característica)                           |               |
|          | $f_{1,Q} \leq f_{1,Qlim}$<br>$f_{1,Qlim} = L/350$ | $f_{1,inf} \leq f_{1,lim}$<br>$f_{1,lim} = \text{Min.}(L/300, L/500+10.00)$ | $f_{a,act} \leq f_{a,lim}$<br>$f_{a,lim} = L/400$ |               |
| P6 - P5  | $f_{1,Q} = 0.16$ mm<br>$f_{1,Qlim} = 25.80$ mm    | $f_{1,inf} = 1.54$ mm<br>$f_{1,lim} = 28.06$ mm                             | $f_{a,act} = 0.80$ mm<br>$f_{a,lim} = 22.57$ mm   | <b>CUMPLE</b> |
| P5 - P4  | $f_{1,Q} = 0.37$ mm<br>$f_{1,Qlim} = 33.16$ mm    | $f_{1,inf} = 2.72$ mm<br>$f_{1,lim} = 33.21$ mm                             | $f_{a,act} = 1.49$ mm<br>$f_{a,lim} = 29.02$ mm   | <b>CUMPLE</b> |
| P6 - P9  | $f_{1,Q} = 3.91$ mm<br>$f_{1,Qlim} = 18.12$ mm    | $f_{1,inf} = 11.78$ mm<br>$f_{1,lim} = 21.14$ mm                            | $f_{a,act} = 10.65$ mm<br>$f_{a,lim} = 15.85$ mm  | <b>CUMPLE</b> |
| B19 - P7 | $f_{1,Q} = 1.16$ mm<br>$f_{1,Qlim} = 13.62$ mm    | $f_{1,inf} = 2.55$ mm<br>$f_{1,lim} = 15.89$ mm                             | $f_{a,act} = 2.28$ mm<br>$f_{a,lim} = 11.92$ mm   | <b>CUMPLE</b> |
| P5 - P18 | $f_{1,Q} = 1.45$ mm<br>$f_{1,Qlim} = 13.64$ mm    | $f_{1,inf} = 4.60$ mm<br>$f_{1,lim} = 15.91$ mm                             | $f_{a,act} = 8.31$ mm<br>$f_{a,lim} = 11.93$ mm   | <b>CUMPLE</b> |
| P4 - B18 | $f_{1,Q} = 2.48$ mm<br>$f_{1,Qlim} = 17.97$ mm    | $f_{1,inf} = 11.50$ mm<br>$f_{1,lim} = 20.96$ mm                            | $f_{a,act} = 7.51$ mm<br>$f_{a,lim} = 15.72$ mm   | <b>CUMPLE</b> |
| B17 - P3 | $f_{1,Q} = 1.44$ mm<br>$f_{1,Qlim} = 13.61$ mm    | $f_{1,inf} = 3.05$ mm<br>$f_{1,lim} = 15.88$ mm                             | $f_{a,act} = 2.66$ mm<br>$f_{a,lim} = 11.91$ mm   | <b>CUMPLE</b> |

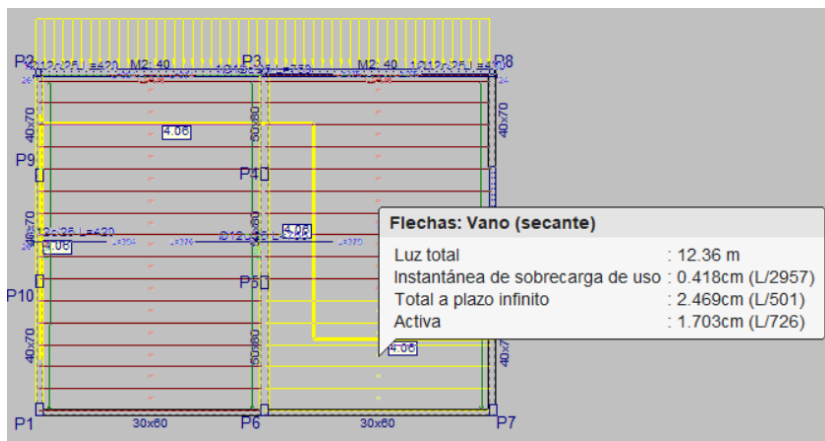


## Módulo 2: Centro de interpretación

### - Comprobación flecha forjados:

Se realiza la comprobación del paño más desfavorable del forjado sanitario, en este caso, el que cuenta con una luz de 12,40 metros y la mayor carga. En este caso para los forjados de placas alveolares, el límite de flecha total a plazo infinito es de  $L/500 + 1\text{ cm}$  y  $L/300$ . Para el caso de flecha activa, el límite se encuentra en  $L/1000 + 0,50\text{ cm}$  y  $L/500$  para los forjados de placas alveolares.

En este caso, la flecha total a plazo infinito es de 2,469 cm ( $L/501$ ) y la flecha activa es de 1,70 cm ( $L/726$ ). Por tanto, cumple con la norma.



### - Comprobación flecha vigas:

Se realizan las comprobaciones de flecha en las vigas más desfavorables, para ello, verificamos el correcto funcionamiento estructural de las vigas que unen los dos vanos del forjado sanitario, con una dimensión de 50x80 cm y una luz máxima de 6,35 m.

Los límites de flecha establecidos en vigas de hormigón son:

Instantánea de sobrecarga:  $L/350$

A plazo infinito:  $L/500 + 1\text{ cm}$ ,  $L/300$

Activa a largo plazo:  $L/400$

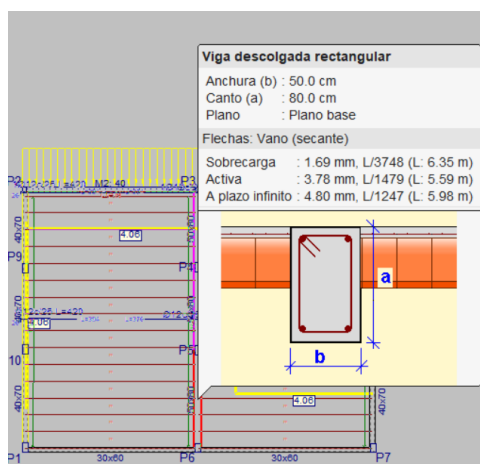
Los resultados obtenidos han sido:

Instantánea de sobrecarga: 1,69 mm ( $L/3748$ )

A plazo infinito: 4,80 mm ( $L/1247$ )

Activa a largo plazo: 3,78 mm ( $L/1479$ )

Por tanto, la viga, cumple con la norma.



- Comprobación desplome:

Se comprueba desplome frente a los desplazamientos horizontales provocados principalmente por la acción del viento. Se considera como límite H/500, dado como altura total, y H/250, dado como altura de planta. La altura total del edificio es de 11 metros. La altura de la planta semisótano es de 5 metros y la de la planta baja es de 6 metros.

En este caso, estudiamos el pilar 50, que es el más desfavorable frente a las acciones del viento. Su desplome debe ser menor a 10 mm. En este caso, el desplazamiento máximo del pilar 50 es de 7,02 mm, por tanto, cumple con la norma.

| Situaciones persistentes o transitorias |                         |          |              |              |              |
|---|-------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Pilar                                   | Planta                  | Cota (m) | Desp. X (mm) | Desp. Y (mm) | Desp. Z (mm) |
| P6                                      | Forjado cubierta centro | -0.40    | 7.02         | -5.22        | -0.23        |
|   | Forjado sanitario       | -5.40    | 0.79         | -0.71        | -0.06        |
|   | Cimentación             | -6.50    | 0.00         | 0.00         | 0.00         |

- Comprobación ELU:

La comprobación del Estado Límite Último se realiza a través de CYPECAD, que lo verifica automáticamente. Para ello, se adjuntan las comprobaciones más desfavorables del pilar verificada anteriormente y las vigas, las que encontramos más desfavorables:

Pilar 50

| Sección de hormigón - Temperatura ambiente |                |          |                     |                     |       |         |            |                        |       |        |            |            |         |         |         |
|--|----------------|----------|---------------------|---------------------|-------|---------|------------|------------------------|-------|--------|------------|------------|---------|---------|---------|
| Tramo                                      | Dimensión (cm) | Posición | Comprobaciones      |                     |       |         |            | Esfuerzos pésimos      |       |        |            |            |         | Estado  |         |
|  |                |          | Disp.               | Arm.                | Q (%) | N,M (%) | Aprov. (%) | Naturaleza             | Comp. | N (kN) | Mxx (kN-m) | Myy (kN-m) | Qx (kN) |         | Qy (kN) |
| Forjado cubierta centro (-5 - 0 m)         | 40x60          | Cabeza   | Cumple              | Cumple              | 74.4  | 71.1    | 74.4       | G, Q, V <sup>(2)</sup> | Q     | 758.8  | 265.8      | -58.8      | 39.7    | -144.6  | Cumple  |
|  |                | -1.3 m   | Cumple              | Cumple              | 73.0  | 99.7    | 99.7       | G, Q, V <sup>(2)</sup> | N,M   | 819.4  | 280.1      | -57.6      | 38.9    | -150.4  | Cumple  |
|  |                | -4.4 m   | Cumple              | Cumple              | 73.0  | 99.7    | 99.7       | G, Q, V <sup>(2)</sup> | Q     | 792.2  | -341.6     | 108.1      | 39.7    | -144.6  | Cumple  |
|  |                | Pie      | Cumple              | Cumple              | 73.0  | 99.7    | 99.7       | G, Q, V <sup>(2)</sup> | N,M   | 852.8  | -351.5     | 105.7      | 38.9    | -150.4  | Cumple  |
| Forjado sanitario (-6.5 - -5 m)            | 40x60          | Cabeza   | Cumple              | Cumple              | 99.9  | 53.8    | 99.9       | G, Q, V <sup>(4)</sup> | Q,N,M | 1942.7 | 252.0      | 84.5       | 120.7   | -1152.8 | Cumple  |
|  |                | Pie      | Cumple              | Cumple              | 99.9  | 97.7    | 99.9       | G, Q, V <sup>(4)</sup> | Q,N,M | 1948.2 | -554.9     | 168.9      | 120.7   | -1152.8 | Cumple  |
| Cimentación                                | 40x60          | Arranque | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | 83.7  | 96.7    | 96.7       | G, Q, V <sup>(4)</sup> | Q,N,M | 1948.2 | -554.9     | 168.9      | 120.7   | -1152.8 | Cumple  |

NOTAS:  
 (1) La comprobación no procede  
 (2) 1.35 PP+1.35 CM+1.05 Qd(C)+1.5 V(-Yacc.-)  
 (3) 1.35 PP+1.35 CM+1.05 Qd(C)+1.5 Qd(G2)+0.9 V(-Yacc.-)  
 (4) 1.35 PP+1.35 CM+1.5 Qd(C)+0.9 V(-Yacc.-)

| Sección de hormigón - Situación de incendio |                |          |                |            |                  |                   |            |            |         |         |        |
|---|----------------|----------|----------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------|---------|---------|--------|
| Tramo                                       | Dimensión (cm) | Posición | Comprobaciones |            |                  | Esfuerzos pésimos |            |            |         |         | Estado |
|   |                |          | Inc.           | Aprov. (%) | Naturaleza       | N (kN)            | Mxx (kN-m) | Myy (kN-m) | Qx (kN) | Qy (kN) |        |
| Forjado cubierta centro (-5 - 0 m)          | 40x60          | Cabeza   | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 560.5             | 193.6      | -41.9      | 28.2    | -103.0  | Cumple |
|   |                | -1.3 m   | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 585.2             | -239.0     | 76.4       | 28.2    | -103.0  | Cumple |
|   |                | -4.4 m   | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 585.2             | -239.0     | 76.4       | 28.2    | -103.0  | Cumple |
|   |                | Pie      | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 585.2             | -239.0     | 76.4       | 28.2    | -103.0  | Cumple |
| Forjado sanitario (-6.5 - -5 m)             | 40x60          | Cabeza   | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 1173.9            | 88.9       | 56.7       | 107.3   | -643.3  | Cumple |
|   |                | Pie      | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 1178.0            | -361.4     | 131.8      | 107.3   | -643.3  | Cumple |
| Cimentación                                 | 40x60          | -        | -              | -          | -                | -                 | -          | -          | -       | -       |        |

NOTAS:  
 (1) PP+CM

Vigas forjado sanitario

| Vigas | COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |        |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                               | Estado              |                               |
|-------|--|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
|       | Disp.  | Arm.   | Q                   | N,M                 | T <sub>1</sub>      | T <sub>2</sub>      | T <sub>3</sub>      | TNM                 | TV <sub>1</sub>     | TV <sub>2</sub>     | TV <sub>3</sub>     | TV <sub>4</sub>     | T <sub>Disp<sub>1</sub></sub> |                     | T <sub>Disp<sub>2</sub></sub> |
| P1-P6 | Cumple   | Cumple | 11.407m<br>η = 90.4 | 4.653m<br>η = 88.7  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup> | CUMPLE<br>η = 90.4            |
| P6-P7 | Cumple   | Cumple | 11.570m<br>η = 90.9 | 11.570m<br>η = 81.2 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup> | CUMPLE<br>η = 90.9            |
| P10   | Cumple   | Cumple | 0.658m<br>η = 98.2  | 3.649m<br>η = 96.6  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup> | CUMPLE<br>η = 98.2            |
| P9-P9 | Cumple   | Cumple | 0.658m<br>η = 96.3  | P10<br>η = 80.8     | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup> | CUMPLE<br>η = 96.3            |
| P5-P2 | Cumple   | Cumple | 0.658m<br>η = 95.0  | P9<br>η = 86.2      | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup> | CUMPLE<br>η = 95.0            |
| P5    | Cumple   | Cumple | 0.758m<br>η = 93.5  | P6<br>η = 77.7      | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup> | CUMPLE<br>η = 93.5            |
| P4    | Cumple   | Cumple | 2.497m<br>η = 66.7  | 5.293m<br>η = 87.9  | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup> | CUMPLE<br>η = 87.9            |
| P3    | Cumple   | Cumple | 0.758m<br>η = 70.6  | P4<br>η = 73.7      | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup> | CUMPLE<br>η = 73.7            |
| P8    | Cumple   | Cumple | 1.871m<br>η = 91.0  | 2.271m<br>η = 95.2  | 0.000m<br>η = 15.3  | 0.000m<br>η = 20.9  | 0.000m<br>η = 17.2  | 0.000m<br>η = 86.7  | N.P. <sup>(2)</sup> | 0.000m<br>η = 42.6  | N.P. <sup>(2)</sup> | 0.000m<br>Cumple    | 0.000m<br>Cumple              | 0.000m<br>Cumple    | CUMPLE<br>η = 95.2            |
| B22   | Cumple   | Cumple | 0.658m<br>η = 79.2  | P7<br>η = 82.7      | 6.298m<br>η = 27.6  | 6.298m<br>η = 30.9  | 6.298m<br>η = 16.8  | 6.298m<br>η = 73.9  | N.P. <sup>(2)</sup> | 6.315m<br>η = 59.6  | N.P. <sup>(1)</sup> | 6.315m<br>Cumple    | 5.898m<br>Cumple              | 5.898m<br>Cumple    | CUMPLE                        |

| Vigas    | COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |                       |                      |                       |                      | Estado                  |
|----------|---|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
|          | $W_{k,C,Sup}$                                     | $W_{k,C,Lat,Der}$     | $W_{k,C,Inf}$        | $W_{k,C,Lat,Izq}$     | $\sigma_{sr}$        |                         |
| P1 - P6  | x: 11.965 m<br>Cumple                             | x: 11.965 m<br>Cumple | x: 4.653 m<br>Cumple | x: 11.965 m<br>Cumple | x: 3.656 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |
| P6 - P7  | x: 12.128 m<br>Cumple                             | x: 12.128 m<br>Cumple | x: 4.716 m<br>Cumple | x: 12.128 m<br>Cumple | x: 4.043 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |
| P1 - P10 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 4.249 m<br>Cumple  | x: 4.249 m<br>Cumple | x: 4.249 m<br>Cumple  | x: 6.299 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |
| P10 - P9 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple      | x: 4.048 m<br>Cumple | x: 0 m<br>Cumple      | x: 2.648 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |
| P9 - P2  | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple      | x: 4.021 m<br>Cumple | x: 0 m<br>Cumple      | x: 2.421 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |
| P6 - P5  | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple      | x: 3.898 m<br>Cumple | x: 0 m<br>Cumple      | x: 5.297 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |

| Vigas    | COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |                      |                      |                      |                      | Estado                  |
|----------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
|          | $W_{k,C,Sup}$                                     | $W_{k,C,Lat,Der}$    | $W_{k,C,Inf}$        | $W_{k,C,Lat,Izq}$    | $\sigma_{sr}$        |                         |
| P5 - P4  | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 4.897 m<br>Cumple | x: 4.897 m<br>Cumple | x: 4.897 m<br>Cumple | x: 4.897 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |
| P4 - P3  | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple     | x: 3.352 m<br>Cumple | x: 0 m<br>Cumple     | x: 2.153 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |
| - P8     | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 2.871 m<br>Cumple | x: 2.871 m<br>Cumple | x: 2.871 m<br>Cumple | x: 2.271 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |
| P7 - B22 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple     | x: 3.499 m<br>Cumple | x: 0 m<br>Cumple     | x: 6.098 m<br>Cumple | Cumple<br><b>CUMPLE</b> |

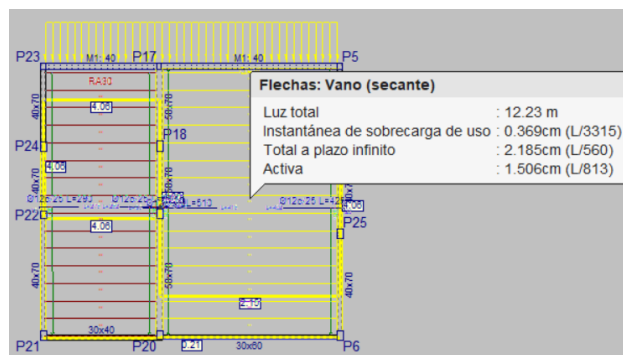
| Vigas    | Comprobaciones de flecha  |  |   | Estado        |
|----------|---|--|---|---------------|
|          | Sobrecarga<br>(Característica)<br>$f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$<br>$f_{i,Q,lim} = L/350$ | A plazo infinito<br>(Cuasipermanente)<br>$f_{T,max} \leq f_{T,lim}$<br>$f_{T,lim} = \text{Mín.}(L/300, L/500+10.00)$ | Activa<br>(Característica)<br>$f_{A,max} \leq f_{A,lim}$<br>$f_{A,lim} = L/400$ |               |
| P1 - P6  | $f_{i,Q}$ : 0.52 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 34.19 mm                                       | $f_{T,max}$ : 6.35 mm<br>$f_{T,lim}$ : 31.62 mm  | $f_{A,max}$ : 0.99 mm<br>$f_{A,lim}$ : 3.32 mm                                  | <b>CUMPLE</b> |
| P6 - P7  | $f_{i,Q}$ : 0.58 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 34.65 mm                                       | $f_{T,max}$ : 6.30 mm<br>$f_{T,lim}$ : 31.93 mm  | $f_{A,max}$ : 1.00 mm<br>$f_{A,lim}$ : 3.37 mm                                  | <b>CUMPLE</b> |
| P1 - P10 | $f_{i,Q}$ : 1.25 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 16.67 mm                                       | $f_{T,max}$ : 4.42 mm<br>$f_{T,lim}$ : 17.32 mm  | $f_{A,max}$ : 1.38 mm<br>$f_{A,lim}$ : 3.62 mm                                  | <b>CUMPLE</b> |
| P10 - P9 | $f_{i,Q}$ : 0.34 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 13.86 mm                                       | $f_{T,max}$ : 0.77 mm<br>$f_{T,lim}$ : 4.54 mm   | $f_{A,max}$ : 0.95 mm<br>$f_{A,lim}$ : 3.62 mm                                  | <b>CUMPLE</b> |
| P9 - P2  | $f_{i,Q}$ : 0.46 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 13.12 mm                                       | $f_{T,max}$ : 2.71 mm<br>$f_{T,lim}$ : 12.94 mm  | $f_{A,max}$ : 2.46 mm<br>$f_{A,lim}$ : 9.03 mm                                  | <b>CUMPLE</b> |
| P6 - P5  | $f_{i,Q}$ : 1.69 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 18.14 mm                                       | $f_{T,max}$ : 4.80 mm<br>$f_{T,lim}$ : 19.93 mm  | $f_{A,max}$ : 3.78 mm<br>$f_{A,lim}$ : 13.98 mm                                 | <b>CUMPLE</b> |
| P5 - P4  | $f_{i,Q}$ : 0.45 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 14.03 mm                                       | $f_{T,max}$ : 1.68 mm<br>$f_{T,lim}$ : 15.21 mm  | $f_{A,max}$ : 0.39 mm<br>$f_{A,lim}$ : 2.24 mm                                  | <b>CUMPLE</b> |
| P4 - P3  | $f_{i,Q}$ : 0.52 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 13.78 mm                                       | $f_{T,max}$ : 2.22 mm<br>$f_{T,lim}$ : 15.06 mm  | $f_{A,max}$ : 1.81 mm<br>$f_{A,lim}$ : 10.07 mm                                 | <b>CUMPLE</b> |
| - P8     | $f_{i,Q}$ : 0.52 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 14.00 mm                                       | $f_{T,max}$ : 1.56 mm<br>$f_{T,lim}$ : 16.17 mm  | $f_{A,max}$ : 1.26 mm<br>$f_{A,lim}$ : 11.57 mm                                 | <b>CUMPLE</b> |
| P7 - B22 | $f_{i,Q}$ : 1.95 mm<br>$f_{i,Q,lim}$ : 18.04 mm                                       | $f_{T,max}$ : 6.01 mm<br>$f_{T,lim}$ : 21.05 mm  | $f_{A,max}$ : 5.09 mm<br>$f_{A,lim}$ : 15.79 mm                                 | <b>CUMPLE</b> |

### Módulo 3: Talleres

- Comprobación flecha forjados:

Se realiza la comprobación del paño más desfavorable del forjado sanitario, en este caso, el que cuenta con una luz de 12,23 metros y la mayor carga. En este caso para los forjados de placas alveolares, el límite de flecha total a plazo infinito es de  $L/500 + 1\text{cm}$  y  $L/300$ . Para el caso de flecha activa, el límite se encuentra en  $L/1000+0,50\text{cm}$  y  $L/500$  para los forjados de placas alveolares.

En este caso, la flecha total a plazo infinito es de 2,185 cm ( $L/560$ ) y la flecha activa es de 1,50 cm ( $L/813$ ). Por tanto, cumple con la norma.



- Comprobación flecha vigas:

Se realizan las comprobaciones de flecha en las vigas más desfavorables, para ello, verificamos el correcto funcionamiento estructural de las vigas que unen los dos vanos del forjado sanitario, con una dimensión de 50x70 cm y una luz máxima de 7,67 m.

Los límites de flecha establecidos en vigas de hormigón son:

Instantánea de sobrecarga:  $L/350$

A plazo infinito:  $L/500 + 1\text{ cm}$ ,  $L/300$

Activa a largo plazo:  $L/400$

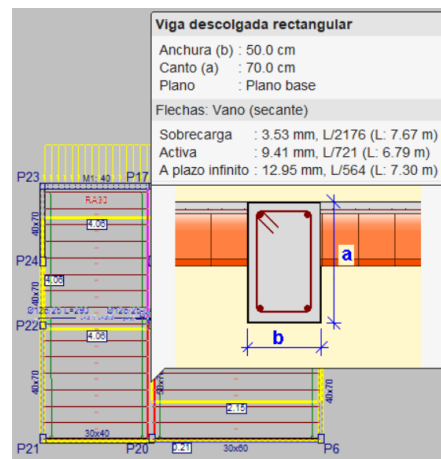
Los resultados obtenidos han sido:

Instantánea de sobrecarga: 3,53 mm ( $L/2176$ )

A plazo infinito: 12,95 mm ( $L/564$ )

Activa a largo plazo: 9,41 mm ( $L/721$ )

Por tanto, la viga, cumple con la norma.



- Comprobación desplome:

Se comprueba desplome frente a los desplazamientos horizontales provocados principalmente por la acción del viento. Se considera como límite  $H/500$ , dado como altura total, y  $H/250$ , dado como altura de planta. La altura total del edificio es de 11 metros. La altura de la planta semisótano es de 5 metros y la de la planta baja es de 6 metros.

En este caso, estudiamos el pilar 47, que es el más desfavorable frente a las acciones del viento. Su desplome debe ser menor a 10 mm. En este caso, el desplazamiento máximo del pilar 47 es de 8,43 mm, por tanto, cumple con la norma.

| Situaciones persistentes o transitorias |                         |          |              |              |              |
|---|-------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Pilar                                   | Planta                  | Cota (m) | Desp. X (mm) | Desp. Y (mm) | Desp. Z (mm) |
| P20                                     | Forjado cubierta centro | -0.35    | -0.74        | -8.43        | -0.28        |
|   | Forjado sanitario       | -5.35    | -0.13        | -1.03        | -0.08        |
|   | Cimentación             | -6.50    | 0.00         | 0.00         | 0.00         |

- Comprobación ELU:

La comprobación del Estado Límite Último se realiza a través de CYPECAD, que lo verifica automáticamente. Para ello, se adjuntan las comprobaciones más desfavorables del pilar verificada anteriormente y las vigas, las que encontramos más desfavorables:

| Tramo                              | Dimensión (cm) | Posición | Sección de hormigón - Temperatura ambiente |                     |       |         |            |                        |       |        |            |            | Estado |         |         |
|------------------------------------|----------------|----------|--|---------------------|-------|---------|------------|------------------------|-------|--------|------------|------------|--------|---------|---------|
|                                    |                |          | Comprobaciones                             |                     |       |         |            | Esfuerzos pésimos      |       |        |            |            |        |         |         |
|                                    |                |          | Disp.                                      | Arm.                | Q (%) | N,M (%) | Aprov. (%) | Naturaleza             | Comp. | N (kN) | Mxx (kN-m) | Myy (kN-m) |        | Qx (kN) | Qy (kN) |
| Forjado cubierta centro (-5 - 0 m) | 40x60          | Cabeza   | Cumple                                     | Cumple              | 70.0  | 81.4    | 81.4       | G, Q, V <sup>(1)</sup> | Q,N,M | 1003.3 | 513.1      | 53.2       | -23.0  | -260.3  | Cumple  |
|                                    |                | -1.2 m   | Cumple                                     | Cumple              | 70.0  | 94.1    | 94.1       | G, Q, V <sup>(1)</sup> | Q,N,M | 1037.5 | -606.2     | -45.5      | -23.0  | -260.3  | Cumple  |
|                                    |                | -4.4 m   | Cumple                                     | Cumple              | 98.0  | 94.1    | 98.0       | G, Q, V <sup>(1)</sup> | Q,N,M | 1037.5 | -606.2     | -45.5      | -23.0  | -260.3  | Cumple  |
|                                    |                | Pie      | Cumple                                     | Cumple              | 42.0  | 94.1    | 94.1       | G, Q, V <sup>(1)</sup> | Q,N,M | 1037.5 | -606.2     | -45.5      | -23.0  | -260.3  | Cumple  |
| Forjado sanitario (-6.5 - -5 m)    | 40x60          | Cabeza   | Cumple                                     | Cumple              | 99.5  | 51.4    | 99.5       | G, Q, V <sup>(1)</sup> | Q     | 2114.4 | 250.7      | 2.5        | -49.9  | -1180.1 | Cumple  |
|                                    |                | Pie      | Cumple                                     | Cumple              | 99.5  | 97.1    | 99.5       | G, Q, V <sup>(1)</sup> | N,M   | 2110.3 | 256.9      | 2.2        | -49.6  | -1180.1 | Cumple  |
| Cimentación                        | 40x60          | Arranque | N.P. <sup>(1)</sup>                        | N.P. <sup>(1)</sup> | 82.6  | 96.6    | 96.6       | G, Q, V <sup>(1)</sup> | Q     | 2120.7 | -693.4     | -37.5      | -49.9  | -1180.1 | Cumple  |
|                                    |                |          | N.P. <sup>(1)</sup>                        | N.P. <sup>(1)</sup> | 82.6  | 96.6    | 96.6       | G, Q, V <sup>(1)</sup> | N,M   | 2120.7 | -693.4     | -37.5      | -49.9  | -1180.1 | Cumple  |

| Tramo                              | Dimensión (cm) | Posición | Sección de hormigón - Situación de incendio |            |                  |        |            |                   |         |         |        |  | Estado |
|------------------------------------|----------------|----------|---|------------|------------------|--------|------------|-------------------|---------|---------|--------|--|--------|
|                                    |                |          | Comprobaciones                              |            |                  |        |            | Esfuerzos pésimos |         |         |        |  |        |
|                                    |                |          | Inc.  | Aprov. (%) | Naturaleza       | N (kN) | Mxx (kN-m) | Myy (kN-m)        | Qx (kN) | Qy (kN) |        |  |        |
| Forjado cubierta centro (-5 - 0 m) | 40x60          | Cabeza   | Cumple                                      | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 500.0  | 274.7      | 31.7              | -13.6   | -143.8  | Cumple |  |        |
|                                    |                | -1.2 m   | Cumple                                      | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 525.4  | -343.6     | -26.6             | -13.6   | -143.8  | Cumple |  |        |
|                                    |                | -4.4 m   | Cumple                                      | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 525.4  | -343.6     | -26.6             | -13.6   | -143.8  | Cumple |  |        |
|                                    |                | Pie      | Cumple                                      | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 525.4  | -343.6     | -26.6             | -13.6   | -143.8  | Cumple |  |        |
| Forjado sanitario (-6.5 - -5 m)    | 40x60          | Cabeza   | Cumple                                      | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 1049.0 | 72.4       | 3.8               | -35.8   | -657.0  | Cumple |  |        |
|                                    |                | Pie      | Cumple                                      | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 1053.8 | -453.2     | -24.8             | -35.8   | -657.0  | Cumple |  |        |
| Cimentación                        | 40x60          | -        | -   | -          | -                | -      | -          | -                 | -       | -       | -      |  |        |

Vigas forjado sanitario

| Vigas     | COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |        |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                     |                       |                     |                     |                     |                     | Estado              |                           |
|-----------|--|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
|           | Disp.  | Arm.   | Q                     | N,M                   | T <sub>1</sub>        | T <sub>2</sub>        | T <sub>3</sub>       | TNM                   | TV <sub>1</sub>     | TV <sub>2</sub>       | TV <sub>3</sub>     | TV <sub>4</sub>     | TV <sub>5</sub>     | T,Disp <sub>1</sub> |                     | T,Disp <sub>2</sub>       |
| P6 - P25  | Cumple   | Cumple | '2,674 m'<br>η = 82.3 | 'P6'<br>η = 83.3      | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 83.3 |
| P25 - P26 | Cumple   | Cumple | '2,244 m'<br>η = 86.3 | '4,422 m'<br>η = 82.9 | '0,000 m'<br>η = 13.6 | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | '0,000 m'<br>η = 51.4 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 86.3 |
| P26 - P5  | Cumple   | Cumple | '0,658 m'<br>η = 82.4 | 'P5'<br>η = 84.7      | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 84.7 |
| P21 - P22 | Cumple   | Cumple | '0,658 m'<br>η = 92.7 | 'P21'<br>η = 81.7     | '7,498 m'<br>η = 7.3  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | '7,678 m'<br>η = 21.4 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 92.7 |
| P22 - P24 | Cumple   | Cumple | '0,658 m'<br>η = 92.1 | 'P24'<br>η = 83.3     | '4,068 m'<br>η = 9.6  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | '0,000 m'<br>η = 36.4 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 92.1 |
| P24 - P23 | Cumple   | Cumple | '0,658 m'<br>η = 91.2 | 'P24'<br>η = 77.2     | '0,000 m'<br>η = 4.6  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | '0,000 m'<br>η = 28.5 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 91.2 |
| P21 - P20 | Cumple   | Cumple | '0,358 m'<br>η = 83.7 | 'P21'<br>η = 83.9     | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 83.9 |
| P20 - P6  | Cumple   | Cumple | '0,558 m'<br>η = 90.4 | '5,986 m'<br>η = 94.3 | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 94.3 |
| P20 - P19 | Cumple   | Cumple | '7,017 m'<br>η = 87.6 | '3,677 m'<br>η = 93.9 | '2,275 m'<br>η = 12.1 | '3,081 m'<br>η = 23.9 | '2,296 m'<br>η = 6.8 | '3,859 m'<br>η = 95.8 | N.P. <sup>(1)</sup> | '7,494 m'<br>η = 53.5 | N.P. <sup>(1)</sup> | '6,695 m'<br>Cumple | '1,483 m'<br>Cumple | '1,483 m'<br>Cumple | '1,483 m'<br>Cumple | <b>CUMPLE</b><br>η = 95.8 |
| P19 - P18 | Cumple   | Cumple | '0,658 m'<br>η = 76.9 | 'P18'<br>η = 94.4     | '3,851 m'<br>η = 9.6  | '0,683 m'<br>η = 8.4  | '2,267 m'<br>η = 5.5 | '0,769 m'<br>η = 79.4 | N.P. <sup>(1)</sup> | '0,287 m'<br>η = 49.0 | N.P. <sup>(1)</sup> | '0,683 m'<br>Cumple | '0,683 m'<br>Cumple | '0,683 m'<br>Cumple | '0,683 m'<br>Cumple | <b>CUMPLE</b><br>η = 94.4 |
| P18 - P17 | Cumple   | Cumple | '0,658 m'<br>η = 87.0 | 'P17'<br>η = 86.4     | '2,769 m'<br>η = 8.0  | '2,845 m'<br>η = 20.9 | '2,769 m'<br>η = 6.1 | '0,658 m'<br>η = 85.8 | N.P. <sup>(1)</sup> | '0,122 m'<br>η = 45.5 | N.P. <sup>(1)</sup> | '0,658 m'<br>Cumple | '0,658 m'<br>Cumple | '0,658 m'<br>Cumple | '0,658 m'<br>Cumple | <b>CUMPLE</b>             |

| Vigas     | COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |                           |                       |                           |                      |                 | Estado        |
|-----------|---|---------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|---------------|
|           | W <sub>k,C.sup.</sub>                             | W <sub>k,C.Lat.Der.</sub> | W <sub>k,C.inf.</sub> | W <sub>k,C.Lat.Izq.</sub> | σ <sub>sr</sub>      | V <sub>rs</sub> |               |
| P6 - P25  | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 4.259 m<br>Cumple  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 6.041 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P25 - P26 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 4.422 m<br>Cumple      | x: 4.422 m<br>Cumple  | x: 4.422 m<br>Cumple      | x: 4.422 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P26 - P5  | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 4.897 m<br>Cumple      | x: 4.897 m<br>Cumple  | x: 4.897 m<br>Cumple      | x: 4.897 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P21 - P22 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 5.299 m<br>Cumple  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 6.698 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P22 - P24 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 4.105 m<br>Cumple      | x: 4.105 m<br>Cumple  | x: 4.105 m<br>Cumple      | x: 4.105 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |

| Vigas     | COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |                           |                       |                           |                      |                 | Estado        |
|-----------|---|---------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|---------------|
|           | W <sub>k,C.sup.</sub>                             | W <sub>k,C.Lat.Der.</sub> | W <sub>k,C.inf.</sub> | W <sub>k,C.Lat.Izq.</sub> | σ <sub>sr</sub>      | V <sub>rs</sub> |               |
| P24 - P23 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 4.989 m<br>Cumple  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 2.962 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P21 - P20 | N.P. <sup>(1)</sup>                               | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup>  | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P20 - P6  | x: 11.971 m<br>Cumple                             | x: 6.318 m<br>Cumple      | x: 6.318 m<br>Cumple  | x: 6.318 m<br>Cumple      | x: 5.653 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P20 - P19 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 4.295 m<br>Cumple      | x: 4.295 m<br>Cumple  | x: 4.295 m<br>Cumple      | x: 6.463 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P19 - P18 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 3.946 m<br>Cumple  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 2.318 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |
| P18 - P17 | x: 0 m<br>Cumple                                  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 3.561 m<br>Cumple  | x: 0 m<br>Cumple          | x: 4.948 m<br>Cumple | Cumple          | <b>CUMPLE</b> |

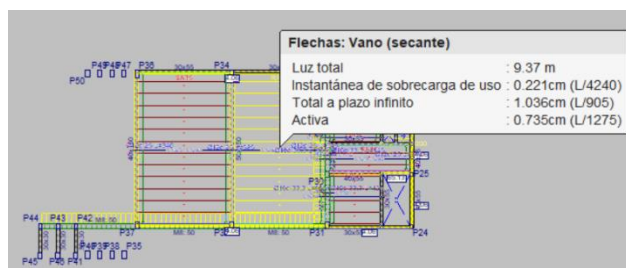
| Comprobaciones de flecha |   |   |   |        |
|--------------------------|---|---|---|--------|
| Vigas                    | Sobrecarga (Característica)                         | A plazo infinito (Cuasipermanente)  | Activa (Característica)                           | Estado |
|                          | $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$<br>$f_{i,Q,lim} = L/350$ | $f_{r,max} \leq f_{r,lim}$<br>$f_{r,lim} = \text{Min.}(L/300, L/500+10.00)$ | $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$<br>$f_{A,lim} = L/400$ |        |
| P6 - P25                 | $f_{i,Q} : 1.22$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 16.05$ mm     | $f_{r,max} : 3.88$ mm<br>$f_{r,lim} : 17.73$ mm                             | $f_{A,max} : 0.99$ mm<br>$f_{A,lim} : 3.22$ mm    | CUMPLE |
| P25 - P26                | $f_{i,Q} : 0.29$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 15.46$ mm     | $f_{r,max} : 2.13$ mm<br>$f_{r,lim} : 13.56$ mm                             | $f_{A,max} : 0.78$ mm<br>$f_{A,lim} : 3.13$ mm    | CUMPLE |
| P26 - P5                 | $f_{i,Q} : 0.37$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 12.55$ mm     | $f_{r,max} : 2.17$ mm<br>$f_{r,lim} : 12.15$ mm                             | $f_{A,max} : 1.97$ mm<br>$f_{A,lim} : 8.42$ mm    | CUMPLE |
| P21 - P22                | $f_{i,Q} : 0.66$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 21.94$ mm     | $f_{r,max} : 2.64$ mm<br>$f_{r,lim} : 20.89$ mm                             | $f_{A,max} : 1.01$ mm<br>$f_{A,lim} : 4.25$ mm    | CUMPLE |
| P22 - P24                | $f_{i,Q} : 0.05$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 11.05$ mm     | $f_{r,max} : 0.79$ mm<br>$f_{r,lim} : 7.66$ mm                              | $f_{A,max} : 0.65$ mm<br>$f_{A,lim} : 4.67$ mm    | CUMPLE |
| P24 - P23                | $f_{i,Q} : 0.15$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 14.26$ mm     | $f_{r,max} : 1.62$ mm<br>$f_{r,lim} : 11.71$ mm                             | $f_{A,max} : 1.54$ mm<br>$f_{A,lim} : 8.57$ mm    | CUMPLE |
| P21 - P20                | $f_{i,Q} : 0.39$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 21.61$ mm     | $f_{r,max} : 1.97$ mm<br>$f_{r,lim} : 25.12$ mm                             | $f_{A,max} : 1.26$ mm<br>$f_{A,lim} : 18.01$ mm   | CUMPLE |
| P20 - P6                 | $f_{i,Q} : 0.93$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 34.20$ mm     | $f_{r,max} : 7.80$ mm<br>$f_{r,lim} : 33.94$ mm                             | $f_{A,max} : 4.42$ mm<br>$f_{A,lim} : 29.10$ mm   | CUMPLE |
| P20 - P19                | $f_{i,Q} : 3.53$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 21.93$ mm     | $f_{r,max} : 12.95$ mm<br>$f_{r,lim} : 24.35$ mm                            | $f_{A,max} : 9.41$ mm<br>$f_{A,lim} : 16.96$ mm   | CUMPLE |
| P19 - P18                | $f_{i,Q} : 0.10$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 11.28$ mm     | $f_{r,max} : 0.57$ mm<br>$f_{r,lim} : 4.73$ mm                              | $f_{A,max} : 0.63$ mm<br>$f_{A,lim} : 3.80$ mm    | CUMPLE |
| P18 - P17                | $f_{i,Q} : 1.05$ mm<br>$f_{i,Q,lim} : 12.67$ mm     | $f_{r,max} : 3.53$ mm<br>$f_{r,lim} : 13.74$ mm                             | $f_{A,max} : 3.20$ mm<br>$f_{A,lim} : 9.74$ mm    | CUMPLE |

#### Módulo 4: Caseta

- Comprobación flecha forjados:

Se realiza la comprobación del paño más desfavorable del forjado sanitario de la caseta municipal, en este caso, el que cuenta con una luz de 9,37 metros y la mayor carga. En este caso para los forjados de placas alveolares, el límite de flecha total a plazo infinito es de  $L/500 + 1$  cm y  $L/300$ . Para el caso de flecha activa, el límite se encuentra en  $L/1000 + 0,50$  cm y  $L/500$  para los forjados de placas alveolares.

En este caso, la flecha total a plazo infinito es de 1,036 cm ( $L/905$ ) y la flecha activa es de 0,735 cm ( $L/1275$ ). Por tanto, cumple con la norma.



- Comprobación flecha vigas:

Se realizan las comprobaciones de flecha en las vigas más desfavorables, para ello, verificamos el correcto funcionamiento estructural de las vigas que unen los dos vanos del forjado sanitario, con una dimensión de 50x150 cm y una luz máxima de 14,56 m.

Los límites de flecha establecidos en vigas de hormigón son:

Instantánea de sobrecarga:  $L/350$

A plazo infinito:  $L/500 + 1$  cm,  $L/300$

Activa a largo plazo:  $L/400$

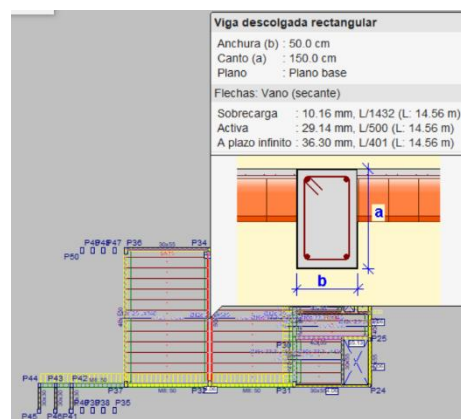
Los resultados obtenidos han sido:

Instantánea de sobrecarga: 10,16 mm ( $L/1432$ )

A plazo infinito: 36,30 mm ( $L/401$ )

Activa a largo plazo: 29,14 mm ( $L/500$ )

Por tanto, la viga, cumple con la norma.



- Comprobación desplome:

Se comprueba desplome frente a los desplazamientos horizontales provocados principalmente por la acción del viento. Se considera como límite H/500, dado como altura total, y H/250, dado como altura de planta. La altura total del edificio es de 11 metros. La altura de la planta semisótano es de 5 metros y la de la planta baja es de 6 metros.

En este caso, estudiamos el pilar 39, que es el más desfavorable frente a las acciones del viento. Su desplome debe ser menor a 10 mm. En este caso, el desplazamiento máximo del pilar 39 es de 3,06 mm, por tanto, cumple con la norma.

| Situaciones persistentes o transitorias |                         |          |              |              |              |
|---|-------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Pilar                                   | Planta                  | Cota (m) | Desp. X (mm) | Desp. Y (mm) | Desp. Z (mm) |
| P45                                     | Forjado cubierta caseta | 5.85     | 2.12         | -3.06        | -0.03        |
|   | Forjado intermedio      | -0.15    | 0.25         | -4.92        | -0.03        |
|   | Forjado sanitario       | -5.00    | -0.02        | -0.62        | -0.01        |
|   | Cimentación             | -6.50    | 0.00         | 0.00         | 0.00         |

- Comprobación ELU:

La comprobación del Estado Límite Último se realiza a través de CYPECAD, que lo verifica automáticamente. Para ello, se adjuntan las comprobaciones más desfavorables del pilar verificada anteriormente y las vigas, las que encontramos más desfavorables:

Pilar 39

| Sección de hormigón - Temperatura ambiente |                |          |                     |                     |       |         |                               |                        |       |        |                        |                        |        |                     |                     |
|--|----------------|----------|---------------------|---------------------|-------|---------|-------------------------------|------------------------|-------|--------|------------------------|------------------------|--------|---------------------|---------------------|
| Tramo                                      | Dimensión (cm) | Posición | Comprobaciones      |                     |       |         | Esfuerzos p <sub>s</sub> imos |                        |       |        |                        |                        | Estado |                     |                     |
|  |                |          | Disp.               | Arm.                | Q (%) | N,M (%) | Aprov. (%)                    | Naturaleza             | Comp. | N (kN) | M <sub>xx</sub> (kN-m) | M <sub>yy</sub> (kN-m) |        | Q <sub>x</sub> (kN) | Q <sub>y</sub> (kN) |
| Forjado cubierta caseta (0 - 6 m)          | 40x50          | Cabeza   | Cumple              | Cumple              | 19.2  | 24.3    | 24.3                          | G, V <sup>(2)</sup>    | Q,N,M | -9.5   | -19.0                  | -0.6                   | 0.5    | 17.7                | Cumple              |
|  |                | 5.2 m    | Cumple              | Cumple              | 18.3  | 87.1    | 87.1                          | G, V <sup>(2)</sup>    | Q,N,M | 28.2   | 81.8                   | 2.3                    | 0.5    | 17.7                | Cumple              |
|  |                | 0.6 m    | Cumple              | Cumple              | 18.3  | 87.1    | 87.1                          | G, V <sup>(2)</sup>    | Q,N,M | 28.2   | 81.8                   | 2.3                    | 0.5    | 17.7                | Cumple              |
|  |                | Pie      | Cumple              | Cumple              | 18.3  | 87.1    | 87.1                          | G, V <sup>(2)</sup>    | Q,N,M | 28.2   | 81.8                   | 2.3                    | 0.5    | 17.7                | Cumple              |
| Forjado sanitario (-6.5 - 0 m)             | 40x50          | Cabeza   | Cumple              | Cumple              | 36.9  | 80.9    | 80.9                          | G, Q, V <sup>(2)</sup> | Q     | 55.7   | 96.7                   | 9.9                    | -2.1   | -34.2               | Cumple              |
|  |                | -5.9 m   | Cumple              | Cumple              | 35.3  | 90.1    | 90.1                          | G, V <sup>(2)</sup>    | N,M   | 51.8   | 96.3                   | 9.5                    | -2.0   | -34.0               | Cumple              |
|  |                | Pie      | Cumple              | Cumple              | 35.3  | 90.1    | 90.1                          | G, Q, V <sup>(2)</sup> | Q,N,M | 96.7   | -115.5                 | -3.0                   | -2.1   | -34.2               | Cumple              |
| Cimentación                                | 40x50          | Arranque | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | 4.0   | 90.1    | 90.1                          | G, Q, V <sup>(2)</sup> | Q,N,M | 96.7   | -115.5                 | -3.0                   | -2.1   | -34.2               | Cumple              |

| Sección de hormigón - Situación de incendio |                |          |                |            |                  |        |                               |                        |                     |                     |        |  |        |
|---|----------------|----------|----------------|------------|------------------|--------|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|--------|--|--------|
| Tramo                                       | Dimensión (cm) | Posición | Comprobaciones |            |                  |        | Esfuerzos p <sub>s</sub> imos |                        |                     |                     |        |  | Estado |
|   |                |          | Inc.           | Aprov. (%) | Naturaleza       | N (kN) | M <sub>xx</sub> (kN-m)        | M <sub>yy</sub> (kN-m) | Q <sub>x</sub> (kN) | Q <sub>y</sub> (kN) |        |  |        |
| Forjado cubierta caseta (0 - 6 m)           | 40x50          | Cabeza   | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | -5.6   | -12.2                         | -0.3                   | 0.3                 | 12.1                | Cumple |  |        |
|   |                | 5.2 m    | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 22.3   | 57.0                          | 1.5                    | 0.3                 | 12.1                | Cumple |  |        |
|   |                | 0.6 m    | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 22.3   | 57.0                          | 1.5                    | 0.3                 | 12.1                | Cumple |  |        |
|   |                | Pie      | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 22.3   | 57.0                          | 1.5                    | 0.3                 | 12.1                | Cumple |  |        |
| Forjado sanitario (-6.5 - 0 m)              | 40x50          | Cabeza   | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 38.8   | 70.3                          | 2.2                    | -0.4                | -24.8               | Cumple |  |        |
|   |                | -5.9 m   | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 69.3   | -83.6                         | -0.2                   | -0.4                | -24.8               | Cumple |  |        |
|   |                | Pie      | Cumple         | Cumple     | G <sup>(1)</sup> | 69.3   | -83.6                         | -0.2                   | -0.4                | -24.8               | Cumple |  |        |
| Cimentación                                 | 40x50          | -        | -              | -          | -                | -      | -                             | -                      | -                   | -                   |        |  |        |

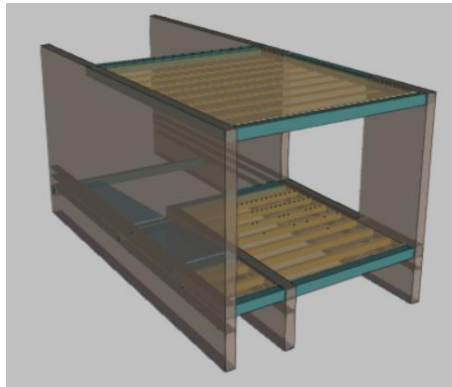
Vigas forjado sanitario caseta

| COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |        |                                |                                  |                                  |                                 |                     |                     |                     |                     |                                  |                     |                     |                               |                               |                    |
|--|--------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Vigas  | Disp.  | Arm.                           | Q                                | N,M                              | T <sub>c</sub>                  | T <sub>u</sub>      | T <sub>u</sub>      | T <sub>M</sub>      | T <sub>V</sub>      | T <sub>V</sub>                   | T <sub>V</sub>      | T <sub>V</sub>      | T <sub>Disp<sub>u</sub></sub> | T <sub>Disp<sub>u</sub></sub> | Estado             |
| P31 - P24  | Cumple | 0.000 m <sup>3</sup><br>Cumple | 0.508 m <sup>3</sup><br>η = 87.0 | 0.460 m <sup>3</sup><br>η = 91.2 | N.P. <sup>(1)</sup>             | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>              | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup>           | CUMPLE<br>η = 91.2 |
| P24 - P25  | Cumple | Cumple                         | 1.385 m <sup>3</sup><br>η = 89.5 | 0.460 m <sup>3</sup><br>η = 90.5 | 4.862 m <sup>3</sup><br>η = 9.5 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | 4.908 m <sup>3</sup><br>η = 20.6 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup>           | CUMPLE<br>η = 90.5 |
| P25 - P26  | Cumple | 0.000 m <sup>3</sup><br>Cumple | 3.112 m <sup>3</sup><br>η = 90.9 | 1.958 m <sup>3</sup><br>η = 87.6 | 4.266 m <sup>3</sup><br>η = 6.9 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | 4.447 m <sup>3</sup><br>η = 21.5 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup>           | CUMPLE<br>η = 90.9 |
| P26 - P27  | Cumple | Cumple                         | 4.589 m <sup>3</sup><br>η = 90.3 | 4.805 m <sup>3</sup><br>η = 92.7 | 0.000 m <sup>3</sup><br>η = 6.7 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | 0.000 m <sup>3</sup><br>η = 23.6 | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup>           | CUMPLE<br>η = 92.7 |
| P27 - P25  | Cumple | Cumple                         | 0.508 m <sup>3</sup><br>η = 88.8 | 7.927 m <sup>3</sup><br>η = 69.5 | N.P. <sup>(1)</sup>             | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>              | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>           | N.P. <sup>(1)</sup>           | CUMPLE<br>η = 88.8 |

| COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |                        |                           |                       |                           |                      |                 | Estado |
|---|------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|--------|
| Vigas   | W <sub>f,c,resp.</sub> | W <sub>f,c,lat.der.</sub> | W <sub>f,c,inf.</sub> | W <sub>f,c,lat.izq.</sub> | σ <sub>fr</sub>      | V <sub>fr</sub> |        |
| P31 - P24   | N.P. <sup>(1)</sup>    | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup>  | Cumple          | CUMPLE |
| P24 - P25   | x: 4.908 m<br>Cumple   | x: 4.908 m<br>Cumple      | N.P. <sup>(1)</sup>   | x: 4.908 m<br>Cumple      | x: 4.908 m<br>Cumple | Cumple          | CUMPLE |
| P25 - P26   | N.P. <sup>(1)</sup>    | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup>  | Cumple          | CUMPLE |
| P26 - P27   | x: 5.097 m<br>Cumple   | x: 5.097 m<br>Cumple      | N.P. <sup>(1)</sup>   | x: 5.097 m<br>Cumple      | x: 5.097 m<br>Cumple | Cumple          | CUMPLE |
| P30 - P25   | x: 8.271 m<br>Cumple   | x: 8.271 m<br>Cumple      | x: 8.271 m<br>Cumple  | x: 8.271 m<br>Cumple      | x: 0 m<br>Cumple     | Cumple          | CUMPLE |

| Comprobaciones de flecha |   |   |  |        |
|--------------------------|---|---|--|--------|
| Vigas                    | Sobrecarga (Característica)<br>$f_{iQ} \leq f_{iQ,lim}$<br>$f_{iQ,lim} = L/350$ | A plazo infinito (Cuasipermanente)<br>$f_{r,lim} \leq f_{r,lim}$<br>$f_{r,lim} = \text{Min.}(L/300, L/500+10.00)$ | Activa (Característica)<br>$f_{a,lim} \leq f_{a,lim}$<br>$f_{a,lim} = L/400$ | Estado |
| P31 - P24                | $f_{iQ}$ : 0.53 mm<br>$f_{iQ,lim}$ : 23.60 mm                                   | $f_{r,lim}$ : 3.09 mm<br>$f_{r,lim}$ : 26.52 mm   | $f_{a,lim}$ : 2.53 mm<br>$f_{a,lim}$ : 20.65 mm                              | CUMPLE |
| P24 - P25                | $f_{iQ}$ : 0.57 mm<br>$f_{iQ,lim}$ : 14.02 mm                                   | $f_{r,lim}$ : 1.37 mm<br>$f_{r,lim}$ : 16.36 mm   | $f_{a,lim}$ : 1.16 mm<br>$f_{a,lim}$ : 12.27 mm                              | CUMPLE |
| P25 - P26                | $f_{iQ}$ : 0.24 mm<br>$f_{iQ,lim}$ : 12.71 mm                                   | $f_{r,lim}$ : 0.65 mm<br>$f_{r,lim}$ : 14.82 mm   | $f_{a,lim}$ : 0.54 mm<br>$f_{a,lim}$ : 11.12 mm                              | CUMPLE |
| P26 - P27                | $f_{iQ}$ : 0.57 mm<br>$f_{iQ,lim}$ : 14.56 mm                                   | $f_{r,lim}$ : 1.52 mm<br>$f_{r,lim}$ : 16.99 mm   | $f_{a,lim}$ : 1.31 mm<br>$f_{a,lim}$ : 12.74 mm                              | CUMPLE |
| P30 - P25                | $f_{iQ}$ : 0.30 mm<br>$f_{iQ,lim}$ : 23.63 mm                                   | $f_{r,lim}$ : 5.76 mm<br>$f_{r,lim}$ : 26.54 mm   | $f_{a,lim}$ : 5.16 mm<br>$f_{a,lim}$ : 20.68 mm                              | CUMPLE |

## Mirador

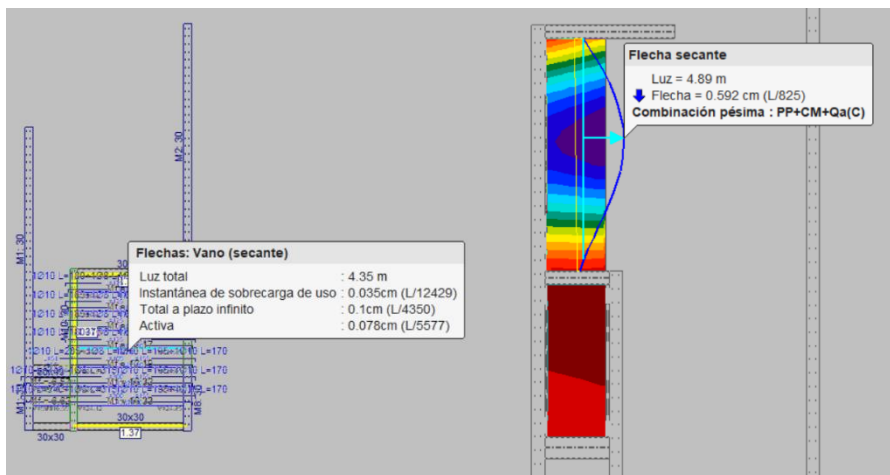


## ESTADOS LÍMITES

- Comprobación flecha forjados:
 

Se realiza la comprobación del paño más desfavorable del forjado sanitario del mirador, en este caso, el que cuenta con una luz de 9,37 metros y la mayor carga. En este caso para los forjados de unidireccionales de viguetas, el límite de flecha total a plazo infinito es de  $L/500 + 1\text{ cm}$  y  $L/300$ . Para el caso de flecha activa, el límite se encuentra en  $L/1000+0,50\text{cm}$  y  $L/500$ . para los forjados de placas alveolares. En este caso, la flecha total a plazo infinito es de 0,1 cm ( $L/4350$ ) y la flecha activa es de 0,078 cm ( $L/5577$ ). Por tanto, cumple con la norma.

Por otro lado, se comprueba la flecha entre dos puntos de la rampa. Para ello, se consulta la luz mayor entre los dos tramos, de 4,89 m. La flecha tiene que cumplir  $L/250$ , por tanto, debe ser menor a 1,9 cm. pEl resultado obtenido es de 0,592 cm, por tanto, cumple con la norma.





- Comprobación flecha vigas:

Se realizan las comprobaciones de flecha en las vigas más desfavorables, para ello, verificamos el correcto funcionamiento estructural de las vigas que de la cubierta, con una dimensión de 30x30 cm y una luz máxima de 3,91 m.

Los límites de flecha establecidos en vigas de hormigón son:

Instantánea de sobrecarga:  $L/350$

A plazo infinito:  $L/500 + 1\text{ cm}$ ,  $L/300$

Activa a largo plazo:  $L/400$

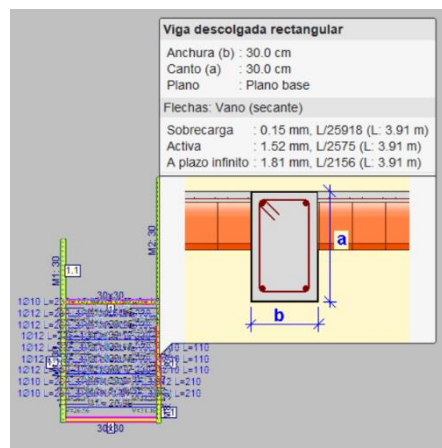
Los resultados obtenidos han sido:

Instantánea de sobrecarga: 0,15 mm ( $L/25918$ )

A plazo infinito: 1,81 mm ( $L/2156$ )

Activa a largo plazo: 1,52 mm ( $L/2575$ )

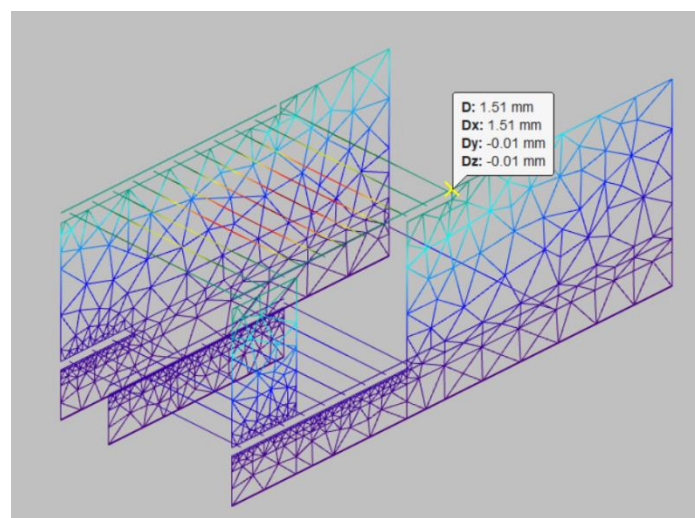
Por tanto, la viga, cumple con la norma.



- Comprobación desplome:

Se comprueba desplome frente a los desplazamientos horizontales provocados principalmente por la acción del viento. Se considera como límite  $H/500$ , dado como altura total, y  $H/250$ , dado como altura de planta. La altura total del edificio es de 4,5 metros.

En cuanto a la comprobación del desplome máximo en el muro m2, de 30 cm, el resultado es de 1,51 mm, pues es inferior a 10,9 mm. Por tanto, cumple con la norma.



- Comprobación ELU:

La comprobación del Estado Límite Último se realiza a través de CYPECAD, que lo verifica automáticamente. Para ello, se adjuntan las comprobaciones más desfavorables de las vigas del forjado de la cubierta.

| Vigas     | COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |        |                       |                       |                      |                       |                      |                       |                     |                       |                     |                     |                     | Estado              |                           |
|-----------|--|--------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
|           | Disp.  | Arm.   | Q                     | N,M                   | T <sub>r</sub>       | T <sub>o</sub>        | T <sub>o</sub>       | TNM <sub>r</sub>      | TV <sub>r</sub>     | TV <sub>r</sub>       | TV <sub>s</sub>     | TV <sub>s</sub>     | T,Disp <sub>o</sub> |                     | T,Disp <sub>o</sub>       |
| B9 - B10  | Cumple   | Cumple | '5.518 m'<br>η = 50.7 | '5.776 m'<br>η = 92.3 | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(2)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 92.3 |
| B8 - B7   | Cumple   | Cumple | '5.518 m'<br>η = 52.5 | '5.776 m'<br>η = 62.3 | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>  | N.P. <sup>(2)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(1)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>η = 62.3 |
| B11 - B12 | Cumple   | Cumple | '0.000 m'<br>η = 79.0 | '1.760 m'<br>η = 94.1 | '0.000 m'<br>η = 4.4 | '0.000 m'<br>η = 17.4 | '0.000 m'<br>η = 4.5 | '0.000 m'<br>η = 78.2 | N.P. <sup>(1)</sup> | '0.000 m'<br>η = 18.9 | N.P. <sup>(1)</sup> | '0.000 m'<br>Cumple | '0.000 m'<br>Cumple | '0.000 m'<br>Cumple | <b>CUMPLE</b><br>η = 94.1 |

| Vigas     | COMPROBACIONES DEFISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL) |                           |                       |                           |                     |                  | Estado        |
|-----------|--|---------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|------------------|---------------|
|           | W <sub>k,C,sup.</sub>                            | W <sub>k,C,Lat.Der.</sub> | W <sub>k,C,inf.</sub> | W <sub>k,C,Lat.Izq.</sub> | σ <sub>sr</sub>     | V <sub>fis</sub> |               |
| B9 - B10  | N.P. <sup>(1)</sup>                              | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup> | Cumple           | <b>CUMPLE</b> |
| B8 - B7   | N.P. <sup>(1)</sup>                              | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup>   | N.P. <sup>(1)</sup>       | N.P. <sup>(1)</sup> | Cumple           | <b>CUMPLE</b> |
| B11 - B12 | x: 3.913 m<br>Cumple                             | N.P. <sup>(2)</sup>       | N.P. <sup>(2)</sup>   | N.P. <sup>(2)</sup>       | x: 0 m<br>Cumple    | Cumple           | <b>CUMPLE</b> |

| Comprobaciones de flecha |   |  |   |               |
|--------------------------|---|--|---|---------------|
| Vigas                    | Sobrecarga<br>(Característica)<br>$f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$<br>$f_{i,Q,lim} = L/350$ | A plazo infinito<br>(Cuasipermanente)<br>$f_{T,max} \leq f_{T,lim}$<br>$f_{T,lim} = \text{Mín.}(L/300, L/500+10.00)$ | Activa<br>(Característica)<br>$f_{A,max} \leq f_{A,lim}$<br>$f_{A,lim} = L/400$ | Estado        |
| B9 - B10                 | f <sub>i,Q</sub> : 0.24 mm<br>f <sub>i,Q,lim</sub> : 16.50 mm                         | f <sub>T,max</sub> : 2.43 mm<br>f <sub>T,lim</sub> : 19.25 mm  | f <sub>A,max</sub> : 1.68 mm<br>f <sub>A,lim</sub> : 14.44 mm                   | <b>CUMPLE</b> |
| B8 - B7                  | f <sub>i,Q</sub> : 0.21 mm<br>f <sub>i,Q,lim</sub> : 16.50 mm                         | f <sub>T,max</sub> : 2.16 mm<br>f <sub>T,lim</sub> : 19.25 mm  | f <sub>A,max</sub> : 1.48 mm<br>f <sub>A,lim</sub> : 14.44 mm                   | <b>CUMPLE</b> |
| B11 - B12                | f <sub>i,Q</sub> : 0.15 mm<br>f <sub>i,Q,lim</sub> : 11.18 mm                         | f <sub>T,max</sub> : 1.81 mm<br>f <sub>T,lim</sub> : 13.04 mm  | f <sub>A,max</sub> : 1.52 mm<br>f <sub>A,lim</sub> : 9.78 mm                    | <b>CUMPLE</b> |

## 4. INSTALACIONES DEL EDIFICIO

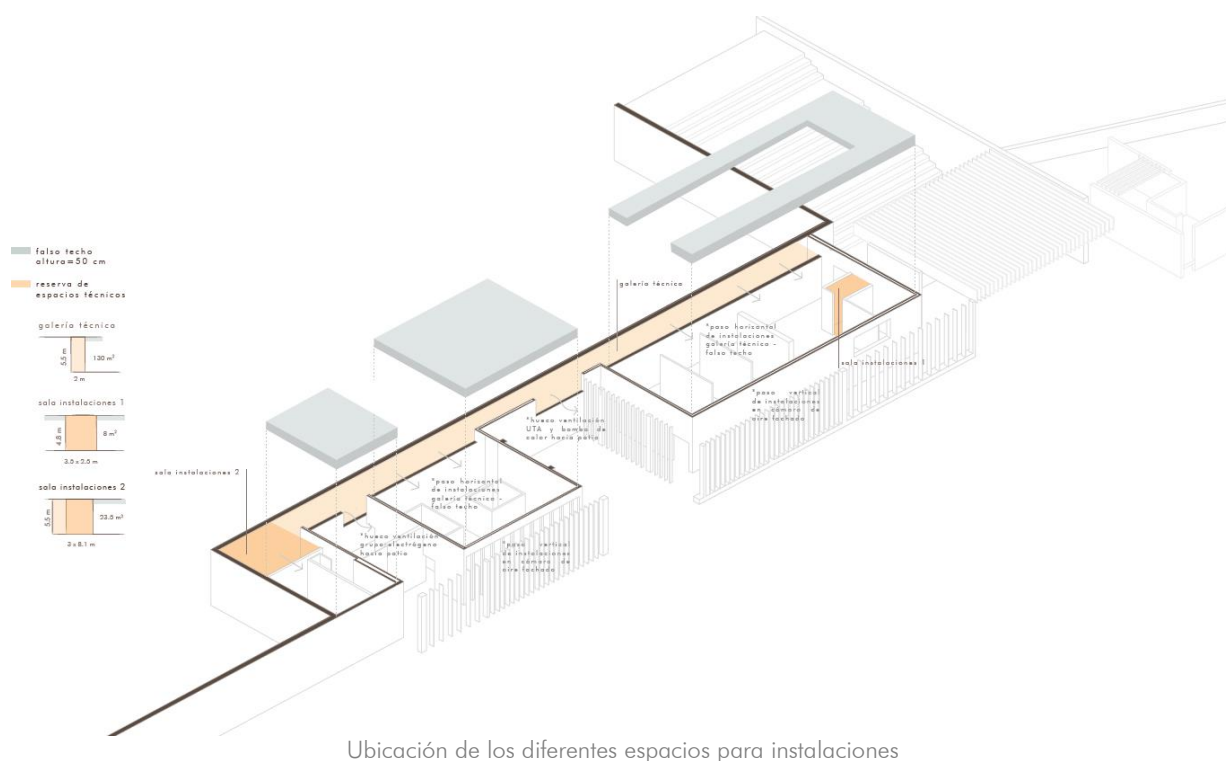
### 4.0. RESERVA DE ESPACIOS TÉCNICOS

Al encontrarnos en un edificio que se desarrolla en longitud con patios intermedios, ha sido desde primer momento necesario el diseño de una galería técnica que recorriese la dirección longitudinal del Centro de Interpretación. Esto permite hacer factible la circulación de las instalaciones incluso, la ubicación de maquinarias ventiladas por huecos hacia los patios, a fin de no disponer elementos en la cubierta visibles por el visitante.

Se localizan, además, dos salas de instalaciones a ambos extremos de la planta. En la más cercana al vestíbulo, la 1, se ubica el armario de telecomunicaciones y la central de intrusión. En la sala de instalaciones 2, se disponen los depósitos y el equipo para fontanería y para las BIES.

Los trazados de las instalaciones y los conductos de climatización además de discurrir por las salas técnicas, lo harán por los falsos techos.

Los pasos de instalaciones verticales servirán para el paso de bajantes de la cubierta (recogida de pluviales) hacia la red enterrada.



A continuación, se dispone el espacio ocupado por cada uno de los aparatos de las diferentes instalaciones:

| INSTALACIÓN                  | LOCAL                            | UBICACIÓN          | SUPERFICIE                |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Climatización Ventilación    | Galería técnica                  | Interior ventilado | 15 m <sup>2</sup>         |
| Grupo electrógeno            | Galería técnica                  | Interior ventilado | 4 m <sup>2</sup>          |
| Centro de transformación     | -                                | Exterior           | 8 m <sup>2</sup>          |
| Contadores                   | Fachada                          | Exterior           | 2 m <sup>2</sup>          |
| Cuadro general de protección | Fachada                          | Exterior           | 2 m <sup>2</sup>          |
| Cuadro general distribución  | Galería técnica                  | Interior           | 1 m <sup>2</sup>          |
| Cuadros parciales            | Galería técnica / interior zonas | Interior           | 1 m <sup>2</sup> cada uno |
| Armario general Teleco       | Sala instalaciones 1             | Interior           | 5 m <sup>2</sup>          |
| Equipo BIES                  | Sala instalaciones 2             | Interior           | 17 m <sup>2</sup>         |
| Grupo de Presión AFS         | Sala instalaciones 2             | Interior           | 6 m <sup>2</sup>          |
| Central intrusión seguridad  | Sala instalaciones 1             | Interior           | 5 m <sup>2</sup>          |
| Aljibe riego                 | -                                | Exterior           | 15 m <sup>2</sup>         |

#### 4.1. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

El proyecto debe cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio que se recogen en el CTE DB-SI. El centro de interpretación se trata de un volumen de uso público cuyos espacios exteriores se pueden disfrutar durante todo el día mientras que sus salas interiores tienen un horario de apertura y de cierre programado.

El uso que se establece para el edificio es el de **pública concurrencia**. Se hace necesaria, por tanto, la aplicación de la normativa activa y pasiva en caso de incendio, que se justifica a continuación:

##### CTE DB-SI Protección pasiva

##### Propagación interior

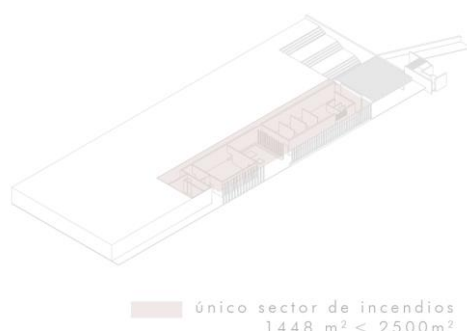
##### Compartimentación en sectores de incendio

Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la *Tabla 1.1* de esta Sección: *Condiciones de compartimentación en sectores de incendios*.

##### **Pública Concurrencia:**

- La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>.

En este edificio la superficie construida no llega a los 2500 m<sup>2</sup>. El conjunto cuenta con un total de 1448 m<sup>2</sup> en planta sótano (centro de interpretación) y 421 m<sup>2</sup> en planta baja (Caseta Municipal). En total 1869 m<sup>2</sup> construidos. Por tanto, pertenece a **un solo sector de incendios**.



El edificio se configura en semisótano, sin embargo, los recorridos de evacuación se desarrollan en la misma cota, por tanto, no salvan una altura ascendente igual o mayor a 1,5 metros. De esta forma, no se considera un sector de incendios bajo rasante.

##### Locales y zonas de riesgo especial

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la *Tabla 2.1. Condiciones de compartimentación en sectores de incendios*. En el edificio se ubican diferentes locales con el fin de albergar equipos e instalaciones, por lo que es necesaria una protección especial en:

- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución.
- Sala para grupo electrógeno.
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización.

Tanto el cuadro general de distribución eléctrica como el grupo electrógeno y las máquinas de climatización se encuentran en la galería técnica, descrita en la reserva de espacios para instalaciones.

El cuadro general se encuentra accesible para el personal de mantenimiento del centro de interpretación. Éste, cuenta con una potencia instalada menor a los 100 kW (véase en el desarrollo de la instalación de electricidad), por ello mismo no se considera dicho local de riesgo especial. Sin embargo, en este mismo espacio se encuentra el grupo electrógeno y las máquinas de climatización que sí precisan de un **local de riesgo bajo LRB**. La **galería técnica** se configura con unas condiciones especiales a la hora de su construcción según la *Tabla 2.2. Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios*:

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

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

De esta manera, la galería técnica debe cumplir:

- R 90 Resistencia al fuego de la estructura portante
- EI 90 Resistencia al fuego de las paredes que separan la zona del resto del edificio
- El<sub>2</sub> 45-C5 Puertas de comunicación con el resto del edificio
- 25 m Máximo recorrido hasta alguna salida del local

Cabe destacar que, como se observa en el *plano de reserva de espacios*, la galería técnica se encuentra unida a la sala de instalaciones 2, por tanto, estas cuestiones constructivas se aplicarán también a ella.

| <b>Resistencia y reacciones al fuego de los sistemas constructivos del local del riesgo bajo LRB</b> |              |                |                     |
|--|--------------|----------------|---------------------|
| SISTEMA  | R estructura | EI particiones | B / C / E elementos |
| Estructura   | R 90         | EI 90          |                     |
| Paredes  |              | EI 90          |                     |
| Puertas  |              |                | EI 2 45-C5          |

En cuanto a los recorridos máximos, en este local de riesgo bajo se sitúan tres puertas. El recorrido más largo hasta la salida del local es de 21 metros < 25 metros. Las condiciones de resistencia al fuego las vemos reflejadas en el *plano de Seguridad en Caso de Incendios*.

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

El edificio se configura como un único sector de incendios, esto da lugar a que la importancia de mantener la compartimentación entre los diferentes sectores de incendios, incluso en los espacios ocultos por donde discurren las instalaciones, no es de aplicación en el proyecto.

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

Según la *Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos*, a los revestimientos de las zonas ocupadas y de circulación se les exige:

-C-s2, d0 en Techos y Paredes

-E<sub>FL</sub> Suelos

Por otro lado, a los revestimientos de los espacios ocultos no estancos como los falsos techos, se les exige:

- B-s3,d0 en Techos y Paredes

- B<sub>FL</sub>-s2 Suelos

| Resistencia y reacciones al fuego de los sistemas constructivos |              |                   |                          |
|---|--------------|-------------------|--------------------------|
| SISTEMA   | R estructura | El revestimientos | B / C / E revestimientos |
| Paredes   |              | EI 90             | C-s2, d0                 |
| Techos  |              | EI 90             | C-s2, d0                 |
| Techos en espacios ocultos no estancos                          |              |                   | B-s3, d0                 |
| Suelos  |              |                   | E <sub>FL</sub>          |
| Suelos en espacios ocultos no estancos                          |              |                   | B <sub>FL</sub> -s2      |
| Puertas   |              |                   |                          |

Al ser el uso de Pública concurrencia, los elementos decorativos y de mobiliario tienen que cumplir las condiciones que se describen en la Clase 1 conforme a la norma *UNE-EN 13773:2003 "Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y cortinajes. Esquema de clasificación"*.

Por otro lado, las butacas de la sala de proyecciones pasan el ensayo según las siguientes normas:

- *UNE-EN 1021-1:2015 "Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 1: fuente de ignición: cigarrillo en combustión"*.

- *UNE-EN 1021-2:2006 "Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 2: fuente de ignición: llama equivalente a una cerilla"*.

## Propagación exterior

### Medianeras y fachadas

Según esta norma, los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120. El edificio cumple al no encontrarse colindante con otro ni existir la posibilidad de propagación del fuego, pues el edificio se encuentra aislado.

Por otro lado, los sistemas de aislamiento situados en el interior de cámaras ventiladas deben tener al menos la siguiente clasificación de reacción al fuego en función de la altura total de la fachada:

-D-s3,d0 en fachadas de altura hasta 10 m. En este caso, la fachada tiene una altura de 5 metros cuando es ventilada.

Según la *Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendios*, se determinan las siguientes condiciones con el fin de evitar la propagación con el exterior:

-En paredes y techos: Como se trata de un único sector de incendios, la exigencia que determina la norma para la materialidad de las puertas no es de aplicación.

-En puertas: Como se trata de un único sector de incendios, la exigencia que determina la norma para la materialidad de las puertas no es de aplicación.

## Cubiertas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60.

Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada, del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, deben pertenecer a la clase de reacción al fuego BROOF (t1).

## Evacuación de ocupantes

### Compatibilidad de los elementos de evacuación

La normativa referente a los establecimientos de Pública Concurrencia de cualquier superficie, si están integrados en un edificio cuyo uso previsto principal sea distinto del suyo, exige el cumplimiento de lo siguiente:

- Sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión, según lo establecido en el *capítulo 1 de la Sección 1* de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como salida de emergencia de otras zonas del edificio.
- Sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

En este proyecto, el uso Pública Concurrencia es el uso principal y no se encuentra integrado en otro, por lo cual, no procede esta norma.

## Cálculo de la ocupación

Para el cálculo de la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la *Tabla 2.1 del CTE DB- S13*, en la cual se establece la **ocupación en función de la superficie útil** de cada zona:

- Galería y salas técnicas  
Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. **Ocupación nula**
- Aseos 19 m<sup>2</sup>  
Aseos de planta 5  
Ocupación **8 personas**

- Sala de proyección 30 asientos  
Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto  
1 persona/asiento  
Ocupación **30 personas**
- Espacio expositivo permanente, espacio expositivo temporal y talleres = 472 m<sup>2</sup>  
Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.  
Ocupación **236 personas**
- Zona de servicio para la caseta 39 m<sup>2</sup>  
Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión  
Ocupación **20 personas**

| Ocupación respecto a espacios y superficies |                           |                    |       |
|---|---------------------------|--------------------|-------|
| ESPACIO                                     | SUPERFICIE m <sup>2</sup> | OCUPACIÓN personas | TOTAL |
| Zona Centro de interpretación               | 288                       | 144                | 294   |
| Sala de proyección                          | (30 asientos)             | 30                 |       |
| Zona exposiciones temporales                | 184                       | 92                 |       |
| Zona servicio de caseta                     | 39                        | 20                 |       |
| Aseos Centro Interp.                        | 18,50                     | 6                  |       |
| Aseos caseta                                | 3,50                      | 2                  |       |
| Sala de instalaciones 1                     | 8                         | Nula               |       |
| Sala de instalaciones 2                     | 39                        | Nula               |       |
| Galería técnica                             | 144                       | Nula               |       |

De este modo, consideramos la evacuación de ocupantes en planta baja, un total de **294 personas**.

#### Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

El Centro de Interpretación es considerado un único sector de incendios a evacuar. A la vez, se disponen dos salidas principales existentes: una por el graderío exterior y otra por el camino que conecta con el parking, considerado accesible. Es por ello, que el edificio se clasifica dentro de *Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente*, para los cuales la norma establece que la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m o 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. Siempre que disponga de un recorrido alternativo.

De este modo, disponemos:

- Salida de Edificio 1: hacia el pasillo exterior, conectando el mismo con un espacio exterior seguro a una distancia menor a 50 metros, el recorrido de evacuación de la zona de servicio a la caseta, así como, el de la sala de exposición y talleres. Estos recorridos no superarán los 50 metros en cada uno de los casos.
- Salida de Edificio 2: hacia el graderío que conecta con el espacio exterior seguro de la planta superior se dirigirán aquellos recorridos que provienen del espacio expositivo principal y del mirador. En ninguno de los casos se superan los 50 metros de distancia hasta la salida del edificio.



## Dimensionado de los medios de evacuación

En cuanto a los criterios para la asignación de los ocupantes nos remitimos al punto 4.1 de esta norma la cual señala que cuando en una zona, en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

El dimensionado de los elementos de evacuación se realizará conforme a lo que se indica en la Tabla 4.1 del CTE DB SI 3:

**Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación**

| Tipo de elemento   | Dimensionado  |
|--|---|
| Puertas y pasos  | $A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$<br>La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.   |
| Pasillos y rampas  | $A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$  |
| Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. <sup>(6)</sup> | En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos.<br>En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. <sup>(7)</sup><br>Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo. |
| Escaleras no protegidas <sup>(8)</sup>   |   |
| para evacuación descendente  | $A \geq P / 160^{(9)}$  |
| para evacuación ascendente   | $A \geq P / (160-10h)^{(9)}$  |
| Escaleras protegidas   | $E \leq 3 S + 160 A_S^{(9)}$  |
| Pasillos protegidos  | $P \leq 3 S + 200 A^{(9)}$  |
| En zonas al aire libre:  |   |
| Pasos, pasillos y rampas   | $A \geq P / 600^{(10)}$   |
| Escaleras  | $A \geq P / 480^{(10)}$   |

A su vez, se realiza una **hipótesis de bloqueo** del edificio, que queda resumida en la siguiente tabla:

| HIPÓTESIS | Hipótesis de bloqueo |            |       |
|-----------|----------------------|------------|-------|
|           | Salida SE1           | Salida SE2 | TOTAL |
| 1         | x                    | 144        | 294   |
| 2         | 294                  | 294        | 294   |

Como se puede observar, se obtiene un máximo de 294 personas mediante la hipótesis de bloqueo, suponiendo, que todos los ocupantes se dirigen hacia una salida del edificio. Por ello, se procede a calcular las anchuras mínimas que deben tener los elementos de paso con la ocupación total.

- **Puertas y pasos:** las puertas dispuestas en el edificio tienen un ancho mínimo de 1,50 m.

$$A (\text{ancho}) \geq P (\text{ocupación}) / 200 \geq 0,80 \text{ m}$$

$$A (\text{ancho}) \geq 294 / 200 \geq 0,80 \text{ m}$$

$$A (\text{ancho}) \geq 1,47 \geq 0,80 \text{ m}$$

El edificio cumple con todos los aspectos de dimensionado de puertas y pasos.

- **Pasillos y rampas:** los pasillos dispuestos en el edificio tienen un ancho mínimo de 1,50 m.

$$A (\text{ancho}) \geq P (\text{ocupación}) / 200 \geq 1,00 \text{ m}$$

$$A (\text{ancho}) \geq 294 / 200 \geq 0,80 \text{ m}$$

$$A (\text{ancho}) \geq 1,47 \geq 0,80 \text{ m}$$

Por tanto, cumple este aspecto.

- **Pasos entre filas de asientos fijos** en salas para público En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos,  $A \geq 30$  cm cuando tengan 7 asientos.

En este caso, la sala de proyección cuenta con 6 asientos por fila y un total de 30 asientos. El ancho del pasillo es 1,20 m, superando los 30 cm.

- **En zonas al aire libre:**

- **Pasos, pasillos y rampas:**

$$A (\text{ancho}) \geq P (\text{ocupación}) / 600$$

$$A (\text{ancho}) \geq 294 / 600$$

$$A (\text{ancho}) \geq 0,59$$

El pasillo exterior cuenta con un ancho de 2,50 m, por tanto, cumple con la normativa.

- **Escaleras:**

$$A (\text{ancho}) \geq P (\text{ocupación}) / 480$$

$$A (\text{ancho}) \geq 294 / 480$$

$$A (\text{ancho}) \geq 0,61$$

En este caso se dimensiona el ancho de la escalera del graderío, que cuenta con un ancho de 3 m, cumpliendo este aspecto.

A continuación, se muestra una tabla resumen de estos elementos dimensionados:

| Dimensiones de los medios de evacuación respecto a hipótesis de bloqueo |                               |                                      |
|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| PASO  | ancho (m) NORMA               | ancho (m) PROYECTO                   |
| Salida edificio SE1   | $P / 200 \geq 0,80 \text{ m}$ | $1,50 \geq 1,47 \geq 0,80 \text{ m}$ |
| Salida edificio SE2   | $P / 200 \geq 0,80 \text{ m}$ | $1,50 \geq 1,47 \geq 0,80 \text{ m}$ |
| Pasillos interiores   | $P / 200 \geq 1,00 \text{ m}$ | $1,50 \geq 1,47 \geq 1,00 \text{ m}$ |
| Pasillos exteriores   | $P / 600$                     | $2,50 \geq 1,47$                     |
| Escaleras exteriores  | $P / 480$                     | $3,00 \geq 0,61$                     |

### Protección de las escaleras

Este aspecto de la norma no aplica en este proyecto. La única escalera existente en el edificio comunica el centro de interpretación con la caseta municipal y no es parte del recorrido de evacuación en caso de incendio.

### Puertas situadas en recorridos de evacuación

Según el Artículo 1 de esta Norma:

Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

a) prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos.

b) prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

Las puertas peatonales automáticas dispondrán de un sistema que en caso de fallo en el suministro eléctrico o en caso de señal de emergencia, cumplirá las siguientes condiciones, excepto en posición de cerrado seguro.

En el caso de la zona de exposiciones temporales y el espacio del centro de interpretación se disponen puertas correderas, de tal modo que se cumple lo que dicta la norma: *que, cuando se trate de una puerta corredera o plegable, abra y mantenga la puerta abierta o bien permita su apertura abatible en el sentido de la evacuación mediante simple empuje con una fuerza total que no exceda de 220 N. La opción de apertura abatible no se admite cuando la puerta esté situada en un itinerario accesible según DB SUA.*

### Señalización de los medios de evacuación

Conforme a la norma *UNE 23034:1988* se utilizarán señales de evacuación siguiendo los criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA".
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible, pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalarán.
- Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas *UNE 23035-1:2003*, *UNE 23035-2:2003* y *UNE 23035-4:2003* y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma *UNE 23035-3:2003*.

Las luminarias empleadas son las siguientes:

- Luminaria de emergencia 1: Bloque autónomo de alumbrado de emergencia para uso interior, acabado en color blanco con lámpara LED 850, de LLEDÓ lighting o similar. Instalación: en techo Potencia: 1,2 W / Autonomía: 1 hora Flujo luminoso: 100 lm / Dimensiones: 291 x 125 mm / Uso: alumbrado de emergencia.
- Luminaria de emergencia 2: Luminaria tipo LED integrada en cuerpo de policarbonato con señalización de emergencia, de LLEDÓ lighting o similar. Instalación: en techo / Potencia: 4 W / Autonomía: 1 hora / Dimensiones: 300 x 222 mm / Uso: señalización de los medios de evacuación.

La señalización de los medios de evacuación, así como de las instalaciones de protección contra incendios tendrá el siguiente tamaño mínimo en función de la distancia del observador, según norma *UNE 23033-1*.

- Distancia de observación inferior a 10 m : 210 x 210 mm.
- Distancia de observación comprendida entre 10 y 20 m: 420 x 420 mm.
- Distancia de observación comprendida entre 20 y 30 m: 594 x 594 mm.

Alumbrado de emergencia: Los requisitos y condiciones que debe cumplir el alumbrado de emergencia se de nen según lo establecido en el *artículo 2 del CTE DB SUA 4*.

## Control del humo de incendio

Según lo establecido en el apartado 8 del CTE DB S3, en este edificio no se necesita un control de humo, debido a que no se precisa de aparcamiento y a que la ocupación a evacuar no excede de las 1000 personas.

## Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

En este apartado del CTE DB S3, se indica que en Pública Concurrencia la altura de evacuación no deberá ser superior a 10 m. En este edificio, ese aspecto no procede debido a que el itinerario accesible se realiza por la Salida de Edificio 1 y no cuenta con altura de evacuación, conforme a la norma: “Toda planta de salida del edificio dispondrá de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible.”

## CTE DB-SI Protección activa

### Instalaciones de protección contra incendios

#### Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Según esta sección del CTE DB S4, los edificios deben disponer de los equipos de protección contra incendios que se indican en la Tabla 1.1, cumpliendo, de este modo, el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”.

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

| Uso previsto del edificio o establecimiento | Condiciones   |
|---|---|
| <b>Instalación</b>                          |   |
| <b>En general</b>                           |   |
| Extintores portátiles                       | Uno de eficacia 21A -113B: <ul style="list-style-type: none"><li>- A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.</li><li>- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1<sup>(1)</sup> de este DB.</li></ul> |
| <b>Pública concurrencia</b>                 |   |
| Bocas de incendio equipadas                 | Si la superficie construida excede de 500 m <sup>2</sup> . <sup>(7)</sup>   |
| Columna seca <sup>(5)</sup>                 | Si la altura de evacuación excede de 24 m.  |
| Sistema de alarma <sup>(6)</sup>            | Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.  |
| Sistema de detección de incendio            | Si la superficie construida excede de 1000 m <sup>2</sup> . <sup>(8)</sup>  |
| Hidrantas exteriores                        | En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m <sup>2</sup> y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . <sup>(9)</sup>                                    |

En general, se dispondrán **extintores portátiles** tipo 21A -113B cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

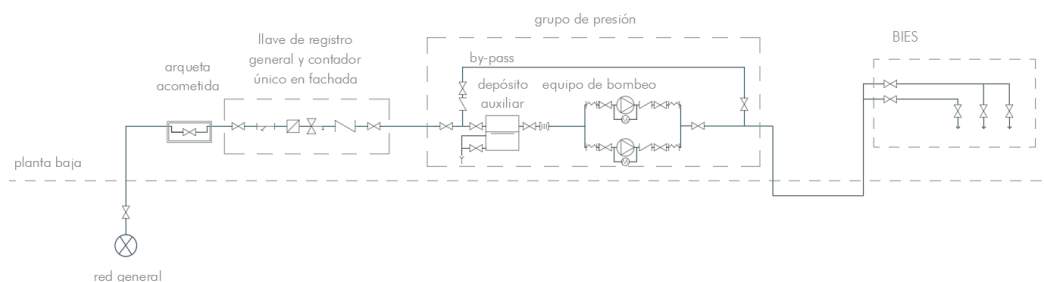
Al tratarse de un edificio de *Pública Concurrencia*, se instalarán **Bocas de incendio equipadas (BIES)** debido a que la superficie construida excede de 500 m<sup>2</sup>. Serán del tipo 25 mm y la distancia a cualquier punto del recinto y la BIE no podrá ser mayor a 25 m (considerando los 20 m de manguera y los 5 de chorro de agua). Se situarán en lugares visibles a una altura de 1,5 m del suelo.

Las BIES estarán abastecidas por un depósito. Conociendo que 1 BIE = Q = 1,66l/s y una presión min. de 350 kPa. Calculamos los necesarios para alimentar las BIES, para ello, se tendrá en cuenta el abastecimiento de dos BIES simultáneamente. Para saber el caudal necesario para la bomba del grupo de presión, suponemos un caudal de 1,66 l/s durante 1 hora con una boca de incendio de diámetro 25mm.

$Q_{cal} = 1,66 \cdot 2 = 3,32 \text{ l/s}$  y el rendimiento de la bomba será aproximadamente del 80%.

Capacidad =  $Q \cdot h = 3.32 \text{ l/s} \cdot 3600 \text{ s} = 11952 \text{ l} = 12 \text{ m}^3$

- Se pondrán dos depósitos de 6000l, cada uno conectados entre sí con unas dimensiones de  $\varnothing = 2 \text{ m}$  y  $h = 2 \text{ m}$ .
- La potencia de la bomba es de 2 CV
- Su llenado se repondrá en 24 horas. Además, dispondrá de rebosadero, sistema de vaciado y nivel con alarma óptico - acústica.



Esquema de principios de la instalación de abastecimiento PCI.

En total el edificio cuenta con tres BIES con un radio de 25 metros. La primera se sitúa en la zona del servicio de la caseta, la segunda en la zona de exposiciones temporales y la tercera en el centro de interpretación. Éstas, van integradas en el revestimiento interior de las estancias, en los paneles, con un acabado metálico. Así, cumple con lo exigido por la norma, dentro del recinto protegido, a menos de 5 metros de la salida del sector y no más de cuatro bocas de incendio de la misma derivación.

El abastecimiento de agua para la protección contra incendios se realiza con una acometida y un contador independientes a los de la instalación de fontanería del edificio. De esta manera, se garantiza que las bocas de incendio equipadas funcionen correctamente en cuanto al caudal, la presión y la duración de la red.

Se dispondrá también de un **sistema de detección de incendios** por exceder la superficie construida de 1000 m<sup>2</sup> a modo de detectores de humo (óptico) para alturas menores a 6m, cuyo radio de acción es de 5,5 m para alturas  $\leq 12 \text{ m}$ .

El ascensor de emergencia no procede puesto que altura de evacuación no excede los 28 metros.

La disposición de hidrantes exteriores no procede ya que la altura de evacuación descendente no excede de 28 metros ni la ascendente de 6 metros.

La instalación automática de extinción no procede ya que la altura de evacuación no se pasa de 80 metros.

La columna seca no procede porque la altura de evacuación no es mayor a 24 metros.

## Sistema de alarma y detección

Al contar con una ocupación de 294 personas no será necesario disponer de sistema de alarma ya que se dispone cuando la ocupación excede de 500 personas. Al encontrarnos en un edificio donde las estancias quedan separadas unas de otras por medio de patios y galerías exteriores, vemos oportuna la instalación de un sistema de alarma que avise en caso de incendio. De esta manera nos encontramos de lado de la seguridad.

- Alarma y control

El sistema de control se encarga de recibir la señal de los detectores y la transmisión de la información a los ocupantes y a los dispositivos de extinción. Además, es una instalación que cualquier usuario puede activar (detección manual), contando con cierta resistencia para evitar una acción involuntaria (pulsadores manuales), estando estos fácilmente visibles. El sistema de alarma es activado por la central de control y cumple con una característica fundamental: avisar a los ocupantes y a los equipos de extinción para la evacuación inmediata del edificio y la futura extinción del incendio.

Según la Tabla 1.1. del SI4 para uso de Pública Concurrencia, será necesario la utilización de dispositivos de alarma en los siguientes casos:

- Pública Concurrencia

Instrucciones por megafonía >500 personas.

Como se ha indicado anteriormente, aún no superando el número de ocupantes, se dispondrá de sistema de alarma, estando siempre en el lado de la seguridad.

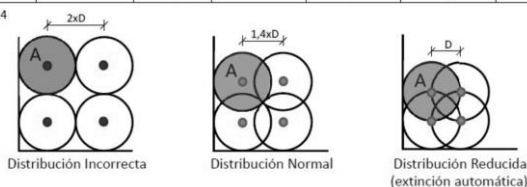
Dicha instalación se configura mediante:

### a. Detectores automáticos

Se colocan detectores automáticos de humos (gases y partículas) de tipo ópticos. El criterio de disposición de dichos detectores en el edificio viene marcado por la tabla obtenida de la UNE 23.007-14. En nuestro caso, al contar con superficies mayores a 80 m<sup>2</sup> y una altura menor a 6 m, los detectores de humo que se disponen cuentan con una superficie de vigilancia de 60 m<sup>2</sup> y un radio de 5,7 m.

| SUPERFICIE MÁXIMA DE VIGILANCIA POR DETECTOR (A) Y DISTANCIA DE PROTECCIÓN (D, radio) |                  |                  |                       |       |                     |       |
|---|------------------|------------------|-----------------------|-------|---------------------|-------|
| Superficie Local (m <sup>2</sup> )  | Tipo de detector | Altura Local (m) | INCLINACIÓN DEL TECHO |       |                     |       |
|   |                  |                  | ≤ 20°                 |       | > 20°               |       |
|   |                  |                  | A (m <sup>2</sup> )   | D (m) | A (m <sup>2</sup> ) | D (m) |
| ≤ 80  |                  | ≤ 12             | 80                    | 6,6   | 80                  | 8,2   |
|   |                  | > 80             | Humos                 | ≤ 6   | 60                  | 5,7   |
|   |                  | 6-12             | 80                    | 6,6   | 110                 | 9,6   |
|   |                  | Térmico          | ≤ 7,5                 | 30    | 4,4                 | 30    |
| ≤ 6   | 30               |                  | 4,4                   | 30    | 5,7                 |       |
| ≤ 7,5   | 20               |                  | 3,5                   | 40    | 6,5                 |       |
| ≤ 6   | 20               |                  | 3,5                   | 40    | 6,5                 |       |

UNE 23.007-14



### b. Pulsador manual inteligente

Se colocarán pulsadores manuales donde cualquier usuario puede dar alarma (detección manual) siempre con una cierta resistencia para evitar una acción involuntaria. Estos dispositivos contarán con un indicador LED propio y un dispositivo de control. Siguiendo la norma UNE-EN 54-3,y RIPCI, se colocarán a menos de 25m de cualquier punto, y siempre junto a salidas y locales de riesgo, y a una altura visible de 1'30m (1'20 < h < 1'50m).

### c. Alarma Óptico-acústica

Su función es avisar a los ocupantes y a los equipos de extinción de la presencia de un fuego en el edificio. Será una señal acústica característica con un nivel sonoro de 120 dBa, acompañada de señales visuales situada encima de cada pulsador de alarma, en la pared a 2'30m del suelo.

### d. Control Central

La central de incendios analógica (inteligente), trata de un dispositivo que recibe la señal de los detectores inteligentes. Actúa de forma automática activando las alarmas y demás dispositivos contra incendios, así como la localización específica del mismo dentro de un sector de incendio.

En nuestro centro intergeneracional, se sitúa en la recepción en planta baja, muy próxima a la entrada general, controlada por el personal, y con un acceso de personas restringido, así como protegida debidamente contra incendios.

Esta central analógica deberá desarrollar las siguientes funciones principales:

- Cierre de aberturas de aireación y compuertas cortafuegos.
- Parada de máquinas y climatización.
- Conexión sistemas evacuación humos.
- Cierre de puertas cortafuegos.
- Apertura de salidas de emergencia.
- Funcionamiento dispositivos extinción automática (señalización óptico-acústica para evacuación y disparo del sistema).
- Cierre de conductos de otras instalaciones.
- Bloqueo de ascensores

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

El CTE establece que la señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios debe cumplir lo establecido en el vigente *Reglamento de instalaciones de protección contra incendios*, aprobado por el *Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo*, cuyo tamaño sea:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

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

### Intervención de los bomberos

La intervención de los bomberos se realizará desde la plaza o recinto ferial situado en la planta superior. Según el CTE, lo referido a la aproximación a los edificios, se deberá cumplir los siguientes aspectos:

- a) anchura mínima libre 3,5 m;
- b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m;
- c) capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m. El espacio exterior para la intervención de bomberos cumple con todas las indicaciones de esta norma.

## Resistencia al fuego de la estructura

A la hora de determinar la resistencia al fuego de los elementos estructurales se consultará la tabla 3.1 del CTE DB SI6, donde se establece la resistencia superficial dependiendo del uso del edificio y la altura bajo o sobre rasante. Por ello, se establece una resistencia al fuego de los elementos estructurales para Pública concurrencia:

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos los forjados y soportes), es suficiente si:

- alcanza la clase indicada en la *Tabla 3.1* que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura.
- soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B.

**Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales**

| Uso del <i>sector de incendio</i> considerado <sup>(1)</sup>       | Plantas de sótano    | Plantas sobre rasante             |       |       |
|--|----------------------|-----------------------------------|-------|-------|
|  |                      | altura de evacuación del edificio |       |       |
|  |                      | ≤15 m                             | ≤28 m | >28 m |
| Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>                                | R 30                 | R 30                              | -     | -     |
| Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo | R 120                | R 60                              | R 90  | R 120 |
| Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario                      | R 120 <sup>(3)</sup> | R 90                              | R 120 | R 180 |
| Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)  |                      | R 90                              |       |       |
| Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)                        |                      | R 120 <sup>(4)</sup>              |       |       |

**Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios<sup>(1)</sup>**

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| Riesgo especial bajo  | R 90  |
| Riesgo especial medio | R 120 |
| Riesgo especial alto  | R 180 |



## 4.2. SANEAMIENTO

### Esquema general

La red de evacuación de aguas del Centro de Interpretación se conforma de un sistema separativo enterrado de aguas pluviales y fecales, de esta forma, no se permite que en ningún momento se establezca una comunicación entre ambas redes, vertiendo su contenido de la una a la otra. Las tuberías de esta red contarán con el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que facilitan la evacuación de los residuos, siendo, además, accesibles para su mantenimiento y reparación, tal y como se indica en el CTE DB HS5.

La red de aguas pluviales y la de residuales se realizará con interposición de un cierre hidráulico que impida tanto la transmisión de gases como su salida por calderetas, rejillas o sumideros.

Los bajantes de las redes contarán con una sección constante evitando que se generen desviaciones en su recorrido.

La red de fecales finaliza en una acometida general para tratar las aguas residuales del Centro de interpretación que se ubicará a una cota inferior para asegurar la evacuación. Antes de llegar a la arqueta sifónica final que dará conexión de la red privada con la red pública, se colocará una arqueta separadora de grasas. Por otro lado, la red de pluviales tiene como fin la reutilización de esas aguas para el riego de la vegetación existente en el camino hacia el mirador.

### Red enterrada

Se diseña una red enterrada que conecta la recogida de aguas pluviales que se generan tanto en la cubierta del edificio como en la plaza y en los patios, a la vez que una para las aguas residuales.

Se dispondrán arquetas de registro cada vez que acometa un tubo, en los giros y cada 15m.

La red enterrada de fecales finaliza en una arqueta sifónica que tiene como cota en la entrada del tubo de -1,02 m. Queda conectada con un pozo de registro a la salida del edificio que conecta con la red urbana de saneamiento.

### Ventilación

Por la altura del edificio (1 planta) es suficiente disponer un subsistema de ventilación primaria según el *artículo 3.3.3.1 del CTE HS5*. Para evitar prolongación de tubos en cubiertas, se disponen válvulas de aireación en falsos techos de los aseos. El diámetro de la bajante de ventilación será de 125 mm.

### Dimensionado de la red de evacuación de las aguas pluviales

Las aguas pluviales serán recogidas en cubierta y en los espacios exteriores existentes en planta baja, tales como patios o plazas. De este modo, se diseñan los paños de la cubierta para asegurar la dirección de las aguas pluviales hacia los sumideros que se conectarán a las diferentes bajantes. Así, en planta baja discurrirán por colectores colgados o enterrados hacia el aljibe donde comienza el ciclo de reciclaje de agua para el regadío de la vegetación cercana al edificio.

El edificio cuenta con dos cubiertas a diferente nivel, una corresponde a la caseta municipal y otra al centro de interpretación. Por otro lado, se recogerán las aguas de la cubierta del mirador.

Para determinar el número de sumideros necesarios para evacuar las aguas pluviales se debe consultar a la *tabla 4.6 del CTE DB HS5*, según la cual, depende de la superficie de la cubierta.

**Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta**

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

La **cubierta de la caseta municipal** cuenta con 421 m<sup>2</sup>, por lo cual se dispondrán dos canalones corridos que conduce el agua hacia cuatro bajantes, una por sumidero. Para la **cubierta del centro de interpretación**, con 1036 m<sup>2</sup>, la tabla 4.6 determina que para superficies mayores a 500 m<sup>2</sup>, se dispondrá un sumidero cada 150 m<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta esta norma y realizando la división de paños de la cubierta, se establecen los sumideros. Además, cuatro paños dirigen sus aguas hacia los patios, realizando la recogida de agua en la planta baja.

Para el **mirador** se dispone un único sumidero por contar con una superficie de 50 m<sup>2</sup>.

En cuanto a la recogida de planta baja, en los **patios**, se disponen dos sumideros en el patio de menor dimensión y tres en el de mayor, por contar con una superficie mayor a 100 m<sup>2</sup>.

Los canalones de recogida de agua pluvial se diseñan atendiendo a la tabla 4.7 del CTE DB HS5 que se muestra a continuación.

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

| Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> ) |     |     |     | Diámetro nominal del canalón (mm) |
|--|-----|-----|-----|-----------------------------------|
| Pendiente del canalón  |     |     |     |                                   |
| 0.5 %  | 1 % | 2 % | 4 % |                                   |
| 35   | 45  | 65  | 95  | 100                               |
| 60   | 80  | 115 | 165 | 125                               |
| 90   | 125 | 175 | 255 | 150                               |
| 185  | 260 | 370 | 520 | 200                               |
| 335  | 475 | 670 | 930 | 250                               |

En la cubierta de la caseta municipal encontramos dos canalones. Cada uno de ellos recogen una superficie de cubierta en proyección horizontal de 210,5 m<sup>2</sup>. Si la pendiente es del 1%, los canalones tendrán un diámetro nominal de 200 mm.

Los canalones que se disponen en la cubierta del centro de interpretación no sobrepasan los 80 m<sup>2</sup> de superficie. Teniendo en cuenta que su pendiente es del 1%, se disponen diámetros de 125 mm.

Los que se sitúan en planta baja y recogen las aguas de los patios y de la plaza, con una superficie de recogida menor a 115 m<sup>2</sup> y una pendiente del 2%, cuentan con un diámetro nominal del canalón de 125 mm.

Los bajantes de las aguas pluviales conectados a canalones, contarán con un diámetro de 110 mm. Las bajantes de aguas pluviales conectadas a los sumideros contarán con un diámetro de 90 mm.

Los colectores enterrados de aguas pluviales contarán con una pendiente del 2% y un diámetro de 125 mm. Los colectores enterrados de aguas fecales cuentan con un diámetro de 125 mm cuando recogen las aguas de las salas de instalaciones y de 160 mm cuando recogen aguas sucias de los aseos.

La red enterrada aumentará su diámetro en función de las arquetas que acometan y contará con arquetas de registro al menos cada 30 metros.

## Dimensionado de la red de evacuación de las aguas residuales

Este edificio cuenta con una única red residual, aquella que recoge las aguas de los dos aseos y la de las salas de instalaciones. Para dimensionar los colectores de la red residual debemos atender a lo que dicta *la tabla 4.1 del CTE DB HS*, la cual en función de las unidades de desagüe establece el diámetro mínimo de la derivación individual.

**Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

| Tipo de aparato sanitario                       | Unidades de desagüe UD |             | Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm) |             |
|---|------------------------|-------------|--|-------------|
|   | Uso privado            | Uso público | Uso privado  | Uso público |
| Lavabo  | 1                      | 2           | 32   | 40          |
| Bidé  | 2                      | 3           | 32   | 40          |
| Ducha   | 2                      | 3           | 40   | 50          |
| Bañera (con o sin ducha)                        | 3                      | 4           | 40   | 50          |
| Inodoro   | 4                      | 5           | 100  | 100         |
|   | 8                      | 10          | 100  | 100         |
|   | -                      | 4           | -  | 50          |
| Urinario  | -                      | 2           | -  | 40          |
|   | -                      | 3.5         | -  | -           |
| Fregadero                                       | 3                      | 6           | 40   | 50          |
|   | -                      | 2           | -  | 40          |
| Lavadero  | 3                      | -           | 40   | -           |
| Vertedero                                       | -                      | 8           | -  | 100         |
| Fuente para beber                               | -                      | 0.5         | -  | 25          |
| Sumidero sifónico                               | 1                      | 3           | 40   | 50          |
| Lavavajillas                                    | 3                      | 6           | 40   | 50          |
| Lavadora  | 3                      | 6           | 40   | 50          |
| Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé) | 7                      | -           | 100  | -           |
|   | 8                      | -           | 100  | -           |
| Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)        | 6                      | -           | 100  | -           |
|   | 8                      | -           | 100  | -           |

Contamos con 4 inodoros con cisterna, considerados de uso público, que suponen un total de 20 unidades de desagüe. Su diámetro mínimo del sifón y derivación individual es de 100 mm.

Se disponen 4 lavabos en total, considerados de uso público, suponen un total de unidades de desagüe. Su diámetro mínimo del sifón y derivación individual es de 40 mm.

A su vez, localizan tres sumideros sifónicos que recogen las aguas sucias de las salas de instalaciones y galería técnica. Al considerarse de uso privado, suponen un total de tres unidades de desagüe. Su diámetro mínimo del sifón y derivación individual es de 40 mm.

Una vez se han obtenido las unidades de desagüe de la instalación, se calcula que la dimensión de los diámetros de los colectores enterrados cuando recogen aguas residuales con inodoros es de 160 mm, mientras que, cuando recogen las aguas de las salas de instalaciones es de 125 mm. Por último, se dispone un diámetro de 200 mm para el colector enterrado que se dirige hacia la acometida. Estos colectores, como se ha comentado anteriormente, contarán con una pendiente del 2%.

La red enterrada aumentará su diámetro en función de las arquetas que acometan y contará con arquetas de registro al menos cada 30 metros.

### 4.3. FONTANERÍA

Para el diseño de la red de fontanería nos serviremos del CTE DB HS4 a través del cual podemos determinar el suministro de agua del edificio. Para ello nos basamos en esquemas de principios y en el dimensionado de las diferentes instalaciones para abastecerse.

#### Diseño de la red de abastecimiento de agua

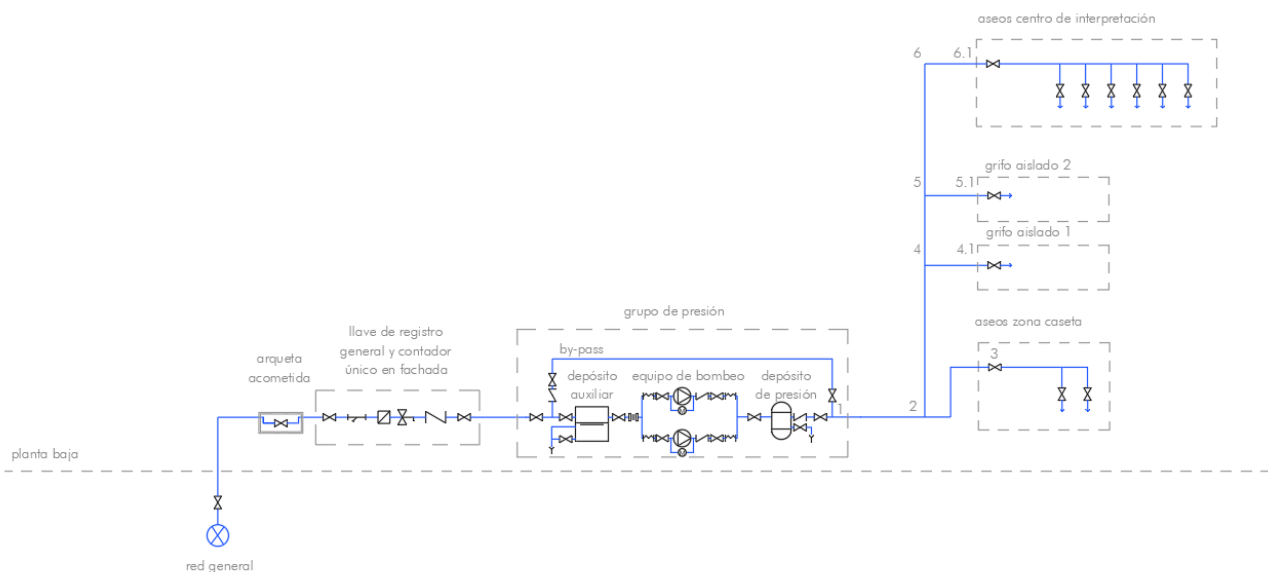
El edificio cuenta con una única planta y con dos núcleos húmedos. Uno dirigido a la zona de talleres y a la zona de servicio de la caseta y otro para el centro de interpretación.

Es por la baja demanda de **Agua Fría Sanitaria (AFS)** que debemos verificar si es necesario un grupo de presión o si se cuenta como suficiente la presión que llega de acometida. Consultando al PGOU de Aznalcóllar se especifica que la velocidad de circulación del agua está comprendida entre los 0,5 y 1,5 metros por segundos. Suponemos que la presión que llega de la acometida general es de 300 kPa.

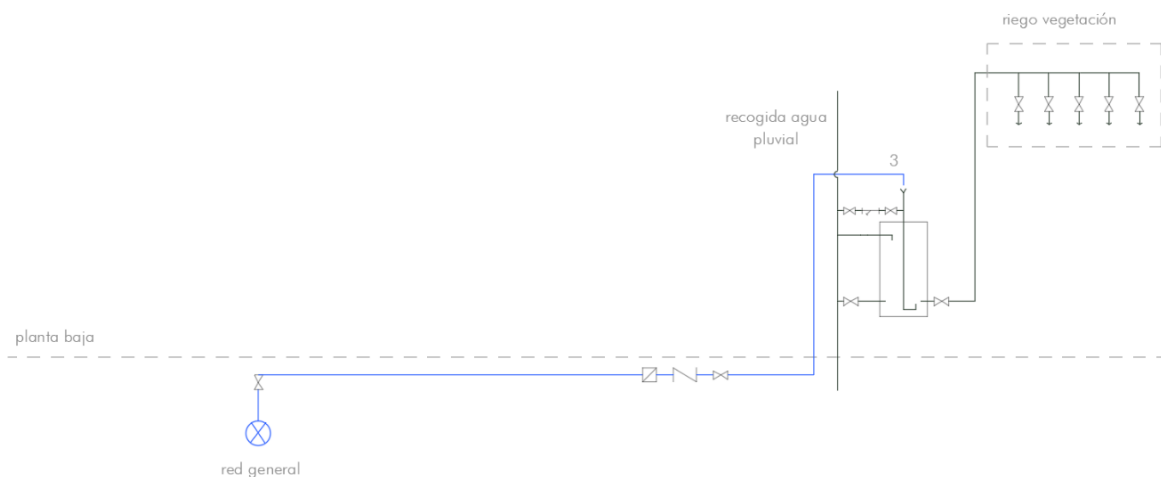
Por otro lado, **no es necesario disponer de agua caliente sanitaria (ACS)**, debido a que las únicas instalaciones hidrosanitarias que se plantean en el edificio son inodoros, lavabos y dos grifos aislados, de este modo, no se dispone de captadores solares ni calderas que calienten el agua.

Es por ello que el desarrollo y dimensionado de la red de abastecimiento que se plantea se refiere únicamente a la red de Agua Fría.

Al plantearse reutilizar el agua que se recoge de la lluvia para el riego de la vegetación de la plaza, se dispone un aljibe enterrado en el exterior del centro de interpretación.



Esquema de principios de la instalación de fontanería



Esquema de principios de la instalación de riego.

### Acometida y llave de registro

En el edificio encontramos dos acometidas independientes que se conectarán a la red pública de suministro de agua que discurre por la carretera que conecta Aznalcóllar con Gerena y nos servirá de abastecimiento para el edificio.

Por un lado, encontramos la acometida que da servicio a las **instalaciones hidrosanitarias** que se ubican en el edificio, tales como los aseos y los grifos aislados. Esta instalación estará compuesta por tuberías de PEX que discurren hasta los diferentes puntos de suministro. Se llevará a cabo mediante una acometida subterránea con la llave de registro en el interior de la arqueta. Anterior al contador general del edificio se encuentra un grifo de prueba con una válvula antirretorno y una llave de paso que se colocará en la fachada.

Por otro lado, encontramos la acometida que da servicio a la **Protección Contra Incendios** del edificio, cumplimentando así el CTE DB SI en lo referido al abastecimiento de las Bocas de Incendios. Esta instalación cuenta con su propio contador y su equipo de bombeo.

Las tuberías quedan por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrotécnicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

La empresa suministradora es Aljarafesa, de la cual se abastece Aznalcóllar.

El diámetro nominal de la acometida es de 42 mm. La presión en la acometida: 30 m.c.a. Profundidad de la acometida: -0.80m de la cota de inferior del edificio.

### Protección contra retornos

Se dispondrán, tal y como indica el *punto 2.1.2 del CTE DB HS4*, sistemas antirretornos para evitar que se invierta el sentido del flujo del agua en los siguientes puntos:

- después de los contadores
- 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

Además, los antirretornos se dispondrán junto a grifos de vaciado para que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

## Condiciones mínimas de suministro

La instalación de fontanería debe abastecer a los aparatos los caudales que aparecen en la tabla 2.1 de esta norma.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

| Tipo de aparato                        | Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s] | Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s] |
|--|---|---|
| Lavamanos                              | 0,05  | 0,03  |
| Lavabo                                 | 0,10  | 0,065   |
| Ducha                                  | 0,20  | 0,10  |
| Bañera de 1,40 m o más                 | 0,30  | 0,20  |
| Bañera de menos de 1,40 m              | 0,20  | 0,15  |
| Bidé                                   | 0,10  | 0,065   |
| Inodoro con cisterna                   | 0,10  | -   |
| Inodoro con fluxor                     | 1,25  | -   |
| Urinarios con grifo temporizado        | 0,15  | -   |
| Urinarios con cisterna (cu)            | 0,04  | -   |
| Fregadero doméstico                    | 0,20  | 0,10  |
| Fregadero no doméstico                 | 0,30  | 0,20  |
| Lavavajillas doméstico                 | 0,15  | 0,10  |
| Lavavajillas industrial (20 servicios) | 0,25  | 0,20  |
| Lavadero                               | 0,20  | 0,10  |
| Lavadora doméstica                     | 0,20  | 0,15  |
| Lavadora industrial (8 kg)             | 0,60  | 0,40  |
| Grifo aislado                          | 0,15  | 0,10  |
| Grifo garaje                           | 0,20  | -   |
| Vertedero                              | 0,20  | -   |

El edificio cuenta con cuatro lavabos y cuatro inodoros con cisterna, además de dos grifos aislados. Esto supone un caudal instantáneo mínimo de agua fría de **1,1 dm<sup>3</sup>/s**.

La norma establece que la presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

## Previsión de la potencia necesaria de arranque

Realizamos el cálculo de la presión necesaria teniendo en cuenta que la presión de la acometida es de 300 KPa.

Determinamos la presión que es necesaria en el punto más desfavorable del edificio, que en este caso se trata del lavabo perteneciente a la zona de camerinos. De esta forma terminamos si es necesario un equipo de bombeo.

$$P_b = \pm H + \text{PREM} + 0.15 \cdot (\text{LT} \cdot 1.2) + \text{PCONT} + \text{PACS}$$

Siendo:

P = Presión a calcular

H= La distancia máxima en vertical desde la acometida hasta el punto más desfavorable del edificio

PREM= Es la fuerza del agua cuando sale del grifo, para un grifo convencional se considera 10 m.c.a.

0.15= El coeficiente de rozamiento

LT= Fuerza que pierde el agua en el recorrido, que se obtiene mediante la suma de LH (fuerza que pierde horizontalmente) y LV (fuerza que pierde verticalmente)

1.2= Porcentaje para calcular la longitud equivalente

PCONT= Pérdida de presión producida por el contador. Cuando se tiene un contador general hay una pérdida de 5 m.c.a. y cuando tenemos un contador individual esta pérdida es de 10 m.c.a. En este caso tenemos un contador general.

PACS= Pérdida de presión por los equipos de agua caliente. En este caso no tenemos.

$$P_b = 1 + 10 + 0.15 \cdot (200 \cdot 1.2) + 5 = 52 \text{ m.c.a.}$$

Se ha considerado que la presión que llega desde la acometida es de 30 m.c.a y la presión requerida para el punto más desfavorable del edificio es de 52 m.c.a. Por tanto, se dispondrá de un **grupo de presión** para garantizar el abastecimiento de agua en el edificio.

### Cálculo Grupo de presión y primer tramo de tubería

Se utilizará un grupo de presión con by-pass formado por un depósito auxiliar, una bomba y un depósito de presión a fin de garantizar el abastecimiento en el punto más lejano del edificio.

El grupo de presión se situará en la sala de instalaciones cercana a la zona de servicio de la caseta municipal, en planta baja y con conexión directa a la galería técnica.

Se procede a calcular la potencia del grupo de presión a partir del tramo más desfavorable de la red, que en este caso es aquel que abastece a los aseos del espacio del centro de interpretación. De este modo, se calcula el caudal instantáneo mínimo instalado  $Q_i$  que viene dado por la tabla 4.2 de esta norma. De este modo contamos con:

- Cuatro lavabos, con un caudal total instalado de 0,4 dm<sup>3</sup>/s.
- Cuatro inodoros con cisterna, con un caudal total instalado de 0,4 dm<sup>3</sup>/s.
- Dos grifos aislados con un caudal total instalado de 0,3 dm<sup>3</sup>/s.
- Los aspersores para el riego no se tendrán en cuenta ya que en caso de, por ausencia de lluvias, tener que rellenar el aljibe de agua, se realizará en horas en las cuales el edificio esté cerrado al público.

La  $Q_i$  del edificio es la suma de todos los caudales instalados, por tanto  $Q_i = 1,1$  l/s.

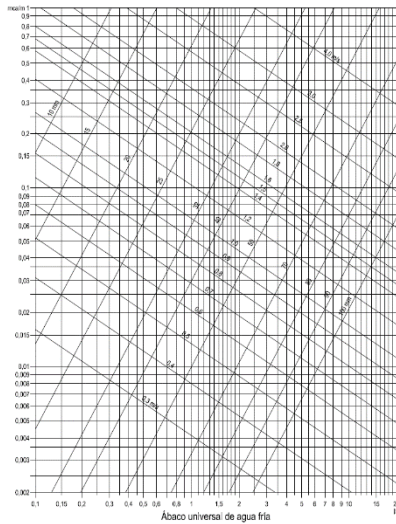
Se determina el caudal calculado  $Q_c = Q_i \cdot k$ , siendo  $k$  el coeficiente de simultaneidad.

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{23-1}}$$

$n$  es el número de aparatos instalados, en este caso serían 10. Por tanto,  $k = 0,33$ .

$$Q_c = 1,1 \text{ l/s} \cdot 0,33 = 0,36 \text{ l/s}$$

Para la obtención del diámetro de tubería en cada tramo de la instalación se realiza de manera gráfica mediante la utilización de ábacos correspondiente al tipo de material, entrando en la velocidad correspondiente a cada tramo y el caudal que dicho tramo transporta. Con la siguiente tabla, determinaremos la pérdida de carga unitaria ( $i$ ) y su diámetro a través de la velocidad de circulación del agua y el caudal que hemos calculado.



Teniendo en cuenta que la velocidad mínima es de 0,5 m/s (se toma dicha velocidad para evitar en lo posible la sedimentación en los tubos) y que el caudal calculado es de 0,36 l/s, se obtiene que la pérdida de carga es de 0,015 m.c.a y el diámetro es de 32 mm.

#### Cálculo de la potencia necesaria para grupo de presión

Una vez hemos obtenido los datos anteriores, procedemos a determinar la potencia necesaria, la del equipo de bombeo, la capacidad de los acumuladores de agua fría y la del depósito de presión.

De este modo, la potencia necesaria del agua que llega al aparato más desfavorable (lavabo del aseo de la zona de servicio de la caseta municipal) viene dado por la siguiente fórmula:

$$PN = \pm H + PREM + j + PCONT$$

Donde:

H= La distancia máxima en vertical desde la acometida hasta el punto más desfavorable del edificio

PREM= Es la fuerza del agua cuando sale del grifo

j= Pérdida de carga unitaria

PCONT= Pérdida de presión producida por el contador. Para un contador general hay una pérdida de 5 m.c.a

De esta manera obtenemos:

$$PN = 1 + 10 + 0,015 + 5 = 16,01 \text{ m.c.a.}$$



### Potencia de la bomba

La calculamos mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Qc \cdot (Pb + 10)}{75 \cdot r}$$

Donde:

Q es el caudal de cálculo simultáneo, en l/s.

Pb es la presión mínima, en m.c.a.

p es el rendimiento de la bomba, valor adimensional entre 0,7 y 0,8.

$$P = [0,36 \cdot (16 + 10)] / (75 \cdot 0,8) = 0,15$$

Colocaremos dos bombas de 0,15 CV de potencia, funcionando al 70% cada una.

### Capacidad de acumuladores de agua fría

La capacidad necesaria para los depósitos auxiliares de alimentación se determina mediante:

$$V = Q \cdot t \cdot 60 \text{ (l/s)}$$

Siendo Q el caudal simultáneo y t el tiempo en minutos. Consideramos t como 15 minutos. Obtenemos:

$$V = 0,36 \cdot 15 \cdot 60 \text{ (l/s)} = 325 \text{ L por lo se dispone un depósito de 400 L}$$

### Capacidad del depósito de presión

Su capacidad se calcula en función de:

$$Vd = 3 \times Q \times (Pb + 10) \text{ (l)}$$

Siendo Q el caudal de cálculo y Pb la presión de arranque.

$$Vd = 3 \times 0,36 \times (16 + 10) = 28,08 \text{ (l)}$$

Utilizaremos un depósito de 50l

### Cálculo de los caudales y diámetros por tramos

Calcularemos la dimensión del tramo más desfavorable del edificio. Según el CTE DB HS4, el dimensionado de la red de abastecimiento se realiza por tramos, considerando el más desfavorable, aquel que tenga una pérdida de presión dada por el rozamiento y a su altura. Teniendo en cuenta que la elección de una velocidad de cálculo comprendida para tuberías metálicas entre 0,50 y 3,50m/s para tuberías termoplásticas. En este dimensionado no consideramos el sistema de riego que reutiliza las aguas de lluvia.

Teniendo en cuenta:

$K = \text{coeficiente de simultaneidad} = 1/\sqrt{(n-1)}$ , siendo "n" el nº de aparatos

$V_{\text{máx}} = 2 \text{ m/s}$

$v = 4000 \cdot Q_c / \varnothing N \cdot \pi$

$Q_c = Q_i \cdot k$

$\varnothing_c = \sqrt{(4000 \cdot Q_c / V_{\text{máx}} \cdot \pi)}$

| tramo | nº aparatos | Qi(l/s) | coeficiente K | Qc   | Vmax (m/s) | Øc (mm) | Øn (mm) |
|-------|-------------|---------|---------------|------|------------|---------|---------|
| 1-2   | 10          | 1,1     | 0,33          | 0,36 | 2          | 16      | 25      |
| 2-3   | 2           | 0,2     | 1             | 0,20 | 2          | 11      | 12      |
| 2-4   | 8           | 0,9     | 0,37          | 0,33 | 2          | 15      | 16      |
| 4-4.1 | 1           | 0,15    | 1             | 0,15 | 2          | 10      | 12      |
| 5-5.1 | 1           | 0,15    | 1             | 0,15 | 2          | 10      | 12      |
| 6-6.1 | 6           | 0,6     | 0,44          | 0,26 | 2          | 13      | 16      |

### Capacidad del aljibe para la recogida de aguas pluviales

Se dispone un sistema de recogida de las aguas pluviales que se acumulará en un aljibe que se conectará a una red de riego para la vegetación cercana al edificio. De esta forma se colocan cinco aspersores con un caudal instantáneo de  $0,2 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Obtenemos un caudal instalado  $Q_i = 1 \text{ l/s}$ .

Si suponemos, que el riego se produce durante 15 minutos cada día, calculamos el depósito necesario:

$$V = Q \cdot t \cdot 60 \text{ (l/s)}$$

$$V = 1 \cdot 15 \cdot 60 \text{ (l/s)} = 900 \text{ L}$$

Se dispone uno de 3000L de modo que se aproveche la mayor cantidad posible del agua de lluvia. Se trata de un volumen enterrado conectado a una sala que incluye un equipo de filtrado del agua a la entrada y un grupo de presión a la salida, para elevar el agua hasta la cota donde se encuentra la vegetación.

#### 4.4. ELECTRICIDAD Y ALUMBRADO

La instalación eléctrica del edificio tiene como objetivo dotar de la suficiente energía a todos los aparatos cumpliendo con el *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)* y con la normativa de la empresa suministradora. De este modo, se asegura el funcionamiento de la instalación eléctrica contribuyendo a la eficiencia energética y económica.

El centro de interpretación al ser un edificio público contará con un único propietario, lo que significa que habrá sólo un contador en el edificio. La instalación queda conectada a un centro de transformación (CT) prefabricado ubicado en el exterior del edificio al cual le llega la red en alta tensión (AT) que discurre enterrada por la SE530.

#### Descripción de la red eléctrica

Una única red eléctrica es la que abastecerá al edificio, ya que se considera que forma un conjunto y hay un único uso.

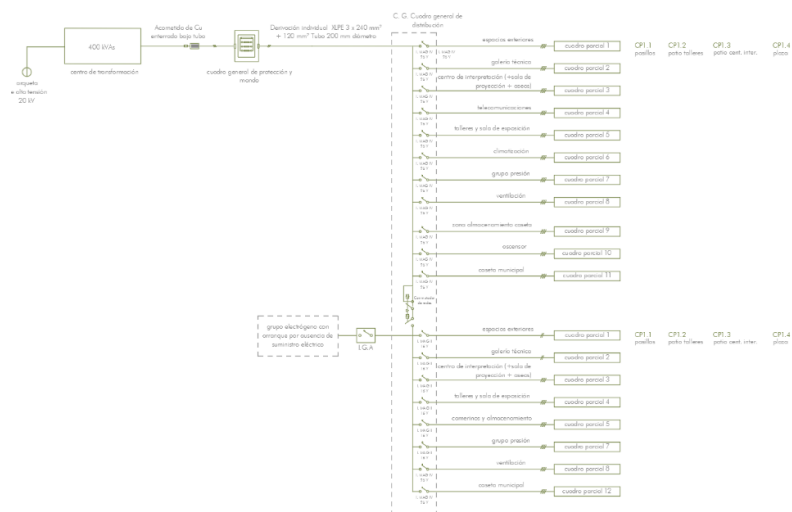
En cuanto a la necesidad de disponer de **producción de energía fotovoltaica** en el edificio, según el *artículo 1 del HE Sección HE5*, no será de obligado cumplimiento la producción de energía renovable si la superficie construida del edificio no supera los 3000 m<sup>2</sup>, siempre y cuando el uso sea distinto al residencial privado. Además de esto, debido a la reducida potencia necesaria en el proyecto, menor a 100 kW, no resulta necesario un suministro renovable para dicha demanda.

#### 1 Ámbito de aplicación

- 1 Esta sección es de aplicación a edificios con uso distinto al residencial privado en los siguientes casos:
- edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes, cuando superen o incrementen la superficie construida en más de 3.000 m<sup>2</sup>
  - edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se superen los 3.000 m<sup>2</sup> de superficie construida;
- Se considerará que la superficie construida incluye la superficie del aparcamiento subterráneo (si existe) y excluye las zonas exteriores comunes.

#### Artículo 1 del HE Sección HE5.

La instalación tiene su inicio en la línea de acometida que sale desde el centro de transformación (CT) para conectar con la caja de protección y mando (CPM). La derivación individual sale de la CPM y conecta con el cuadro general que queda situado en la galería técnica. A partir del cuadro general, se distribuyen los cuadros parciales que dan servicio a las diferentes zonas.



Esquema unifilar de red eléctrica

## Acometida

El edificio cuenta con una única acometida a través de la cual se realiza el suministro que será del tipo subterráneo ICT-BT 07. Protegida bajo tubo  $\varnothing 160$  mm + reserva Profundidad > 0,6 m.

## Caja de protección y medida

Como se trata de un único usuario alimentados desde la misma red, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de media, denominado Caja de Protección y Medida (CPM), que debe estar instalado a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m. Se ubica en una zona cercana al edificio, en fachada, de tal manera que pueda ser accesible permanentemente.

## Dispositivos generales e individuales de mando y protección

En un único cuadro general de distribución se dispone el interruptor general automático (IGA) y el interruptor de control de potencia (ICP) y los interruptores generales de corte (IGC) de cada uno de los cuadros secundarios.

El cuadro general se situará dentro del edificio, en la galería técnica, ya que de este modo es accesible para el personal de mantenimiento, aunque no para el público. Como se ha mencionado anteriormente, la galería técnica es un Local de Riesgo Bajo por encontrarse en ella el Cuadro General de distribución eléctrica.

## Previsión de cargas

Para la previsión de potencia vamos a seguir las indicaciones de *ITC BT 10 "Previsión de cargas para suministros de baja tensión"*. Se calcula la previsión de carga necesaria para suministrar al edificio estimando:

- 100 W/m<sup>2</sup> para el uso pública concurrencia. De tal modo que  $100 \text{ W/m}^2 \times 797 \text{ m}^2 = 79700 \text{ W} = 79,7 \text{ kW}$ .
- Ascensor, supone 5 kW
- Grupos de presión 2 kW
- Toma de fuerza 2 kW
- Telecomunicaciones 0,25 kW

Total 88,95 kW

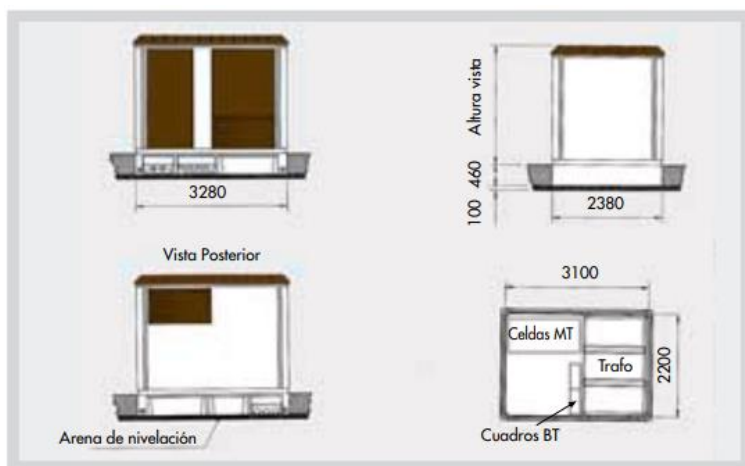
## Centro de transformación de la compañía

La demanda del edificio es equivalente a 88,95 kW. Para 100 kW, el reglamento electrotécnico de baja tensión señala que es necesario dotar al edificio de un centro de transformación. Aunque el edificio no demande del mismo, se dispondrá uno nuevo que dé servicio al edificio, ya que, el CT existente en el recinto ferial podría estar agotado. Éste, se situará entre el parking y el edificio, de manera que sea accesible para su mantenimiento o revisión y pueda dar servicio al alumbrado urbano.

El nuevo CT de la compañía se compone por un trafo, cuatro celdas de alta tensión: dos de línea, una de medida y otra de protección, para que la compañía suministradora pueda parar la alimentación y medir el consumo si fuese necesario, dejando espacio para posibles ampliaciones en la red.

El centro de transformación convierte el suministro que le llega en alta tensión en baja, de tal modo que pueda ser empleada en el edificio. Más tarde se comprobará la potencia del centro de transformación según la previsión de cargas para el edificio.

El CT que se dispone es el modelo PFU-3 de la marca “Ormazabal” o similar. Se trata de un CT prefabricado cuyas dimensiones son de 3280 x 2380 x 2500 cm.



Dimensiones del nuevo Centro de Transformación.

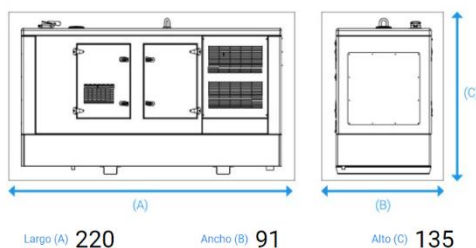
### Grupo electrógeno

Según el REBT ITC BT 28 2.3 Suministros complementarios o de seguridad. Todos los locales de pública concurrencia deben de disponer de alumbrado de emergencia y de suministro de socorro los locales de con una ocupación mayor a 300 personas.

El grupo electrógeno se dispone en la galería técnica, de tal forma que queda ventilado por el hueco que se dispone en fachada y oculto a la vista del visitante. Su función es arrancar en el momento en el que haya ausencia de suministro eléctrico en el edificio. En interiores, el local debe ser de riesgo especial bajo según CTE (DB-SI).

Se trata de un sistema auxiliar en caso de fallo del suministro de socorro, debe tener una potencia del 15 % de la potencia contratada. En nuestro caso sería de 13,34 kW = 16,62 KVA (p=0,8).

Por tanto, se dispone un grupo electrógeno de 20 KVA de la casa “Himoinsa” o similar, cuyas dimensiones, en centímetros, se detallan a continuación:



### Cuadros eléctricos

Según el ITC BT 28, las instalaciones en los locales de pública concurrencia cumplirán las condiciones de carácter general. Al contar con una previsión de potencia menor a 100 kW, no será necesaria la disposición del cuadro general en un local independiente, ubicándose, de este modo, empotrado en la pared de la galería técnica.

#### Cuadros parciales

En la siguiente tabla se establecen los cuadros parciales que componen la red eléctrica del edificio, que depende del tipo de suministro, pudiendo ser el normal o el de socorro, que funciona en caso de emergencia a través del grupo electrógeno.

Éste, se dispone en la galería técnica y precisa de estar ventilado. Para ello se dispone un hueco alto que comunica la galería técnica y el patio.

Encontramos catorce cuadros parciales, de tal modo que se da servicio a las zonas exteriores, al centro de interpretación, a la zona de espacio de exposiciones temporales, a la de servicio de la caseta y a las diferentes instalaciones, así como, a la caseta municipal y al ascensor. Los cuadros parciales se disponen tanto en la galería técnica como en los diferentes volúmenes. Se tratan de cuadros empotrados en la pared quedando integrados con la materialidad interior.

| CUADRO PARCIAL                     | SUMINISTRO NORMAL  | SUMINISTRO SOCORRO |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|
| CP1. Espacios exteriores           |                    |                    |
| CP1.1. Pasillos                    | Alumbrado          | Alumbrado          |
| CP1.2. Patio talleres              | Alumbrado          |                    |
| CP1.3. Patio centro interp.        | Alumbrado          |                    |
| CP1.4. Plaza                       | Alumbrado          |                    |
| CP2. Galería técnica               | Fuerza y alumbrado | Fuerza y alumbrado |
| CP3. Centro de interpretación      | Fuerza y alumbrado | Alumbrado          |
| CP4. Telecomunicaciones            | Fuerza             | Fuerza             |
| CP5. Talleres y sala de exposición | Fuerza y alumbrado | Alumbrado          |
| CP6. Climatización                 | Fuerza             |                    |
| CP7. Grupo presión                 | Fuerza             | Fuerza             |
| CP8. Ventilación                   | Fuerza             | Fuerza             |
| CP9. Zona almacenamiento Caseta    | Fuerza             | Fuerza             |
| CP10. Ascensor                     | Fuerza             |                    |
| CP11. Caseta Municipal             | Fuerza             |                    |

## Derivación individual

La instalación dispone de un cableado que cumple con lo que se especifica en la REBT y acorde a la compañía suministradora. En cuanto al sistema monofásico se dispone un cableado tipo 2 x XLPE. Cuando el sistema es trifásico, del tipo 3 x XLPE.

Se calcula la sección del cable de una derivación individual (DI) que estará relacionado con la tensión admisible y la caída de tensión. Para ello, se considera la potencia de cálculo la prevista anteriormente.

| TIPO      | POTENCIA ESTIMADA (W) | I CÁLCULO (A) | MONTAJE | $\gamma$ (Cu, 90°)(m/Ωmm <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m) | U (V) | Cos $\phi$ | I Admisible (A) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | $\xi$ (%) |
|-----------|-----------------------|---------------|---------|---|--------------|-------|------------|-----------------|----------------------------|-----------|
| Trifásico | 88950                 | 160 A         | A1      | 56                                      | 15           | 400   | 0,80       | 345             | 240                        | 0.74%<1   |

Intensidad de cálculo (160 A) < Intensidad del fusible (400 A) > Intensidad Admisible (345 A)

Cálculo de la caída de tensión:

$$\xi (\%) = P \times L \times 1000 / U^2 \times S \times \gamma = (88950 \times 18 \times 1000) / (400^2 \times 240 \times 56) = 1601100000 / 2150400000 = 0.74\% > 1\% \text{ máx. CUMPLE}$$

Definición DI:

Sección de la fase (1) = 240 mm<sup>2</sup>

Sección del neutro según Tabla 1. ITC-BT 14 = 120 mm<sup>2</sup>

Diámetro exterior del tubo según Tabla 1. ITC-BT 14 = 200 mm

DI = XLPE 3 x 240 mm<sup>2</sup> + 120 mm<sup>2</sup> Tubo 200 mm diámetro

## Alumbrado

Atendiendo al *DB SUA-4* y el *RD 486/1997*, en los cuales se disponen las exigencias para la iluminación según su posición y función, se diseña el alumbrado de los espacios interiores y exteriores al centro de interpretación, tales como patios y zonas cubiertas pero exteriores.

### - Alumbrado de evacuación:

Se trata de aquel que garantiza la iluminación y el reconocimiento de los recorridos y los medios de evacuación en caso de incendio o emergencia. Para ello, es necesario, como ya se ha estudiado en Seguridad en Caso de Incendio, establecer cuál es la ocupación de cada zona y las salidas de emergencia, de esta forma, los recorridos deben quedar perfectamente iluminados y reconocibles en su trayecto. Para ello, es necesario que la iluminancia horizontal mínima sea de al menos 1 lux.

En aquellas zonas donde se han ubicado los equipos de protección activa en caso de incendio que precisen de manipulación manual y aquellos cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima que se debe garantizar es de 5 lux, desde el suelo hasta un metro por encima del mismo. Además, se debe cumplir que la relación establecida entre la iluminancia máxima y la iluminancia mínima en el espacio considerado no puede ser superior 40. De esta manera, debe adquirir ese papel durante mínimo una hora y proporcionar la iluminación que sea adecuada y prevista.

- **Alumbrado ambiente o antipánico:**

El alumbrado antipánico es aquel que se pone en marcha en aquel momento en el que hay un fallo en la red de alimentación normal. Para ello, se debe garantizar que durante mínimo una hora, este alumbrado funciona por sí mismo y proporciona una iluminación adecuada prevista. La función de este es guiar a los ocupantes del centro de interpretación hasta las salidas previstas en los recorridos en caso de emergencia, además de garantizar que los mismos son capaces de identificar cualquier obstáculo establecido en el recorrido.

Este suministro proporciona una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio que se haya considerado para la evacuación. Además, se debe cumplir que la relación establecida entre la iluminancia máxima y la iluminancia mínima en el espacio considerado no puede ser superior 40. De esta manera, debe adquirir ese papel durante mínimo una hora y proporcionar la iluminación que sea adecuada y prevista.

## Iluminación

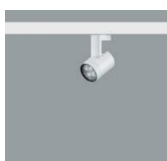
En cuanto al estudio de la iluminación del conjunto del centro de interpretación, se debe cumplir los niveles de iluminación adecuados y para ellos es necesario establecer cuál es el uso de las diferentes zonas. En cuanto al espacio de centro de interpretación, se disponen varios tipos de iluminación, dependiendo del trato de cada una de las exposiciones previstas. De este modo, se sitúan puntos de luz que focalizan lo expuesto conectados mediante raíles electrificados o luminarias lineales que pretenden marcar la zona con más intensidad. Lo mismo ocurre en la sala de exposiciones temporales. En cuanto a la zona de servicio de la caseta, las salas de instalaciones o los espacios que quedan ocultos al visitante, se disponen puntos de luz aislados que garanticen la iluminación.

Se deben garantizar unos niveles de luxes por zona que aseguren unos niveles de iluminación adecuados, esto dependerá del uso que se está llevando a cabo, en el que determina el uso de cada estancia.

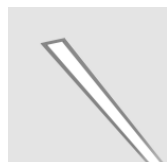
En la zona de exposiciones temporales, al establecerse en su diseño una fachada que cuenta con grandes ventanales de vidrio, se pretende optimizar el uso de luz artificial, siendo esta puesta en uso siempre y cuando la luz natural no garantice la visibilidad adecuada dentro del edificio. Esto se conseguirá mediante el encendido y apagado automático en función de la calidad lumínica del exterior. Se evita de este modo el uso innecesario e inadecuado de la luz y su consumo elevado.

A continuación, se disponen las diferentes luminarias colocadas en el edificio.

a. Zona de centro de interpretación y zona exposiciones temporales y talleres



Luminaria tipo Parscan InTrack para raíles electrificados 220- 240V



Luminaria continua FLAT 30 con única fuente de alimentación IP 20 y flujo luminoso de hasta 4905 lúmenes. Marca Lledó.

b. Aseos, galería técnica y salas de instalaciones:



Philips Ledinaire Zadora G4 con un flujo luminosa 355 lm.



#### 4.5. PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS

##### Pararrayos

Se procede a la comprobación de si es necesario la instalación de pararrayos en el edificio. Consultando el CTE DB SUA 8, el punto 1, sería necesario instalar un pararrayos cuando la frecuencia prevista de impactos,  $N_e$ , es superior a la de riesgo admisible,  $N_a$ .

La frecuencia esperada de impactos,  $N_e$ , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \times A_e \times C \times 10^{(-6)} \text{ [nº impactos/año]}$$

siendo:

$N_g$  densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km<sup>2</sup>), obtenida según la figura 1.1 del CTE DB SUA 8. Aznalcóllar cuenta con un valor  $N_g = 1.5$

$$A_e = 10680\text{m}^2$$

$C$ , según la tabla 1.1 = 1

$$N_e = 1,5 \times 10680 \times 1 \times 10^{(-6)} = 0.01602 \text{ [nº impactos/año]}$$

El riesgo admisible,  $N_a$ , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = [5.5 \times 10^{(-3)}] / (C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5)$$

siendo:

$C_2$  coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2;

$C_3$  coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3;

$C_4$  coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4;

$C_5$  coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.

$$N_a = [5.5 \times 10^{(-3)}] / (1 \times 1 \times 3 \times 1) = 0.0018$$

Observamos que  $N_e$  es mayor que  $N_a$ , por tanto, es necesaria la colocación de un pararrayos.

El tipo de pararrayos exigido se contempla en el punto 2 del SUA 8, de tal modo que la eficacia  $E$  requerida para la instalación viene dada por la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (N_a/N_e)$$

$$E = 1 - (0.0018/ 0.01602) = 0,11$$

Consultando la *tabla 2.1* de esta misma norma observamos que la eficiencia requerida  $E = 0.11 < 0,80$ . De este modo, el nivel de protección es 4. La norma contempla que en este caso la instalación de pararrayos no es obligatoria, sin embargo, de lado de la seguridad se instalará en este edificio.

Se instalará encima de la caseta municipal, en la parte más alta del edificio. Se trata de un pararrayos tipo PDC, que sobresale dos metros de altura. La cota del mismo es de 9 metros sobre el nivel de la plaza, asegurándonos, además, que su radio de protección recoge parte del recinto ferial. La puesta a tierra del pararrayos se dispone mediante un cable enterrado que conforma un triángulo equilátero de 4 metros de lado y picas de 2 metros de longitud en sus vértices.



Pararrayos. Alzado desde la Corta de Aznalcóllar.

### Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra se conforma por un cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> que recorre todo el perímetro del edificio a nivel de cimentación (-6,5 m), alcanzando una profundidad mínima de 0,50 metros.

La toma a tierra en ningún caso puede ser superior a 10 Ω, ya que, en este edificio existen sistemas de telecomunicaciones.

En planta baja, se establecen tres arquetas de registro. Una de ellas da servicio al pararrayos y las otras dos se disponen en los dos extremos de la planta de tal manera que el recorrido del cableado no es grande.

Atendiendo a la norma del ITC-18, la tabla 5 se dispone el tipo de electrodo en forma de conductor enterrado horizontalmente, con resistencia de tierra en Ohm de:

$$R_{\text{cable}} = 2p/L$$

siendo:

$p$  = la resistencia del terreno, en este caso de arcilla, de 50 Ωm

$R < 10 \Omega$

$L$  = longitud del cable enterrado. En este caso son 176 metros

$$R_{\text{cable}} = 2 \times 50 / 176 = 0,56 < 10 \Omega$$

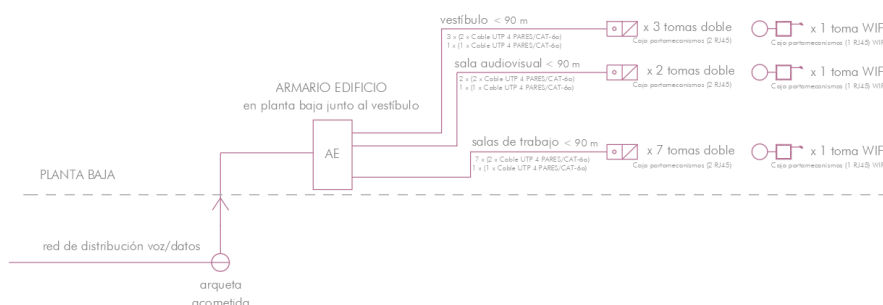
La instalación cumple con la normativa ya que, la  $R_{\text{cable}}$  es inferior a 10 Ω.

## 4.6. TELECOMUNICACIONES

La instalación de telecomunicaciones de este edificio público se diseña teniendo en cuenta que hay un único usuario. Las necesidades que hay que resolver son las de datos, de tal modo que pueda dar servicio tanto al personal del espacio expositivo, como al de control del vestíbulo, a los talleres o a la sala de audiovisuales. Por otro lado, el servicio de telefonía como de comunicación analógica o digital conformará la instalación de voz.

Para ello, debemos disponer de un local en planta baja que no esté en contacto con la incidencia directa del sol, que esté ventilado y exento de humedad. Es por ello que se ubica el armario del edificio en la sala de instalaciones del centro de interpretación, con acceso directo desde el vestíbulo. Se dispone de una rejilla que permite el paso del aire para ventilar hacia el exterior.

Se prevé una instalación con un sistema de estrella donde el armario central se sitúa como se ha mencionado anteriormente en planta baja. Al contar con una única planta, ya que, a la caseta municipal no da servicio esta instalación, no es necesario colocar repetidores, pues la distancia del cableado no supera los 90 metros como establece la norma.



Esquema de principios de la instalación de telecomunicaciones.

### Dimensionado

En función de los requisitos o necesidades a servir en el edificio se realiza un dimensionado del número de tomas de usuario. Para ello, la norma ITC dispone:

- Una toma doble por cada 10 m<sup>2</sup> útiles o fracción (en este caso, se contabiliza en la sala de exposiciones temporales y el centro de interpretación)
- Al menos una toma doble por cada usuario previsto (en el caso del vestíbulo, tres usuarios previstos)
- Una toma simple para punto de acceso inalámbrico WIFI cada 200 m<sup>2</sup> (En este caso, se coloca una para el centro de interpretación y otra para la zona de exposiciones temporales. Además, se ubica otra para la sala de proyecciones por considerarse un espacio que puede funcionar independiente al resto).

| ESPACIO                           | TOMAS USUARIO | CONEXIÓN WIFI |
|-----------------------------------|---------------|---------------|
| TD = toma doble<br>TW = toma wifi |               |               |
| Vestíbulo                         | 3 TD          | 1 TW          |
| Sala audiovisual                  | 2 TD          | 1 TW          |
| Espacio de trabajo                | 7 TD          | 1 TW          |

## 4.7. SEGURIDAD E INTRUSIÓN

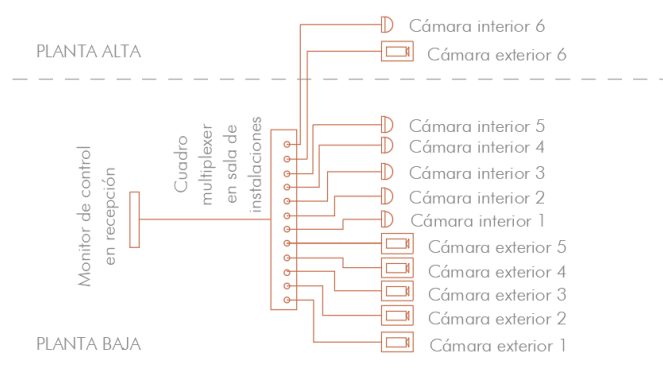
Esta instalación trata de plantear la seguridad estableciendo un sistema que se adapte a las circunstancias del edificio a proteger. Los aspectos que se tendrán en cuenta son la prevención, eliminación o reducción de las circunstancias de riesgo. De esta manera, se establecen unas medidas de detección, señalización y control que desencadenan una protección activa.

La instalación abarca la planta baja del edificio, por considerarse la caseta municipal un espacio abierto al público durante todo el día. Sin embargo, en planta alta, se controlará la zona posterior a la caseta, ya que comunica con el edificio y debe tener un acceso restringido.

La central de mando y control para la instalación de seguridad se dispone en planta baja, en la sala de instalaciones que tiene acceso desde el vestíbulo, junto a la recepción, siendo accesible por el personal de seguridad si fuese necesario.

Por otro lado, se disponen una serie de dispositivos que ayudarán a la detección y control, como:

- Cámaras minidomo en el interior y cámaras de infrarrojos para el exterior. Controlar los espacios exteriores al edificio en este caso es primordial.
- Detectores en las aperturas de las puertas: ayudan al control del personal de entrada. Los espacios exteriores del edificio están continuamente abiertos al público, por lo cual, se debe controlar la entrada al interior del edificio en las diferentes aperturas.
- Detectores volumétricos: aquellos que captan la radiación IR cuando notan una variación de la radiación. En este caso, se lo transmite al sistema de alarma. Deben contar con una lejanía entre ellos de 15 metros y un ángulo de visión de 80°.



Esquema de principios de la instalación de seguridad e intrusión.

## 4.8. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Para la ventilación y climatización del edificio debemos asegurar lo que dicta la norma del *CTE DB-HS3 Calidad del aire interior*.

La instalación de climatización se diseña teniendo en cuenta las condiciones de ubicación del proyecto, que en este caso se encuentra en Aznalcóllar, donde las temperaturas en verano son altas. Por otro lado, se estudiará las diferentes zonas que precisan de climatización en el edificio. Todas ellas se utilizarán el mismo rango de horas diarias.

Se dispone un sistema que permite ventilar todos sus espacios adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante su uso. Así, se dimensiona el sistema de ventilación asegurando un caudal suficiente de aire exterior y con garantías de extracción y expulsión de aire viciado por los contaminantes. Los espacios públicos del centro de interpretación incluyen a su vez unidades para el acondicionamiento del aire. Se proyecta un sistema de producción mediante **bomba de calor A/W en conexión a una UTA**.

Se parte de una galería técnica en la cual se situará la máquina y desde donde salen las tuberías de expulsión y recogida de aire que, en algunos casos, pasarán por falsos techos.

Cabe señalar que las galerías exteriores no se climatizan ni ventilan por formar parte de espacios abiertos.

### Diseño de la instalación y cálculo del caudal

Consistirá en dotar al edificio de bienestar térmico e higiene. Lo haremos aplicando además el *CTE-DB-HE* y el *Reglamento de las Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)*.

En el diseño hemos de tener en cuenta que debemos garantizar la climatización en cualquier época del año, en los espacios que requieran ser climatizados, con el fin de cumplir con las condiciones de confort térmico para los usuarios.

Para ello aplicaremos las condiciones establecidas en el *RITE* en el art.11, “Bienestar e Higiene”.

- Calidad térmica del ambiente: las instalaciones térmicas permitirán mantener los parámetros que definen el ambiente térmico dentro de un intervalo de valores determinados, con el fin de mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios.
- Calidad del aire interior: las instalaciones térmicas permitirán mantener una calidad del aire interior aceptable, en los locales ocupados por las personas, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los mismos, aportando un caudal suficiente de aire exterior y garantizando la extracción y expulsión del aire viciado.
- Calidad del ambiente acústico: en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de las instalaciones térmicas estará limitado.

Por tanto, diseñaremos una **zonificación** que se verá condicionada por la forma del edificio. En nuestro caso nos encontramos con un edificio que, en su mayoría, está formado por espacios diáfanos en los que apenas hay zonas separadas por tabiques. Todas las zonas cuentan con la misma altura.

Por lo tanto, el edificio quedará dividido:

- Zona de servicio para la Caseta Municipal
- Espacio de trabajo y exposiciones temporales
- Zona de centro de interpretación

Se debe establecer, por otro lado, el **horario** de uso del edificio. Al ser terciario de uso público, se determina que su horario de uso es de 12 horas: desde las desde 9 a.m. hasta 9 p.m. De esta forma, tanto el personal de la Caseta

Municipal, como los alumnos de los talleres culturales que se propongan y los visitantes al centro de interpretación, cuentan con un horario amplio durante todo el día.

Por lo tanto, el perfil de uso y condiciones de cálculo de edificio lo definen de uso no residencial 12 h (HE 1 APÉNDICE C)

A continuación, se definen las **condiciones exteriores de cálculo** que se obtienen de la Norma UNE 100001-2001. Considerando que Aznalcóllar, municipio perteneciente a la provincia de Sevilla, cuenta con una altitud de 155 m y unas coordenadas 37° 31' 10" N 6° 16' 18" O.

Para la definición de las **condiciones interiores de cálculo** nos dirigimos a la Tabla 1.4.1.1. Condiciones interiores de diseño, que se muestra a continuación:

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

En nuestro caso, el edificio es un centro de interpretación, por tanto, para situaciones normales con una actividad metabólica de **1,2 MET** y grado de vestimenta de **0,5 CLO** en verano y **1 CLO** en invierno se toman los siguientes valores:

- Verano:  $T^{\circ} = 25^{\circ}\text{C}$  y  $Hr = 50\%$

- Invierno:  $T^{\circ} = 21^{\circ}\text{C}$  y  $Hr = 45\%$

Procedemos a determinar la **velocidad media del aire** según la IT 1.1.4.1.3. Se establece que la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada es para la difusión por desplazamiento. Siendo:

$$V = T/100 - 0,07 \text{ m/s}$$

De esta forma, la temperatura más desfavorable en invierno es de  $21^{\circ}\text{C}$  con una velocidad media admisible de

$$V = 0,14 \text{ m/s.}$$

Según la IT 1.1.4.2.2: *Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios*, se establece la **categoría del aire interior**, es decir, la IDA:

IDA 1. Aire de óptima calidad (hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías)

IDA 2: Aire de buena calidad (oficinas, residencias, salas de lectura, **museos**, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas)

IDA 3: Aire de calidad media (edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores)

IDA 4: Aire de calidad baja.

Por otro lado y según la IT 1.1.4.2.5: Aire de extracción, en función del uso del edificio, el **aire de extracción** se clasifica en las siguientes categorías:

**AE 1** (nivel contaminación BAJO) Oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, **espacios de uso público**, escaleras y pasillos.

**AE 2** (nivel contaminación MODERADO) Restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, aseos, cocinas domésticas (excepto campana extractora), bares, almacenes.

**AE 3** (nivel contaminación ALTO) Saunas, cocinas industriales, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.

**AE 4** (nivel contaminación MUY ALTO) Campanas de humos, aparcamientos, pinturas y solventes, lencería sucia, residuos de comida, fumadores de uso continuo, laboratorios químicos.

| ESPACIO                        | SUPERFICIE m <sup>2</sup> | OCUPACIÓN personas | IDA   | AE   |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------|-------|------|
| Aseos Centro Interp.           | 18,71                     | 6                  | IDA 3 | AE 2 |
| Aseos Caseta                   | 3,50                      | 2                  | IDA 3 | AE 1 |
| Zona Centro Interpretación     | 281,80                    | 144                | IDA 2 | AE 1 |
| Zona de trabajo y exposiciones | 182,30                    | 92                 | IDA 2 | AE 1 |
| Zona servicio Caseta           | 34,04                     | 18                 | IDA 2 | AE 1 |

Para concretar los **caudales de aire exterior** nos dirigimos a la IT 1.1.4.2.3 Caudal mínimo del aire exterior de ventilación, donde se dispone la siguiente tabla 1.4.2.1:

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

Por tanto, aplicamos:

| CATEGORÍA | dm <sup>3</sup> /s persona | m <sup>3</sup> /h persona |
|-----------|----------------------------|---------------------------|
| IDA 2     | 12,50                      | 45,00                     |
| IDA 3     | 8,00                       | 28,80                     |

A continuación, establecemos los **caudales de ventilación** que requiere cada espacio del edificio:

| ESPACIO                        | Caudal de ventilación $Q_{vent}$ $dm^3/s$                    | Caudal de ventilación $Q_{vent}$ $m^3/h$                    |
|--------------------------------|--|---|
| Aseos Centro Interp.           | $Q_{vent} \text{ dm}^3/s = 8,00 \times 6 = \mathbf{48}$      | $Q_{vent} \text{ m}^3/h = 28,80 \times 6 = \mathbf{172,80}$ |
| Aseos Caseta                   | $Q_{vent} \text{ dm}^3/s = 8,00 \times 2 = \mathbf{16}$      | $Q_{vent} \text{ m}^3/h = 28,80 \times 2 = \mathbf{57,6}$   |
| Zona Centro Interpretación     | $Q_{vent} \text{ dm}^3/s = 12,50 \times 144 = \mathbf{1800}$ | $Q_{vent} \text{ m}^3/h = 45,00 \times 144 = \mathbf{6480}$ |
| Zona de trabajo y exposiciones | $Q_{vent} \text{ dm}^3/s = 12,50 \times 92 = \mathbf{1150}$  | $Q_{vent} \text{ m}^3/h = 45,00 \times 92 = \mathbf{4140}$  |
| Zona servicio Caseta           | $Q_{vent} \text{ dm}^3/s = 12,50 \times 18 = \mathbf{225}$   | $Q_{vent} \text{ m}^3/h = 45,00 \times 18 = \mathbf{810}$   |

Según la *IT 1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación*, el cual establece que el aire exterior de ventilación se introducirá debidamente filtrado en función de los siguientes **niveles de calidad de aire exterior**:

ODA 1: aire puro que puede contener partículas sólidas de forma temporal.

**ODA 2:** aire con altas concentraciones de partículas.

ODA 3: aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.

ODA 4: aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

Según *IT 1.1.4.2.5 Clases de filtración*, una vez que hemos definido la calidad de aire exterior ODA 2, podemos determinar el **filtro**:

| CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR | CALIDAD DEL AIRE INTERIOR |                |                |                |
|---------------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
|                           | IDA 1                     | IDA 2          | IDA 3          | IDA 4          |
| ODA 1                     | F9                        | F8             | F7             | F5             |
| <b>ODA 2</b>              | <b>F7 + F9</b>            | <b>F6 + F8</b> | <b>F5 + F7</b> | <b>F5 + F6</b> |
| ODA 3                     | F7 + GF* + F9             | F7 + GF* + F9  | F5 + F7        | F5 + F6        |

Se utilizarán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como para alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada del aire de retorno. Los filtros finales se instalarán después de la sección de tratamiento y, cuando los locales sean especialmente sensibles a la suciedad, después del ventilador de impulsión, procurando que la distribución de aire sobre la sección de filtros sea uniforme.



Una vez hemos seleccionado los valores anteriores, se procede a establecer el **caudal de aire exterior**.

| ESPACIO                        | SUPERFICIE<br>m <sup>2</sup> | OCUPACIÓN<br>personas | IDA   | AE   | ODA   | FILTRO  | Qvent m <sup>3</sup> /h |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|---------|-------------------------|
| Aseos Centro Interp.           | 18,71                        | 6                     | IDA 3 | AE 2 | ODA 2 | F5 + F7 | 172,80                  |
| Aseos Caseta                   | 3,50                         | 2                     | IDA 3 | AE 1 | ODA 2 | F6 + F8 | 57,6                    |
| Zona Centro Interpretación     | 281,80                       | 144                   | IDA 2 | AE 1 | ODA 2 | F6 + F8 | 6480                    |
| Zona de trabajo y exposiciones | 182,30                       | 92                    | IDA 2 | AE 1 | ODA 2 | F6 + F8 | 4140                    |
| Zona servicio Caseta           | 34,04                        | 18                    | IDA 2 | AE 1 | ODA 2 | F6 + F8 | 810                     |

El caudal total de ventilación es **11660,40 m<sup>3</sup>/h** > 1800 m<sup>3</sup>/h. Al ser mayor el caudal de ventilación a 1800 m<sup>3</sup>/h, es necesario colocar un **recuperador de calor**.

#### Elección y dimensionado de la máquina

Para poder elegir la máquina que se colocará en el edificio es necesario haber definido el caudal de ventilación. Una vez se conoce que este tiene un caudal total de ventilación de 11660,40 m<sup>3</sup>/h, elegimos la UTA que se va a emplear, que en este caso es la **UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE serie MODULAR Tamaño 8**, de la marca **DAIKIN**. Esta máquina se emplea para un caudal máximo de **12000 m<sup>3</sup>/h** > 11660,40 m<sup>3</sup>/h.

*Su presión estática en impulsión y retorno es de 200 Pa. Está construida con perfilera de aluminio anodizado internamente redondeada (para evitar acumulación de suciedad y facilitar la limpieza) y paneles tipo sándwich de 42 mm de espesor, con espuma de poliuretano de aislamiento de serie, chapa exterior prepintada (con elevada resistencia a la corrosión y a la radiación UV (categoría RC5 y RUV4 según la norma EN 10169) y chapa interior en Aluzinc. Incluye recuperador rotativo de alta eficiencia (~80%) de velocidad variable y control Plug & Play totalmente integrado y cableado en el interior de la unidad (se incluye cuadro, protecciones, sensores, presostatos en filtros, actuadores en compuertas...) con un único punto de suministro eléctrico (230V - 1fase - 50Hz). Incluye filtrado para cumplimiento de IDA1/IDA2/IDA3 según requerimientos y ventiladores tipo plug-fan con motor EC (clase de eficiencia IE4) con control para caudal de aire o presión constante. Unidad con un SFPv [kW/m3/s] de 1,83, de dimensiones (Alto x Ancho x Largo) **2180 x 1940 x 2450 mm** y un peso de 1.332 kg.*

## Cálculo del primer tramo

Para determinar el área de sección del **primer tramo de conducto** se aplica la siguiente expresión:

$$S_n \text{ (m}^2\text{)} = q_n \text{ (m}^3\text{/h)} / 3600 V_n \text{ (m/s)}$$

Siendo:

$q_n$  = el caudal de ventilación calculado (**11660,40 m<sup>3</sup>/h**)

$v_n$  = velocidad de tramos, en este caso se estima 6 m/s para mantener en el interior un bajo nivel sonoro

$$S_n \text{ (m}^2\text{)} = 11660,40 \text{ m}^3\text{/h (m}^3\text{/h)} / 3600 \times 6 \text{ (m/s)} = \mathbf{0,539 \text{ m}^2}$$

Se determina un conducto con una sección equivalente a la del cálculo, considerando que el último tramo del diseño se trabajará con la sección mínima de conducto, que es de 200 x 200 mm, y a partir de ahí se mantendrá el canto, aunque se aumentará de 5 en 5 cm el ancho del conducto.

Finalmente, se estimará un conducto con una sección equivalente a la calculada. Para ser más exactos nos dirigimos al programa online de *Cálculo de Conductos Climcalc Dimension de Isover* considerando los 6 (m/s) descritos anteriormente para la UTA.

De tal modo:

$Q_{vent} = 11660,40 \text{ m}^3\text{/h}$

Velocidad = 6 m/s

Pérdida de carga = 0,45 Pa/m

Longitud del conducto mayor = 2,5 m

Pérdida de carga: 1,13 Pa

Dimensión final: **90,00 cm de ancho x 64,00 cm de alto**. Siendo este tramo el más desfavorable.

**Seleccionar Producto**

Producto: CLIMAVER A2 PLUS

Descargar Ficha de Producto

**Conversión de Caudales:** m<sup>3</sup>/h: 11660.40 m<sup>3</sup>/s: 3.239

**Velocidad y Pérdida de Carga**

Velocidad (m/s): 6

Pérdida de Carga (Pa/m): 0.45

Longitud Conducto (m): 2.5

Pérdida de Carga (Pa): 1.13

**Diámetro Equivalente**

Diámetro Equivalente Conducto Circular (mm): 829.06

Lado Conducto Cuadrado (mm): 758.93

**Dimensiones interiores de los Conductos**

Cálculo Inverso:

Dimensiones Aconsejadas por Isover  
(Criterio: ratio a/b NO mayor que 1/5)

| a x b (cm)           |
|----------------------|
| 75.89 x 75.89        |
| 77.50 x 74.50        |
| 80.00 x 72.00        |
| 82.50 x 70.00        |
| 85.00 x 68.00        |
| 87.50 x 66.00        |
| <b>90.00 x 64.00</b> |

Posibles Combinaciones

Lado a (cm): 75.89

Lado b (cm): 75.89

El área de la sección obtenida por el programa online es de **0,576 m<sup>2</sup>**, el cual es mayor a los 0,539 m<sup>2</sup> obtenidos en el cálculo. Esta dimensión del primero tramo de conducto circula por la galería técnica, en la cual hay suficiente altura para que los tubos circulen uno encima del otro (la altura libre restante hasta el suelo, teniendo en cuenta que los tubos se colocan uno encima del otro, es de 3,70 m). En cuanto al ancho, la galería técnica cuenta con 2,30 m, por lo cual no hay problema en el paso del conducto.

El primer tramo garantizará el caudal total calculado hasta la **división de conductos** donde, un brazo abastece al centro de interpretación (tramo 2) y otro a la sala de exposiciones temporales y a la zona de servicio de la caseta (tramo 3). De esta forma, se procede a calcular el conducto de cada brazo con su caudal correspondiente.

- Comprobación del **tramo 2** (abastece al centro de interpretación)

$Q_{vent} = 6480 \text{ m}^3/\text{h}$   
 Velocidad = 6 m/s  
 Pérdida de carga = 0,65 Pa/m  
 Longitud del conducto mayor = 39,4 m  
 Pérdida de carga: 25,61 Pa  
 Dimensión final: **70,00 cm de ancho x 45,50 cm de alto.**

- Comprobación del **tramo 3** (abastece a la sala de exposiciones temporales y a la zona de servicio de la caseta)

$Q_{vent} = 5180 \text{ m}^3/\text{h}$   
 Velocidad = 6 m/s  
 Pérdida de carga = 0,74 Pa/m  
 Longitud del conducto mayor = 48 m  
 Pérdida de carga: 35,52 Pa  
 Dimensión final: **65,00 cm de ancho x 39,50 cm de alto.**

**Seleccionar Producto**


Producto:




 Descargar Ficha de Producto

**Conversión de Caudales:** m<sup>3</sup>/h:  m<sup>3</sup>/s:

**Velocidad y Pérdida de Carga**

Velocidad (m/s)  


Pérdida de Carga (Pa/m)  

Longitud Conducto (m):


Pérdida de Carga (Pa):

**Diámetro Equivalente**

**Diámetro Equivalente Conducto Circular (mm)**



**Lado Conducto Cuadrado (mm)**



**Dimensiones interiores de los Conductos** Cálculo Inverso:



**Dimensiones Aconsejadas por Isover**  
(Criterio: ratio a/b NO mayor que 1/5)

| a x b (cm)    |
|---------------|
| 50.58 x 50.58 |
| 52.50 x 48.50 |
| 55.00 x 46.50 |
| 57.50 x 44.50 |
| 60.00 x 42.50 |
| 62.50 x 41.00 |
| 65.00 x 39.50 |

**Posibles Combinaciones**

Lado a (cm):

Lado b (cm):

La entrada de los conductos, en cada una de las salas, se realizará mediante **falsos techos con una altura de 0,50 m**, para asegurar el paso de la instalación.

