

*una liebre en el erial*  
ESPACIOS OCULTOS EN EL PAISAJE MINERO DE AZNALCÓLLAR

Celia Chacón Carretón

PROYECTO FIN DE CARRERA  
MÁSTER HABILITANTE EN ARQUITECTURA MA\_05 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE SEVILLA 2021/2022

## MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Mario Algarín Comino  
Ramón Pico Valimaña  
Mercedes Pérez del Prado  
Ramón Queiro Quijada  
Narciso Vázquez Carretero  
Paloma Rubio de Hita  
Enedina Alberdi Causse  
Antonio Jaramillo Morilla  
Jesús Martel Villagrán  
Antonio Domínguez Delgado



<b>0. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>04</b>
<b>1. CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>07</b>
<b>2. ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>3. ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES.....</b>	<b>58</b>

## 0. Introducción

---

### Hilo

---

*“Estoy convencido de que el futuro está perdido en algún lugar en los basureros del pasado no histórico.”*

Robert Smithson.

¿Puede estar oculto el hilo?

El proceso de descubrimiento de este enclave supone un concepto proyectual en sí. Y en ese proceso se entrelazan dos investigaciones. Aznalcóllar con una importante actividad minera durante el siglo XX presenta hoy en día un potencial desperdiciado. Su historia de pueblo minero sin mina esconde una transformación tanto visible como invisible con el resultado de un paisaje imponente caracterizado por su escala territorial, sus vacíos, las largas distancias y la extraña mirada del propio pueblo que parece haber decidido ignorar este enclave.

De mano de este primer acercamiento se investiga el significado de lo oculto en la arquitectura y como a lo largo de la historia, en este caso y en otras muchas disciplinas como la pintura, la escultura o el propio flamenco, se ha tomado esta idea y se ha tratado desde la admiración, la sorpresa o incluso la fascinación con conceptos como el negativo, la sustracción de materia, lo estereotómico...

### Implantación

---

*“Entiende uno lo que De la Sota (citando a Victor d’Ors) pretendía decirnos. Se trata de ir siempre un poco más allá, de –a la postre y por ser claros- dar más de lo que se nos pide. De buscar lo que ni al receptor de la liebre se le ocurrió que podía llegar a pedir.”*

José María Echarte

¿Cómo descubrimos a través de lo oculto?

Es por ello que el proyecto propone desvelar la memoria: las trazas ocultas de este paisaje y enfatizarse a través de una intervención que se sirva de las estrategias de lo oculto. Convertir este erial en una oportunidad encontrando a la liebre que en él se esconde. ¿cómo descubrimos a través de lo oculto? la memoria... La propuesta enmarca un espacio que parece no cartografiado hasta la fecha, devolver la memoria a este lugar consiste en un proceso de creación de nuevos espacios en lugares ignorados hasta la fecha. Como si de otro movimiento de tierras se tratase, la topografía da paso a un nuevo vacío, en este caso una plaza excavada. Un lugar con fronteras definidas tanto por la contención de tierras como por el paisaje al que se enfrenta que se comportará tanto como balcón, lugar de encuentro y finalmente como conexión entre la cota urbana y la cota territorial.

## Proyecto

---

*“...con grandes salones centrales y espacios auxiliares encajados en gruesos muros exteriores.”*  
Louis Kahn

La sorpresa nuevamente juega un papel fundamental. Situado en una posición satélite de la intervención urbana, la localización del centro de interpretación es resultado del entendimiento del territorio como una serie de perspectivas tensores que generan atención en distintos puntos.

Al igual que el proceso de extracción de mineral en la actividad productiva deja oquedades, galerías, pozos... encontrando su formalización a través del vaciado; la construcción del edificio responde al descubrimiento de los espacios en el propio proceso proyectual.

I.CONSTRUCCIÓN.....	06
I. Memoria justificativa.....	07
I.1 Construcción.....	07
I.1.1 Definición.....	07
I.1.2 Justificación.....	09
Cumplimiento CTE DB HS.....	09
Cumplimiento CTE DB HE.....	13
Cumplimiento CTE DB HR.....	16
I.1.3 Medición unidad volumétrica.....	23
I.1.4 Pliego de condiciones técnicas.....	28
I.1.5 Estimación de presupuesto de contrata.....	33

## I. Memoria justificativa. Construcción. Definición

### I.1.1.a Fachada pesada de muros de hormigón armado trasdosados con sistema de paneles de composite aluminio

Se decide por la solución de **muros de hormigón armado encofrados a dos caras con tablillas de madera**.

La fachada se proyecta desde la búsqueda de una imagen que evoque a las galerías y túneles de las minas. Es por ello que se proyectan muros de encofrado de tablillas de madera que, además de aportar una textura similar al proceso de excavación, habla a su vez del proceso de construcción más artesanal de la arquitectura,

La presencia de estos muros con textura crean espacios desnudos pero con un acabado continuo que recuerda también al mundo de lo pétreo de manera que funciona tanto al interior de los espacios “excavados” como al exterior con la presencia de la edificación como una roca integrada en la topografía. Cabe destacar el cálculo que se realiza de los muros ya que suponen la solución de fachada y particiones interiores y a su vez de la propia estructura del edificio respecto a cargas y empujes del terreno.

La solución concreta por la que se opta es de la casa comercial **ULMA** o similar siendo el producto el sistema de encofrado **ENKOFORM V-100**. Este sistema de encofrado se realiza con tablillas de madera adaptadas a las medidas del diseño de fachada del centro de interpretación, logrando paños de gran superficie con una modulación de 2x5m con tablillas horizontales cada 20cm.

Para el trasdosado se proyecta un **sistema de rastreles autoportantes** en conexión mecánica a los muros de hormigón ya ejecutados con posterior panelados de **composite** formado por dos láminas de cubierta de aluminio y un núcleo relleno de agregado mineral. Se elige el **acabado anodizado color zinc** que ofrece la casa comercial **ALUCOBOND** o similar junto con la subestructura.

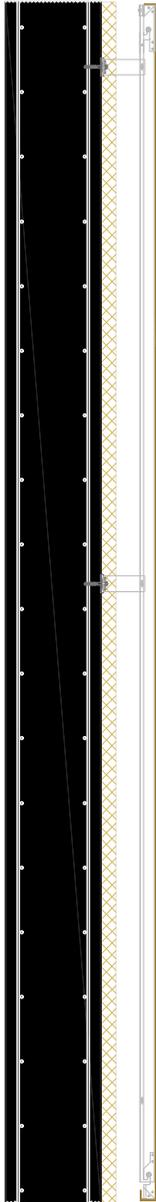
Este sistema permite el revestimiento interior continuo de aislamiento térmico, que por facilidad en la ejecución y por la exigencia de transmitancia favorecida por la presencia del muro monolítico con trasdos de tierra por la posición mayormente excavada del edificio, resulta de pequeño espesor. Además los rastreles autoportantes permiten dejar un espacio para el trascurso de las instalaciones por pared de manera fácil y accesible ya que los paneles no se atornillan a esta subestructura, en su lugar se cuelgan mediante un sofisticado pero simple sistema de perfiles.

Nota: En el cerramiento se describe desde el exterior del edificio hacia el interior.

**Hoja soporte:** muro de hormigón armado de 35 cm de espesor, HA-30-B/30, Clase de exposición XA3 (ambiente de una alta agresividad química), con nivel de control estadístico, con acero tipo B 500 S, con exigencia de la calidad del acero mediante marcado CE (o distintivo de calidad), con resistencia al fuego de R90. Textura generada mediante encofrados con acabado de tablillas de madera de la casa comercial **ULMA** (o similar).

**Aislamiento:** aislamiento XPS alta intensidad de 6 cm de espesor, 0,042  $\lambda$ .

**Hoja interior:** panel de composite de la casa comercial ALUCUBOND (o similar), acabado aluminio anodizado color amarillo zinc y gris oscuro metálico con dimensiones 1000x3000/4500 mm, con un peso aproximado de 8 kg/m<sup>2</sup>, sistema de rastreles autoportantes tubulares metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm, anclado a la estructura principal del edificio.



### I.1.1.b Cubierta

Se decide por la solución de una **cubierta vegetal extensiva**.

Las cubiertas extensivas se caracterizan por poseer una vegetación tapizante de plantas en su mayoría autóctonas, propias de la región en donde se ubica el edificio. La vegetación extensiva se ajusta estéticamente a su entorno natural y varía con las diferentes estaciones del año. Además de su integración con el paisaje, la cubierta extensiva se caracteriza por precisar un mantenimiento muy reducido, que puede limitarse a dos o tres visitas de inspección y control al año.

A su vez permite disminuir el uso de aislantes térmicos, la mayoría derivados del petróleo y de un único uso. Como veremos a continuación en la justificación, la presencia de estrato de tierra y la vegetación logra mejorar el comportamiento del edificio.

La solución concreta por la que se opta es de la casa comercial **ZINCO** o similar que ofrece cubiertas vegetales extensivas con la características recogidas y con estrategias para todo tipo de encuentros: pretilos, lucernarios, cambios de pendiente...

Nota: En la cubierta se describe desde el exterior del edificio hacia el interior.

**Formación de pendiente:** 1-5% mediante capa de hormigón celular a base de cemento y aditivo plastificante-aireante, de resistencia a compresión 0,2 MPa y 350 kg/m<sup>3</sup> de densidad

**Capa de regularización:** mortero de cemento, industrial, M-5 de 2 cm de espesor

**Impermeabilización:** FPO resistente a microorganismos Sarnafi TG 66 / Sikaplan SgmA

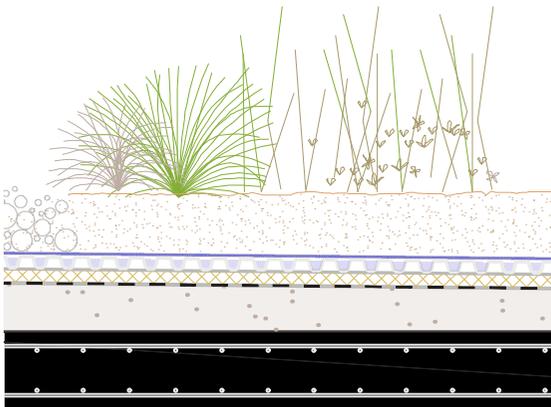
**Aislamiento:** aislamiento XPS alta intensidad de 6 cm de espesor, 0,042 λ.

**Membrana antirraíces:** membrana antirraíces flexible de polietileno de baja densidad, WSF 40 ZINCO o similar de color negro, para evitar la penetración de raíces en la membrana impermeable

**Capa separadora protectora y retenedora:** geotextil de poliéster y polipropileno, de 5 mm de espesor, con una retención de agua de 5 l/m<sup>2</sup>, una resistencia CBR a punzonamiento 2 kN

**Capa drenante y acumuladora de agua:** módulo Floradrain FD 25-E ZINCO por placa de poliolefinas recicladas con perforaciones en la parte superior.

**Sustrato:** Zincoterra Floral ZINCO compuesto de cerámica seleccionada triturada y otros componentes minerales mezclados con compost y turba rubia con 4 o más especies distintas de adecuadas al medio y entorno paisajístico.



## Justificación constructiva

---

### Cumplimiento de la Normativa CTE DB-HS Salubridad

---

La envolvente de fachada en su comportamiento como muro:

Según la tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros HS I Protección frente a la humedad:

Respecto al grado de impermeabilidad, la presencia de agua se considera baja debido a la gran distancia que existe entre el nivel freático y el edificio. La corta de Aznalcóllar, aunque se encuentra en su proximidad, de igual manera no afecta al edificio.

Por lo que en todo caso el coeficiente de permeabilidad del terreno no modifica el grado de impermeabilidad, siendo I.

Según la tabla 2.2 Condiciones de las soluciones del muro HS I Protección frente a la humedad:

Con este dato y en conocimiento de que el muro es flexorresistente debido a sus exigencias como elemento estructural respecto a las cargas del forjado y contención de tierras, y su proyecto de impermeabilización exterior, se obtiene la siguiente condición de solución:

#### **I2+I3+DI+D5**

##### I2

La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en II (colocación en el muro de una lámina impermeabilizante, o la aplicación directa in situ de productos líquidos, tales como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster).

##### I3

Cuando el muro sea de fábrica debe recubrirse por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, tal como una capa de mortero hidrófugo sin revestir, una hoja de cartón-yeso sin yeso higroscópico u otro material no higroscópico.

No aplica

##### DI

Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto. La grava no se utiliza en el caso de empleo de manta de bentonita de sodio porque imposibilita su confinamiento. Cuando la capa drenante sea una lámina, el remate superior de la lámina debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.

##### D5

Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

### Juntas:

Según SE-C 6.3.3.1.2 Juntas:

#### Dilatación:

- <30m (<3 veces la altura del muro =  $3 \times 5 = 15\text{m}$ )
- Abertura de 2 a 4 cm
- Evitando el paso de armaduras

Para absorber las deformaciones debidas a la temperatura y, en su caso, las de retracción.

#### Retracción:

- 8 a 12 m

Cuando los efectos de la retracción puedan ser importantes se intercalarán falsas juntas, debilitando la sección del muro para predeterminar el plano de rotura. La separación entre estas juntas será de 8 a 12 m. 6 Las juntas y los productos para el relleno de éstas cumplirán a efectos de la impermeabilidad, las especificaciones indicadas en el DB-HS Sección I.

Al tratarse de muros hormigonados in situ impermeabilizados con lámina, para la impermeabilización de las juntas verticales y horizontales, se dispone de una banda elástica embebida en los dos testeros de ambos lados de la junta.

La envolvente de fachada en su comportamiento como fachada:

Según el artículo 2.3.1.1 Grado de impermeabilidad HS I Protección frente a la humedad:

El **terreno es tipo III**: zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones pequeñas. Por lo que el **entorno** en el que está situado el edificio se considera **E0**.

Según la figura 2.4 Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual HS I Protección frente a la humedad:

La edificación se encuentra en Aznalcóllar, Sevilla, por lo que su **zona pluviométrica promedio es la III**.

Según la figura 2.5 Zonas eólicas HS I Protección frente a la humedad:

De igual manera su **zona eólica es la A**.

Según la tabla 2.6 Grado de exposición al viento HS I Protección frente a la humedad:

Siendo la altura del edificio <15m, el entorno E0, y la zona eólica A; **el grado de exposición al viento es V2**.

Según la tabla 2.5 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas HS I Protección frente a la humedad:

Por lo que el **grado de impermeabilidad mínimo** exigido a las fachadas es **3**.

Según la tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada HS I Protección frente a la humedad:

Con este dato y en conocimiento de que no se dispone de revestimiento exterior, se obtienen las siguientes condiciones de soluciones:

### **BI+C2+J2+N2**

#### **BI**

Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración.  
Aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.

#### **C2**

Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor alto.  
24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

**J2**

Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- Sin interrupción
- Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta

**N2**

Debe utilizarse un revestimiento de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.

Según el artículo 2.3.3.1 Juntas de dilatación HS I Protección frente a la humedad:

En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2.

## Cumplimiento de la Normativa CTE DB-HE Ahorro de energía

Uno de los objetivos principales del centro de interpretación es su funcionamiento como pieza autosuficiente y de consumo nulo. Para ello debe cumplir con los siguiente requerimientos recogidos en la normativa.

Datos de partida:

Según HE Anejo B Zonas climáticas:

- Zona climática Sevilla B4

Grupo ENVOLVENTE

Nombre: MURO

Composición del Ceramieto:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón armado d > 2500	0,250	2,500	2600	1000	
2	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0,060	0,042	38	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
4	Aluminio	0,005	230,000	2700	880	
5						

Grupo Material: Hormigones

Material: Hormigón armado d > 2500

Espesor [m]:

U\_M: 0,54 [W/m²K]

U\_C: 0,54 [W/m²K]

U\_S: 0,52 [W/m²K]

Aceptar

Grupo CERRAMIENTOS

Nombre: CUBIERTA VEGETAL

Composición del Ceramieto:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón armado d > 2500	0,250	2,500	2600	1000	
2	Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0,100	0,300	1000	1000	
3	Betún fieltro o límina	0,005	0,230	1100	1000	
4	XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC	0,040	0,039	38	1000	
5	Subcapa fieltro	0,008	0,050	120	1300	
6	Tierra vegetal [d < 2050]	0,250	0,520	2000	1840	
7						

Grupo Material: Textiles

Material: Subcapa fieltro

Espesor [m]: 0,008

U\_M: 0,44 [W/m²K]

U\_C: 0,44 [W/m²K]

U\_S: 0,43 [W/m²K]

Aceptar

## HE 0. LIMITACIÓN CONSUMO ENERGÉTICO

El edificio se enmarca en el ámbito de aplicación de la norma de edificios de nueva planta.

Para poder establecer que este edificio entra dentro de la definición de edificio de consumo casi nulo, debe tener un consumo de energía igual o inferior a lo establecido por la norma.

Consumo de energía primario no renovable

Según Tabla 3.1.b - HE0 Valor límite  $C_{ep, nren, lim}$  [ $kW \times h/m^2año$ ]:

- Uso distinto del residencial privado

- Zona climática Sevilla B4

Consumo de energía primario no renovable  $< 50 + 8 \times CFI$ , donde CFI, se refiere a la carga interna del propio edificio. Dicho valor se obtiene del programa de cálculo de la norma (Herramienta unificada LIDER- CALENER "HULC").

## HE I. CONDICIONES PARA EL CONTROL DE DEMANDA ENERGÉTICA

El edificio se enmarca en el ámbito de aplicación de la norma de edificios de nueva planta. La envolvente térmica del edificio, definida según los criterios del anejo C, cumplirán las siguientes condiciones determinadas en el presente apartado.

Según la tabla 3.3.1 Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [ $W/m^2K$ ] HE I Condiciones para el control de la demanda energética:

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

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] HE I Condiciones para el control de la demanda energética:

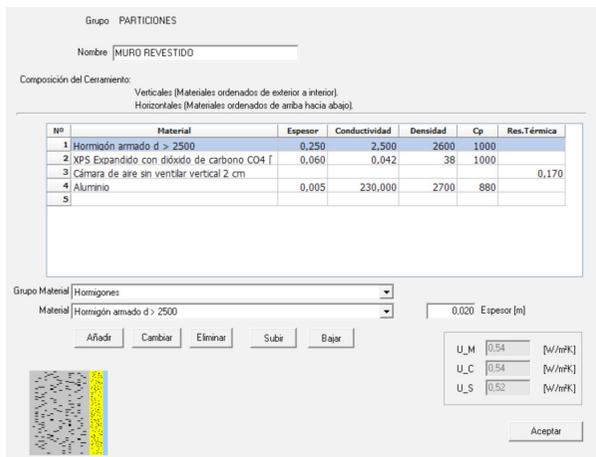
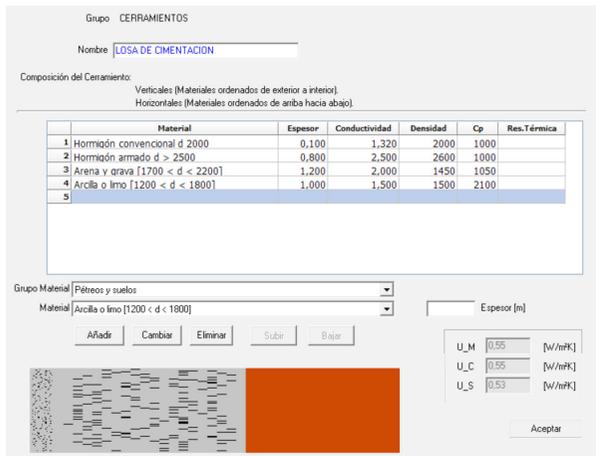
Particiones verticales entre unidades del mismo uso	1,20
Particiones verticales entre unidades de distinto usos y/o zonas comunes	1,10

Por lo que los valores a tener en cuenta a la hora del diseño del sistema constructivo y la elección de materiales se rige respecto a la transmitancia por las siguientes exigencias:

Fachada Muro Envoltente 0,54 W/m2K < 0,56 W/m2K < 0,75 W/m2K  
 Cubierta Forjado Cubierta Vegetal 0,44 W/m2K < 0,44 W/m2K  
 Cimentación 0,55 W/m2K < 0,75 W/m2K

Los huecos de cubierta se resuelven mediante unas ventanas claraboyas planas de la casa y modelo VELUX INTEGRA® eléctrica CVP 0673QV con cúpula lisa ISD 2093 que asegura un valor de transmitancia de 1,20 W/m2K < 2,30 W/m2K.

La fachada acristalada de la sala de exposiciones temporales se resuelve mediante un sistema de puertas plegables de la casa y modelo TECHNAL AMBIAL ® XXL con 10 hojas y doble acristalamiento que aseguran una valor de transmitancia 1,60 W/m2K < 2,30 W/m2K.



Respecto a la permeabilidad al aire de la envolvente térmica, es obligatorio realizar en todos los edificios un ensayo de permeabilidad al aire, este ensayo se hace una vez el proyecto se encuentra en su fase final de la ejecución.

Para poder justificar que el edificio se encuentra correctamente ejecutado, sin ningún defecto de construcción que termine afectando a la eficiencia del edificio.

Cumplimiento de la Normativa CTE DB-HE Ahorro de energía

HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER CALENDER

Para la introducción del edificio estudio con la herramienta unificada LIDER CALENDER "HULC, se han establecido una serie de requisitos tales que hagan más eficiente y controlada la introducción de datos y a su vez la comprensión de este por parte del programa.

Se ha suprimido la tabiquería interior del edificio, contando únicamente con la envolvente térmica, siendo esta el perímetro del edificio y el patio interior incluyendo los lucernarios en cubierta, la fachada acristalada de la sala de exposiciones temporales y las puertas de acceso.

A su vez se definen en la herramienta los encuentros de los sistemas y elementos constructivos para el cálculo de los puentes térmicos.

HE 0. LIMITACIÓN CONSUMO ENERGÉTICO

Para esta exigencia se introducen en el programa el sistema de ventilación y climatización de acuerdo a los espacios, incluyendo los caudales calculados para dicha instalación.

Como se observa en la imagen de la derecha se cumplen los consumos EP renovables y totales. Queda a expensas de comprobación el número de horas fuera de consigna.

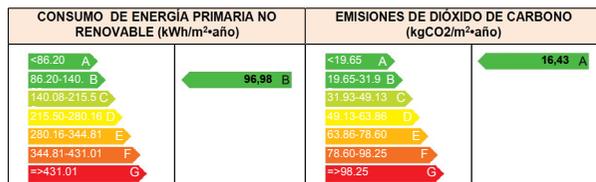


HE I. CONDICIONES PARA EL CONTROL DE DEMANDA ENERGÉTICA

Al introducir el modelo y los sistemas constructivos recogidos en el apartado anterior se puede observar el cumplimiento de la normativa.

- Transmitancia térmica global **0,60 < 0,78 W/m2K lím**
- Control solar **3,39 < 4 kWh/m2mes lím**

Este segundo valor se justifica en gran parte por la selección de vidrios con las características de factor de control solar g 0,67 y transmitancia U 1,20 UW/m2 para las carpinterías tanto de lucernarios como de la fachada acristalada de la sala de exposiciones temporales.



### Cumplimiento de la Normativa DB-HR Protección frente al ruido

Para la comprobación de los requisitos básicos de protección contra el ruido, se utilizó la herramienta de cálculo del DB HR del CTE y el Catálogo de Elementos Constructivos, del cual se adjuntan los datos pertinentes para el entendimiento adecuado de dicho proceso.

Respecto a la clasificación que ofrece el CTE y que se toma para la ejecución total del edificio, este se considera de uso **pública concurrencia** al tratarse de un espacio público de encuentro, exposiciones y ocasionalmente de pequeñas charlas, presentaciones y talleres.

Para realizar dicha comprobación se escogen dos espacios que permiten observar el comportamiento acústico de las soluciones constructivas de acuerdo a los distintos casos siendo estos:

- Acondicionamiento *Tiempo de reverberación*
- Aislamiento acústico *Ruido aéreo de fachada*
- Aislamiento acústico *Ruido aéreo de cubierta*
- Aislamiento acústico *Ruido aéreo y de impacto entre recintos adyacentes*

No se realiza la comprobación de Aislamiento acústico *Ruido aéreo y de impacto entre recintos superpuestos* ya que no existe dicha casuística en este proyecto al contar con únicamente una planta. En cambio, se realiza la comprobación Aislamiento acústico *Ruido aéreo de cubierta* como complemento a la justificación de la envolvente.

A la derecha, se muestra el plano de ruido indicando la zonificación según las exigencias de los espacios de acuerdo a su uso y protección, dBa, Ra y los espacios escogidos para cada uno de los casos siendo estos:

- Acondicionamiento *Tiempo de reverberación*
- Aislamiento acústico *Ruido aéreo de fachada*
- Aislamiento acústico *Ruido aéreo de cubierta*
- Aislamiento acústico *Ruido aéreo y de impacto entre recintos adyacentes*

**Sala de audiovisuales**  
**Sala de audiovisuales**  
**Sala de audiovisuales**  
**Sala de exposiciones temporales**

La sala de audiovisuales se proyecta como un espacio permeable al pasillo del recorrido por dos umbrales que se mantendrían abiertos en el caso de una proyección recurrente del centro de interpretación. A su vez, y de manera ocasional, este espacio acogería pequeñas charlas, proyecciones... en las cuales se cerraría el espacio con dos puertas integradas en el paramento. Es por ello que resulta de gran importancia el cumplimiento de las exigencias tanto de aislamiento como de acondicionamiento acústico.

De la misma manera, uno de los principales requisitos con los que se proyecta la edificación es la capacidad de acoger simultáneamente una sala de exposiciones temporales que complemente la exposición permanente. Es por ello que su exigencia principal es el aislamiento de sus flancos compartidos entre estos dos usos.

### Acondicionamiento acústico *Tiempo de reverberación*

---

Primeramente se estudiará el acondicionamiento acústico del recinto de la **Sala de audiovisuales**.

El objetivo es que el mensaje acústico llegue de la mejor manera al usuario:

- Sin superar los valores límite de tiempos de reverberación
- Alcanzando el valor mínimo de absorción acústica

Definición geométrica del recinto:

El recinto es de planta cuadrada con las dimensiones mostradas en el diagrama de la derecha con un total de 168,75m<sup>3</sup>. A pesar de contar con unos bancos prismáticos, la comprobación se realiza sin ellos para poder observar el comportamiento del espacio con sus elementos constructivos, ya que dicho mobiliario podría variar o no estar presente en parte o al completo.

Por ello se usa el valor comparativo de 0,7 en lugar de 0,9.

Normativa:

Según lo establecido en la tabla 2.2 Valores límite de tiempo de reverberación:

El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea inferior que 350m<sup>3</sup> no será mayor que 0,7”.

## Definición de los elementos constructivos:

## -Paramentos verticales

-Pared de hormigón visto	$\alpha = 0,0444$	S=13,5m <sup>2</sup>
-Paredes revestidas de composite de aluminio acabado anodizado	$\alpha = 0,05 *$	S=22,5m <sup>2</sup> x3
-Puertas revestidas de composite de aluminio acabado anodizado	$\alpha = 0,05 *$	S= 4,5m <sup>2</sup> x2

## -Paramentos horizontales

-Suelo de hormigón visto	$\alpha = 0,0444$	S=56,25m <sup>2</sup>
-Falso techo composite de aluminio acabado anodizado	$\alpha = 0,05 *$	S=56,25m <sup>2</sup>

\*Este dato se obtiene de la ficha técnica de la casa comercial ALUCOBOND, sistema a utilizar en el proyecto para los revestimiento interiores. Para introducir dicho valor en el programa de cálculo se utiliza otro material que comparte el mismo factor de absorción acústica  $\alpha$ .

## Cálculo y comprobación:

Tras la introducción de los datos en la herramienta, se observa que no se cumple la exigencia *tiempo de reverberación*  $< 0,7$ .

Por lo que se opta por modificar el falso techo y dos de las particiones revestidas, hasta entonces con composite de aluminio acabado anodizado de la casa comercial ALUCOBOND con factor de absorción  $\alpha = 0,05$ , por un *revestimiento acústico con factor de absorción  $\alpha = 0,4$  de la casa comercial DECUSTIK*.

Se trata de un panel de madera microperforado que, además de permitir el cumplimiento de la exigencia, se adapta perfectamente al proyecto ya que su sistema permite continuar con el ritmo de panelado a metro (como se realiza el resto de revestimiento del centro de interpretación) y con la estética de color amarillo zinc, que en este caso añade una nueva textura que diferencia la sala por su uso y prestaciones.

El resultado es una U acústica que envuelve tres superficies continuas de la sala mejorando su acústica y respetando la idiosincrasia del edificio con sus particiones de muros de hormigón visto combinados con particiones revestidas con un ritmo de panelado.

### Aislamiento acústico *Ruido aéreo de la envolvente*

En primer lugar, y debido a que se está realizando la comprobación del aislamiento a ruido aéreo de la envolvente, se adjunta el dato de ruido del lugar de estudio, teniendo este un índice de ruido entre 35 y 40 dB. No obstante, y dado que el proyecto podría ocasionar nuevas arquitecturas y una revitalización urbana de la zona se establece el índice mínimo de ruido de **Ld=60 dB** más exigente.

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 la envolvente formada por la fachada y la cubierta del espacio a estudiar. Por otro lado, se establece que el receptor será el visitante del centro de interpretación.

El espacio seleccionado para este caso vuelve a ser la **Sala de audiovisuales**, ya que como se indicó, es el espacio al que más exigencia tanto de cumplimiento de normativa como proyectual se le pide al tratarse de un espacio donde el audiovisual es el protagonista.

#### Definición geométrica del recinto:

El recinto es de planta cuadrada con las dimensiones mostradas en el diagrama de la derecha con un total de 168,75m<sup>3</sup>. La cubierta cubre toda la estancia y la fachada envuelve uno de sus lados como se muestra en el diagrama.

#### Normativa:

Según lo establecido en la 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, Ld. Al tratarse de un uso cultural y de estancia, donde  $L_d \leq 60dB$ , se establece que  **$D_{2m,nT,Atr} > 30 dBA$** .

## Definición de los elementos constructivos:

## -Paramentos verticales

-Pared de hormigón visto	$\alpha = 0,0444$	S=13,5m <sup>2</sup>
-Paredes revestidas de composite de aluminio acabado anodizado	$\alpha = 0,05 *$	S=22,5m <sup>2</sup> x3
-Puertas revestidas de composite de aluminio acabado anodizado	$\alpha = 0,05 *$	S= 4,5m <sup>2</sup> x2

## -Paramentos horizontales

-Suelo de hormigón visto	$\alpha = 0,0444$	S=56,25m <sup>2</sup>
-Falso techo composite de aluminio acabado anodizado	$\alpha = 0,05 *$	S=56,25m <sup>2</sup>

\*Este dato se obtiene de la ficha técnica de la casa comercial ALUCOBOND, sistema a utilizar en el proyecto para los revestimiento interiores. Para introducir dicho valor en el programa de cálculo se utiliza otro material que comparte el mismo factor de absorción acústica  $\alpha$ .

## Cálculo y comprobación:

Tras la introducción de los datos en la herramienta para la casuística de fachada, se observa que se cumple la exigencia  **$D2m,nT,Atr > 30 \text{ dBA}$** .

Tras la introducción de los datos en la herramienta para la casuística de cubierta, se observa que se cumple la exigencia  **$D2m,nT,Atr > 30 \text{ dBA}$** .

### Aislamiento acústico *Ruido aéreo y de impacto entre recintos adyacentes*

Para el cumplimiento de la exigencia de ruido aéreo y de impacto entre recintos adyacentes se estudiará el espacio **Sala de exposiciones temporales**.

Este espacio se categoriza como recinto **habitable protegido HP** y por ello se llevan a cabo la comprobación de la fiabilidad de los elementos de separación y sus flancos. Las problemáticas respecto a las fuentes de ruidos en esta edificación son: la contaminación acústica por dos actividades simultáneas en espacios adyacentes y la contaminación acústica por ruido de maquinaria en contacto con espacios adyacentes.

En este caso se estudia la primera problemática como se observa en la planimetría de espacios donde se recogen las categorías acústicas de todos los espacios y las exigencias de los mismos.

Definición geométrica del recinto:

El recinto es de planta rectangular con las dimensiones mostradas en el diagrama de la derecha con un total de 99m<sup>3</sup>. Este recinto *receptor* se encuentra en contacto con una de las galerías del recorrido de interpretación *emisor* comportándose como un recinto habitable protegido **HP** y un recinto habitable **H**, respectivamente, que comparten 3 aristas sin huecos.

Para la comprobación se asume que el recorrido de interpretación es una galería cerrada por lo que supone el caso más desfavorable como emisor de ruido.

Normativa:

Según lo establecido en el artículo 2.1.1 Valores límite de aislamiento. Aislamiento acústico a ruido aéreo y en el artículo 2.1.1 Valores límite de aislamiento. Aislamiento acústico a ruido de impacto

Ambos recintos, debido a las mismas condiciones y exigencias de espacio **HP**:

$D_nT_a > 50$  dB ruido aéreo

$L'_{nT_w} < 65$  dB ruido de impacto

Definición de los elementos constructivos:

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 que más tarde se han introducido en el programa de cálculo. Se define el elemento separador así como los paramentos  $F_s$  y  $f_s$  de ambos recintos:

- **Elemento separador  $f_4'$**  Muro de hormigón armado  
 Acabado visto en el recorrido de interpretación *emisor*  
 Acabado revestido de composite de aluminio acabado anodizado en la sala de exposiciones *receptor*  
 $s=47,5m^2$  |  $e=25cm + 2mm$  |  $500 kg/m^2$  |  $R_A = 60 dBA$ .

- Elemento flanco **F1 y f1** Losa de cimentación de hormigón armado  
 Acabado pavimentado continuo con hormigón fratasado  
 $e=80cm + 10cm$  |  $1250 kg/m^2$  |  $R_A = 75 dBA$

- Elemento flanco **F2 y f2** Forjado de losa maciza de hormigón armado  
 Acabado falso techo revestido de composite de aluminio acabado anodizado  
 $e=25cm$  |  $625 kg/m^2$  |  $R_A = 64 dBA$ .

- Elemento flanco **F3 y f3** Muro de hormigón armado  
 $e=25cm + 2mm$  |  $500 kg/m^2$  |  $R_A = 60 dBA$ .

- Elemento flanco **F4** Muro de hormigón armado  
 $e=25cm + 2mm$  |  $500 kg/m^2$  |  $R_A = 60 dBA$ .

\*Este dato se obtiene de la ficha técnica de la casa comercial ALUCOBOND, sistema a utilizar en el proyecto para los revestimiento interiores. Para introducir dicho valor en el programa de cálculo se utiliza otro material que comparte el mismo factor de absorción acústica  $\alpha$ .

Cálculo y comprobación:

Tras la introducción de los datos en la herramienta, se observa que las soluciones constructivas del proyecto, cumplen con las prestaciones exigidas.

Estas prestaciones comprenden que el elemento separador, así como los sucesivos flancos que comparten dichos recintos, deben asegurar un valor superior al que determina la norma entre recintos adyacentes en este caso habitable **H** y habitable protegido **HP**.  
 $D_nT_a > 50 dB$  ruido aéreo  
 $L'nT_w < 65 dB$  ruido de impacto

## Medición unidad volumétrica

### I. Estructura

#### 01.i.01. m2 Forjado losa maciza HA 25 cm

Forjado unidireccional de hormigón armado HA-30/P/20/IIA, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm para luces de hasta 7m. Canto de 20+5 cm e intereje de 70 cm, con viguetas semirresistentes de celosía con zapatilla de hormigón, bovedillas cerámicas 60x25x20 cm, armaduras complementarias de aceros B 500S UNE-EN 10080 (cuantía según planos de estructura), capa de compresión de 5 cm con mallazo de reparto electrosoldado ME 20x20 Ø 5-5 B 500T UNE-EN 10080. Incluso p/p de vigas y zunchos, macizado de apoyos, encofrados y desencofrado de sistema continuo formado por tableros de madera tratada amortizable en 25 usos, apeos de soporte vertical de puntales metálicos amortizables en 150 usos, separadores homologados, vibrado, curado y la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra y limpieza de fondos. Según normativa EFHE, EHEY NCSE-02, CTE. DB-SE Seguridad estructural y CTE. DB-SE-AE Acciones. Medida la superficie a cinta corrida, deduciendo huecos de superficie superior a 1m2.

525m2

73,21€/m2

38 435,35€

#### 01.i.02. ml Muros de HA 35 y 25 cm

Muros de hormigón armado HA-30/P/20/IIA, de espesor 35 y 25 cm y de hasta 6 m de altura, superficie plana, realizado con hormigón vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>, ejecutado en condiciones complejas; montaje y desmontaje de sistema de encofrado con acabado tipo industrial para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos. Incluso alambre de atar, separadores homologados, pasamuros para paso de los tensores y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado. El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra. Encofrado con montaje y desmontaje en cada cara del muro, de sistema de encofrado a dos caras con acabado visto con textura, realizado con tableros de madera de pino, amortizables en 4 usos, para formación de muro de hormigón armado, de entre 3 y 6 m de altura y superficie plana, para contención de tierras ULMA ENKOFORM V-100 o similar. Incluso, pasamuros para paso de los tensores, elementos de sustentación, fijación y apuntalamiento necesarios para su estabilidad; y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado. La elaboración del armado (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra y limpieza de fondos. Según normativa EFHE, EHEY NCSE-02, CTE. DB-SE Seguridad estructural y CTE. DB-SE-AE Acciones. Medida la superficie a cinta corrida, deduciendo huecos de superficie superior a 1m2.

328ml

114,28€/ml

37 483,84€

### 2. Envoltente

#### 02.i.01. ml Trasdosados con sistema de panales de composite aluminio

Trasdosado de hoja pesada de muro de HA formado por perfilería interior de rastreles autoportantes de acero galvanizado, con solape simétrico, de 82 mm de altura y 0,6 mm de espesor, colocada en posición horizontal y fijada mecánicamente a una estructura portante de los muros. Hoja interior vista panelados de composite de 1 m de ancho y hasta 4,5 m de alto conformado por dos

láminas de cubierta de aluminio y un núcleo relleno de agregado mineral acabado anodizado color zinc de 0,6 mm de espesor; con nervios de entre 40 y 50 mm de altura de cresta, a una separación de entre 250 y 270 mm, colocada en posición vertical con un solape de la chapa superior de 70 mm y un solape lateral de un trapecio y fijada por esquema machiembreado en pernos. Sistema y acabado casa comercial ALUCOBOND o similar. Incluso accesorios de fijación de las chapas y limpieza del acabado final.

245ml	345,10€/ml	84 549,50€
-------	------------	------------

#### 02.i.02. m2 Cubierta plana no transitable ajardinada

Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada extensiva (ecológica), sistema Sedum Tapizante ZINCO o similar, pendiente del 1% al 5%. Formación de pendiente mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de hormigón celular 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;.Impermeabilización FPO resistente a microorganismos Sarnafi TG 66 / Sikaplan SgmA tipo bicapa, adherida, compuesta por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FV, con armadura de fieltro de fibra de vidrio de 60 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida y una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP, con armadura de fieltro de poliéster reforzado y estabilizado de 150 g/m<sup>2</sup>, con autoprotección mineral de color verde, con resistencia a la penetración de raíces, totalmente adheridas con soplete, sin coincidir sus juntas; membrana antirraíces flexible de polietileno de baja densidad,WSF 40 ZINCO o similar de color negro, para evitar la penetración de raíces en la membrana impermeable. Capa separadora manta protectora y retenedora SSM 45 ZINCO o similar, formada por geotextil de poliéster y polipropileno, de 5 mm de espesor, con una retención de agua de 5 l/ m<sup>2</sup>, una resistencia a la tracción longitudinal de 5,5 kN/m, una resistencia CBR a punzonamiento 2 kN y una masa superficial de 470 g/m<sup>2</sup>. Capa drenante y acumuladora de agua módulo Floradrain FD 25-E ZINCO o similar, formado por placa de poliolefinas recicladas con perforaciones en la parte superior. Capa filtrante sistema SF ZINCO o similar, formado por un geotextil de fibras de polipropileno;. Capa de protección de sustrato Zinco terra Floral ZINCO o similar, compuesto de cerámica seleccionada triturada y otros componentes minerales mezclados con compost y turba rubia, de 80 mm de espesor, plantas con cepellón plano, Zinco Sedum Mix ZINCO o similar, con 4 o más especies distintas de sedum. Incluso cantos rodados para el relleno del espacio entre el borde de la cubierta y la vegetación. Medida la superficie a cinta corrida deduciendo los huecos de los lucernarios.

525ml	42,60€/m2	22 365,00€
-------	-----------	------------

### 3. Aislamiento

#### 03.i.01. m2 Aislamiento térmico interior hoja de cerramiento hidrófugo XPS 6cm

Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en cerramiento de doble hoja de fábrica para revestir, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado, de 60 mm de espesor, resistencia a compresión  $\geq 250$  kPa, resistencia térmica 1,75 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope y fijado con pellas de adhesivo cementoso CGI. Incluso p/p de revisión de la superficie hoja de cerramiento de fábrica de ladrillo en el que se realiza la fijación del aislamiento de acuerdo a las exigencias de de la técnica y la normativa, replanteo, cortes y colocación

resolviendo punto singulares. Según normativa UNE-EN 13164 y CTE. DB-HE Ahorro de energía. Medida la superficie a tanto alzado.

450ml	28,64€/ml	12 888,00€
-------	-----------	------------

#### 4. Carpinterías

##### 04.i.01.a. ud Lucernario para cubierta plana 100x100 cm

Lucernario para cubierta plana, modelo CVP 100100 0073QV VELUX o similar, practicable con apertura proyectante de accionamiento eléctrico, con motor incorporado en el marco, sensor de lluvia y mando a distancia programable hasta 15 cm, de 100x100 cm, marco y hoja de PVC, color blanco, con aislamiento interior de poliestireno, cúpula exterior lisa de vidrio templado de 4 mm de espesor ISD 2093, doble acristalamiento interior aislante de seguridad (73Q) (vidrio interior laminar de 3+3 mm, cámara de aire rellena de gas argón de 14,5 mm, vidrio exterior Float de 4 mm con recubrimiento aislante y separador de acero inoxidable). Carpintería con rotura de puente térmico totalmente equipada, montada y probada. Replanteo. Presentación, aplomado y nivelación del marco. Fijación del marco al hueco dejado en el forjado. Sellado de juntas perimetrales. Colocación y fijación de la cúpula sobre el marco. Colocación de los mecanismos de apertura. Se comprobará que la cubierta está en fase de impermeabilización. Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. La ventana será totalmente estanca al agua y resistirá la acción destructiva de los agentes atmosféricos. Se protegerá frente a golpes y salpicaduras. Se medirán el número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

3ud	1 365€/ud	4 085,00€
-----	-----------	-----------

##### 04.i.01.b. ud Lucernario para cubierta plana 150x150 cm

Lucernario para cubierta plana, modelo CVP 100100 0073QV VELUX o similar, practicable con apertura proyectante de accionamiento eléctrico, con motor incorporado en el marco, sensor de lluvia y mando a distancia programable hasta 15 cm, de 150x150 cm, marco y hoja de PVC, color blanco, con aislamiento interior de poliestireno, cúpula exterior lisa de vidrio templado de 4 mm de espesor ISD 2093, doble acristalamiento interior aislante de seguridad (73Q) (vidrio interior laminar de 3+3 mm, cámara de aire rellena de gas argón de 14,5 mm, vidrio exterior Float de 4 mm con recubrimiento aislante y separador de acero inoxidable). Carpintería con rotura de puente térmico totalmente equipada, montada y probada. Replanteo. Presentación, aplomado y nivelación del marco. Fijación del marco al hueco dejado en el forjado. Sellado de juntas perimetrales. Colocación y fijación de la cúpula sobre el marco. Colocación de los mecanismos de apertura. Se comprobará que la cubierta está en fase de impermeabilización. Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. La ventana será totalmente estanca al agua y resistirá la acción destructiva de los agentes atmosféricos. Se protegerá frente a golpes y salpicaduras. Se medirán el número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

2ud	1 765€/ud	3 530,00€
-----	-----------	-----------

#### 04.i.02. ud Fachada acristalada de 10 hojas plegables de aluminio

Fachada acristalada de 10s hojas plegables de aluminio, con apertura hacia el interior, dimensiones 1000x3000 mm, acabado anodizado, con el sello EWAA-EURAS de la casa y modelo TECHNAL AMBIAL ® XXL o similar, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de anodizado, compuesta de hoja de 53 mm y marco de 45 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1. Transmitancia térmica del marco:  $U_{h,m}$  = desde 1,60 W/(m<sup>2</sup>K), con sistema con rotura de puente térmico, espesor máximo del acristalamiento: 30 mm, con clasificación bajo emisivo y clase 4 a la permeabilidad al aire, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, con premarco y 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. Se comprobará que el paramento que va a recibir la carpintería está terminado, a falta de revestimientos. Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. Ajuste final de las hojas. Sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. Realización de pruebas de servicio. La unión de la carpintería con la fábrica será sólida. La carpintería quedará totalmente estanca. Se protegerá frente a golpes y salpicaduras. No se apoyarán sobre la carpintería elementos que puedan dañarla. Se conservará la protección de la carpintería hasta la ejecución del revestimiento del paramento y la colocación del acristalamiento. Según normativa CTE. DB-HS Salubridad, CTE. DB-HE Ahorro de energía y Normativa de aplicación: NTE-FCL. Fachadas: Carpintería de aleaciones ligeras. Medido según número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

1ud	2 765€/ud	2 765,00€
-----	-----------	-----------

#### 5.Acabados

##### 05.i.01. m2 Pavimento interior continuo de hormigón acabado fratasado 10 mm de espesor

Pavimento interior continuo de hormigón acabado fratasado, de 10 mm de espesor, realizado sobre superficie lisa, mediante la aplicación sucesiva de: capa de imprimación monocomponente, diluida en dos partes de agua; malla de fibra de vidrio antiálcalis, de 80 g/m<sup>2</sup> de masa superficial; doble capa base (de 1 kg/m<sup>2</sup> cada capa) de microcemento monocomponente, color blanco; doble capa decorativa (de 0,3 kg/m<sup>2</sup> cada capa) de microcemento monocomponente, textura lisa, color blanco; capa de sellado formada por dos manos de imprimación selladora transpirable con resinas acrílicas en dispersión acuosa y dos manos de sellador de poliuretano alifático de dos componentes, sin disolventes, acabado fratasado. El precio no incluye la superficie soporte. Se comprobará que la superficie soporte presenta una resistencia a tracción mínima de 1,5 N/mm<sup>2</sup> y que está seca, saneada, limpia, libre de aceites, grasas, pinturas o cualquier resto de suciedad que pudiera perjudicar a la adherencia del producto y sin grietas. No presentará humedades debidas a aguas freáticas o por capilaridad. Garantizará que este tipo de trabajos sea realizado por personal cualificado y bajo el control de empresas especializadas. Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de las juntas de dilatación y paños de trabajo. Aplicación de la capa de imprimación. Colocación de la malla. Aplicación de dos capas de microcemento base. Lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones. Aplicación de dos capas de microcemento decorativo. Aplicación de la capa de sellado. Limpieza final de la superficie acabada. La superficie de acabado tendrá un color, un brillo y una textura uniformes. No presentará formas,

bolsas ni otros defectos y cumplirá las condiciones de planeidad exigidas. Según normativa CTE. DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad y NTE-RSC. Revestimientos de suelos: Continuos. Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

520m2	57,58€/m2	29 941,60€
-------	-----------	------------

#### 05.i.03. m2Falso techo

Falso techo continuo suspendido ormado por perfilera interior de rastreles autoportantes de acero galvanizado, con solape simétrico, de 82 mm de altura y 0,6 mm de espesor, colocada en posición horizontal y fijada mecánicamente a una estructura portante del forjado. Panelados de composite de 1 m de ancho y hasta 4,5 m de alto conformado por dos láminas de cubierta de aluminio y un núcleo relleno de agregado mineral acabado anodizado color zinc de 0,6 mm de espesor, con nervios de entre 40 y 50 mm de altura de cresta, a una separación de entre 250 y 270 mm, colocada en posición horizontal con un solape de la chapa superior de 70 mm y un solape lateral de un trapecio y fijada por esquema machiembrado en pernos. Sistema y acabado casa comercial ALUCOBOND o similar. Incluso accesorios de fijación de las chapas y limpieza del acabado final. Incluso p/p de replanteo de los ejes de la trama modular, nivelación y fijación de los perfiles perimetrales y primarios, señalización de los puntos de anclaje al forjado, nivelación y suspensión de los perfiles secundarios, banda autoadhesiva desolidarizante, fijaciones para el anclaje de los perfiles, tornillería para la fijación de las placas, corte y colocación de las placas, resolución de encuentros y puntos singulares, pasta de juntas, cinta microperforada de papel y accesorios de montaje. Medida la superficie a cinta corrida, deduciendo huecos de superficie superior a 1m2.

245m2	345,10€/m2	84 549,50€
-------	------------	------------

## Pliego de condiciones técnicas

---

### Capítulo I: Condiciones generales

---

- 1.1 Naturaleza de este pliego
- 1.2 Aplicación
- 1.3 Documentos que definen las obras
- 1.4 Condiciones omisiones o errores
- 1.5 Normativa legal aplicable
- 1.6 Subcontratas
- 1.7 Cuadro de precios
- 1.8 Seguridad y salud

### Capítulo II: Descripción de las obras

---

- 2.1 Descripción de las obras

### Capítulo III: condiciones de los materiales

---

- 3.1 Condiciones generales
- 3.2 Ensayos
- 3.3 Materiales defectuosos
- 3.4 Responsabilidad del contratista
- 3.5 Agua
- 3.6 Áridos
  - 3.6.1 Generalidades
  - 3.6.2 Tamaños del árido
  - 3.6.3 Prescripciones y ensayos
    - 3.6.3.1 Condiciones físico-químicas
    - 3.6.3.2 Condiciones físico-químicas
    - 3.6.3.3 Granulometría y forma del árido
  - 3.6.4 Recepción y almacenamiento
- 3.7 Arenas
- 3.8 Aditivos
- 3.9 Aceros para armar
  - 3.9.1 Barras corrugadas para hormigón armado
    - 3.9.1.1 Definición
    - 3.9.1.2 Material
    - 3.9.1.3 Suministro
    - 3.9.1.4 Almacenamiento

- 3.9.1.5 Recepción
- 3.9.2 Malla electrosoldada
  - 3.9.2.1 Definición
  - 3.9.2.2 Materiales
  - 3.9.2.3 Suministro
  - 3.9.2.4 Almacenamiento
  - 3.9.2.5 Recepción
- 3.10 Aceros laminados
- 3.11 Acero estructural (puente mixto)
- 3.12 Hormigones
- 3.13 Prefabricados de cemento
  - 3.13.1 Bordillo de hormigón
- 3.14 Condiciones generales de las tuberías de abastecimiento
- 3.15 Tuberías de fundición
- 3.16 Tubos de polietileno
- 3.17 Elementos singulares de la red de tuberías
- 3.18 Condiciones generales de la valvulería
- 3.19 Condiciones generales de la valvulería
- 3.20 Bocas de riego
- 3.21 Ventosas
- 3.22 Condiciones generales de las tuberías de drenaje y saneamiento
  - 3.22.1 Marcado
  - 3.22.2 Pruebas de fábrica y control de calidad en los tubos
  - 3.22.3 Entrega en obra de los tubos y elementos
  - 3.22.4 Aceptación o rechazo de los tubos
  - 3.22.5 Condiciones generales de las juntas
- 3.23 Ensayos de los tubos y juntas
  - 3.23.1 Generalidades
  - 3.23.2 Lote y ejecución de las pruebas
  - 3.23.3 Examen visual del aspecto general de los tubos y comprobación de las dimensiones
  - 3.23.4 Ensayo de estanqueidad del tipo de juntas
  - 3.23.5 Ensayo de aplastamiento
  - 3.23.6 Normas a utilizar en los ensayos
- 3.24 Arquetas y pozos de registro
  - 3.24.1 Condiciones generales
  - 3.24.2 Arquetas
    - 3.24.2.1 Arquetas de hormigón armado
    - 3.24.2.2 Arquetas de PVC
    - 3.24.2.3 Unión arqueta – tubo

- 3.25 Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones
  - 3.25.1 Conductores
  - 3.25.2 Tendidos aéreos
  - 3.25.3 Tendidos enterrados
  - 3.25.4 Manejo y preparación de bobinas
  - 3.25.5 Tendido de cables en tubulares de zanjas
  - 3.25.6 Empalmes
  - 3.25.7 Terminales
  - 3.25.8 Colocación de cables en tubos (entronque aéreo- subterráneos)
- 3.26 Accesorios
  - 3.26.1 Columnas
  - 3.26.2 Luminarias
  - 3.26.3 Lámparas de descarga
  - 3.26.4 Portalámparas
  - 3.26.5 Reactancias
  - 3.26.6 Condensadores
  - 3.26.7 Pruebas de funcionamiento. Medidas eléctricas
- 3.27 Obra civil de alumbrado
  - 3.27.1 Arquetas
  - 3.27.2 Basamentos
  - 3.27.3 Tubos protectores
- 3.28 Geotextil anti hierbas.
- 3.29 Acolchado orgánico.
- 3.30 Áridos de pavimentos
  - 3.30.1 Caracterización del pavimento
  - 3.30.2 Tabla resumen de caracterización de aripaq
- 3.31 Canaletas de desagüe.
- 3.32 Fuente de agua potable
- 3.33 Papeleras
- 3.34 Pletinas
- 3.35 Juegos infantiles
  - 3.35.1 Condiciones técnicas de los juegos
  - 3.35.2 De la instalación
  - 3.35.3 De la ejecución
  - 3.35.4 De las áreas de juegos
- 3.36 Bancos

### 3.37 Materiales empleados en el ajardinamiento y reforestación

#### 3.37.1 Condiciones generales

### 3.38 Materiales no especificados en el pliego

## Capítulo IV: Condiciones para la ejecución de las obras

---

### 4.1 Despeje y desbroce del terreno (condiciones generales)

### 4.2 Demoliciones: condiciones generales

### 4.3 Demolición de pavimento, soleras de hormigón y aceras

### 4.4 Transporte a vertedero de los productos sobrantes y escombros

### 4.5 Excavación no clasificada en desmontes y cajeados

### 4.6 Sobre excavación

### 4.7 Excavación en zanjas y pozos

### 4.8 Terraplenes

### 4.9 Material granular drenante

### 4.10 Agotamientos

### 4.11 Zahorra artificial

### 4.12 Pavimentos de hormigón in situ

### 4.13 Excavación en zanjas incluso refino

### 4.14 Relleno de zanjas

### 4.15 Entubación blindada en zanja

### 4.16 Conductos para evacuación de aguas pluviales y fecales

### 4.17 Elementos complementarios de la red de saneamiento

### 4.18 Tuberías de abastecimiento

#### 4.18.1 Generalidades

#### 4.18.2 Descripción de la red

### 4.19 Tuberías de PVC

### 4.20 Tuberías de fundición

### 4.21 Equipos de bombeo

### 4.22 Válvulas

### 4.23 Ventosas

### 4.24 Arquetas de registro

### 4.25 Obras de hormigón

### 4.26 Ejecución del hormigón

### 4.27 Puesta en obra del hormigón

### 4.28 Curado del hormigón

### 4.29 Encofrados

### 4.30 Hormigones en masa y armados

### 4.31 Armaduras

- 4.32 Hormigón en pavimentos
- 4.33 Protección de elementos metálicos mediante pinturas
- 4.34 Instalación eléctrica
  - 4.34.1 Normas generales para la ejecución de las instalaciones
  - 4.34.2 Obra civil
    - 4.34.2.1 Arquetas
    - 4.34.2.2 Basamentos
    - 4.34.2.3 Tubos protectores
  - 4.34.3 Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.
    - 4.34.3.1 Ejecución
    - 4.34.3.2 Apertura de zanjas
    - 4.34.3.3 Suministro y colocación de protecciones de arenas
    - 4.34.3.4 Colocación de la cinta de “atención al cable”
    - 4.34.3.5 Tapado y apisonado de la zanja
    - 4.34.6 Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes
  - 4.34.4 Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados
  - 4.34.5 Zanjas anormales y especiales
  - 4.35.6 Cruzamientos y paralelismos
  - 4.36.7 Rotura de pavimentos
  - 4.36.8 Reposición de pavimentos
- 4.37 Jardinería: ejecución de las obras y conservación
  - 4.37.1 Proyecto y dirección técnica
  - 4.37.2 Replanteo general
  - 4.37.3 Orden de ejecución de los trabajos
  - 4.37.4 Replanteo de detalle de las obras
  - 4.37.5 Orden de iniciación de las obras
  - 4.37.6 Acopios
  - 4.37.7 Ensayos
  - 4.37.8 Trabajos defectuosos
  - 4.37.9 Desperfectos producidos por los temporales
  - 4.37.10 Sistema de riego
  - 4.37.11 Conducciones
  - 4.37.12 Red primaria
  - 4.37.13 Red secundaria
  - 4.37.14 Emisores de agua
  - 4.37.15 Bocas de riego
  - 4.37.16 Riego por aspersión
  - 4.37.17 Riego con difusores
  - 4.37.18 Riego con goteo
  - 4.37.19 Automatización de la red de riego
  - 4.37.20 Instalaciones eléctricas
  - 4.37.21 Excavaciones e instalación de la red principal
  - 4.37.22 Relleno de la red principal
  - 4.37.23 Pruebas en la red principal
  - 4.37.24 Excavaciones e instalaciones de la red secundaria
  - 4.37.25 Zanjas dentro de parterres y pavimentos de tierra
  - 4.37.26 Garantía
  - 4.37.27 Plantación. Tratamiento del suelo.
  - 4.37.28 Plantación. Manejo de la planta
  - 4.37.29 Plantación de árboles en cepellón. Escayolado
  - 4.37.30 Plantación de árboles a raíz desnuda
  - 4.37.31 Siembra e implantación de céspedes y praderas

### Estimación del presupuesto de contrata

A la hora de obtener los datos para la realización de una estimación del presupuesto de contrata para la ejecución de esta edificación se hace uso del documento: **Método para el cálculo simplificado de los presupuestos estimativos de ejecución material de los distintos tipos de obras** perteneciente al año 2021 facilitado por el Colegio de Arquitectos de Sevilla.

CÓDIGO	Denominación	Partes del Proyecto	Precio COAS	Superficie construida	PEM
CO 02	Centro de interpretación	Salas de exposiciones	1006 €/m2	625 m2	628 750 €

Una vez obtenido el **Presupuesto de Ejecución Material (PEM)**, se obtiene el resultados del PEM + GG + BI):

- Presupuesto de Ejecución Material (PEM) = **628 750,00 €**

- Gastos Generales (13% PEM) = 81 737,50 €

- Beneficio Industrial (6% PEM) = 37 725 €

- Presupuesto de Contrata sin IVA (PEM + GG +BI) = 748 212,50 €

- Presupuesto Base de Licitación (Presupuesto de Contrata con IVA 21%) = 905 337,13 €

- 10,00% Honorarios técnicos =	62 875,00 €
- 70,00% s/H Proyectista =	440 125,00 €
- 30,00% s/H Director de Obra=	188 625,00 €
- 30,00% s/H Director de Ejecución de Obra =	188 625,00 €
- 15,00% s/H Estudio de Seguridad y Salud=	94 312,50 €

974 562,50 €

21% IVA =

204 658,13 €

**PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA:**

**1 179 220,63 €**

El precio estimado asciende a UN MILLÓN CIENTO SETENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS VEINTE EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

2. ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN.....	35
0. Introducción.....	35
1. Justificación.....	36
2. Consideraciones previas.....	37
2.1. Materiales.....	37
2.2. Terreno.....	38
2.3. Normativa.....	38
2.4. Acciones.....	39
2.5. Hipótesis.....	40
3. Predimensionado.....	42
3.1. Forjado.....	42
3.2. Muros.....	43
3.3. Cimentación .....	43
3.4. Muros de contención.....	45
4. Análisis y comprobaciones.....	46
4.0. Estrategias.....	46
4.1. Forjado.....	46
4.2. Muros.....	46
4.3. Cimentación.....	51
4.4. Muros de contención.....	55
5. Conclusiones.....	56

## 0. Introducción

---

Aunque los elementos conformadores de espacio y la estructura portante actúen como sistemas diferenciados, la materialidad de esta última influye de manera importante en las posibilidades de delimitación espacial.

Pero, y ¿qué hacer con el vacío en el interior de los elementos estructurales? *Habitar la estructura.*

Una manera particular de relación entre espacio y estructura es la propuesta por el arquitecto Louis I. Kahn, quien exploró en sus proyectos las consecuencias de crear espacio en el interior de los elementos estructurales y denominó este procedimiento habitar las piedras. Kahn propone en su arquitectura espacios delimitados por otros espacios que, a su vez, son estructura portantes modificando el concepto de planta libre al inventar la estructura hueca y transformar la relación entre la estructura y el cerramiento.

El sistema portante así entendido cambia de manera destacada su relación con el espacio, la función portante ya no se ha independizado o relegado. Estructura portante y delimitación espacial se relacionan de manera directa y sin ningún tipo de eufemismo nutriéndose de las cualidades de ambas.

Kahn fue mucho más allá de la simple búsqueda de eficiencia estructural o de la modificación de la retícula y propuso dos tipos de espacio a los que llamó: principales y subordinados o *servidores y servidos*.

La comprensión del concepto de Kahn de espacios servidores y servidos, relacionada con el sistema portante de tal manera que los primeros se encuentran en el interior de la estructura; mientras que los segundos se delimitan por elementos soportados por esta, implica al menos dos tipos diferenciados de espacios arquitectónicos dentro de un edificio. La diferencia entre ellos tiene que ver con las restricciones que impone la estructura a la libertad de desplazamiento del cuerpo dentro de la arquitectura. En varios de los proyectos estos segundos espacios interiores son empleados de diversas maneras: permiten el paso de instalaciones eléctricas o mecánicas, sirven como circulación interior, albergan servicios como baños o depósitos o contienen los sistemas de circulación vertical como ascensores o escaleras.

La estrategia proyectual de habitar la estructura no es nueva; está presente desde hace mucho en la arquitectura. Lo nuevo es su uso como resultado de una búsqueda espacial consciente. En la arquitectura del gótico, por ejemplo, el espacio residual dentro de los muros, entre el tejado y las bóvedas interiores, o en las torres, se empleaba también como espacio habitable.

Es por ello que en un contexto minero donde el paisaje es infinito y consecuencia de multitud de cambios productivos, se explora la idea de generar una estructura capaz de transmitir esas cualidades propias del paisaje que ya no hay, *el paisaje oculto de las minas*. Galerías angostas, túneles que desembocan en grandes salas de proporción singular, entrada de luz cenital guía del recorrido e hito en el conjunto...

## I. Justificación

---

Un enorme cajón, pesado y rígido.

Esta piel gruesa y habitada supone la estructura portante de la edificación pero de igual manera su presentación al visitante tanto exterior como interior.

La formalización a través de losas macizas, tanto para el forjado como para la cimentación, unidas mediante un complejo sistema de muros que siguen una doble geometría, genera una pequeña construcción un tanto laberíntica cuya expresión se deja vista. Tanto los muros como la cara inferior de muchos paños de forjados quedan visibles para recalcar el proceso proyectual y constructivo en símil a la excavación de las minas. Mediante un encofrado de tablillas y un ritmo delimitado por paños, la textura del hormigón se convierte en protagonista de muchos de los espacios del centro de interpretación.

Destacar que el material usado para la estructura debe presentar un comportamiento adecuado frente al ambiente al que se expone, ya que el proyecto se ubica en zonas próximas al mar y por tanto existe la posibilidad de que puedan ocasionarse procesos de corrosión por cloruros en los elementos estructurales. Otro aspecto también fundamental a la hora de elegir el material para la estructura es el mantenimiento del mismo, debido a lo ya mencionado con respecto al ambiente agresivo. Hoy en día es posible llevar un buen mantenimiento de los distintos materiales, pero es más favorable el uso de un material cuyo mantenimiento sea el menos costoso. Al ser un edificio enterrado y dada la imagen que se quiere proyectar se han descartados el uso de materiales como el acero o la madera, cuyo mantenimiento requiere de aplicar pinturas protectoras o impregnaciones cada pocos años. Por estos motivos, se ha decidido que el hormigón armado sea un material ideal para utilizar en estas circunstancias. La aplicación del hormigón se ve reforzada también con las intenciones proyectuales y el funcionamiento de la propia estructura propuesta. Desde una perspectiva estructural se han planteado unos elementos de hormigonado con grandes dimensiones, que favorezcan a las contenciones de tierras, como son los grandes muros de sótano y de contención. Los materiales masivos terminan tomando un papel influyente en el proyecto planteado.

Respecto a la propuesta urbana, el proyecto busca que su expresión sea la misma pero en relación a las dos escalas, generando espacios íntimos muy menudos en el centro de interpretación frente al vacío que supone por ejemplo la plaza excavada. Esta pieza se resuelve dentro de un sistema de contenciones que consiguen dar respuesta y conexión al pueblo respecto al paisaje de la corta y la escombrera.

Dentro de dicha plaza que se enfrenta como un vacío geométrico puro al propio vacío de la corta se alojan en su perímetro usos para el pueblo en relación a sus festividades, posibilidades de esparcimiento, mercados... De esta manera se habita el muro con la caseta, la escalinata graderío, espacios de almacenamiento...

A continuación se presenta el recorrido y resultado del proyecto de estructuras.

## 2. Consideraciones previas

A continuación se numeran una serie de consideraciones previas en relación a todos los aspectos de la estructura y cimentación en relación a la localización del proyecto, sus materiales, las exigencias de las distintas normas de aplicación y el funcionamiento estructural de la construcción y su uso a lo largo de su ciclo de vida.

### 2.1. Materiales

En este caso los materiales utilizados para el cálculo y ejecución de la estructura no viene dados únicamente por sus prestaciones y exigencias estructurales. Como se ha comentado, Aznalcóllar presenta un **ambiente** IIa, denominado por la antigua normativa de aplicación EHE-08 en relación al municipio, y de manera singular Qa ambiente agresivo débil por la presencia histórica de la compacta y contaminante actividad minera incluyendo el suceso de la rotura de la balsa de lodos y aguas ácidas en 1998.

Según Código Estructural Capítulo 7. Criterios generales para las estructuras de hormigón Tabla 27.1.a Clases de exposición:

La actual normativa de aplicación el Código Estructural lo denomina **XA3**.

Esta tipificación por tanto responde a la exposición a este ambiente agresivo y es de gran importancia para el funcionamiento y mantenimiento de la edificación y la integridad de su estructura. Por lo que el hormigón será resistente a sulfoácidos.

Por lo tanto, como se recoge respecto a la características técnicas de los elementos armados en la tabla adjunta:

#### Muros y forjados HA-30/B/25/XA3

Hormigón armado (HA); Vida útil: 50 años Grado de exposición: XA3 (IIa Qa EHE-08); Máxima relación a/c: 0.60; Mínimo contenido de cemento: 275 kg/m<sup>3</sup>; Resistencia mínima: 30 N/mm<sup>2</sup>.

#### Cimentación HA-50/B/35/XA3

Hormigón armado (HA); Vida útil: 50 años Grado de exposición: XA3 (IIIc EHE-08); Máxima relación a/c: 0.45; Mínimo contenido de cemento: 350 kg/m<sup>3</sup>; Resistencia mínima: 50 N/mm<sup>2</sup>.

Por recomendación debido tanto al ambiente como al tipo de terreno, arcillas expansivas, se decide emplear HA-50 para la cimentación.

En la tabla se recogen otros elementos como la escalera que hace referencia a la grada de la plaza excavada en la intervención urbana.

Según Código Estructural Artículo 43.3.1 Recubrimiento nominal:

El **recubrimiento** de los elementos armados se calcula de acuerdo al ambiente XA3 y al tipo de elemento en este caso elementos ejecutados in situ con nivel intenso de control de ejecución.

Recubrimiento muros y forjados: 25 mm + 10 mm = **45 mm**

Recubrimiento cimentación: 40 mm + 10 mm = **50 mm**

CUADRO CARACTERÍSTICAS TÉCNICA según CÓDIGO ESTRUCTURAL							
MATERIALES		HORMIGÓN ARMADO					
Zona   Planta	Tipificación	Control		Características			
		Nivel	Coef. ponderación	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Ambiente
Muros	HA-30/B/25/XA3	Estadístico	y <sub>1</sub> = 1.50	CEM III	Blanda	25mm	XA3
Losa maciza	HA-30/B/25/XA3	Estadístico	y <sub>1</sub> = 1.50	CEM III	Blanda	25mm	XA3
Cimentación	HA-50/B/25/XA3	Estadístico	c = 1.50	CEM III	Blanda	25mm	XA3
Escalera	HA-30/B/25/XA3	Estadístico	y <sub>1</sub> = 1.50	CEM III	Blanda	25mm	XA3
Ejecución	HA-30/B/25/XA3	Intensivo	y <sub>1</sub> = 1.50 y <sub>2</sub> = 1.60	Adaptada al CÓDIGO ESTRUCTURAL			
MATERIALES		ACERO ARMADURAS					
Zona   Planta	Tipificación	Control		Características			
		Nivel	Coef. ponderación	Limite elástico   Carga de rotura			
Muros	B-5005	Estadístico	y <sub>2</sub> = 1.15	500 N/mm <sup>2</sup>			
Losa maciza	B-5005	Estadístico	y <sub>2</sub> = 1.15	500 N/mm <sup>2</sup>			
Cimentación	B-5005	Estadístico	y <sub>2</sub> = 1.15	500 N/mm <sup>2</sup>			
Escalera	B-5005	Estadístico	y <sub>2</sub> = 1.15	500 N/mm <sup>2</sup>			
Ejecución	B-5005	Intensivo	y <sub>2</sub> = 1.15	500 N/mm <sup>2</sup>			
RECUBRIMIENTO NOMINAL de acuerdo al ambiente: 45mm							
EJECUCIÓN							
TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD (ELU.) Efecto favorable   Efecto desfavorable					
Permanente	Intensivo	g <sub>1</sub> = 1.00   g <sub>2</sub> = 1.35					
Permanente valor no constante	Intensivo	g <sub>1</sub> = 1.00   g <sub>2</sub> = 1.50					
Variable	Intensivo	g <sub>1</sub> = 0.00   g <sub>2</sub> = 0.50					
ACCIÓN SÍSMICA AZNALCÓLLAR   ab = 0.07g   k = 1.20   Importancia de la obra Normal   Ductilidad Baja U = 2							

\* Control Estadístico EHE equivale a Control Normal mm  
Solapes según el nuevo Código Estructural  
El acero empleado deberá estar garantizado con un distintivo de calidad y control reconocido. CIETSID, CC-EHE...

## 2.2. Terreno

El terreno de Aznalcóllar y concretamente en de la localización del proyecto se caracteriza por contar con dos estratos: relleno antrópico de 1 a 2m y **margas arcillosas con comportamiento expansivo**.

El nivel freático resulta despreciable ya que se encuentra a una cota muy alejada sin posibilidad de subida a un nivel que resulte problemático para la localización. De todas maneras, las pertinentes precauciones que se tomen para el control de las arcillas expansivas resultan correspondientes a una casuística de agua como esta o escorrentías.

El primer estrato suele ser despreciable y más aún en esta localización por tratarse de las inmediaciones de la zona de actividad minera histórica que ha propiciado el movimiento de tierras y la extracción de esta primera capa. Por lo cual no se debe contar con su presencia.

El segundo cuenta con las siguientes características y será el utilizado para las decisiones de diseño, análisis y comprobaciones:

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

$$\Phi = 20^\circ$$

$$q_u = 170 \text{ kPa}$$

La fuerza expansiva de dichas arcillas se desconoce de manera concreta por lo que se toman los datos de unas arcilla expansivas de categoría alta:

$$\text{Índice de Lambe} \quad 2,3 \text{ kg / cm}^2$$

$$\text{Presión por hinchamiento probable} \quad 3 \text{ kg / cm}^2$$

Hay que recordar que la peligrosidad de este terreno viene dado no por su simple presencia sino por su interacción con el agua ya que es entonces cuando cambia de volumen y produce empujes. Gran parte de la estrategia de construcción del edificio, y concretamente su cimentación y estructura, viene dada por este estrato pero teniendo en cuenta que acompañado de métodos de drenaje, impermeabilización y otras premisas de seguridad en las instalaciones hidrosanitarias este peligro se minimiza.

## 2.3. Normativa

La definición y concepción del proyecto de estructuras y cimentación del edificio viene determinada por las siguientes normativas de aplicación al mismo:

Código Estructural (EHE-08. Instrucción de hormigón estructuras 2008)

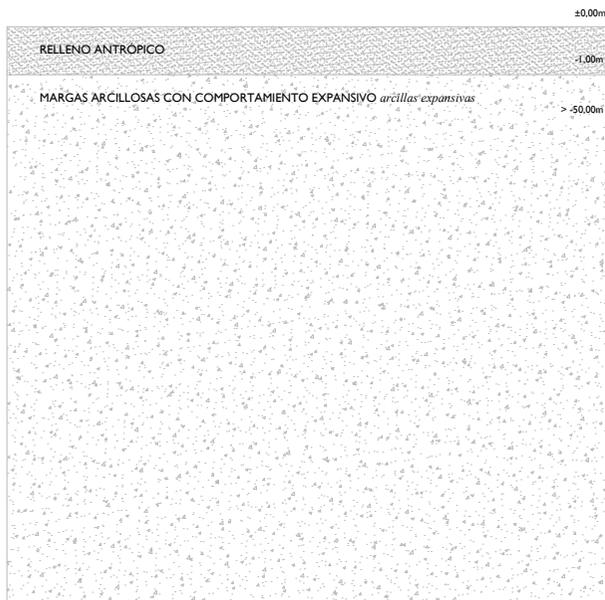
CTE DB SE-AE Acciones en la edificación

CTE DB SE Seguridad estructural

CTE DB SE-C Cimientos

CTE DB SI Seguridad en caso de incendio

NCSE-02 Norma de construcción sismo-resistente.



## 2.4. Acciones

Para el cálculo de la estructura se han considerado como las siguientes cargas permanentes y sobrecargas de uso.

Las cargas permanentes son aquellas coincidentes con: cargas de peso propio de los elementos estructurales, generadas por el programa de cálculo y todas aquellas cargas muertas de elementos constructivos. A continuación se agrupan según sean cargas superficiales o lineales y afecten directamente al plano de cargas del forjado o de la cimentación.

Los datos que se disponen a continuación son tomados del Catálogo de Elementos Constructivos del CTE y de las distintas casas comerciales de los sistemas escogidos.

- Cubierta ajardinada **CA 4.50kN/m<sup>2</sup>**
- Falso techo colgado composite **FT 0.50kN/m<sup>2</sup>**
- Lucernario **LC 0.25kN/I**
  
- Pavimento continuo hormigón **PH 1.00kN/m<sup>2</sup>**
- Revestimiento AT composite **RC 0.50kN/I**
- Fachada acristalada diez puertas **FA 1.50kN/I**

No se recogen cargas en relación a particiones interiores o elementos de tabiquería tradicionales ya que son los propios muros de hormigón, contemplados en el peso propio los que ejercen la función de delimitar los distintos espacios interiores.

Respecto a la sobrecargas se asigna una categoría de uso tipo C3 (zonas de acceso al público sin obstáculos) para la losa de cimentación que es donde se va a realizar la actividad, y para cubierta una categoría de uso G1 (Cubiertas accesibles únicamente para mantenimientos).

Según DB SE-AE Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso:

- C3 Cimentación**
- Carga uniforme **5.00kN/m<sup>2</sup>**
- Carga concentrada **4.00kN**
- G1 Forjado**
- Carga uniforme **1.00kN/m<sup>2</sup>**
- Carga concentrada **2.00kN**

Según DB SE-AE Apartado 3.5. Nieve Tabla 3.8. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas:

Se determina que según la altitud de la provincia de Sevilla (7 m) se le debe asignar una sobrecarga por **nieve** de 0,2 KN/m<sup>2</sup>. De manera que la sobrecarga de forjado quedaría en el resultado de **1.20kN/m<sup>2</sup>**.

CARGAS PERMANENTES CARGAS MUERTAS				
SISTEMA	CAPAS	Espesor (cm)	kN/m	kN/m <sup>2</sup>
Cubierta ajardinada <b>CA</b>	Formación de pendiente hormigón celular	10		<b>4.50</b>
	Lámina impermeabilizante sintética FPO	0.20		
	Aislamiento térmico XPS alta densidad 0,042 λ	4		
	Membrana protección antirraíces	0.20		
	Geotextil separador	0.20		
	Capa drenante y acumuladora de agua Floradrain	5.40		
	Sustrato Zincoterra Floral ZINCO	25		
Falso techo colgado composite <b>FT</b>	Sistema de rastreles de aluminio autoportantes	5		<b>0.50</b>
	Panel composite aluminio anodizado zinc	0.04		
Revestimiento AT composite <b>RC</b>	Sistema de rastreles de aluminio autoportantes	5	<b>0.50</b>	
	Aislamiento térmico XPS alta densidad 0,042 λ	6		
	Panel composite aluminio anodizado zinc	0.04		
Pavimento continuo hormigón <b>PH</b>	Hormigón acabado fratasado	10		1 <sup>(1)</sup>
Fachada acristalada diez puertas <b>FA</b>		-	<b>1.50</b>	
Lucernario <b>LC</b>		-	<b>0.25</b>	

\* Este valor se sobredimensiona por facilidad a lo hora de trabajar con el dato y en previsión de otras cargas que se lleguen a añadir sobre la cimentación

Para las diferentes acciones en la edificación se han considerado los siguientes coeficientes:

Cargas Permanentes (G) coeficiente de mayoración = 1,35  
 Sobrecargas (Q) coeficiente de mayoración = 1,50

### 2.5. Hipótesis

Según DB SE Seguridad Estructural:

Para la verificación de los Estados Límites Últimos y los Estados Límites de Servicio, La capacidad portante de los distintos elementos estructurales se establecen de acuerdo a una serie de combinaciones de hipótesis de cálculo.

Según DB SE Apartado 4.2.2 Combinación de acciones:

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

- $\gamma G \cdot G_k$ , todas las acciones permanentes
- $\gamma Q \cdot Q_k$ , todas las acciones variables
- $\gamma Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$ , considera el resto de las acciones variables

Combinaciones **ELS**

Combinaciones **ELU**

COMBINACIONES ELS		
Características: G + Q + $\sum \psi_0 \cdot G_V$	Frecuentes: G + $\psi_1 \cdot Q + \sum \psi_2 \cdot G_V$	Casi permanente: G + $\sum \psi_2 \cdot G$
G + QUSO + 0.5 · QNIEVE + 0.6 · QVX	G + 0.7 · QUSO	G + 0.6 · QUSO
G + QUSO + 0.5 · QNIEVE + 0.6 · [QVX]	G + 0.2 · QNIEVE + 0.6 · QUSO + 0.5 · QVX + 0.6 · QUSO	
G + QUSO + 0.5 · QNIEVE + 0.6 · QVY	G + 0.5 · [QVY] + 0.6 · QUSO	
G + QUSO + 0.5 · QNIEVE + 0.6 · [QVY]	G + 0.5 · [QVY] + 0.6 · QUSO	
G + QNIEVE + 0.7 · QUSO + 0.6 · QVX		
G + QNIEVE + 0.7 · QUSO + 0.6 · [QVX]		
G + QNIEVE + 0.7 · QUSO + 0.6 · QVY		
G + QNIEVE + 0.7 · QUSO + 0.6 · [QVY]		
G + QVX + 0.7 · QUSO + 0.5 · QNIEVE		
G + [QVX] + 0.7 · QUSO + 0.5 · QNIEVE		
G + QVY + 0.7 · QUSO + 0.5 · QNIEVE		
G + [QVY] + 0.7 · QUSO + 0.5 · QNIEVE		

COMBINACIONES ELU	
$\gamma G \cdot G_k + \gamma Q \cdot Q_k + \sum \gamma \cdot \psi_0 \cdot G_V$	
1.35 G + 1.5 QUSO + 1.5 · 0.5 · QNIEVE + 1.5 · 0.6 · QVX	
1.35 G + 1.5 QUSO + 1.5 · 0.5 · QNIEVE + 1.5 · 0.6 · [QVX]	
1.35 G + 1.5 QUSO + 1.5 · 0.5 · QNIEVE + 1.5 · 0.6 · QVY	
1.35 G + 1.5 QUSO + 1.5 · 0.5 · QNIEVE + 1.5 · 0.6 · [QVY]	
1.35 G + 1.5 QNIEVE + 1.5 · 0.7 · QUSO + 1.5 · 0.6 · QVX	
1.35 G + 1.5 QNIEVE + 1.5 · 0.7 · QUSO + 1.5 · 0.6 · [QVX]	
1.35 G + 1.5 QNIEVE + 1.5 · 0.7 · QUSO + 1.5 · 0.6 · QVY	
1.35 G + 1.5 QNIEVE + 1.5 · 0.7 · QUSO + 1.5 · 0.6 · [QVY]	
1.35 G + 1.5 QVX + 1.5 · 0.7 · QUSO + 1.5 · 0.5 · QNIEVE	
1.35 G + 1.5 [QVX] + 1.5 · 0.7 · QUSO + 1.5 · 0.5 · QNIEVE	
1.35 G + 1.5 QVY + 1.5 · 0.7 · QUSO + 1.5 · 0.5 · QNIEVE	
1.35 G + 1.5 [QVY] + 1.5 · 0.7 · QUSO + 1.5 · 0.5 · QNIEVE	

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

Del mismo modo se determina  $\gamma$ , permitiendo verificar que para acciones de peso propio se coge el valor de 1,35 y para acciones variables 1,50, en su situación más desfavorable.

Según Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )

Por otro lado, es conveniente tener en cuenta la simultaneidad de las cargas, siendo:

- Sobrecarga de uso para zonas de acceso al público sin obstáculos (Categoría C3):
- Sobrecarga de uso para cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G1):
- Sobrecarga por nieve para altitudes <1000m:
- Sobrecarga por viento:

$\psi_0 = 0,7; \psi_1 = 0,7; \psi_2 = 0,6$   
 $\psi_0 = 0,0; \psi_1 = 0,0; \psi_2 = 0,0$   
 $\psi_0 = 0,5; \psi_1 = 0,2; \psi_2 = 0,0$   
 $\psi_0 = 0,6; \psi_1 = 0,5; \psi_2 = 0,0$

Según Apartado 3.3 y Anejo D:

Respecto al cálculo de las acciones de **viento** se determina que el viento es una acción perpendicular a cada punto expuesto de la fachada.

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

Siendo en cada caso:

-  $q_b$  Presión dinámica del viento

Para Sevilla, Zona eólica A con velocidad del viento 26m/s, 0,42 KN/m<sup>2</sup>

-  $c_e$  Coeficiente de exposición

La norma determina que, para edificios de cualquier altura, pero con menos de 8 plantas, su valor es invariable, siendo este igual a 2 para cada una de ellas

-  $c_p$  Coeficiente eólico

Se diferencia según el plano de acción del viento entrando en juego la esbeltez del edificio

Para un Grado de aspereza II propio de zona rural llana sin obstáculos ni arbolado de importancia con altura del punto considerado a 6m

Con esbeltez al plano paralelo al viento de <0,25

$c_p$  0,7 para presión y  $c_p$  -0,3 para succión

En el cálculo se desprecia la acción del sismo tanto a la baja altura del edificio sobre rasante, 5m, y su monolitismo como elemento de hormigón armado con muros, forjado y cimentación de losa maciza.

Para el posterior análisis con la herramienta informática sí se tiene en cuenta como factor que afecta al comportamiento estructural.

Según Artículo 1.2.3. Criterios de aplicación de la Norma NCSE-02:

Respecto al **sismo**, se considera obligatorio el estudio y análisis de esta acción en esta edificación teniendo en cuenta su carácter público, su localización aislada y su formalización.

Para el posterior análisis con la herramienta informática se tiene en cuenta como factor que afecta al comportamiento estructural.

Respecto a la **acciones térmicas**, al no contar con juntas de dilatación debido a que no existen elementos estructurales continuos de más de 25m de longitud, no es necesario el cálculo de dichas acciones.

### 3. Predimensionado

Se parte de la base del proyecto básico arquitectónico para entender las decisiones tomadas en el predimensionado de los elementos estructurales que lo forman.

La distribución de las cargas sigue la siguiente secuencia: forjado cubierta, muros exteriores e interiores y cimentación. Al ser un cajón continuo, las cargas son recogidas y distribuidas de manera directa hasta el terreno.

A continuación se desarrolla el proceso de predimensionado de los distintos elementos estructurales de acuerdo a su justificación de elección como sistema, sus cargas, su formalización y su comportamiento respecto a las exigencias.

#### 3.1. Forjado

El último y único forjado es el de cubierta que se formaliza como una **losa maciza de hormigón armado** debido a las siguientes razones:

- Variedad de luces que presenta el forjado desde 1,50m hasta 7,60m o 17,20 en paños triangulares paralelos a caras de muros
- Presencia de paños heterogéneos entre sí
- Doble geometría que ocasiona superficie triangulares

Estas razones sumadas a la carga superficial continua de pequeño valor (cubierta ajardinada y uso de mantenimiento) derivan en la elección de la losa maciza como solución, En un primer momento se estudia la posibilidad de aligerarla pero de nuevo resulta muy complejo y poco coherente con la geometría, siendo aplicable en muy pocos puntos del forjado.

Con estas condiciones se procede a un primer predimensionado del elemento:

El espesor de las losas macizas (h) se predimensiona de manera tal de limitar las deformaciones (SLS) siguiendo:

- Criterio simplificado: adoptar un espesor mínimo  $h_{min}$
- Criterio exacto: cálculo de deformaciones y comparación con la deformación admisible exigida
- Criterio por deformación: método aproximado  $h > l / coef$

Es de destacar que a pesar del comportamiento mayormente bidireccional de las losas macizas dada por su composición homogénea y su doble armado en ambas direcciones, en paños en los cuales la luz tiene una relación de lados  $< 2$  su comportamiento es unidireccional.

Realizando aproximaciones de acuerdo únicamente a la mayor luz que salva el forjado se obtienen espesores:

- Unidireccionales apoyadas en dos extremos  $l/20 = 7,60m/20 = 0,38m$
- Unidireccionales apoyadas en cuatro extremos  $l/28 = 7,60m/28 = 0,27m$
- Bidireccionales  $> 8cm, l/40 = 7,60/40 = 0,19m$

Debido a esta diferencia de casuísticas y tratándose de un predimensionado se opta por comenzar a estudiar el comportamiento de la losa adoptando un espesor de **25cm** siendo ese valor el mínimo común de elementos de hormigón armado y encontrándose

CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA C.G.M.	
ELEMENTO	Forjado losa maciza de hormigón armado
SECCIÓN	$e=25cm \ 25 \times 100 = 2 \ 500cm^2 = 250 \ 000mm^2$
coeficiente %	1,8 <span style="float: right;">450mm<sup>2</sup></span>
ARMADO	4Ø12   Ø12c/50 # cada cara   no cumple separación

\* Valores mínimos contra los que comparar el armado del análisis. Acero B-500S

en media entre los valores sacados mediante la aproximación en relación a la luz.  
En la tabla se recoge su armado por Cuantía Geométrica Mínima C.G.M.

En relación a las vigas de borde de la losa en su encuentro con los muros, pretilos y huecos de lucernarios, se proyecta de manera primeriza unas vigas planas, de manera que queden embebidas en la propia losa.

### 3.2. Muros

La estructura vertical de recepción y transmisión de cargas se formaliza como **muros de hormigón armados**. Estos elementos lineales se distribuyen por la planta como muros de carga y los que configuran la envolvente debido a la situación semienterrada de la edificación y la presencia de un forjado que lo arriostra cerca de su coronación se consideran **muros de sótano**.

Tanto para su diseño como análisis, los muros se agrupan en dos tipos generales: los **muros exteriores y los interiores**. Los primeros **ME** son aquellos que conforman el perímetro exterior de la edificación y por tanto las acciones que soportan son verticales de peso propio, carga y sobrecarga transmitida por el forjado y el empuje del terreno al ser elementos de contención de la excavación. Los segundos **MI** únicamente soportan acciones verticales.

Se predimensionan con el valor de espesor de **25cm** siendo ese valor el mínimo común de elementos de hormigón armado. En la tabla se recoge su armado por Cuantía Geométrica Mínima C.G.M. distinguiendo entre armadura horizontal y vertical, y esta última según la cara de tracción trasdos de contención y la cara de compresión intrados interior al edificio.

Desde un inicio se prevee el comportamiento diferencial entre los muros exteriores e interiores y a su vez el distinto comportamiento de las armaduras de las caras del primer grupo.

El muro como se ha mencionado cuenta con una doble armadura en su caras, pero a su vez su encuentro con otros elementos de la estructura genera otros armados como lo son:

- Vigas de coronación (que a su vez tiene función de pequeño pretil contenedor de la cubierta ajardinada)
- Vigas de encuentro con el forjado de losa maciza (tratadas en el forjado)

### 3.3. Cimentación

La cimentación de la edificación se formaliza como una **losa maciza de hormigón armado**.

Tal y como se explicó en el apartado anterior al respecto del terreno en el que la edificación se localiza, este caso ha de responder a unas cuestiones muy concretas con su construcción y en concreto su cimentación. Por lo que, combinado con el proyecto del edificio, se busca una cimentación pesada que contrarreste el posible empuje de las arcillas expansivas y que recoja la geometría de la estructura de manera lógica, además de otras estrategias en relación al drenaje e impermeabilización del edificio y el entorno próximo.

Teniendo en cuenta la recomendación de espesor  $>50/60\text{cm}$  para losas de cimentación y la tabla de Rodríguez Ortiz que relaciona los datos: número de plantas y longitud de la cara más larga de losa, se obtiene de predimensionado una losa de **80cm** de espesor.

CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA C.G.M.	
ELEMENTO	Muro de hormigón armado
SECCIÓN	$e=25\text{cm} \times 100 = 2\,500\text{cm}^2 = 250\,000\text{mm}^2$
ARMADURA HORIZONTAL	
coeficiente ‰	3,2
ARMADO	800mm <sup>2</sup>
	8Ø12   Ø12c/25 cada cara
ARMADURA VERTICAL (30% en cara de compresión)	
coeficiente ‰	0,9
ARMADO	225mm <sup>2</sup>
	5Ø8   Ø8c/20 cara de tracción   <small>*se coloca la misma en la cara de compresión para cumplir separación y facilitar el armado*</small>

\* Valores mínimos contra los que comparar el armado del análisis. Acero B-500S

Lo ideal por el estrato de arcilla es profundizar lo máximo posible para evitar el contacto con la capa activa considerada de 3 a 4m desde la cota visible del terreno, por ello se sigue el siguiente proceso.

En primer lugar, y por razones del proyecto urbano-paisajístico, se retiran 50 cm del terreno encontrado para la localización y acceso del edificio en el entorno y tras esta excavación la propia de la edificación como 60 cm respecto a la cota final del nuevo terreno exterior. Esto sumado al espesor de la losa que a su vez apoya sobre 120 cm de terreno mejorado permite retirar un total de 310 cm de capa activa de arcillas expansivas de un supuesto de 400 cm.

Otra cimentación de tipo profundo concentraría las cargas y las transmitiría a una capa inferior a la activa pero dejaría en contacto el forjado sanitario con gran parte de la capa activa, situación más desfavorable que la planteada y que no responde a la geometría del edificio de manera lógica.

Sumado a las razones de la excavación y la disminución de la capa activa, se proyecta esta solución para la cimentación por las siguientes razones:

- La geometría del proyecto
- La presencia de los muros en ambas direcciones y en geometría no ortogonal en el perímetro
- La menor sensibilidad frente a un posible defecto local

La opción de zapatas o zapatas corridas se desecha tras realizar un primer caso y observar que ocuparían > 80% de la superficie del edificio, situación similar al estudio de aligeramiento de la losa maciza del forjado.

Se decide no cimentar el patio ya que no recibe cargas importantes más allá del pavimento y la sobrecarga de uso público. De esta manera la losa se formaliza como un cuadrado de 25x25m con un recorte en su interior de 10x10m.

Al procurarse que la resultante de cargas pase por el centro de gravedad del área de la losa esta decisión también resulta la más adecuada, ya que en el caso de cimentar todo el contorno, el centro de gravedad de la losa quedaría en el patio (punto homotético con razón  $\frac{1}{2}$  del núcleo central con respecto al centro de gravedad de la superficie de apoyo) pasando la resultante fuera de la zona de seguridad.

No se disponen juntas ya que la forma es regular y longitud <30m y las cargas del edificio se reparten de manera mayormente homogénea por todos sus espacios.

En el interior de la losa de cimentación se sitúan **vigas** que reciben los muros y permiten el encuentro y transmisión de cargas. Hay de dos tipos según recojan muros exteriores ME o muros interiores MI.

A su vez para aumentar la rigidez de la losa este primer tipo de viga, situada en el perímetro total exterior e interior de la losa, cuenta con un canto mayor generando una sección dentada en lugar de una losa plana. En el caso de no ser suficiente y optar por transmitir las cargas de manera lineal en la totalidad de la edificación optará por una sección de losa nervada donde todas las vigas

CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA C.G.M.	
ELEMENTO	Cimentación losa maciza de hormigón armado
SECCIÓN	$e=80\text{cm } 80 \times 100 = 8\,000\text{cm}^2 = 800\,000\text{mm}^2$
coeficiente %	1,8 <span style="margin-left: 100px;">1 440mm<sup>2</sup></span>
ARMADO	8Ø16   Ø16c/25# cada cara

\* Valores mínimos contra los que comparar el armado del análisis. Acero B-500S

serán de un canto mayor al de la losa y por tanto el espesor de ésta estará condicionado únicamente por las cargas gravitatorias sin contar el efecto del empuje de las arcillas.

Si la losa es rígida el asiento será uniforme. Las presiones en el terreno en los extremos de la losa rígida son superiores a las de la losa flexible y en el centro son menores. Resulta así una distribución no uniforme de presiones consiguiendo una transmisión de cargas superficial y lineal en el perímetro.

### 3.4. Muros de contención

---

Respecto a las contenciones de terreno que se realizan en la intervención urbana y la plaza excavada, se formalizan como **muros de contención de hormigón armado**.

Tras un estudio del trazado propuesto se agrupan los muros según su altura de contención respecto a los desmontes propuestos del terreno, dando lugar a los siguientes tipos:

- **MC máx**
- **MC int** (intermedio)
- **MC mín**

Se predimensionan con el valor de espesor de **35cm** debido al nivel de contención máximo, reconociendo tres grupos respecto a las cotas que recogen.

Todos los muros se disponen del mismo espesor ya que en su longitud se prevee cambio de armado por los cambios de leyes de presiones y se opta por mantener una sección máxima e ir variando dicho armado para asegurar continuidad volumétrica y visual ya que dichos muros configuran el espacio urbano.

## 4. Análisis y comprobaciones

---

### 4.0. Estrategias

---

A la hora de introducir el diseño en la herramienta informática, programa de cálculo CYPECAD, se decide crear dos archivos independientes, uno para la cimentación y otro para la estructura. La razón es una cuestión de encuentros del programa ya que este no permite que los muros descansen sobre vigas de cimentación para la transmisión de las cargas.

Para que las cargas que genera la estructura de muros y forjados se traduzca a la cimentación, en ese archivo se introducen dichas cargas como cargas lineales en las vigas sobre las cuales descansaban los muros además de las propias cargas superficiales que recibe de manera directa la cimentación al funcionar de forjado de planta baja. Estos datos de carga se introducen en un primer momento fruto de un cálculo aproximado a través de volúmenes y pesos de los materiales; finalmente una vez realizado el cálculo de la estructura, se obtienen de los listados que ofrece CYPECAD las cargas de los muros en su base incluyendo el peso propio de los mismos y se traducen a la cimentación.

A su vez esta estrategia permite hacer cambios más rápidos y observar la estructura en su comportamiento de una manera más directa, sobre todo a la hora de optimizar cantos, etc.

Como se ha comentado anteriormente los muros exteriores tanto de la envolvente exterior de contención como del patio sobrepasan la cota del forjado generando pretilas para la cubierta ajardinada, el programa no permite esta opción por lo que esa altura de muro se introduce como carga lineal sobre los muros al igual que otras cargas lineales como lo son los lucernarios en los huecos del forjado de losa maciza y la carpintería y vidrios de la fachada acristalada de diez puertas de la sala de exposiciones temporales que descansa sobre una viga de la losa de cimentación.

Como se explicará a continuación el análisis y comprobación de ciertos elementos se realizará de manera singular generando archivos de cálculo únicos para ver comportamientos de elementos de manera exenta como es la viga de 10m del muro de la sala de exposiciones temporales o los muros de contención de la intervención urbana, realizados en su caso con CYPECONTENCIÓN.

### 4.1. Forjado

---

#### Comprobación ELU Y ELS

Para llegar a comprobar los Estado Límite de Últimos será necesario concluir primero con los Estado Límite de Servicio, para los cuales normativa establece:

Los Estados límite de deformación se satisfacen si los movimientos, deformaciones verticales (flechas) o giros, de la estructura o elemento estructural en estudio son menores que unos valores límite establecidos en la normativa resumiendo las siguientes exigencias:

FLECHA ACTIVA < L/500

FLECHA TOTAL < L/250

VIENTO < H/500

SISMO < H/250

Las deformaciones totales producidas en un elemento estructural de hormigón armado son la suma de diferentes deformaciones parciales que se producen a lo largo del tiempo. Se distinguen los siguientes tipos de flechas:

- Flecha instantánea: es la que aparece de forma instantánea al aplicar una carga
- Flecha diferida: es la que aparece en el transcurso del tiempo teniendo en cuenta los efectos de la geología del hormigón
- Flecha total a plazo infinito: es la suma de las dos anteriores, totalidad de las cargas actuantes durante la vida de la estructura
- Flecha activa:  $F_{act} = F_{total} - F_{previa}$

Para proceder a comprobar la **flecha**, se toma la longitud más desfavorable que salva el forjado de losa maciza, siendo 7,60m en longitud de paño rectangular y 17,20 respecto a la máxima longitud de paño general del forjado.

$$\begin{array}{ll} \text{FLECHA ACTIVA} < L/500 & 7,60/400 = 0,015\text{m} = 1,5\text{cm} = 15\text{mm} \\ \text{FLECHA TOTAL} < L/250 & 7,60/300 = 0,030\text{m} = 3,0\text{cm} = 30\text{mm} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{FLECHA ACTIVA} < L/500 & 17,20/400 = 0,034\text{m} = 3,4\text{cm} = 34\text{mm} \\ \text{FLECHA TOTAL} < L/250 & 17,20/300 = 0,068\text{m} = 6,8\text{cm} = 68\text{mm} \end{array}$$

En el programa de cálculo se comprueban dichos valores respecto a los mapas de isovalores y mediante la función de flecha entre dos puntos tomando las diagonales sobre los paños de mayor superficie. La combinación de cargas que se observa es la pésima con PP+CM+Qa(SC).

FLECHA LÍMITE (valor más exigente) 1,5cm > 0,38cm

Son de aplicación los grupos de combinaciones, en las que intervendrán las acciones variables que provoquen deformaciones horizontales en la edificación.

Según DB-SE Seguridad Estructural Artículo 4.3.3.2:

Los valores admisibles están definidos en función de la altura total de la estructura (H/500) y de la altura de cada planta (H/250).

El siguiente paso será comprobar que la estructura cumple las exigencias de los desplazamientos respecto a **viento**, para ello será necesario introducir las acciones de viento en nuestro modelo.

El ancho de banda en el eje y de nuestra pieza es de 25m en los dos planos debido a su forma cuadrada. Se asigna la Zona eólica A y el Grado de aspereza II.

$$H/500 = 500/500 = 1\text{cm}$$

Al ser un edificio semienterrado de poca altura el viento no es una acción que afecte fuertemente a la estructura, por lo que la deformada es prácticamente mínima.

Comprobaciones más desfavorables:

Comprobación en eje X (PP+CM+Qa(GI)+V(+X): 0.38 cm < 1 cm

Comprobación en eje Y (PP+CM+Qa(GI)+V(+Y): 0.38 cm < 1 cm

La última comprobación en lo que a ELS respecta es la de **sismo**, para ello se aplica la normativa NCSE-02.

Se tiene en cuenta un 5% de amortiguamiento al tratarse de un edificio de hormigón armado compartimentado, con un tipo de suelo Nivel II; se le indica ductibilidad baja con una sobrecarga de 0.6 al ser un edificio público. Para los número de modos de vibración se deja el valor automático hasta que alcance un 90% de la masa desplazada.

$$H_{\text{planta}}/250 = 460/250 = 1.84\text{cm}$$

Se alcanza una deformada casi nula, sin superar ni 1 cm de movimiento en caso de sismo.

No se tienen en cuenta los denominados los Efectos de Segundo Orden ya que la estructuras no es traslacional siendo las deformaciones horizontales demasiado bajas como para producir una excentricidad tal que origine esfuerzos extra en el soporte. Esta traslacionalidad depende de la geometría, rigidez y elementos de arriostramiento, la edificación cuenta con una doble geometría de hormigón armado generando un comportamiento muy pesado y rígido con muchas situaciones de acodamiento entre elementos que impiden esas deformaciones.

Armado

El **armado de losa es de Ø10c/15** en el armado superior e inferior en ambas direcciones crenchad una doble malla de #15x15cm. No se requiere de armado de refuerzo en ninguna zona.

Respecto a las vigas de borde **vb** de los 5 lucernarios, agrupados en dos tipos por sus dimensiones 1x1m y 1,50x1,50m, son dimensionadas y comprobadas de acuerdo a una sección de 25x25cm para que queden embebidas en la losa maciza y para el soporte de las cargas lineales del pretil de hormigón armado y el propio lucernario.

## 4.2. Muros

Los muros de hormigón armado se introducen en la herramienta informática, programa de cálculo CYPECAD, siguiendo la doble geometría planteada. Su arranque se define como empotramiento ya que se recogen en las vigas de cimentación embebidas en la losa. Todos los muros tanto exteriores como interiores se modelan de 25cm de espesor y se les abren todos los huecos dispuestos de paso que generarán los dinteles a definir posteriormente.

Tras incluir las leyes de presiones de la contención del terreno según las características del mismo, se crean dos tipos de empujes de acuerdo a la cota superior para poder observar su comportamiento:

- Ángulo de talud 20°
- Densidad aparente 21kN/m<sup>3</sup>
- Densidad sumergida 16kN/m<sup>3</sup>
- Ángulo de rozamiento interno 20°
- Evacuación por drenaje 100%

Empuje hasta la cota +4.90m como empuje máximo y empuje hasta la cota +0.50m como empuje mínimo.

\*Las cotas no son coincidentes entre la planimetría y los datos de CYPECAD debido a la cota de origen pero las longitudes y por tanto el empuje sí es el mismo\*

Tras la introducción de esta casuística se observa que los muros ME III y ME IV, siendo los muros exteriores con mayor contención, no ofrecen la suficiente estabilidad estructural. Por lo que tras su estudio y varias modificaciones se aumenta su espesor a 35cm y su armado de acuerdo a esta nueva sección.

De esta manera quedan los siguientes grupos de muros según su comportamiento, geometría y armado, tal y como se indicó de manera primeriza en el predimensionado.

- **ME** Muros exteriores con empuje mín (empuje más cercano al caso mínimo) e = 25cm ME I ME II
- **ME** Muros exteriores con empuje máx e = 35cm ME III ME IV
- **MI** Muros interiores e = 25cm todos los muros interiores

En el último caso su peculiaridad es la presencia de huecos, en un muro concreto MI 4 de gran luz explicado a continuación, que se resuelven con vigas dinteles **vd** embebidas en el espesor del muro.

Se recuerda que a efectos de cargas los ME y los MI se diferencian principalmente porque los segundo únicamente reciben cargas verticales transmitidas por el forjado y su propio peso propio.

Es por ello que los MI cuentan con un armado simétrico en sus caras, comprobado en el análisis y en cambio los ME, a pesar de su comportamiento como muros de sótano arriostrados por el forjado de cubierta, cuentan con una armadura mayor en la cara de tracción, es decir el trasdós del muro.

La armadura que indica CYPECAD para los muros interiores resulta suficiente culturalmente pero no cumple el criterio de Cuantía Geométrica Mínima C.G.M. por lo que se coloca esta última en su lugar, veáse predimensionado. Los muros exteriores cumple la C.G.M. incluso tras un segundo cálculo por el cambio de espesor.

Respecto al cumplimiento de las mismas, se comprueban y se observa que en todos los muros se alcanza el valor de factor de cumplimiento del 100%. ME3 y ME4, siendo los muros exteriores con mayor contención son modificados como se ha explicado y alcanzan un valor de factor de cumplimiento del 99,50% y 98,83% respectivamente; al superar el 90% se da por óptimo.

### Desplome

Es de destacar que en gran medida, como ha sucedido con la modificación del espesor, el funcionamiento de los muros exteriores y su comportamiento respecto a las acciones horizontales se ve mejorado por ser muros de sótano y por contar con muros interiores que contrarrestan estas acciones mediante un sistema de acodamiento en varios puntos de la longitud de los mismos.

Según DB-SE Seguridad Estructural Artículo 4.3.3.2:

Los valores admisibles están definidos en función de la altura total de la estructura (H/500) y de la altura de cada planta (H/250).

$$H/500 = 500/500 = 1 \text{ cm}$$

$$H_{\text{planta}}/250 = 460/250 = 1.84 \text{ cm}$$

Ambos valores superan con margen el valor máximo de desplome de los muros de  $0,72 \text{ mm} = 0,07 \text{ cm}$ .

Las comprobaciones de **viento y sismo** son las referidas en el análisis y comprobación del forjado.

Las **vigas dinteles vd** se dimensionan y comprueban respecto a flecha  $L/250$  asegurando que su sección quede embebida en los muros. Al igual que los muros la estrategia consiste en agrupar las vigas dintel por tipos según la luz y carga que salven. Todas ellas quedan de  $25 \times 25 \text{ cm}$  con excepción de la vd4  $25 \times 75 \text{ cm}$  correspondiente al MI4 que salva una luz de  $10 \text{ m}$  para generar la fachada transparente de la sala de exposiciones temporales, ésta se estudia de manera singular y de esta manera se define su armado.

### 4.3. Cimentación

La cimentación se introduce en la herramienta informática, programa de cálculo CYPECAD de acuerdo al método de explicado al principio del apartado. El módulo de Balasto, queda explicada su obtención más adelante, se introduce en el modelado de la losa.

Para la cimentación se ha llevado unas primeras comprobaciones con las tablas y material proporcionado.

Según DB SE Seguridad Estructural Apartado 4:

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión 4.3. Asignando el valor unidad a todos los coeficientes parciales para las acciones permanentes y variables desfavorables y cero para las acciones variables favorables.

Para situaciones extraordinarias se considerarán el valor de cálculo de los efectos de las acciones sobre la cimentación determinados con la expresión 4.4 y 4.5, igualmente asignando el valor unidad a todos los coeficientes parciales para las acciones permanentes y variables desfavorables y cero para acciones variables favorables.

Comprobación ELU y ELS.

La losa maciza de cimentación se comprueba a asiento y a hundimiento:

#### Asiento

Los asiento son desplazamientos verticales que pueden ocasionar En el caso del terreno arcilla firmes y duras  $q_u = 170$  kPa el Metodo Elastico Bidimensional resulta el más adecuado para el cálculo y comprobación del final y del asiento inmediato.

$$\text{Aneto} = \text{Abruto} + \text{Alosa} + \text{Arelleno terreno mejorado} - \text{Texcavado} = \mathbf{7\ 064,80\text{kN}}$$

Siendo:

- Abruto $\Sigma$ CYPE PP+CM+Qa(SC) <sub>sin losa</sub>		14 501,80kN (*)
- Alosa	$= 525\text{m}^2 \cdot 0,80\text{m} \cdot \gamma_{\text{hormigón}} 25\text{kN/m}^3 =$	10 500,50kN
- Arelleno terreno mejorado	$= 625\text{m}^2 \cdot 1,20\text{m} \cdot \gamma_{\text{grava}} 20\text{kN/m}^3 =$	15 000,00kN
- Texcavado	$= 625\text{m}^2 \cdot 3,10\text{m} \cdot \gamma_{\text{arcilla}} 17\text{kN/m}^3 =$	32 937,50kN

(\*)Valor obtenido tras el sumatorio de resultados de axiles que ofrece CYPECAD en listado por elementos.A denota Axil (N).

En terrenos arcillosos, lo más habitual es realizar la estimación de  $E'$  a partir de la cohesión sin drenaje:

$$E' = 130 c_u = 130 \cdot 85 = 11\ 050 \text{ asiento total}$$

$$E' = 400 c_u = 400 \cdot 85 = 34\ 000 \text{ asiento inmediato}$$

$$c_u = q_u / 2 = 170/2 = 85$$

Según Tabla D.24. Valores orientativos del coeficiente de Poisson:

$$u = 0,30$$

Con estos datos y la definición tanto de la losa como del terreno introducidos en la tabla "HUNDIMIENTO\_AJM", se obtienen unos coeficientes de seguridad de 4,50 a corto plazo y 7,25 a largo plazo, cumpliendo con el mínimo establecido por la norma de 3.

Se obtiene un asiento de  $0,0165\text{m} = 1,65\text{cm}$

Según Tabla 8.2 NBD-AE-88:

El asiento admisible viene dado por el Tipo de edificio, edificio de hormigón armado de gran rigidez, y el tipo de suelo, arcillas; siendo el asiento máximo admisible  $50\text{mm} = 5\text{cm}$ .

$S_{adm} > S_{total}$

$$5\text{cm} > 1,65\text{cm}$$

Coeficiente de Balasto

$$Presion / S_{total} = 11,304 / 0,0165 = 685,42$$

Por tanto en referencia a los asientos, se han comprobado de forma manual (donde normalmente se suelen tener resultados pocos efectivos) y digital, que ha permitido conocer la viabilidad de los datos obtenidos.

Para el cálculo manual se ha trabajado con la tabla dada "AJM\_CTE\_SE-C-ASIENTOS\_STEINB" obteniendo un asiento de 1 mm y una presión aproximada a la calculada manualmente.

El asiento máximo calculado en CYPECAD es de 22mm en la parte del muro de fachada de 25 cm, y un asiento en las zonas centrales de la losa de 19mm = 1,9cm, obteniendo unos datos muy similares a los calculados mediante las tablas que siguen cumpliendo con la comprobación.

La combinación más desfavorables se trata de:

PP+CM+Qa(SC)+NI

0.07 mRad - Eje Y

0.15 mRad - Eje X

Respecto al asiento diferencial, los valores obtenidos en los distintos puntos de la losa son tan similares que se desprecia dicho cálculo, ya que dichos valores cumplen con mucho margen al igual que el asiento total.

### Hundimiento

Para la comprobación del hundimiento en la losa se recurre de nuevo a los valores obtenidos que ofrece CYPECAD en listado por elementos. Con estos datos y la definición tanto de la losa como del terreno se completa la tabla proporcionada para la comprobación del hundimiento a corto y a largo plazo.

- Abruto $\Sigma$ CYPE PP+CM+Qa(SC) <sub>sin losa</sub>	14 501,80kN
- M <sub>x</sub> total	1 295,10kNm(*)
- M <sub>y</sub> total	4 577,60kNm(*)

(\*)Valor obtenido tras el sumatorio de resultados de momentos que ofrece CYPECAD en listado por elementos.

Con la tabla “HUNDIMIENTO\_AJM” se obtienen unos coeficientes de seguridad al hundimiento de 48,67 a corto plazo y 44,79 a largo plazo.

Según DB SE Seguridad Estructural Tabla 2.1 Coeficientes hundimiento:

El cumplimiento de esta exigencia se expresa como coeficiente global, para situación persistente o transitoria, como:

$$F_{\text{hund}} = \text{Resistencia terreno} / \text{Carga transmitida} > 3$$

Por lo que la losa de cimentación cumple siendo **48,67 y 44,79 > 3**.

La comprobación a **deslizamientos** de la losa, podemos detectarlo primeramente como nulos. Debido a las características del edificio, siendo un proyecto enterrado apoyado sobre una losa de cimentación, con pequeñas cargas a soportar podemos deducir esta hipótesis.

Aún así con el programa informático planteado podemos ver comprobar los desplazamientos tanto en el eje X como en el Y. En la totalidad de las hipótesis y combinaciones planteadas (introducidas previamente en CYPECAD), no se encuentra ningún factor que supere a la unidad, siendo prácticamente irrelevantes.

La combinación más desfavorables se trata de:

PP+CM+Qa(SC)+N I  
 0.07 mRad - Eje Y  
 0.15 mRad - Eje X

\*Tras el predimensionado, análisis y comprobaciones queda únicamente pendiente de optimización el espesor de la losa con el cálculo del potencial empuje de las arcillas expansivas\*

Debido a la colocación de vigas de canto 80 y vigas de cuelgue 110 en el perímetro, la armadura de dichas vigas y el encuentro con la armadura de la losa, se suple la necesidad de armado de refuerzo o de punzonamiento en la base arranque de los muros. De todas manera sería difícil necesitar dicha armadura ya que la carga que transmiten los muros se reparte de manera lineal y son únicamente cargas de una planta de estructura.

Se ha comprobado el armado de todas las vigas de cimentación agrupadas en los dos tipos comentados de las cuales se ha trabajado la optimización de su despiece.

Se procede a realizar la comprobación a partir de movimientos horizontales como **viento y sismo**, pero desde el punto de vista de la cimentación.

Como ya se ha comentado la estructura al ser semienterrada no tiene gran exposición al viento, ya que la mayoría de los muros son muros de sótano en contacto con el terreno. Este hecho hace que la estructura se estabilice con facilidad en cuanto a esfuerzos horizontales se trata.

En viento podemos ver su combinación más desfavorable:

$PP+CM+Qa(C)+V/(+Y_{exc.-})+NI$  - EJE Y

Obteniendo una deformada de 0.81 mm (casi nula)

$PP+CM+Qa(C)+V/(+X_{exc.-})+NI$  - EJE X

Obteniendo una deformada de 0.82 mm (casi nula).

Se han tenido que tomar verificaciones a partir de combinaciones desfavorables porque con las hipótesis de viento únicamente el valor salía prácticamente 0. Las fuerzas de viento transmitidas a la cimentación provienen de la parte superior de la estructura.

En actividad sísmica ocurre algo similar al caso anterior, donde no hay un gran movimiento de la cimentación. CYPECAD estipula un número de 3 modos de vibración para alcanzar el 90% de la masa de la edificación siendo el modo 1 y modo 2 los más desfavorables. Si entramos en la deformada provocada por el sismo en modo 1, afecta principalmente a la dirección X de la losa de cimentación, desplazándose únicamente 0,1 mm. En modo 2 se alcanza una deformada de 0,28 mm.

La cimentación es estable frente a movimientos sísmicos en ambas direcciones.

#### 4.4. Muros de contención

---

Los muros de contención de la propuesta urbana se introduce en la herramienta informática, programa de cálculo CYPECONTENCIÓN. Se introducen las características del terreno y los rellenos y mejoras, así como los distintos tipos de muros que se preveen de acuerdo a las leyes de presiones.

Rápidamente se observa que el espesor de 35cm no es suficiente en ninguno de los caso ya que no existe arriostramiento o acodalamiento en perpendicular a los paños de muros. Aumentando el espesor a 50cm se logra su correcto funcionamiento quedando como resultado tres tipos de armado según la presión de la contención.

Es de destacar que el tipo de muro que cuenta con leyes de presiones simétricas en su caras generando “dos trasdos”, cuenta con el mismo armado en su caras ya que no existe una de ellas que funcione a tracción frente a otra a compresión.

La cimentación se realiza mediante zapata corrida bajo muro y pozos de hormigón puntuales cada 5m.

## 5. Conclusiones

---

Una vez concluido el análisis y cálculo de los distintos elementos y sus encuentros se procede a su dibujo y comprobación asegurando la correcta disposición de las armaduras.

La pieza del centro de interpretación queda dimensionada respecto a su estructura con todos sus elementos definidos, así como las contenciones principales de la propuesta urbana.

Al haber sido un proyecto concebido desde un primer momento considerándola estructura, no se ha encontrado con grandes modificaciones más allá de cambios en las secciones de los elementos y diseño de las armaduras y encuentros.

En todo momento la estructura responde al modelo proyectual pensado.

<b>3. ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES.....</b>	<b>58</b>
1. Acondicionamiento e Instalaciones.....	58
1.1. Sistemas y estrategias de eficiencia.....	58
1.2. Sistema urbano y abastecimiento.....	59
1.3. Previsión espacios técnicos.....	59
1.4. Seguridad de utilización y accesibilidad.....	60
1.5. Protección contra incendios.....	61
2. Instalaciones.....	70
2.1. Fontanería y reutilización del agua.....	70
2.2. Saneamiento.....	77
2.3. Electricidad e iluminación.....	81
2.4. Puesta a tierra y pararrayos.....	87
2.5. Ventilación y climatización.....	89
2.6. Telecomunicaciones.....	94
2.7. Seguridad.....	95

## I.1. Sistemas y estrategias de eficiencia

---

Actualmente diseñar edificios que permitan un consumo casi nulo en aras del concepto de arquitectura bioclimática está cada día más presente y exigido por el propio cumplimiento de las normas.

Pero es en el propio proceso de proyecto donde estas **estrategias** han de ser **incorporadas** desde el principio como una **herramienta** más de la **producción de la idea arquitectónica**.

Dichas estrategias se nutren de la propia actividad minera y las arquitecturas vernáculas de las antiguas casas con grandes muros de carga como también sucedía en espacios de mayor escala como las iglesias y catedrales.

Esto conlleva primeramente la relación con el **entorno próximo**. En el presente caso la inclusión de la edificación en el **paisaje** juega un papel fundamental con el objetivo de generar un hito en el mismo pero sin alterar de todo su idiosincrasia como entorno minero de acumulación de años y años de movimientos topográficos de escombreras y vaciados. Es por ello que el edificio se posiciona integrado en la topografía del terreno, usándola por un lado como telón de fondo adosado al edificio y elemento constructivo ya que parte del buen comportamiento respecto al **transmitancia térmica y radiación solar** se disminuye por contar con un trasdos natural y su posición semienterrada.

A su vez los materiales externos se buscan con la idea de mimetizarse con el paisaje pero siempre desde la entidad arquitectónica. Por eso, como se explicó en el proyecto, los muros de hormigón aparecen como recuerdo de las excavaciones mineras y la cubierta verde con especies endémicas, como aquel **paisaje que aunque excavado queda visualmente intacto**. De nuevo la cubierta vegetal mejora el comportamiento térmico de la edificación y disminuye el sobrecalentamiento de los espacios inmediatamente inferiores.

El confort de los espacios interiores se complementa con instalaciones que se nutren de la estrategia de **espacios servidos y espacios servidores** y de métodos de reutilización y eficiencia de trazados, como es el caso del aljibe de aguas pluviales o la decisión de no generar un trazado urbano únicamente para la edificación en el caso de la instalación de saneamiento.

Antes de terminar realizar una pequeña nota a la propuesta urbana y paisajística. Todas las modificaciones se realizan de cara a su accesibilidad, descubrimiento y disfrute con sistemas que se integran en el territorio por su materialidad, mantenimiento y en el caso de la vegetación por su localización respecto a la unidad climática en la que Aznalcóllar y Sevilla se encuentran.

Resumen de las estrategias:

### **Pasivas**

- Fuerte delimitación exterior-interior. El edificio se diseña con un sistema estructural de muros de carga generando dos atmósferas: el cálido y seco exterior, y la neutralidad del espacio expositivo interior.
- Minimizar las transmitancias térmicas. Vidrios bajo emisivos de gran selectividad y marcos con rotura de puente térmico. Aislantes combinados con espesores monolíticos y tierra-vegetación.

### **Activas**

- Aprovechamiento de la recogida de aguas pluviales y de drenaje para riego.
- Bajo consumo. Iluminación artificial de bajo consumo.

## I.2. Sistema urbano y abastecimiento

El sistema urbano se traza de manera diagramática señalizando las redes de abastecimiento proporcionadas por el PGOU. La mayoría transcurren por la SE-530 que bordea el sur de la intervención urbana, permitiendo en los casos en los que se requiere de ampliar la red, trazar una nueva línea en conexión a esa principal para abastecer tanto al centro de interpretación como la propuesta urbana de la plaza excavada con la caseta municipal.

Como parte de la integración en la propuesta urbana se destina el sur de la contención equipamientos urbanos. A este sistema se le denomina muro equipado quedando accesible desde la cota de la calle en contacto con la SE-530 y a su vez integrado en la contención mencionada. Allí se prevee el nuevo centro de transformación, depósitos de agua de la recogida de la red pluvial urbana para riego, almacenamiento de los servicios de mantenimiento de la intervención paisajística...

## I.3. Previsión espacios técnicos

Para abastecer las necesidades del edificio, se requieren algunas de las instalaciones reflejadas en las diferentes normativas aplicables al caso, dando lugar a una previsión de espacios técnicos para:

- Local para ventilación y climatización **L1**
- Local para las acometidas **L2**
- Local para el cuadro de mando y protección **L2**
- Local para telecomunicaciones armario del edificio **L2**
- Local para BIEs **L3**
- Local para el grupo electrógeno **L4**

Sumado a estos espacios se incorporan otros locales o parte de los citados para almacenamiento del edificio (mobiliario, documentos, reserva de piezas...) y mantenimiento y servicio.

- **L1**
- **L2**
- **L5**

Para el correcto y cómodo funcionamiento de la sala de audiovisuales se adosa un último local donde almacenar archivos, equipos visuales y sonoros... También se justifica por el uso de pequeña sala de conferencias o charlas.

- **L6**

ESPACIO	SUPERFICIE m2	INSTALACIÓN	otros usos
Local de instalaciones 1 <b>L1</b>	56,55	Ventilación y climatización	Almacenamiento
Local de instalaciones 2 <b>L2</b>	20,65	CPM y telecomunicaciones	Acometidas y almacenamiento
Local de instalaciones 3 <b>L3</b>	20,85	BIEs	-
Local de instalaciones 4 <b>L4</b>	10,65	Grupo electrógeno	-
Local de instalaciones 5 <b>L5</b>	13,30	-	Almacenamiento
Local de instalaciones 6 <b>L6</b>	9,85	-	Apoyo sala de audiovisuales

#### I.4. Cumplimiento de la Normativa CTE DB-SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad

---

El uso al que se destina la edificación es de **carácter público** para personas que visitan por primera vez el espacio, por ello es de vital importancia el cumplimiento de estas exigencias.

Como resumen recordar que el edificio cuenta con **una única planta con acceso en rampa al 2% y sin presencia de cambios de planos no continuos, peldaños o escaleras.**

##### **Resbaladidad de los suelos**

Según la tabla 1.2 Clasificación de los suelos según su resbaladidad:

En zonas interiores secas con superficies menores a 6% el suelo es de Clase 1.

En zonas interiores húmedas, aseo, dichos suelos son Clase 2.

##### **Desniveles**

Según la figura 3.1 Protección de desniveles:

En desniveles, huecos y aberturas, con una diferencia de cota mayor de 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto, se colocarán barreras de protección con una altura mínima de 0,90 m cuando la diferencia de cota no sea mayor a 6 m, y de 1,10 m en el resto de casos.

El único desnivel de la edificación es la trinchera de acceso que produce una diferencia de 50 cm por lo que no aplica. Además es un espacio exterior que durante la noche está iluminado por luminarias en baliza.

##### **Accesibilidad en el exterior del edificio**

La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio con la vía pública y con las zonas comunes exteriores.

##### **Servicios higiénicos accesibles**

Existirá al menos:

Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.

Se proyectan dos cabinas **unisex**, una con las dimensiones exigidas para su accesibilidad al igual que el acceso y zona de lavabos.

## I.5. Cumplimiento de la Normativa CTE DB-SI Seguridad en caso de incendio

---

El edificio del centro de interpretación se configura como un único volumen de uso público en horario habitual con posibilidad de apertura en ocasiones especiales como espacio de pequeñas celebraciones, charlas, formaciones y espectáculos. Por ello se proyecta de acuerdo a su seguridad en caso de incendio tanto de manera pasiva como activa.

El uso establecido para el edificio es **pública concurrencia**.

### CTE DB-SI Protección pasiva

---

#### SI I. PROPAGACIÓN INTERIOR

---

##### I.1. Compartimentación en sectores de incendio

Según Tabla I.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio:

El edificio configura en sí mismo un único sector de incendios. Ya que su superficie construida es  $625 \text{ m}^2 < 2.500 \text{ m}^2$ .

A pesar de encontrarse semienterrado no se considera sector bajo rasante ya que ningún recorrido, de evacuación o no, salva una altura ascendente igual o mayor de 1,5m, siendo  $0,5\text{m} < 1,5\text{m}$ .

##### I.2. Locales y zonas de riesgo especial

En el edificio existen locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, por lo que suponen una protección especial:

Según Tabla 2.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio:

- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución
- Sala de grupo electrógeno

Al contar con el cuadro general de distribución eléctrica localizado de manera integrada en la pared del vestíbulo en contacto con el LOCAL 2 para acceso y control de los trabajadores y contando con una potencia instalada que no excede de los  $100\text{kW} > 67,25 \text{ kW}$ , no se considera dicho local de riesgo especial.

En cambio el LOCAL 4 destinado al grupo electrógeno si tiene condición de local de riesgo bajo LRB contando con la siguientes condiciones respecto a su construcción:

Según Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios:

- R90 Resistencia al fuego de la estructura portante
- EI90 Resistencia al fuego de las paredes que separan la zona del resto del edificio
- EI2 45-C5 Puertas de comunicación con el resto del edificio
- >25m Máximo recorrido hasta alguna salida del local

### I.3. Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

Al tratarse de un único sector de incendios que engloba todo el volumen edificatorio, en todos los espacios la importancia en mantener la compartimentación entre distintos sectores de incendios, incluso en aquellos espacios ocultos donde discurren ciertas instalaciones, no es de aplicación en dicho proyecto. e tratan con las mismas condiciones respecto a las exigencias de resistencia al fuego.

### I.4. Reacción al fuego de los elementos constructivo, decorativos y de mobiliario

Según Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

En las zonas ocupables y de circulación, a los revestimientos se les exige:

- C-s2, d0 Techos y paredes
- E<sub>FL</sub> Suelos

En espacios ocultos no estancos como falsos techos se les exige:

- B-s3, d0 Techos y paredes
- B<sub>FL</sub>-s2 Suelos

Al tratarse del uso **pública concurrencia**, los elementos decorativos y de mobiliario cumplirán las siguientes condiciones:

- Clase I conforme a la norma UNE-EN 13773:2003 Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y cortinajes.

No se aplican las condiciones de tapizado de butacas ya que ese tipo de mobiliario se diseña con otros acabados.

## SI 2. PROPAGACIÓN EXTERIOR

---

No existe posibilidad de propagación exterior a otras edificaciones o a la misma debido a la formalización volumétrica del edificio y su posición aislada.

Según Tabla 1.2. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendios

En relación a la resistencia al fuego de paredes, techos y puertas se determinan las siguientes características con el objeto de evitar la propagación con el exterior:

#### Paredes y techos

Al tratarse de un único sector de incendios, la exigencia que determina la norma para la materialidad de las puertas no resulta de aplicación.

#### Puertas

Al tratarse de un único sector de incendios, la exigencia que determina la norma para la materialidad de las puertas no resulta de aplicación.

### SI 3. EVACUACIÓN OCUPANTES

#### 3.1. Compatibilidad de los elementos de evacuación

No aplica en este caso. El uso establecido para el edificio es *pública concurrencia* con una superficie construida de 625 m<sup>2</sup> < 1.500 m<sup>2</sup>. De igual manera tampoco cumple la excepción de uso pública concurrencia cuya superficie construida total no exceda de 500 m<sup>2</sup> y estén integrados en centros comerciales.

#### 3.2. Cálculo de la ocupación

Según Tabla 2.1 Densidades de ocupación:  
Tabla de densidades de ocupación.

#### 3.3. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Según: Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación:

Al disponer de dos salidas de edificio, la longitud del recorrido de evacuación no excede de 50m.

El espacio exterior seguro:

Superficie 100m<sup>2</sup> > 0,5x200 personas = 100m<sup>2</sup> y radio 20m > 0,1x200 personas = 20m

#### 3.4. Dimensionado de los medios de evacuación

##### 3.4.1. Criterios para la asignación de los ocupantes

En relación al proyecto, los criterios que se toman para la asignación de los ocupantes son los siguientes:

“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”

Para ello se realiza una hipótesis de bloqueo del edificio, que se resume en el siguiente cuadro:

##### 3.4.2 Cálculo

Según: Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación:

Obteniendo un máximo de **159** siendo el total personas mediante la hipótesis de bloqueo en una única salida, se procede a comprobar las anchuras mínimas que deben tener los elementos de paso con dicho valor obtenido.

ESPACIO	SUPERFICIE m2	OCUPACIÓN personas	TOTAL
Local de instalaciones 1	56,55	-	159 personas
Local de instalaciones 2	20,65	-	
Local de instalaciones 3	20,85	-	
Local de instalaciones 4 LRB	10,65	-	
Local de instalaciones 5	13,30	-	
Local de instalaciones 6	9,85	-	
Vestibulo	31,75	16 (2m <sup>2</sup> /persona)	
Aseos	16,10	6 (3m <sup>2</sup> /persona)	
Recorrido de interpretación	54,05	28 (2m <sup>2</sup> /persona)	
Sala 1	9,20	5 (3m <sup>2</sup> /persona)	
Sala 2	23,75	12 (2m <sup>2</sup> /persona)	
Sala 3	37,55	19 (3m <sup>2</sup> /persona)	
Sala 4	13,65	7 (2m <sup>2</sup> /persona)	
Sala de audiovisuales	56,75	28 (1asiento/persona)	
Sala de exposiciones temporales	33,35	17 (2m <sup>2</sup> /persona)	
Galería de acceso y salida	42,10	21 (2m <sup>2</sup> /persona)	
Patio	100,00	-	

Hipótesis	Salida SE 1	Salida SE 2	TOTAL
1	X	159	159
2	159	X	159

En el proyecto (de manera general todos los espacios de paso de visitantes no son menores a 1,50 m de ancho):

- SE1: 1.50 m
- SE 2: 1.50 m
- Pasillos: 1.50 m

En la norma:

**Puertas y pasos  $A \geq P/200 \geq 0,80$  m**

**-SE1: 1.50 m** 300personas > 159personas < 0.80 m **cumple**

**-SE2: 1.50 m** 300personas > 159personas < 0.80 m **cumple**

**Pasillo y rampas  $A \geq P/200 \geq 1,00$  m**

**-Pasillos: 1.50 m** 300personas > 159personas < 1.00 m **cumple**

### 3.5. Protección de escaleras

No aplica en este caso. La única escalera que existe en el proyecto se sitúa en la intervención urbana en forma de escalinata exterior justificada por la normativa de accesibilidad CTE DB-SUA.

### 3.6. Puertas situadas en recorridos de evacuación

Según el artículo 1:

Las puertas previstas como salida de planta o del edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje del giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuarán mientras haya actividad en las zonas a evacuar. Por esta razón, y dado el número de personas anteriormente obtenidas, habiendo proyectado puertas correderas, las puertas se encontrarán vinculadas al sistema de detección y alarma de la protección activa de incendios dentro del bucle para mantenerse en posición abierta en caso de incendio sin interrumpir el recorrido de evacuación.

### 3.7. Señalización de los medios de evacuación

Definido en función de la norma UNE 23034:1988:

En toda salida del edificio, se tendrá que disponer de una señal con el rótulo “SALIDA”, además de disponer otro rótulo de “SALIDA DE EMERGENCIA” cuando exista una salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia que en este caso no aplica.

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”
- Se prevén señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se percibe directamente las salidas o sus señales indicativas, espaciadas entre 10 y 15m.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, se han previsto disponer las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean de salida y que puedan inducir a error en la evacuación se han dispuesto la señal con el rótulo “SIN SALIDA” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

- El tamaño de las señales será de acuerdo a la norma UNE 23033.
- 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.

La señalización de los medios de evacuación se realizará mediante rótulos de policarbonato con cuerpo de luminaria integrado en los mismos y en el diseño de la edificación. Dichas señales se colgarán de techo conectadas al alumbrado de emergencia, para integración de la señalética con la arquitectura del edificio.

La definición de estas señales será la establecida en la norma UNE 23034:1988. En los puntos donde no se disponga dicha señalética se utilizarán luminarias de emergencia:

**Luminaria de emergencia t1:** Bloque autónomo de alumbrado de emergencia para uso interior; acabado en color blanco con lámpara LED 850  
Instalación: techo | Potencia: 1,2W | Autonomía: 1 hora | Flujo luminoso: 100 lm | Dimensiones: 291 x 125 mm | Uso: alumbrado de emergencia.

**Luminaria de emergencia t2:** Luminaria tipo LED integrada en cuerpo de policarbonato con señalización de emergencia  
Instalación: techo | Potencia: 4W | 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 10m : 210x210mm.
- Distancia de observación comprendida entre 10 y 20m: 420x420mm.
- Distancia de observación comprendida entre 20 y 30m: 594x594mm.

Los requisitos y condiciones que debe cumplir el alumbrado de emergencia se definen según lo establecido en el artículo 2 del CTE DB-SUA 4.

### 3.8. Control del humo del incendio

En dicho edificio no resulta necesario disponer de instalaciones de control de humo, ya que no se cuenta con una ocupación de más de 1000 personas.

### 3.9. Evacuación de las personas con discapacidad en casos de incendio

Al no presenciar de una altura de evacuación de más de 10 m < 0,50m, en uso de pública concurrencia, y al contar con un único sector de incendios, no será necesario disponer de una zona de refugio para las personas con movilidad reducida.

CTE DB-SI Protección activa

4. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

4.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios” (RIPCI).

Según: Tabla 1.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación:

En general:

- Extintores portátiles.
- ABC. Eficacia 21A - 113B:
- A 15m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación
- En las zonas de riesgo especial

Bocas de incendio equipadas

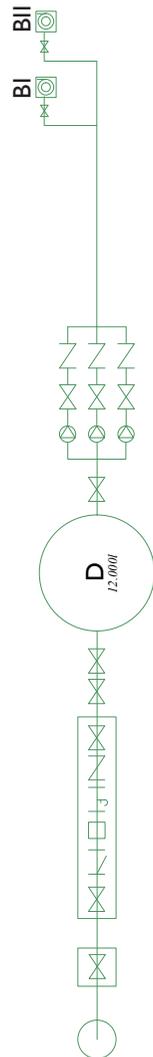
Se dispone un sistema de bocas de incendio equipadas (BIES) debido a que en el uso de pública concurrencia en este caso: 625 m2 > 500 m2.

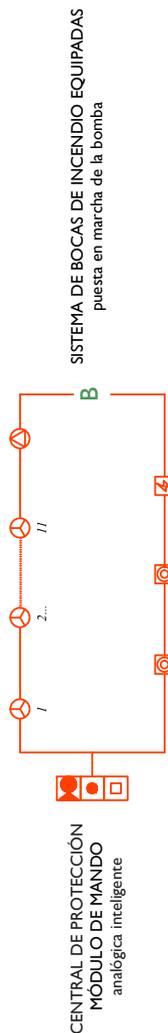
En el proyecto van empotradas en el sistema de muros revestidos siguiendo un ritmo de panelado teniendo en cuenta los huecos de las instalaciones por los que se abastecerán a las mismas. Se trata de un módulo compuesto por una BIE, un extintor y un pulsador de incendio, con unas medidas de 1000x750x195 mm.

El reglamento establece que la red de tuberías debe proporcionar durante una hora como mínimo y en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de dos BIES hidráulicamente más desfavorables, una presión mínima de 2 bares en el orificio de salida.

El caudal de las dos BIES ( $2 \times 1.6 \times 3600 \text{seg} = 11.520$  litros) es de 12.000 litros estableciendo la hipótesis mínima de acumulación. Dos depósitos de 6.000 litros de 2m de diámetro y 2m de altura de la casa Europlast. Se colocan dos para no depender de uno en caso de avería de este.

- Potencia de la bomba = 2 CV
- Su llenado se repondrá en 24 horas. Dispondrá de rebosadero, sistema de vaciado y nivel con alarma óptico-acústica.





El número y la distribución de las BIE se realiza de acuerdo al radio de acción de 25m. En total el edificio cuenta con 2 BIE: la primera situada en el vestíbulo y la segunda situada a la salida de la sala de audiovisuales. Ambas se integran en el paramento vertical en continuidad pero de manera visible y accesible en caso de incendio. De esta manera se cumplen las exigencias de localización: dentro del recinto protegido, a menos de 5 m de la salida de sector y no más de cuatro bocas de incendio de la misma derivación.

#### Hidrantes exteriores

No procede ya que no existe altura de evacuación descendente ni ascendente.

#### Instalación automática de extinción

No procede ya que la altura de evacuación no excede de 80 metros ni existen espacios vulnerables que lo exijan.

#### Columna seca

No procede porque la altura de evacuación no excede de 24 metros.

#### Sistema de detección y sistema de alarma

Al tener con una ocupación total de 159 personas, no sería necesario disponer de sistema de alarma ya que es mandatorio si la ocupación excede de 500 personas.

Sin embargo, estando siempre en el lado de la seguridad y en una situación de espacio público de visita singular como es un centro de interpretación en una posición alejada de lo urbano, el edificio contará con un sistema de alarma apto.

#### Instalación de control

Para poner en marcha todas las operaciones necesarias para la protección de los diferentes usuarios y del edificio se instala una central vigilada que recibe la señal proveniente de los detectores y actúa automáticamente. Sigue el esquema de la derecha con los elementos conectados en un único bucle.

Con la detección se comunica la información de manera directa e inmediata a la **central de protección y módulo de mando analógicos**. De esta manera se activan los retenedores de las dos puertas, se activa el sistema de BIE y en el caso de fallo eléctrico, el suministro de socorro.

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.

Se sitúa en vestíbulo muy próxima a la entrada general, controlada por el personal debidamente protegida contra incendios.

Se dispone de este sistema además de con los siguientes elementos:

- Detectores automáticos

Se decide colocar detectores automáticos de humos (gases y partículas) de tipo ópticos siendo la superficie máxima de vigilancia por detector es de 60m<sup>2</sup> con radio de 5,7m. El criterio de disposición de dichos detectores en el proyecto viene marcado por la tabla obtenida de la UNE 23.007-14.

Al contar con diferentes locales de instalaciones, cuyos detectores serán ópticos, se aconseja disponer de detector de temperatura termotásticos al local del grupo electrógeno.

- Pulsadores manuales inteligentes

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 sitúan a menos de 25m de cualquier punto, junto a las salidas y en locales de riesgo para que un usuario pueda activar la alarma en caso de detección manual. Se colocan direccionables en zonas visibles a 1,20m de altura.

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.

Sistemas de señalización de alarma

Se sitúan dos señales de alarma óptico-acústica con un nivel sonoro de 120 dBa, acompañada de señales visuales de SALIDA y los pulsadores manuales en el vestíbulo y la salida del edificio en la pared a 2'30m del suelo.

Su función es avisar a los ocupantes y a los equipos de extinción de la presencia de un fuego en el edificio.

#### 4.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendio

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

## 5. INTERVENCIÓN DE BOMBEROS

En cuanto a la accesibilidad en caso de incendios por parte de los bomberos, hay que destacar la casuística concreta. La edificación se dispone en un entorno abierto, constituyéndose como un edificio aislado respecto a la gran extensión territorial del entorno de la corta de Aznalcóllar; la intervención de los bomberos se realizará de forma sencilla sin ningún tipo de impedimento, tanto en condiciones de aproximación y entorno de los edificios, así como accesibilidad por la fachada que a pesar de estar semienterrada es totalmente accesible en el punto de acceso coincidente con la salida de edificio SE I.

### 5.1. Condiciones de aproximación y entorno

Aproximación a los edificios. Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra son:

- Anchura libre 3,5m
- Capacidad portante del vial 20kN/m<sup>2</sup>
- Tramos curvos de radio 5,30m
- Anchura libre de circulación de 7,20m

### 5.2. Entorno de los edificios

Para llegar hasta la edificación el camino permite el tráfico de un camión en caso de incendio y otros vehículos de emergencia, siendo este recorrido de menos de 250m de longitud hasta el entorno urbano. Este espacio se encuentra al aire libre en contacto con el territorio favoreciendo la evacuación y el esparcimiento además de la llegada de los servicios.

### 5.3. Accesibilidad por fachada

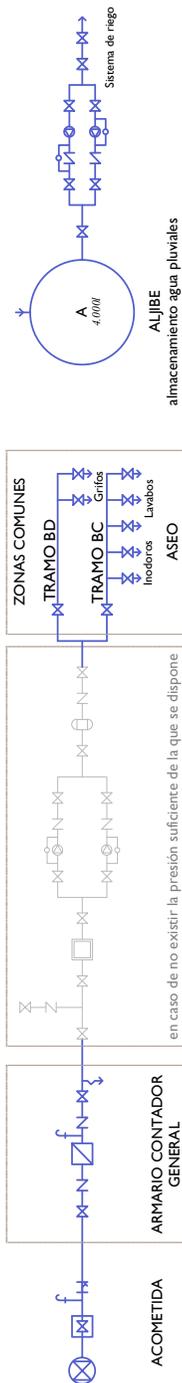
Los huecos al edificio son de dimensiones mayores a 0,80m y 1,20m respectivamente para permitir el acceso al personal del servicio de extinción de incendios.

## 6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos los forjados y soportes), es suficiente si:

- a) alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura, o
- b) soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B.

En este caso R90.



## 2.1. Fontanería y reutilización del agua

El objetivo de la red de abastecimiento de agua fría sanitaria es dotar al edificio de este servicio para dos demandas: la de los aseos públicos y el riego de la zona verde próxima al edificio. Esta última se realiza con el agua de lluvia procedente de la red de pluviales de la instalación de saneamiento acumuladas en un aljibe subterráneo con bomba y toma para riego.

### Cumplimiento del DB-HS 4 Suministro de agua

La empresa suministradora es **Aljarafesa, de la cual se abastece Aznalcóllar.**

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.

La instalación hace su acometida en la fachada oeste del edificio donde se encuentra el final de trazado de la red urbana de agua generada en la implantación.

La red de abastecimiento del centro de interpretación cuenta con dos tipos diferentes de redes:

Red de Abastecimiento de Agua Fría Sanitaria (AFS)

Red de abastecimiento para Protección en Caso de Incendio (PCI) BIES

Se opta por no dotar al edificio de Red de Abastecimiento de Agua Caliente Sanitaria (ACS) por los siguientes motivos.

Como se calculará a continuación, la demanda no exige la dotación. A su vez, por el tamaño del edificio y su uso no se considera necesario ya que únicamente habría presencia de agua caliente en los grifos de los lavabos del aseo.

De este modo, no se dispone de captadores solares ni calderas que calienten el agua.

### Elementos de la instalación

#### Acometida:

Existen dos acometidas independientes de suministro al edificio;

- Servicio a PCI concretamente a las Bocas de Incendios Equipadas (BIES).

Esta instalación cuenta con su propio contador y una red que conecta los distintos puntos donde se ubican las BIES que están conectadas con su propio equipo de bombeo.

Esta instalación estará compuesta por tuberías de PEX que discurrirán por la planta por pared.

- Servicio de abastecimiento a instalaciones hidrosanitarias AFS.

Esta instalación estará compuesta por tuberías de PEX que discurrirán por la planta por pared.

**Llave de registro:**

La conexión con la red pública de abastecimiento se establece mediante una llave de registro que se ubica en la arqueta.

**Llave de corte general:**

Con la función de interrumpir el suministro al edificio, estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso por el personal del centro de interpretación, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. \*

**Armario del contador:**

El armario del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador (en este caso no necesario por contar con contadores divisionarios), una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo.

El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general en el armario del registro general, en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50  $\mu\text{m}$ , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

**Trazado:**

El trazado del tubo de alimentación se realiza por zonas de uso común tal y como se exige. Al ir a través del espacio entre el revestimiento interior de composite sobre montantes y el propio muro de hormigón armado, se permite su registro para su inspección y control de fugas de manera fácil ya que la modulación de este acabado es de planchas de 1 m de suelo a techo.

**Protección contra retornos:**

Según el artículo 2.1.2:

Se dispondrá de sistemas antirretorno 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.

## Demanda

Lo primero que debemos comprobar antes de hacer el cálculo para el dimensionado de tuberías es saber si se necesita la instalación de un grupo de presión propio. Para ello se consulta el PGOU de Aznalcóllar en el cual se especifica que la velocidad de circulación del agua está comprendida entre los 0,5 y 1,5 metros por segundos.

Se procede al dimensionado y comprobación de la red de abastecimiento.

En primer lugar, comprobaremos si es necesario colocar un grupo de presión calculando la presión en el punto de consumo más desfavorable que resulta ser el último punto del trazado lineal de un tramo de la red.

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser de 100 kPa (10 m.c.a.) para grifos comunes y 150 kPa (15 m.c.a.) para cisternas. Además, la presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa (50 m.c.a.).

No se conoce con exactitud la presión actual de la red en la inmediaciones de la SE-530, zona por la que discurren los servicios urbanos.

La propuesta cuenta con una parte de intervención y actuación urbana que prevee un crecimiento más allá de la adición del centro de interpretación. A razón de esto el nuevo espacio público de la plaza excavada que logra colmatar el pueblo dotando de un final al crecimiento del mismo en forma de plataforma urbanizada. De esta manera como se explico en la propuesta se dota a su vez de un nuevo sistema de abastecimiento de AFS que asegure la presión para toda la zona, además de otros servicios como aljibes para el riego de la zona en contacto con el paisaje.

Es por ello que el edificio no requiere de grupo de presión ya que la intervención a escala urbana subsanaría ese déficit de existir.

## Dimensionado del trazado

Se calcula la instalación interior completa debido a su corto trazado. Toda ella se realiza en acero.

Teniendo en cuenta que la elección de una velocidad de cálculo comprendida para tuberías metálicas entre 0,50 y que la instalación de fontanería debe abastecer a los aparatos los caudales que aparecen:

Según Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato:

RECINTO	APARATOS	Nº n	Q <sub>mín</sub> AFS dm <sup>3</sup> /s	Q <sub>total</sub> AFS dm <sup>3</sup> /s	Q <sub>total</sub> AFS dm <sup>3</sup> /s
Aseo	Inodoros	2	0,1	0,2	0,6
	Lavabos	3	0,1	0,3	
Patio ZZCC	Grifo	1	0,1	0,1	

Se han utilizado los siguientes parámetros de cálculo:

$$PC = 1,2L \cdot \Delta P_{cl}$$

$$\Delta P_{CL} = F \cdot v^{1,75} \cdot \varnothing^{-1,25}$$

$$v = 4000 \cdot Q_c / \varnothing N \pi$$

$$\varnothing_c = \sqrt{(4000 \cdot Q_c / V \cdot \text{máx } \pi)}$$

$$F = \text{Rugosidad según Flamant} = 0,00054 \text{ (Para PVC)}$$

$$V_{\text{máx}} = 1,5 \text{ m/s}$$

$$K = \text{Coeficiente de simultaneidad} = 1 / \sqrt{(n-1)}, \text{ siendo "n" el n}^\circ \text{ de aparatos.}$$

Se realiza el cálculo de la presión necesaria teniendo en cuenta que la presión de la acometida es de 300 KPa.

Se determina la presión que es necesaria en el punto más desfavorable del edificio, que en este caso se trata del último lavabo perteneciente al aseo

$$P_b = \pm H + PREM + 0.15 \cdot (LT \cdot 1.2) + P_{CONT} + PACS$$

Siendo:

P = Presión a calcular

H = Distancia máxima en vertical desde la acometida hasta el punto más desfavorable del edificio

PREM = Presión 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. Contador general con pérdida de 5 m.c.a.

PACS = Pérdida de presión por los equipos de agua caliente. No aplica.

$$P_b = 1 + 10 + 0.15 \cdot (50 \cdot 1.2) + 5 = 25 \text{ m.c.a.}$$

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 25 m.c.a. Por tanto, no se dispondrá de un grupo de presión para garantizar el abastecimiento de agua en el edificio. En todo caso se realiza el cálculo en el caso de que no se pudiese garantizar dicho abastecimiento.

Una vez obtenidos los datos anteriores, se procede a determinar la potencia necesaria, la del equipo de bombeo, la capacidad de los acumuladores de agua fría y la del depósito de presión.

El grupo de presión con by-pass estará 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 situaría en el local I del centro de interpretación junto con la instalación de ventilación y climatización.

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 al último lavabo del aseo.

$$Q_{total} = 0,6 \text{ dm}^3/\text{s} \quad Q_c = 0,6 \times 0,45 = 0,27 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Con el uso de un ábaco universal de AFS, se determina la pérdida de carga unitaria (j) y su diámetro a través de la velocidad de circulación del agua y el caudal calculado.

Teniendo en cuenta que la velocidad mínima es de 0,5 m/s y que el caudal calculado es de 0,27 l/s, se obtiene que la pérdida de carga es de 0,015 m.c.a y el diámetro es de 32 mm.

De este modo, la potencia necesaria del agua que llega al aparato más desfavorable (lavabo del aseo) viene dado por la siguiente fórmula:

$$PN = \pm H + PREM + j + PCONT$$

Siendo:

H= La distancia máxima en vertical desde la acometida hasta el punto más desfavorable del edificio

PREM= Presión del agua cuando sale del grifo, para un grifo convencional se considera 10 m.c.a.

j= Pérdida de carga unitaria

PCONT= Pérdida de presión producida por el contador. Contador general con pérdida de 5 m.c.a.

$$PN = 1 + 10 + 0,015 + 5 = 16 \text{ m.c.a.}$$

Potencia de la bomba

$$P = Q_c (P_b + 10) / 75 \rho$$

Siendo:

Qc = Caudal de cálculo simultáneo, en l/s.

$$Q_c = Q_i k$$

$$k = 1 / \sqrt{n-1} = 1 / \sqrt{6-1} = 0,45$$

$$Q_c = Q_i k = 0,6 \times 0,45 = 0,27 \text{ l/s}$$

Pb = Presión mínima, en m.c.a.

ρ = Rendimiento de la bomba, valor adimensional entre 0,7 y 0,8.

$$P = 0,27(16+10) / (75 \cdot 0,8) = 0,12 \text{ por lo que se colocarían dos bombas de } 0,12 \text{ CV de potencia, funcionando al } 70\% \text{ cada una}$$

Capacidad de acumuladores de agua fría

La capacidad necesaria para los depósitos auxiliares de alimentación se determinan mediante:

$$V = Q \cdot t \cdot 60 \text{ (l/s)}$$

Siendo:

Q = Caudal simultáneo

t = Tiempo en minutos. 15 minutos

$$V = 0,27 \cdot 15 \cdot 60 \text{ (l/s)} = 243 \text{ l por lo se dispondría de un depósito de 250 l}$$

Capacidad del depósito de presión

Su capacidad se calcula en función de:

$$Vd = 3 \times Q \times (Pb + 10)$$

Siendo:

Q = Caudal de cálculo

Pb = Presión de arranque

$$Vd = 3 \times 0,27 \times (16 + 10) = 21,06 \text{ Se utilizaría un depósito de 25 l}$$

### Dimensionado del trazado

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. Debido a la corta longitud de la instalación se dimensiona al completo.

Tabla del dimensionada a la derecha.

$$\varnothing_c = \sqrt{(4000 \cdot Q_c / V \cdot \text{máx} \cdot \pi)}$$

Todos los aparatos: lavabos, inodoros y grifos tienen un diámetro de  $\varnothing 12 \text{ mm}$ .

En este dimensionado no consideramos el sistema de riego que reutiliza las aguas de lluvia.

### Separación de las otras instalaciones

Según Artículo 3.4:

Se deben disponer las tuberías 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.

TRAMO	n APARATOS	Qi (l/s)	k	Qc (l/s)	Vmáx (m/s)	Øc (mm)	Øn (mm)
AB	6	0,6	0,45	0,27	1,5	13	16
BC	5	0,5	0,50	0,25	1,5	13	16
BD	1	0,1	0,10	0,10	1,5	7	12

APARATOS	n APARATOS	Øn (mm)
Lavabos	3	12
Inodoros	2	12
Grifo(s)	1	12

### Reutilización del agua de lluvia para riego

---

Se dispone un sistema de recogida de las aguas pluviales que se acumulará en un aljibe enterrado que se conectará a una red de riego para la vegetación cercana al edificio. El aljibe, aunque enterrado, es accesible para mantenimiento y comprobación de sus tomas, bomba y salida de agua.

Se coloca un grifo que podría funcionar por sí mismo con un enganche de manguera o lo equivalente a cinco aspersores con un caudal instantáneo de 0,2 dm<sup>3</sup>/s.

Se obtiene un caudal suponiendo que el riego se produce 15 minutos cada día instalado:

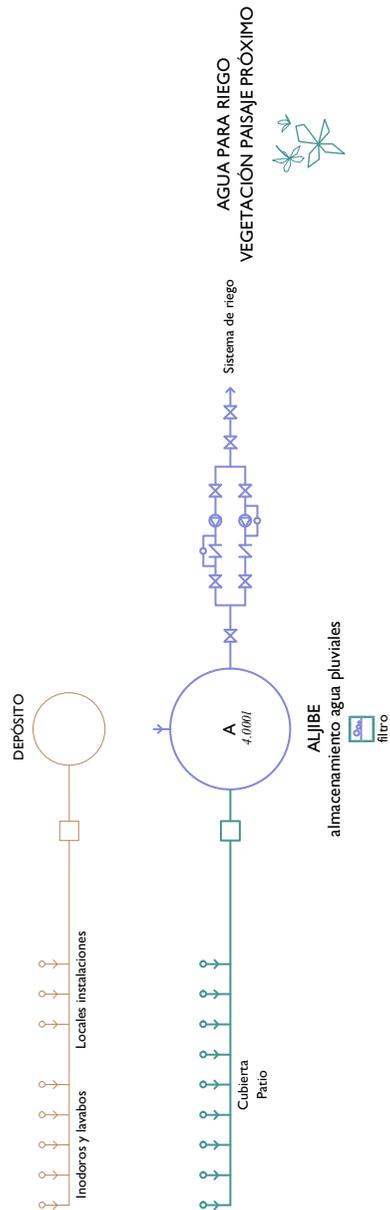
$$V = Q \cdot t \cdot 60 \text{ (l/s)}$$

$$V = 1 \cdot 15 \cdot 60 \text{ (l/s)} = 900 \text{ l}$$

Se dispone uno de 4000L de modo que se aproveche la mayor cantidad posible del agua de lluvia.

Aunque puede que no sea del todo rentable la solución por m<sup>2</sup> de recogida del sistema de saneamiento, se pretende establecer este sistema por una razón académica y de aprendizaje que se puede extrapolar a la intervención urbana donde existiría una mayor acumulación debido a la recogida de agua en superficies más grandes como lo es la plaza excavada.

En caso de fuerte ausencia de lluvias, el aljibe recibirá un llenado por los servicios de mantenimiento que se realizará en horas en las cuales el edificio esté cerrado al público.



## 2.2. Saneamiento

El objetivo de esta instalación es recoger las aguas pluviales, residuales y grises de manera que el proceso sea sostenible. Por ello el sistema de **recogida de pluviales** incluye en un ciclo de **reutilización de aguas** de riego, así como las aguas de los grifos del aseo público se destinan para el abastecimiento de las cisternas. La red diseñada por tanto es **separativa** al completo. 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. Por la localización retirada del centro de interpretación, la **recogida de residuales** una **depósito estanco enterrado** alejado de la edificación y accesible para que los servicios lo vacíen de manera mensual.

### Cumplimiento del DB HS 5

Debido a la posición en satélite de la edificación, esta instalación tiene la peculiaridad de que la finalización de su trazado no acomete a la red urbana. Esto, lejos de ser únicamente achacado a la longitud del recorrido que no es tan considerable con 250m, se debe a que la creación de una red que llegase hasta la edificación únicamente surtiría a la misma ya que no se proyectan más edificaciones en el área próxima y el camino de llegada se diseña con un sistema que no necesita de recogida de aguas ni por su extensión ni por su comportamiento constructivo.

### Red de recogida de pluviales

Existen tres recogidas de pluviales:

- Cubierta del edificio
- Patio interior del edificio
- Drenaje perimetral del edificio
- Camino de acceso y salida del edificio

La recogida de la cubierta y el patio se realiza mediante la división en paños de los mismos definidos de acuerdo a la geometría del edificio y a la recomendación de superficie <math>< 100\text{m}^2</math>. Dichos paños vierten el agua en sumideros de evacuación que conexas con bajantes o colectores colgados del forjado. Una vez recogida el agua se dirige a los bajantes hasta las arquetas que derivan el contenido hasta el **aljibe enterrado** en el exterior de la edificación.

Toda la instalación se realiza en el material **PVC** por su fiabilidad respecto a la estanqueidad y como estrategia complementaria a las tomadas por la casuística de las arcillas expansivas. Por un lado como se ha comentado garantizan que no haya rotura o pérdidas y por otro lado en caso de expansividad producida por otra razón, el movimiento de tierras no afecta a la integridad de la instalación como sí ocurriría con arquetas de ladrillo construidas in situ por ejemplo.

Aún con esto se exige que durante la ejecución se realicen **pruebas de estanqueidad** con aire y con agua a las conexiones de la instalación entre sus elementos y a la instalación completa tras su finalización antes de proceder al hormigonado de la losa quedando oculta.

Las arquetas se encuentran embebidas en la losa de cimentación siendo calculadas las pendientes para su cumplimiento y a su vez su correcta posición dentro del espesor de este elemento construido: armado y vigas.

Esta red por tanto no cuenta con arqueta sifónica ya que no acomete a la red urbana, en cambio se le coloca una arqueta fuera de la edificación a cota del terreno antes del último tramo hasta el aljibe enterrado al este.

Dimensionado de la red

Bajantes:

A continuación se calculan los bajantes de los sumideros de las distintas cubiertas.

Según la Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas del Apéndice B:

La edificación se encuentra en la zona B con Isoyeta 40, por lo que el factor de corrección será  $i=90$ ,  $f=1/100 = 90/100 = 0,9$ .

Una vez establecido este parámetro y con las superficies proyectadas de los paños de cubierta se calculan los diámetros:

Colectores colgados y bajantes:

La red colgada tiene un pendiente del 1%.

Con el trazado de la red colgado y su conexión con las distintas bajantes aunando las superficies se calculan los diámetros:

Las uniones entre conductos se realizan en ángulo de 45 grados nunca en perpendicular.

Colectores enterrados y arquetas:

La red enterrada tiene una pendiente de 2%.

A su vez si tiene en consideración que los colectores embebidos en losa de cimentación se recomiendan de diámetro mínimo 160mm.

Realizando un primer cálculo con la totalidad de la evacuación del colector con mayor superficie de evacuación se obtiene un diámetro de 110mm, por lo que se opta por la recomendación anterior quedando toda la red enterrada con colectores de 160mm, incluyendo los colectores del drenaje perimetral que conectan con la arqueta final anterior al aljibe en una cota inferior a la red de pluviales general debido a su posición exterior inferior estratégica respecto a la excavación de la losa.

De igual manera se disponen las arquetas de 40x40cm, excepto la anterior al aljibe de 60x60cm y registrable.

El colector al aljibe se coloca de diámetro 200mm.

## Red de recogida de residuales

---

Existen dos grupos de recogidas de residuales:

- Aguas grises de los cuartos de instalaciones
  - Local 1: instalación ventilación, climatización y almacenaje
  - Local 2: acometidas de AFS y BIES
  - Local 3: instalación BIES
- Aseo

La recogida los cuartos de instalaciones se realiza mediante un único paño por espacio definidos de acuerdo a la geometría del edificio y a la recomendación de superficie <100m<sup>2</sup>. Dichos paños vierten el agua en sumideros de evacuación que conexionan con bajantes hasta arugetas a pie de bajante de manera directa. Una vez recogida el agua se dirige al exterior por medio de arquetas de paso y colectores.

La recogida del aseo se realiza mediante unidades de desagüe a bajantes individuales con sifón para cada aparato que conexionan, en dos grupos de acuerdo a su colocación coincidente con el tipo de aparato, con un colector enterrado hasta las arquetas.

Toda la instalación se realiza en el material **PVC** por su fiabilidad respecto a la estanqueidad y como estrategia complementaria a las tomadas por la casuística de las arcillas expansivas. Por un lado como se ha comentando garantizan que no haya rotura o pérdidas y por otro lado en caso de expansividad producida por otra razón, el movimiento de tierras no afecta a la integridad de la instalación como sí ocurriría con arquetas de ladrillo construidas in situ por ejemplo.

Aún con esto se exige que durante la ejecución se realicen **pruebas de estanqueidad** con aire y con agua a las conexiones de la instalación entre sus elementos y a la instalación completa tras su finalización antes de proceder al hormigonado de la losa quedando oculta.

Las arquetas se encuentran embebidas en la losa de cimentación siendo calculadas las pendientes para su cumplimiento y a su vez su correcta posición dentro del espesor de este elemento construido: armado y vigas.

Esta red por tanto no cuenta con arqueta sifónica ya que no acomete a la red urbana, en cambio se le coloca una arqueta fuera de la edificación a cota del terreno antes del último tramo hasta el depósito estanco enterrado al oeste.

Para la acumulación de las aguas residuales se opta por un **depósito estanco enterrado** en lugar de una fosa séptica debido a la casuística del lugar respecto a la potencial peligrosidad de las arcillas expansivas.

Una fosa séptica realiza un filtrado mediante el cual el residuo sólido se queda en el interior de la misma dejando que la parte líquida se filtre al terreno. Como una de las estrategias integrales para la seguridad de la edificación y el trazado urbano-paisajístico es no provocar cambios de humedades en el terreno y hacer del edificio un espacio estanco libre de aguas, se decide del lado de

la seguridad alejar el lugar de acumulación de las aguas residuales y a su vez hacerlo estanco.

Por lo que se proyecta un depósito estanco de PVC enterrado al oeste de la edificación, cercano al trazado del camino por el que discurren el resto de instalaciones de abastecimiento de manera que resulte accesible por los servicios motorizados que recojan y vacíen el contenido de manera mensual.

La acumulación no se prevee de gran magnitud ya que como se ha explicado se diseña para la recogida de un aseo con tres lavabos y dos inodoros y las aguas grises del mantenimiento y limpieza de los locales de instalaciones.

Dimensionado de la red

Bajantes:

A continuación se calculan los bajantes de los sumideros de los cuartos de instalaciones.

La recogida de agua de estos espacios se debe a labores de mantenimiento o pérdidas puntuales de agua de la instalación de AFS, BIES o ventilación y climatización. Por ello no se prevee gran contenido debido a la magnitud de las instalaciones y la superficie de los locales, por lo que se decide colocar el mismo diámetro que a las bajantes de cubierta por facilidad en las unidades de ejecución.

Red de pequeña evacuación:

Según la Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos:

En relación a los aparatos del aseo se calculan los diámetros:

Colectores colgado, enterrados y arquetas:

Según la Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajantes:

Los elementos de la pequeña red de evacuación que aúnan lo recogido en la red de pequeña evacuación cuentan con los siguientes diámetros:

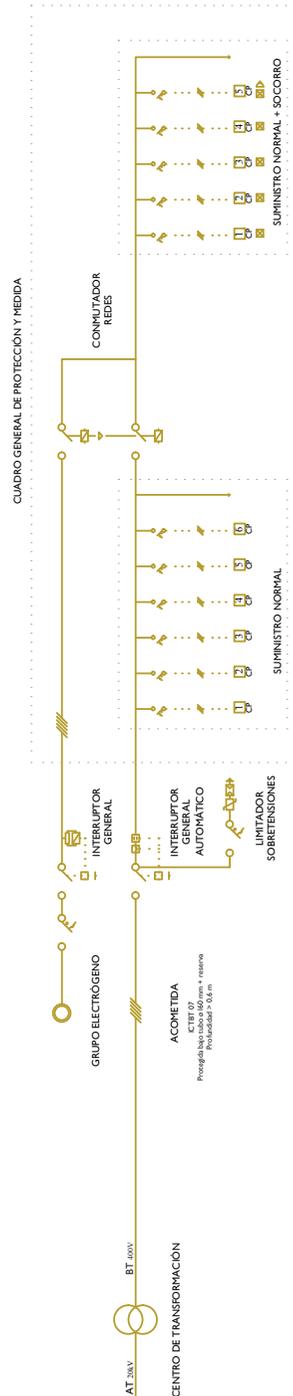
Al tratarse de una red de uso público se opta por el diámetro de 110mm

La red enterrada tiene una pendiente de **2%, por tanto la totalidad de esta red.**

A su vez si tiene en consideración que los colectores embebidos en losa de cimentación se recomiendan de diámetro mínimo 160mm.

Realizando un primer cálculo con la totalidad de la evacuación del colector con mayor superficie de evacuación se obtiene un diámetro de 90mm, por lo que se opta por la recomendación anterior quedando toda la red enterrada con colectores de 160mm. De igual manera se disponen las arquetas de 40x40cm, excepto en el aseo que se dispone de 30x30cm y la anterior al depósito estanco enterrado de 60x60cm y registrable.

El colector al depósito estanco enterrado se coloca de diámetro 200mm.



### 2.3. Electricidad e iluminación

El objetivo de la instalación es dotar de energía eléctrica de suficiente potencia y de los medios físicos adecuados para el uso de aparatos eléctricos, luminarias, y demás objetos que necesiten de un aporte energético al centro de interpretación mediante la creación de un nuevo ramal en la red urbana que abastezca tanto a esta nueva edificación como a los espacios públicos proyectados y el futuro desarrollo urbano del pueblo.

La instalación eléctrica del edificio sigue el esquema de un abonado y estará **conectada a través del centro de transformación (CT) al suministro de alta tensión (AT) que discurre enterrada tras las oportunas obras de adecuación de la urbanización.**

#### Instalación urbana

Esta instalación parte de la red de alta tensión que discurre por la SE-530 hasta el nuevo centro de transformación (el anterior situado en la misma vía).

El cálculo de potencia estimada no llega a alcanzar el máximo para la instalación de un CT. Aún así, debido a la lejanía del centro de transformación de la red pública y la propuesta de implantación de nuevos servicios a nivel urbano que aumentan la demanda de potencia, se decide colocar un nuevo CT dentro del ámbito de la implantación.

El acceso al CT se hará desde el corredor verde del camino norte del pueblo sin necesidad de entrar en ninguna edificación gracias al muro equipado de la plaza.

#### Cumplimiento de la Normativa de Aplicación

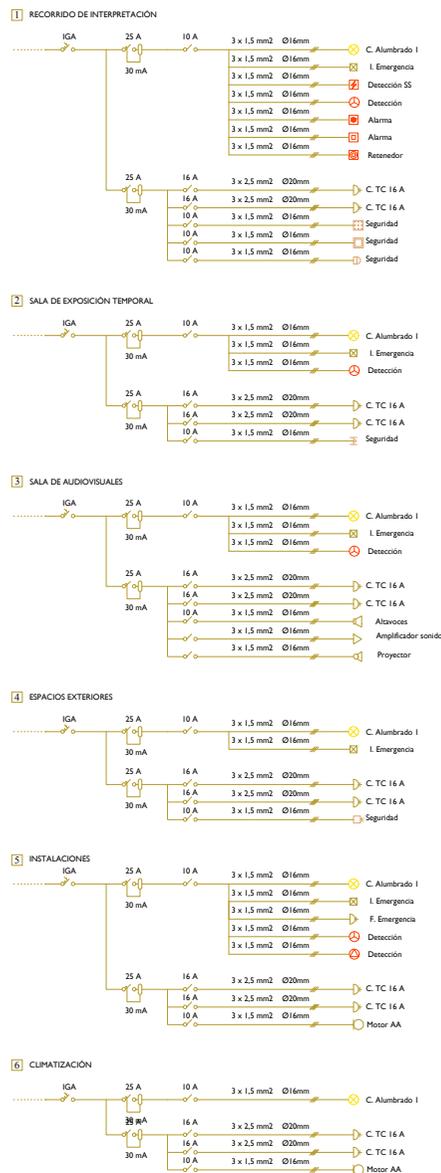
Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT05

#### Centro de transformación:

Como se ha comentado, aunque la estimación de potencia del edificio no demande la necesidad de un CT se incorpora al proyecto uno nuevo como parte de la implantación urbana del mismo.

Este supone la reubicación del antiguo CT y estará compuesto por un trafo, cuatro celdas de alta tensión: dos de línea, una de medida y otra de protección, para que la compañía suministradora pueda cortar la alimentación y medir el consumo en caso de ser necesario, dejando espacio para posibles ampliaciones en la red.

Se instalará sobre un suelo técnico para evitar posibles inundaciones. De estas celdas, la corriente aún en alta tensión llega al transformador, que la convierte en baja tensión para que pueda ser utilizada. Por último, se encuentra el cuadro de baja tensión, en el mismo local que el trafo y a partir de este punto, se produce la derivación individual hacia el cuadro general del edificio a desarrollar además de otros elementos de la propuesta o del desarrollo a futuro de la implantación.



Respecto al centro de interpretación se cuenta con una acometidas:

- Acometida para suministro eléctrico del edificio. Subterránea: ICT □ BT 07. Protegida bajo tubo Ø160 mm + reserva Profundidad > 0,6 m
- Acometida para instalación de placas fotovoltaicas (?) \*previsión ver aporte

El cuadro general se dispone en vestíbulo del centro de interpretación de acceso únicamente por el personal de gestión del espacio expositivo. En el mismo espacio se encuentran también el cuadro general y el armario de telecomunicaciones. De esta instalación se prevé un armario que distribuye el suministro a todos los puntos.

### Previsión de potencia

Para calcular la previsión de carga del edificio se estima lo siguiente:

- 100 W/m<sup>2</sup> Pública concurrencia  
 $100 \text{ W/m}^2 \times 625 \text{ m}^2 = 62500 \text{ W} = 62,50 \text{ kW}$
- Grupo de presiones: 2 kW
- Toma de fuerza: 2 kW
- Telecomunicaciones: 0.25 kW

- Alumbrado de zonas exteriores: La previsión de potencia del alumbrado será realizada en función del dimensionado de la instalación de iluminación correspondiente. Sin embargo, al no estar definida actualmente, se estima unos 5 W/m<sup>2</sup> que sería la correspondiente a un alumbrado LED.  
 $100 \text{ m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2 = 500 \text{ W} = 0.50 \text{ kW}$

Total: 67,25kW

### Instalación urbana

- Alumbrado de zonas exteriores: La previsión de potencia del alumbrado será realizada en función del dimensionado de la instalación de iluminación correspondiente. Sin embargo, al no estar definida actualmente, se estima unos 5 W/m<sup>2</sup> que sería la correspondiente a un alumbrado LED.  
 $1 \text{ 000 m}^2 \times 5 \text{ W/m}^2 = 5 \text{ 000 W} = 5 \text{ kW}$

### Cuadros parciales

A continuación la relación de los cuadros parciales del edificio en función del tipo de suministro: normal y de socorro, que se activará en caso de emergencia alimentado por el grupo electrógeno, el cual se encuentra en un local en la cota de la calle del que saldrán cuatro circuitos hacia el cuadro general. También necesitará una evacuación de gases mediante un conducto hasta la cubierta.

Dichos cuadros se sitúan en el local del vestíbulo ya que en locales de pública concurrencia no deben ser accesibles al público.

Todos los cuadros serán metálicos y en posición empotrada al paramento vertical, integrados en las particiones del replanteo de revestimiento metálico.

### Derivación individual

Se calcula el tipo de cable de la derivación individual (DI) en función de la tensión admisible y la caída de tensión, utilizando como potencia de cálculo la estimada en el apartado anterior. El cuadro general estarán conectados por un cable de las siguientes características:

TIPO	POTENCIA ESTIMADA	I CÁLCULO (A)	MONTAJE	$\gamma$ (Cu, 80°)(m/Ωmm²)	LONGITUD (m)	U (V)	Cos φ	I adm (A)	Sección (mm)	ξ (%)
Trifásico	6725		B1	45	280	400	0,80	250	120	0,93<1

### Esquema unifilar

Al inicio se mostró el esquema unifilar del edificio definiendo el tipo de interruptor, partiendo del cuadro parcial, siendo un total de 6 cuadros parciales estando los 5 de ellos conectados al circuito de socorro del grupo electrógeno. Los cuadros parciales se han dividido en alas dependiendo de la zona situada en el proyecto, teniendo en cuenta los circuitos de alumbrado y de fuerza (sin superar los las 20 tomas por circuito), megafonía, seguridad, detectores de humo y motores de climatización.

### Grupo Electrónico:

Según ITC - BT - 28:

La colocación de suministro de socorro debe aplicarse a los espacios de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación.

Al pesar de tener una ocupación baja de 159 según y una baja demanda se decide disponer de un grupo electrógeno dada la ubicación exenta de la edificación, alejada de lo urbano y de uso público de visita puntual. Se entiende por ello que sería aconsejable la utilización de un grupo electrógeno para contar con suministro en caso de fallo de la red de electricidad que permita el funcionamiento del edificio respecto a alumbrado, BIES (que por lo tanto no requiere de una bomba diesel para su grupo de presión)...

CUADRO	CUADRO PARCIAL	SUMINISTRO NORMAL	SUMINISTRO SOCORRO
C1. Recorrido de interpretación	C1.1. Vestibulo C1.2. Recorrido de interpretación C1.3. Sala 1 C1.4. Sala 2 C1.5. Sala 3 C1.6. Sala 4	Fuerza y alumbrado	Alumbrado
C2. Sala de exposiciones temporales	-	Fuerza y alumbrado	Alumbrado
C3. Sala de audiovisuales	-	Fuerza y alumbrado	Alumbrado
C4. Espacios exteriores	C4.1. Patio C4.2. Galerías	Alumbrado	Alumbrado
C5. Instalaciones	C5.1. Local 2, 3, y 4 C5.2. Local 6	Fuerza y alumbrado	Fuerza y alumbrado
C6. Climatización y ventilación	-	Fuerza y alumbrado	-

## Alumbrado

---

En todas las zonas del centro de interpretación se tiene que cumplir la iluminación mínima exigida según las exigencias y recomendaciones del DB SUA-4 y el RD 486/1997. Donde se determina las exigencias para cada tipo de alumbrado según su función y posición.

### Alumbrado de evacuación

---

Se determina que este tipo de alumbrado es el encargado de suministrar iluminación y garantizar el reconocimiento de los recorridos y medios de evacuación en caso de emergencia. Se considera la ocupación de los recintos, por lo que la evacuación de estos por la ruta indicada debe de ser clara y visible. ya que la edificación es desconocida para la mayoría de los visitantes al tratarse de un edificio público de carácter museístico.

En los caminos de evacuación, se debe cumplir que la iluminancia horizontal mínima sea de 1 lux. Además, este suministro debe proporcionar una iluminancia mínima de 5 lux en los puntos en los que se hayan situado los equipos de PCI que necesiten de manipulación manual, así como los cuadros de distribución del alumbrado. Partiendo del suelo hasta una altura de 1 m.

Debe cumplir que, la relación establecida entre la iluminancia máxima y la iluminancia mínima en el espacio considerado no puede ser mayor que 40. De esta manera, debe adquirir ese papel durante mínimo una hora y proporcionar la iluminación adecuada prevista.

### Alumbrado ambiente anti pánico

---

Este tipo de alumbrado deberá ponerse en marcha en el momento en el que se produce un fallo en la red de alimentación normal, señal que recogida por la centra de incendios pondrá en funcionamiento el grupo electrónico para garantizar el suministro. De esta manera, el alumbrado ambiente anti pánico debe adquirir ese papel durante mínimo una hora y proporcionar la iluminación adecuada prevista.

Este tipo de alumbrado tiene que guiar a los ocupantes hacia los puntos de evacuación del edificio y acceder a dichas rutas consiguiendo identificar cualquier tipo de obstáculo en el recorrido.

Por último, este suministro debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio que se haya considerado. Partiendo del suelo hasta una altura de 1 m. Debe cumplir que, la relación establecida entre la iluminancia máxima y la iluminancia mínima en el espacio considerado no puede ser mayor que 40.

LAMP especializada en alumbrado e iluminación de espacios singulares y museísticos.

## Iluminación

Para el estudio de luminotecnia, se ha llevado a cabo una estimación de los luxes necesarios en cada estancia, de acuerdo con la norma UNE-EN 12464- 1:2012 realizando las comprobaciones con la herramienta DIALUX de una de las salas más representativas también estudiada desde el cumplimiento de la normativa CTE DB HR, la sala de audiovisuales.

Se deben cumplir unos niveles de luxes por estancia 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. Como la mayoría de ellas configuran el programa fundamental del edificio siendo estancias de carácter museísticos, frente a otros espacios de instalaciones y almacenaje con exigencias más comunes, se estudia en detalle la sala de audiovisuales.

Todo el centro de interpretación tiene un carácter muy íntimo y cerrado al exterior. La luz natural tiene su entrada estudiada en puntos claves del recorrido coincidentes con salas por medio de lucernarios cenitales.

El resto de espacios, con excepción de la sala de exposiciones temporales se ilumina principalmente por reflejo de las otras salas contiguas y por iluminación artificial. Es por ello que se tratan las luminarias como parte indispensable y de gran valor proyectual en la edificación escogiendo las mostradas a la derecha.

Se ha utilizado el catálogo de la empresa LAMP especializada en alumbrado e iluminación de espacios singulares y museísticos como referente por la colocación que permite de sus sistemas, que apoya toda la idea del proyecto acerca de recorridos y espacios ocultos y por sus características técnicas.

El centro de interpretación se encuentra en el grupo de edificaciones que hace uso de la luz artificial de una manera casi constante por lo que también se deciden por estas luminarias ya que son de bajo consumo y tienen un factor de mantenimiento bajo.

En primer lugar, vamos a asemejar las aulas de danza a lo que la UNE-EN\_12464-1/2012 conoce como alumbrado de exposiciones, con una Em mínima exigida de **300 luxes** valor que también permite el cumplimiento de otros espacios considerados de uso de pública concurrencia como el vestíbulo e incluso el posible uso docente como aula de la sala de exposiciones temporales.

Cabe destacar, que en el caso de poseer contenidos concretos como parte de la exposición del centro de interpretación, la norma acoge que la iluminación se determine por los requisitos de presentación y el valor de los bienes expuestos, siempre y cuando los recorridos públicos queden iluminados y señalizados correctamente para el visitante cumpliendo con el alumbrado, el alumbrado ambiente y el alumbrado antipánico.

- L1** Luminaria LED lineal empotrable en techo para los espacios de vestíbulo, aseo, recorridos de interpretación y salas.
- L2** Luminaria LED circular empotrable o adosable en techo para los locales de instalaciones y almacenamiento.
- L3** Luminaria LED empotrable en paramentos verticales para los muros del patio.
- L4** Luminaria LED baliza para espacios exteriores y caminos.

## Cálculo de la iluminación

## HERRAMIENTA DIALUX

Como se ha comentado se introduce en la herramienta la sala de audiovisuales como pieza clave del centro de interpretación y ejemplo del que extrapolar el resto de espacios respecto al diseño de la iluminación.

A pesar de ser una sala de audiovisuales cuyo uso principal se destina a la proyección de imágenes, cuenta con iluminación que cumple también su uso como sala expositiva y de pequeñas charlas. Por ello la luminaria cuenta con un sistema de control de la intensidad, para mantener las luces encendidas durante la proyección pero sin que interfieran con la misma.

Primero, se introducen sus datos geométricos así como su nombre de identificación. Dentro de los casos que ofrece la herramienta DIALUX se encuentra el tipo museo que permite comprobaciones con valores que rondan entre los 100 y los 500 luxes pudiendo colocar el objetivo en los 300 luxes que exige la norma, valor que ha de ser sobrepasado pero sin llegar a valores mayores a 200/300 luxes para no sobreiluminar el espacio.

Respecto al factor de mantenimiento de las luminarias como se indicó se exige el más bajo que permite coincidente con el valor de interiores y con las características de la luminaria escogida.

La reflexión lumínica que se le asigna a los materiales de los acabados es dada tanto por los datos propios del material como es el caso del hormigón visto de una de las paredes y el suelo, como por características dadas por catálogo como es el caso del tradosado de las tres paredes restantes en ALUCOBOND aluminio con acabado anodizado zinc y el falso techo de madera perforada.

- Pared de hormigón	20%
- Suelo de hormigón fratasado	25%
- Paredes de ALUCOBOND aluminio anodizado zinc	80%
-Falso techo de madera perforado	55%

Se reproduce el trazado diseñado para las luminarias escogidas **LI**, creando tres líneas paralelas de LED.

Al no tener acceso al fabricante escogido desde DIALUX se introduce en la herramienta una luminaria muy similar respecto a forma, colocación y características lumínicas.

Se comprueba que el valor global es de 476 luxes > 300 luxes con las luminarias en pleno funcionamiento y con el diseño y sistema escogido. De esta forma se extrapola que esta luminaria es adecuada para el resto de espacios situada de manera similar, es decir, con diseño lineal manteniendo espaciados de 1,5/2m entre filas.

## 2.4. Puesta a tierra y pararrayos

---

Según el CTE-DB-SUA-8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo:

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos **Ne** sea mayor que el riesgo admisible **Na**.

$$N_e = N_g \times A_e \times C_I \times 10^{-6} ;$$

$$N_g = 1,50 / \text{año} \times \text{km}^2 \text{ (según Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno)}$$

$$A_e = 2\,830 \text{ m}^2$$

$$3H = 3 \times 5 = 15\text{m}$$

$$C_I = 1 \text{ Aislado (según Tabla 1.1 Coeficiente } C_I \text{ entorno)}$$

$$N_e = 0.004245$$

$$N_a = (5.5 / C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5) \times 10^{-3};$$

$$C_2 = 1 \text{ Cubierta metálica y estructura metálica (según Tabla 1.2 Coeficiente } C_2)$$

$$C_3 = 3 \text{ Edificio con contenido inflamable, posible archivo o acumulación de obras (según Tabla 1.3 Coeficiente } C_3)$$

$$C_4 = 3 \text{ Uso de pública concurrencia (según Tabla 1.4 Coeficiente } C_4)$$

$$C_5 = 1 \text{ Edificio cuyo deterioro no interrumpe un servicio imprescindible (según Tabla 1.5 Coeficiente } C_5)$$

$$N_a = 0.000611$$

***Ne 0.004 > Na 0.0006 Se precisa de la instalación de pararrayos.***

Dicho pararrayos se sitúa en el montículo que recoge el edificio por el norte contenido por los propios muros de sótano de la envolvente. Su cercanía al edificio a pesar de no situarse en cubierta permite su protección y correcto funcionamiento.

Tipo de instalación exigido

---

$$E = 1 - (N_a / N_e) ; E = 0.856$$

Según la Tabla 2.1 Componentes de la instalación:

$$0.90 < E = 0.85 < 0.80 \text{ Nivel de protección 3}$$

## Diseño de la instalación

### Elementos:

Terreno  $\rho = 300 \text{ Ohm.m}$  resistividad del terreno

#### Toma de tierra

- Electrodos de cables enterrados (cable desnudo de cobre 35mm<sup>2</sup>) y picas
- Líneas de enlace con tierra protegido contra la corrosión no mecánicamente con 16mm<sup>2</sup> Cu
- Ánodos de sacrificio que protege al tubo de cobre
- Puntos de puesta a tierra borne
- Puentes de comprobación
- Línea principal de tierra
- Derivaciones de la línea principal de tierra
- Conductores de protección
- Pararrayos de captación PDC de cobre
- Mástil de 3 metros de longitud sobre cubierta
- Cable de conexión con tierra desnudo de cobre 50mm<sup>2</sup>

Se deciden colocar tres arquetas:

- Una bajo el Cuadro General (C.G.) que recoge todos los cuadros parciales sobre rasante A
- Una bajo el Grupo Electrógeno (G.E.) B
- Una para todas las masas metálicas de fontanería C
- Una para la armadura de la estructura de los muros, forjados y losa de cimentación.

### Cálculo y dimensionado

#### Datos:

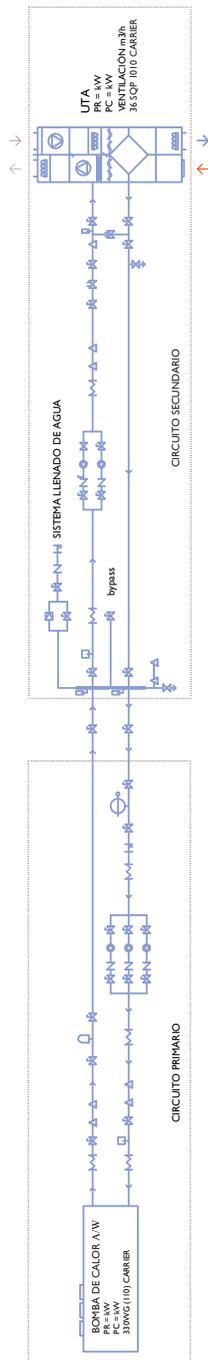
- Anillo enterrado con conductor desnudo de Cu de 35mm<sup>2</sup>
- Longitud enterrada = 100 m

#### Resistencia de la puesta tierra

$$R = 2 \rho / L = 2 \times 300 / 100 = 6\Omega < 10\Omega$$

Sistemas y elementos conectados a las arquetas de la instalación de puesta a tierra

ARQUETA	ELEMENTOS
A	Cuadro general CG y cuadros parciales CP 1, 2, 3, 4, 5 y 6
B	Grupo electrógeno
C	Masas metálica de fontanería
D	Armadura de la estructura



## 2.5. Ventilación y climatización

### Cumplimiento del DB-HS 3 Calidad del aire interior

El edificio dispone de un sistema que permite ventilar todos sus espacios adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante su uso diario. De esta manera 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.

No se ventilan ni climatizan los galerías de acceso y salida por comportarse como espacios semiabiertos.

### Horario de uso:

El edificio es terciario de uso público, siendo su horario de uso de 12 horas, desde 9 a.m. hasta 9 p.m, donde el visitante podrá utilizar los servicios que ofrece desde el ámbito educativo al de centro de interpretación. Por lo tanto el perfil de uso y condiciones operacionales de edificio lo definen de uso no residencial 12 h (HE I APÉNDICE C).

### Exigencias de calidad térmica del ambiente:

### Cumplimiento del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE

### Definición de las condiciones exterior de cálculo:

Las condiciones exteriores de cálculo se obtienen de la Norma UNE 100001-2001.

- Aznalcóllar, municipio al noroeste de la provincia de Sevilla.
- Coordenadas: 37° 31' 10'' N 6° 16' 18'' O
- Altitud: 155m

### Definición de las condiciones interiores de cálculo:

Según: Tabla 1.4.1.1. Condiciones interiores de diseño:

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:  $T^a = 25^{\circ}\text{C}$  y  $Hr = 50\%$
- Invierno:  $T^a = 21^{\circ}\text{C}$  y  $Hr = 45\%$

Según: Tabla 1.4.1.3. Velocidad media del aire:

Se establece que la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada es para difusión por desplazamiento:

$$V = T/100 - 0,07 \text{ m/s}$$

Siendo la temperatura más desfavorable en invierno a 21°C con  $V = 0,14 \text{ m/s}$ .

Exigencia de la calidad del aire interior:

Según la IT 1.1.4.2.2: Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios:

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo la siguiente:

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

ESPACIO	SUPERFICIE m <sup>2</sup>	OCUPACIÓN	IDA	AE
Aseos	16,10	6	IDA 3	AE 2
Vestibulo	31,75	16	IDA 2	AE 1
Sala 1	9,20	5	IDA 2	AE 1
Sala 2	23,75	12	IDA 2	AE 1
Sala 3	37,55	19	IDA 2	AE 1
Sala 4	13,65	7	IDA 2	AE 1
Recorrido de interpretación I	30,40	16	IDA 2	AE 1
Recorrido de interpretación I	23,65	12	IDA 2	AE 1
Sala de audiovisuales	56,75	28	IDA 2	AE 1
Sala de exposiciones temporales	33,35	17	IDA 2	AE 1

Según la IT 1.1.4.2.2: Categorías de calidad del aire extraído en función del uso de los edificios:

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

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

ESPACIO	Caudal de ventilación Qvent dm <sup>3</sup> /s	Caudal de ventilación Qvent m <sup>3</sup> /h
Aseos	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 8,00 x 6 = <b>48</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 28,80 x 6 = <b>172</b>
Vestibulo	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 12,50 x 16 = <b>200</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 45,00 x 16 = <b>720</b>
Sala 1	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 12,50 x 5 = <b>62,50</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 45,00 x 5 = <b>270</b>
Sala 2	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 12,50 x 12 = <b>150</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 45,00 x 12 = <b>540</b>
Sala 3	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 12,50 x 19 = <b>237</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 45,00 x 19 = <b>855</b>
Sala 4	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 12,50 x 7 = <b>87,50</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 45,00 x 7 = <b>315</b>
Recorrido de interpretación I	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 12,50 x 16 = <b>200</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 45,00 x 16 = <b>720</b>
Recorrido de interpretación I	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 12,50 x 12 = <b>150</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 45,00 x 12 = <b>540</b>
Sala de audiovisuales	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 12,50 x 28 = <b>350</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 45,00 x 28 = <b>1260</b>
Sala de exposiciones temporales	Qvent dm <sup>3</sup> /s = 12,50 x 17 = <b>212</b>	Qvent m <sup>3</sup> /h = 45,00 x 17 = <b>765</b>

Caudales de aire exterior:

Según IT 1.1.4.2.3 Caudal mínimo del aire exterior de ventilación:

A. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Filtración de aire de ventilación:

Según IT 1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación:  
El aire de ventilación debe introducir filtrado en los edificios.

Antes de definir los niveles de filtración es necesario definir la calidad de aire exterior (ODA):

- 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

Una vez definido la calidad del aire en el edificio ODA 2 definimos el filtro.

Según IT 1.1.4.2.5 Clases de filtración:  
Tablas de la derecha.

CALIDAD AIRE EXTERIOR	CALIDAD 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>F7 + F8</b>	<b>F5 + F7</b>	<b>F5 + F6</b>
ODA 3	F7 + GF* + F9	F7 + GF + F9	F5 + F7	F5 + F6

Aire de extracción:

**El caudal total de ventilación es 5 544 m3/h > 1800 m3 /h.** En torno a los 1666 l/s.

Según IT 1.2.4.5.2 Recuperación de salida del aire de extracción:

Es obligatorio a partir de 0,5 m3 /s (1800 m3 /h) en el recorrido de interpretación habría que colocar un recuperador de aire de extracción ya que superan los 1800 m3 /h.

Elección y dimensionado de la máquina:

Habiendo definido el caudal de ventilación de 5 544 m3/h se opta por el sistema UTA+Bomba de calor ya que ofrecerá al edificio los caudales necesarios siendo eficiente a su vez respecto a la longitud del trazado, el número y área de los espacios y la ocupación en superficie y volumen del propio sistema respecto al edificio.

Por lo que se consultan casas comerciales buscando una unidad que supere el caudal mencionado, encontrando una UTA con las siguientes características: (Unidad de Tratamiento de Aire marca Daikin, serie MODULAR Tamaño 5):

- Caudal máximo = **6.250 m3/h** > 5 544 m3/h
- Presión estática disponible en impulsión y retorno = 200 Pa.
- SFPv = 1,82 kW/m3/s
- 1.740x1.400x2.080 mm
- 75l kg

ESPACIO	SUPERFICIE m2	ALTURA	Qinf m3/h
Aseos	16,10	3,0	48,30
Vestibulo	31,75	3,2	111,12
Sala 1	9,20	4,5	41,40
Sala 2	23,75	4,5	106,87
Sala 3	37,55	4,5	168,97
Sala 4	13,65	4,5	61,42
Recorrido de interpretación I	30,40	3,2	91,20
Recorrido de interpretación I	23,65	3,2	70,95
Sala de audiovisuales	56,75	3,2	170,25
Sala de exposiciones temporales	33,35	3,2	1000,05

Espacios en relación a la instalación, componentes y caudales de ventilación

ESPACIO	IDA	AE	ODA	FILTRO	Qvent m3/h	TRAZADO
Aseos	IDA 3	AE 2	ODA 2	F5 + F7	172,80	1
Vestibulo	IDA 2	AE 1	ODA 2	F6 + F8	720,00	1
Sala 1	IDA 2	AE 1	ODA 2	F6 + F8	270,00	1
Sala 2	IDA 2	AE 1	ODA 2	F6 + F8	540,00	1
Sala 3	IDA 2	AE 1	ODA 2	F6 + F8	855,00	2
Sala 4	IDA 2	AE 1	ODA 2	F6 + F8	315,00	2
Recorrido de interpretación I	IDA 2	AE 1	ODA 2	F6 + F8	720,00	1
Recorrido de interpretación I	IDA 2	AE 1	ODA 2	F6 + F8	540,00	2
Sala de audiovisuales	IDA 2	AE 1	ODA 2	F6 + F8	1260,00	2
Sala de exposiciones temporales	IDA 2	AE 1	ODA 2	F6 + F8	765,00	1

Perfilería 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. Serie con CERTIFICACION EUROVENT.

Este sistema cumple con las cargas térmicas, tanto de refrigeración y calefacción obtenidas en programa de cálculo de la norma (Herramienta unificada LIDER- CALENER "HULC").

#### Cálculo de los conductos principales

Este sistema de unidad nutre a dos sistemas de conductos que abastecen la totalidad de los espacios, por lo que se calculan las dimensiones en sección de dichos conductos, el del ala oeste 1:

- Aseos
  - Vestíbulo
  - Recorrido de interpretación 1
  - Sala 1
  - Sala 2
  - Sala de exposiciones temporales
- Caudal máximo = 3 188 m<sup>3</sup>/h

como el del ala este 2:

- Recorrido de interpretación 2
  - Sala de audiovisuales
  - Sala 3
  - Sala 4
- Caudal máximo = 2 356 m<sup>3</sup>/h

Para determinar el área de las secciones principales se aplica la siguiente expresión:

$$S_n (m^2) = q_n (m^3/h) / 3600 V_n (m/s)$$

Siendo:

- q<sub>n</sub> Caudal de ventilación calculado
- V<sub>n</sub> velocidad de tramos, 6 m/s para un nivel sonoro bajo

$$S_n (m^2) = 5\,544 / 3600 \cdot 6 (m/s) = 0,26 m^2$$

Primer conducto de salida del sistema 0

$$S_n (m^2) = 3\ 188 / 3600\ 6 (m/s) = 0,15\ m^2$$

Conducto principal del ala oeste 1

$$S_n (m^2) = 2\ 356 / 3600\ 6 (m/s) = 0,11\ m^2$$

Conducto principal del ala este 2

Por lo que con una sección de 600 x 300 mm = 0,30 m<sup>2</sup> y disminuyendo el conducto a lo largo del trazado cuando se superen las estancias. Teniendo en cuenta que a dimensión mínima de sección de conducto es de 200 x 200 mm, se garantizaría una correcta distribución de caudales.

Para ser más exactos, se emplea el programa de cálculo online CLIMCALC DIMENSION de ISOVER.

Datos:

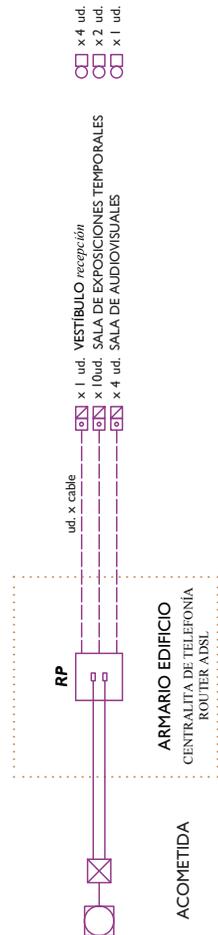
- Caudal máximo = 5 544 m<sup>3</sup>/h / 3 188 m<sup>3</sup>/h / 2356 m<sup>3</sup>/h
- Caudal máximo = 1,54 m<sup>3</sup>/s
- V = 6 m/s para un nivel sonoro bajo
- Pérdida de carga = 0,71 Pa/m
- Longitud máx conducto = 40 m
- Pérdida de carga = 28,40 Pa

Obteniendo que las dimensiones aconsejadas para el primer conducto rectangular de salida del sistema son: 550 x 500 mm, las dimensiones aconsejadas para el conducto principal del ala oeste rectangular de salida del sistema son: 400 x 400 mm y las dimensiones aconsejadas para el conducto principal del ala este rectangular de salida del sistema son: 400 x 300 mm.

De esta manera se proyecta esas secciones y de manera aproximada se disminuye 50 mm el canto en los conductos hasta la dimensión mínima de sección de conducto de 200 x 200 mm en los tubos individuales perpendiculares hacia rejillas.

Resistencia y reacciones al fuego de los sistemas constructivos del local del riesgo bajo LRB

TRAMO	Q (m <sup>3</sup> /h)	Área m <sup>2</sup>	Sección mm x mm
0	5 544	0,26	550 x 500
1	3 188	0,16	400 x 400
2	2 356	0,11	400 x 300



## 2.6. Telecomunicaciones

La instalación localiza su acometida y armario principal en el local de instalaciones **L2** del vestíbulo para acceso de los trabajadores del centro de interpretación. Se realiza con **cableado de fibra** de manera que no produce interferencias con la instalación eléctrica

### Elementos

La instalación se diseña con **tipología de red de telecomunicación de estrella**.

El desarrollo de la instalación de voz y datos será desde la arqueta de acometida tipo H de hormigón prefabricado situada en el exterior de la edificación, hasta el armario general. De esta manera se conecta la edificación con el trazado urbano.

Para saber si se ha de colocar repartidor de edificio y/o repartidor de planta se ha observado la tabla adjunta:

Al tener una superficie de entre 500 y 1000 m<sup>2</sup> y una única planta dentro del grupo edificio aislado, se coloca un **RP repartidor de planta**. Se dispone en el local de instalaciones L2 de acceso desde el vestíbulo por el personal del centro de interpretación. Al contar con una única planta no se localizan repartidores por planta.

El local donde se aloja cuenta con las medidas suficientes para que el armario **RP** sea registrable en sus cuatro caras, ventilado y climatizado con un sistema único para este uso (entre 18 y 24°, humedad entre 30% y 55%), y con una altura libre de 4,5m (>2,5m).

Del repartidor de edificio se traza el cableado, en este caso todo trazado horizontal, que se reparte hasta llegar a las zonas de trabajo. El cableado horizontal no supera el total de 100 metros desde el repartidor de planta hasta las **tomas de voz y datos**.

En el interior se colocará un **soporte rack**, respetando separaciones mínimas para el registro de estos.

- 1,5m desde el frontal del armario hasta la pared
- 1m desde la parte trasera del armario hasta la pared (0,8 m si los armarios disponen de puertas dobles)
- 0,5m desde cada lateral hasta la pared

De este armario de planta se derivarán hacia las redistribuciones para abastecer cada recinto, donde se instalarán los paneles de parcheo necesarios debidamente etiquetados. De todos los armarios saldrán también las conexiones a las tomas de voz y datos y a las conexiones WiFi. El diseño del cableado sobre bandeja en falso techo separado del de electrotecnia, ya que de estar muy próximos habría interferencia entre los campos magnéticos a pesar de ser de fibra

Para el cálculo del número de tomas de usuario se siguen los siguientes criterios:

- Al menos una toma doble por cada usuario previsto.
- Al menos una toma doble por despacho.
- Al menos una toma doble por cada 10m<sup>2</sup> útiles o fracción.
- Al menos una toma simple para un punto de acceso inalámbrico por cada 200m<sup>2</sup>

m2	EDIFICIOS AISLADOS			CONJUNTOS DE DOS O MÁS EDIFICIOS		
	1 planta	2 plantas	>2 plantas	1 planta	2 plantas	>2 plantas
<500	RP	RP	RP RE	RP RC	RP RC	RP RE RC
>500 >1000	<b>RP</b>	RP RE	RP RE	RP RC	RP RE RC	RP RE RC
>1000	RP RE	RP RE	RP RE	RP RE RC	RP RE RC	RP RE RC

Sistemas y elementos conectados a las arquetas de la instalación de puesta a tierra

ESPACIO	VOZ Y DATOS	TOTAL
Vestíbulo recepción	1 unidad (Caja portamecanismos doble) 4 unidades (Caja portamecanismos WiFi)	15 TV 15 TD 7 PVW *
Sala de exposiciones temporales	10 unidad (Caja portamecanismos doble) 2 unidades (Caja portamecanismos WiFi)	
Sala de audiovisuales	4 unidad (Caja portamecanismos doble) 1 unidades (Caja portamecanismos WiFi)	

## 2.7. Seguridad

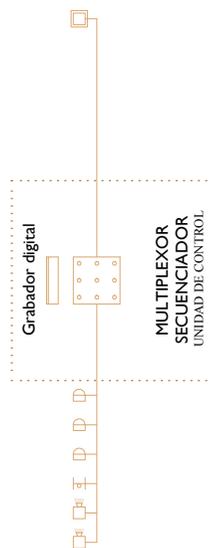
Debido al carácter público de la edificación, así como por su situación aislada y un tanto alejada del núcleo urbano, se decide realizar el proyecto de esta instalación, tanto para la seguridad y control de los visitantes como del propio edificio y su contenido.

La instalación de seguridad del edificio se conforma por un **bucle analógico** que conecta los detectores con la **central seguridad de intrusión** situada en recepción.

La instalación de seguridad abarca la totalidad del edificio. Se ha dispuesto detectores volumétricos debido a su fácil acceso desde la calle, alarmas tanto interiores como exteriores y control de tarjetas en puertas de acceso.

La instalación está formada por:

- Central de seguridad
  - Circuito cerrado de televisión CCTV, conecta todas las cámaras con el multiplexor y la unidad de control con un grabador digital y el monitor CCTV.
- Módulo de comunicación IP
- Teclado LCD
- Detectores
  - Detector rotura de cristal AjaxAJ-GLASSPROTECT-W inalámbrico bidireccional 868 Mhz Jeweller (1 uds).
- Cámaras
  - Cámara exterior IP Foscam 180° 9m smart. Se sitúan en el exterior, en los accesos al edificio (2 uds).
  - Cámara interior IP minidomo techo 360° full HD. Se sitúan en el exterior, en los accesos al edificio (2 uds).



Este sistema se localiza en el vestíbulo de recepción donde se encuentra en todo momento una personal de recepción al centro y detrás el local de instalaciones **L2** de apoyo.

