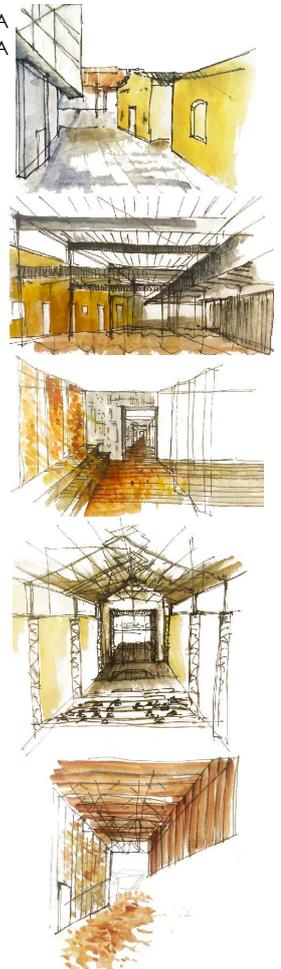


L A M E M O R I A A P A G A D A

NUEVO CONSERVATORIO DE DANZA EN LA REAL FÁBRICA DE ARTILLERÍA DE SEVILLA  
BELÉN MANZANO MENDOZA



“Se acunó en los brazos del olvido  
y huyó lejos... muy lejos...  
quedando oculto para siempre  
a la sombra leve de la memoria apagada”

MDGM

## ÍNDICE

### A. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

1. CONDICIONANTES DEL EMPLAZAMIENTO Y ANÁLISIS
2. PUNTO DE PARTIDA: ANÁLISIS HISTÓRICO.
3. ANÁLISIS URBANÍSTICO
4. REACTIVANDO "LA MEMORIA APAGADA". CONCEPCIÓN DE PROYECTO.
  - 4.1. PRIMEROS PASOS DE PROYECTO. IMPORTANCIA DEL VACÍO.
  - 4.2. NUEVA IMAGEN DE LA FÁBRICA DE ARTILLERÍA. EDIFICIO PRINCIPAL DE AULARIO
  - 4.3. UN NUEVO FOCO DE ATENCIÓN EN EL CONJUNTO. UN NUEVO AUDITORIO.
  - 4.4. ESPACIOS DE TRANSICIÓN Y TELÓN DE FONDO.
5. CONCEPCIÓN DE FILTROS.
6. EL AULA DE DANZA.

### B. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE ESTRUCTURAS. SISTEMA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIÓN

#### 1. EDIFICIO PRINCIPAL DE AULARIO

- 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ADECUACIÓN AL PROYECTO ARQUITECTÓNICO
- 1.2. DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN Y CORTE TIPO DEL TERRENO
- 1.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN
- 1.4. ACCIONES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO
- 1.5. CIMENTACIÓN
- 1.6. PROGRAMA DE CÁLCULO

#### A.1. VIGA TRIANGULADA DE CUBIERTA

- A.1.6.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO
- A.1.6.2. ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL MODELO
- A.1.7. ESTADOS LÍMITES
  - A.1.7.1. COMPROBACIÓN FLECHA (ELS)
  - A.1.7.2. ELU

#### A.2. VUELO METÁLICO EN EXTREMO

- A.2.6.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO
- A.2.6.2. ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL MODELO
- A.2.7. ESTADOS LÍMITES
  - A.2.7.1. COMPROBACIÓN FLECHA (ELS)
  - A.2.7.2. DESPLOMES
  - A.2.7.3. ELU

#### A.3. ESTRUCTURA BASE DE HORMIGÓN ARMADO

- A.3.6.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO
- A.3.6.2. ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL MODELO
- A.3.7. ESTADOS LÍMITES
  - A.3.7.1. DESPLOMES
  - A.3.7.2. ELU

#### 2. MEDIATECA EN LA NAVE DE MONTAJES

- 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ADECUACIÓN AL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

- 2.2. DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN Y CORTE TIPO DEL TERRENO
- 2.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN
- 2.4. ACCIONES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO
- 2.5. PROGRAMA DE CÁLCULO
  - 2.5.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO
  - 2.5.2. OPTIMIZACIÓN DEL MODELO
  - 2.5.3. ANÁLISIS DEL MODELO OPTIMIZADO
- 2.6. ESTADOS LÍMITES
  - 2.6.1. COMPROBACIÓN FLECHA (ELS)
  - 2.6.2. ELU

### **C. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CONSTRUCCIÓN**

- 1. DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS
- 2. JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO CTE DB-HS. SALUBRIDAD
- 3. MEDICIONES
  - 3.1. PRESUPUESTO APROXIMADO GLOBAL DEL EDIFICIO
  - 3.2. MEDICIONES DE LA ENVOLVENTE
- 4. PLIEGO DE CONDIICONES

### **D. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE ACÚSTICA**

- 1. PROYECTO DE CONSERVATORIO DE DANZA ESCOGIDO
- 2. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EMPLEADAS EN EL CASO DE ESTUDIO
- 3. CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS DB-HR
  - a. EXIGENCIA DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO
  - b. EXIGENCIA DE AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO DE PARTICIONES INTERIORES
    - i. IMPACTO ADYACENTE ENTRE DOS RECINTOS
    - ii. IMPACTO SUPERPUESTO ENTRE DOS RECINTOS
    - iii. IMPACTO CRUZADO ENTRE DOS RECINTOS
  - c. EXIGENCIA DE AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO DE FACHADA

### **E. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE INSTALACIONES**

- 1. VERIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO BÁSICO
  - a. Prestaciones asignadas al proyecto por los sistemas y estrategias
  - b. Limitación de la Demanda (DB HE 1)
- 2. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA PROPUESTA. CONDICIONES PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS.
  - a. Cumplimiento CTE DB SI-1
  - b. Cumplimiento CTE DB SI-2
  - c. Cumplimiento CTE DB SI-3
  - d. Cumplimiento CTE DB SI-5
- 3. ANÁLISIS DE INSTALACIONES DEL EDIFICIO PRINCIPAL DE AULARIO
  - 3.1. Estudio previo de sistemas y dotaciones. Superficies útiles de locales técnicos.
  - 3.2. Instalación de protección contra incendios (db si-4)
  - 3.3. Instalación de agua fría sanitaria. Dimensionado de la instalación.

- 3.4. Instalación de agua caliente sanitaria  
Dimensionado de la instalación.
- 3.5. Instalación de saneamiento.  
Dimensionado de la instalación.
- 3.6. Instalación de electricidad.  
Dimensionado de la instalación.
- 3.7. Instalación de alumbrado  
Dimensionado de la instalación e introducción en el programa de cálculo.
- 3.8. Instalación de puesta a tierra y rayo  
Comprobación de la necesidad de la instalación s/DB-SUA.
- 3.9. Instalación de red de voz y datos  
Previsión de tomas.
- 3.10. Instalación de seguridad e intrusión
- 3.11. Instalación de climatización y ventilación.  
  
Dimensionado de la red de ventilación.  
Dimensionado de la red de climatización.  
Dimensionado de la red de ventilación del garaje.

## **A. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **1. CONDICIONANTES DEL EMPLAZAMIENTO Y ANÁLISIS**

El proyecto se sitúa en la Real Fábrica de Artillería de Sevilla en la avenida Eduardo Dato. De su localización hay que destacar su posición estratégica en la ciudad de Sevilla debido a su gran proximidad al Casco Histórico y a su conexión con importantes arterias de movilidad.

Se comienza a describir el proyecto por su localización, ya que es clave en el punto de partida de concepción de la idea. El proyecto trata de un nuevo conservatorio de danza, sin embargo, su posición en la ciudad hace avanzar un paso más para que el proyecto se convierta en un nuevo "DISTRITO DE LA DANZA". Un espacio capaz de reactivar todo su entorno y que no solo sea un equipamiento a nivel barrio, sino que sea capaz de trabajar a nivel ciudad. Este distrito no solo albergará un nuevo conservatorio para la ciudad de Sevilla, actualmente en deterioro, sino también múltiples usos que le harán trabajar como un foco de actividad para la población. El objetivo es conseguir un nuevo hito cultural en la ciudad de Sevilla focalizado en la danza con un conservatorio, una mediateca, unas aulas públicas para profesionales e incluso un auditorio, que será el foco de atención del ámbito. Así se crea un nuevo hito en la ciudad que funcione ininterrumpidamente y en el que no cese la actividad. Pero este concepto de "Distrito de la Danza" también se focaliza en un aspecto muy importante de proyecto, la creación de un nuevo espacio libre gracias a la gran superficie del ámbito, capaz de funcionar igualmente a nivel ciudad. De este modo, el gran espacio verde se entremezclará con los espacios escénicos, el ocio, la cultura y la danza.

### **2. PUNTO DE PARTIDA: ANÁLISIS HISTÓRICO**

Pero para poder actuar en un lugar tan privilegiado, hay que comenzar con su patrimonio histórico, arquitectónico y cultural. En concreto este análisis se enfoca en el plano de huertas histórico, de vital importancia en la historia del conjunto de la fábrica. En él destaca la fuerte presencia de la trama urbana del Centro Histórico y el antiguo trazado del río Tagarete (ahora subterráneo) que transcurría por la calle Jose María Moreno Galván. Estos dos hitos marcan el entorno más próximo de la fábrica. También se puede apreciar la fuerte presencia de vegetación como eran las huertas, los cultivos y el comienzo de la degradación de la trama urbana hacia la periferia. Otra realidad para destacar es la clara conexión entre la parte antigua de la fábrica con las nuevas edificaciones (donde se situará el proyecto). Esta conexión marca un claro eje entre lo nuevo y lo antiguo, una clara linealidad que marcará los futuros crecimientos de la fábrica y del nuevo proyecto a llevar a cabo.

El proceso de transformación del conjunto ha sido constante. La ampliación paulatina ha ido suponiendo, a lo largo del tiempo, una forma de crecimiento mediante la adición de volúmenes. Estos volúmenes se encontraban aislados en el gran vacío del conjunto, sin embargo, siempre han trabajado en conjunto. Este concepto ha sido clave en el entendimiento del ámbito y uno de los puntos de partida del proyecto. El nuevo conservatorio parte de la idea de continuar con el crecimiento de la fábrica siguiendo el eje histórico trazado mediante la adición de un nuevo volumen en el ámbito, aislado del resto, pero que, gracias a él, las naves de la fábrica vuelven a trabajar en sintonía.

### **3. ANÁLISIS DEL ENTORNO PRÓXIMO**

El proyecto plantea un nuevo equipamiento y espacio libre que sea capaz de trabajar a nivel ciudad e incorporarse a la red existente de dotaciones y espacios libres. Por este motivo, se hace fundamental estudiar la accesibilidad y conexiones en el entorno más próximo. Se concreta que existen dos fuertes vías principales: la avenida Luis Montoto,

un eje de acceso rápido y de conexión con la SE-30 (posibles conexiones con otras poblaciones fuera de la ciudad de Sevilla) y la avenida Eduardo Dato, un eje de carácter patrimonial con itinerarios de espacios libres. Ambas establecen una conexión directa con el casco histórico y suponen una fuerte conexión este-oeste. Teniendo en cuenta esos dos ejes tan significativos, se establece un orden de jerarquía para los viarios norte-sur, la avenida Menéndez Pelayo como ronda del casco histórico y altamente transitada tanto por acceso rodado como peatonal, la avenida Buhaira como eje de conexión de acceso rápido y, por último, la calle Jose María Moreno Galván, que también se considera como una vía de carácter más secundario y perjudicial para el proyecto por su alta contaminación acústica por el intenso tráfico (objeto de proyecto).

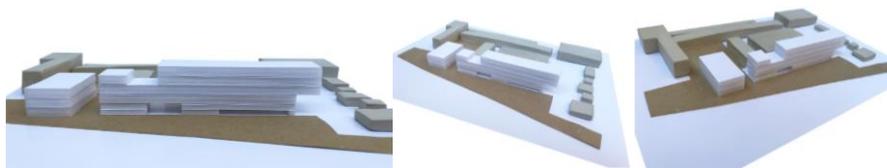
El análisis de la parcela con el entorno aporta una nueva visión. La fábrica supone un gran vacío en su entorno, ofreciendo la posibilidad de crear un gran espacio libre, como se ha comentado anteriormente. De este modo, se plantea un ámbito urbanístico como entorno más próximo de la fábrica delimitado por las avenidas Eduardo Dato, la avenida Buhaira, la avenida Menéndez Pelayo y la avenida Luis Montoto. Este ámbito es considerado como una super manzana con fuerte viario perimetral de acceso rodado que incluye además numerosas paradas de transporte público y una red de carril bici. En su interior se contempla un viario más secundario de interior de manzana de acceso a viviendas y al conservatorio junto con una serie de itinerarios peatonales de los cuales destaca el gran paseo propuesto en la Calle Jose María Moreno Galván, uno de los límites de la parcela más conflictivos y que será principal objetivo de remodelación. Esta calle ha sido perjudicial para el conjunto, además de por su intenso tráfico y alta contaminación acústica, también por sus deficientes espacios públicos. Por este motivo, el proyecto propone ceder espacios libres a la calle para crear un gran eje peatonal de conexión de la super manzana.

#### **4. REACTIVANDO “LA MEMORIA APAGADA”. CONCEPCIÓN DE PROYECTO.**

##### **4.1. PRIMEROS PASOS DE PROYECTO. IMPORTANCIA DEL VACÍO.**

En la primera visita al ámbito, las primeras sensaciones fueron de una ruina olvidada, aislada del exterior, encerrada y escondida entre sus muros. El concepto de recinto siempre ha estado presente en el proyecto, un mundo interior escondido en el cual la presencia del vacío es imponente. Las naves de la fábrica se conciben como piezas aisladas dentro del conjunto pero que siempre han tenido una relación entre ellas y han sabido trabajar en conjunto.

El proyecto se contempla como una nueva etapa del crecimiento de la fábrica, un nuevo volumen más, aislado del resto pero que hace que las demás piezas del conjunto vuelvan a cobrar vida y a tener una función. El nuevo distrito de la danza tiene como objetivo volver a dar a vida a todas las piezas del conjunto de forma que se articulen entre ellas y que vuelvan a funcionar entre sí como cuando la fábrica estaba en funcionamiento. Esta nueva adición de piezas sigue la linealidad y geometría de la fábrica, creando una nueva pieza paralela al eje histórico de la parcela. De este modo se concibe una nueva calle, “La calle de la danza”, un nuevo eje en el que el conservatorio, la mediateca, la sala B y el auditorio se ponen en relación.



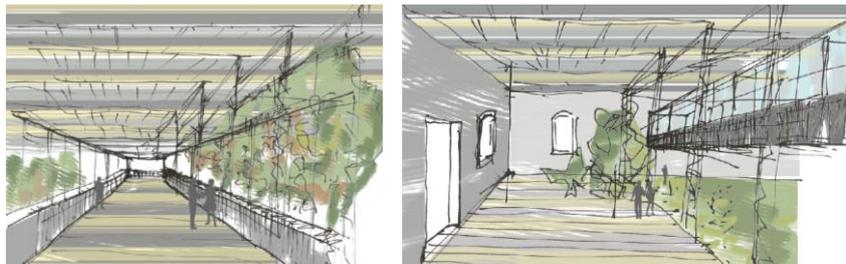
*Primeras ideas. Proceso de trabajo. Concepción de volumetría del conjunto.*

Esa relación entre las piezas del conjunto se crea a partir del vacío tan característico de la parcela, por lo que la importancia de los espacios libres del conjunto se hace notar. El proyecto parte de la caracterización de los espacios públicos que acogerán las naves y el nuevo edificio. Una nueva plaza interior, un nuevo eje, espacios de transición, una plaza abierta hacia la calle, un nuevo espacio libre escondido en el interior de la parcela, donde la danza y la vegetación se unen.

#### 4.2. NUEVA IMAGEN DE LA FÁBRICA DE ARTILLERÍA. EDIFICIO PRINCIPAL DE AULARIO

La concepción de recinto trae consigo el estudio de los límites de la parcela, en el cual se tiene en cuenta la deficiencia del límite oeste con la calle Jose María Moreno Galván. Esta gran vía se concibe perjudicial para el ámbito debido a su alta intensidad de tráfico que conlleva a la alta contaminación acústica. Por este motivo, este es uno de los aspectos más importantes a tratar en el proyecto. La apertura de la fábrica hacia el oeste, rehabilitando los espacios públicos de la calle y cediendo espacio libre, provoca una nueva relación de la parcela con la ciudad. Asimismo, se crea una nueva imagen a la Real Fábrica de Artillería. Hasta ahora, una gran arboleda y grandes muros deteriorados ocultaban el interior de la fábrica, solo la fachada oeste de la nave norte de fundición sobresalía. El nuevo edificio crea esa nueva fachada, una fachada que hace alusión a lo que se esconde en el interior de la fábrica, una fachada de dientes de sierra de cobre, de carácter metálica y tremendamente significativa. Esta nueva imagen de la fábrica forma parte del edificio principal de aulario, que alberga en su interior la gran parte de las aulas del conservatorio de danza. Un edificio que híbrido, capaz de doblarse por sí mismo, capaz de crear miradas hacia el interior del conjunto. Una entrada al conjunto angosta, de escasa altura, para luego poder observar todo el esplendor del conjunto y de la fachada de la nave de montajes. Un cruce de parcela en el que el edificio se eleva sobre sí mismo para dejarle paso. Un patio exterior en la última planta, donde el espacio público vuelve a adueñarse de las piezas del conjunto. Esta capacidad de hibridez es proporcionada por la tan significativa estructura que toma un papel fundamental en el edificio. Dos grandes cerchas en cubierta soportan los dos grandes vuelos de los extremos y todas las plantas bajo ellos.

El edificio principal de aulas crea de nuevo ese carácter de recinto, tan particular del conjunto, al mismo tiempo cerrado e impenetrable y abierto y sincero. En su interior alberga el conjunto de naves de la fábrica que vuelven a tener uso en el conservatorio. La nave de montajes alberga una gran plaza interior, un nuevo espacio rehabilitado con arboleda, espacios de ocio y estanques. La nave queda libre en planta baja, pudiendo ser recorrida completamente, mientras que en planta alta se elevan tres cajas de cristal colgadas de la estructura existente. La tan característica estructura de puente grúa vuelve a tener uso, en vez de cañones, ahora sujetan los módulos de cristal que albergan los espacios de la nueva mediateca. Estos nuevos espacios proporcionan al visitante un nuevo punto de vista desde el cual observar la nave de montajes.



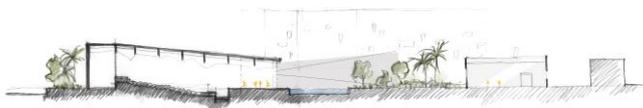
Primeras ideas. Proceso de trabajo. Croquis de interior de la nave de montajes.

### 4.3. UN NUEVO FOCO DE ATENCIÓN EN EL CONJUNTO. UN NUEVO AUDITORIO.



*Una mirada hacia el interior. Fundación Calouste Gulbenkian, Lisboa.*

Un nuevo auditorio como foco de atención de actividad. La nave de fundición ha sido el icono de la fábrica desde el exterior, puesto que era la única fachada que se veía desde el exterior. Por este motivo y por su gran espacialidad, se ha creído necesario e imprescindible situar el auditorio en su interior. De este modo, la fachada tan reconocible queda vista, mientras que, en su interior, el auditorio se esparce hacia el espacio público de la parcela. Se concibe un auditorio con capacidad de 400 plazas, con la característica de que su escenario se encuentra abierto al gran espacio libre del interior del conjunto, al espacio público escénico. Un escenario que es capaz de abrirse y fundirse con el exterior, creando un escenario al aire libre. Para ello, una cubierta de cobre se eleva sobre los escenarios creando un enfoque dramático y un telón de fondo. El espacio escénico exterior lo protagoniza un gran estanque y culmina con un graderío al aire libre que vuelve a mirar hacia el auditorio.



*Un escenario capaz de volcarse hacia el exterior. Fundación Calouste Gulbenkian, Lisboa.  
Primeras ideas y croquis.*

### 4.4. ESPACIOS DE TRANSICIÓN Y TELÓN DE FONDO.

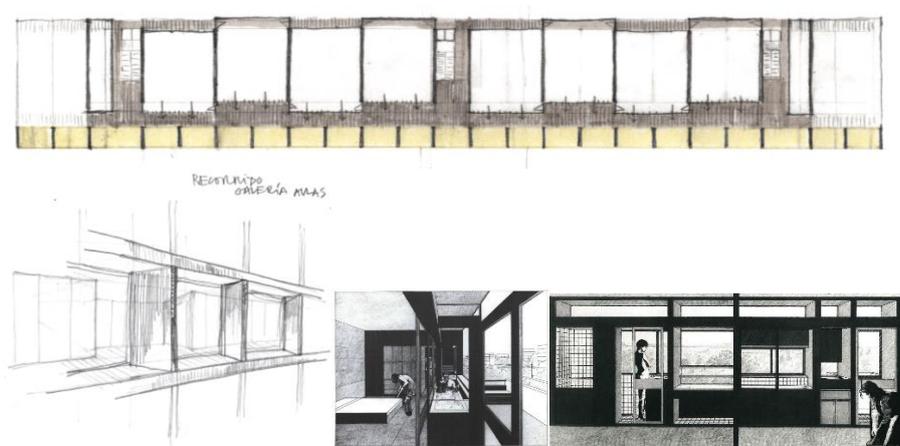
Entre el auditorio, el espacio escénico exterior y la mediateca de la nave de montajes, la nave de chapa, una pieza que sirve de grapa entre estos espacios y que alberga el uso de sala B. Una nave que recupera la transparencia norte-sur con la capacidad de abrirse y unirse con el espacio público.

Como telón de fondo del conjunto, las aulas públicas, situadas en las naves anexas a las viviendas de los obreros. Rehabilitando su fachada existente que conforma el eje histórico de la parcela, en su interior se crea nueva zona de aulario. La crujía disfuncional y deteriorada existente de las naves pasa a funcionar como una sola, creando una nueva cubierta capaz de albergar todas las aulas. El espacio libre se adentra en las naves creando patios de entrada a las aulas públicas, en las que profesionales de la danza puedan ir a practicar y ensayar. Grandes aulas se reparten a lo largo de toda la crujía mediante un nuevo concepto, la flexibilidad. Las aulas pueden abrirse o cerrarse en función del uso y bailarines que sea necesario.

## 5. CONCEPCIÓN DE FILTROS

El concepto de filtro se hace recurrente en todo el proyecto. El edificio principal de aulas crea un nuevo filtro hacia el conjunto, una nueva forma de acceder a la fábrica, de forma controlada. El hecho de volver a recurrir al concepto de recinto, volver a ocultar el interior del conjunto a la calle Jose María Moreno Galván, una calle ruidosa y ajetreada, para llegar a la tranquilidad de los espacios libres y la danza de la parcela.

En el interior del edificio principal de aula de nuevo vuelve a estar presente este concepto. Para evitar el excesivo soleamiento en la fachada oeste y crear un gradiente de espacios, se conciben una serie de filtros en la planta del aula. En primer lugar, un espacio de graderío y estancia en la cara oeste, que mira hacia el interior. En segundo lugar, un espacio de circulación que da acceso, en tercer lugar, al aula de danza, orientada hacia el este y mirando hacia el interior de la fábrica. Finalmente, un último filtro, una galería exterior que recorre todo el edificio en su cara este.



Primeras ideas y croquis. Concepción de filtros. Referencia a Hidden Architecture, Domus Demain, Yves Lyon.

Estos filtros no solo se conciben como estrategia de soleamiento, sino también como espacios de transición y de relación. Espacios intermedios donde se produzca un encuentro entre bailarines, profesores y público exterior. Un nuevo espacio de relación.



Primeras ideas. Residencia de ancianos, Herman Hertzberg.

## 6. EL AULA DE DANZA.

El aula de danza se concibe como un espacio flexible, capaz de mutar según la necesidad y el uso. Se crean varios tipos de aulas de danza, unas de mayor dimensión que otras. El aula de danza tipo se concibe como un espacio de 10x12m capaz de abrirse hacia el espacio de circulación y graderío para convertirse en un aula de 10x18m.

Múltiples espacios se encuentran escondidos en el edificio, no solo el aula de danza, sino también grandes espacios escénicos de doble altura.

## **B. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE ESTRUCTURAS. SISTEMA ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIÓN**

El desarrollo del proyecto de ejecución de estructuras se realizará en concreto para dos edificios del conjunto, los más significativos. Por un lado, el edificio principal de aulario, de nueva construcción, con una importante presencia de estructuras en el proyecto y un gran desarrollo de ejecución y cálculo. Por otro lado, se desarrolla la intervención de la mediateca en la nave central de montajes, teniendo en cuenta respetando la estructura existente.

### **1. EDIFICIO PRINCIPAL DE AULARIO**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ADECUACIÓN AL PROYECTO ARQUITECTÓNICO**

El edificio principal de aulas conforma la nueva fachada e imagen de la Fábrica de Artillería, una nueva imagen híbrida capaz de deformarse, creando grandes vuelos en plantas inferiores y grandes aberturas en las plantas superiores. En este concepto de hibridación, la limpieza estructural y la transparencia del proyecto resaltan con fuerza a la hora del diseño.

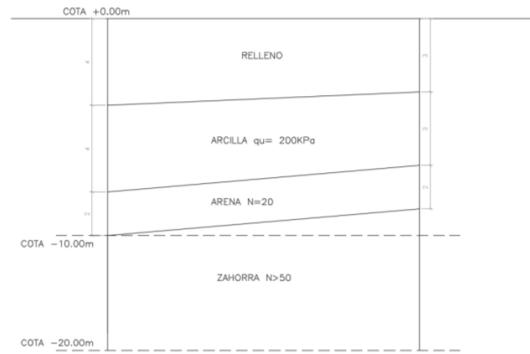
La idea inicial de la estructura parte del concepto de que el espacio público y el espacio de aulas se fundan en uno solo. Las aulas son capaces de abrirse a un espacio de gradas y de estancia, por este motivo, se crea una estructura de hormigón muy clara que define y divide el espacio de las aulas con grandes vigas de descuelgue y grandes pantallas de hormigón.

Sin embargo, este concepto de fortaleza y rotundidad del hormigón se diluye en los extremos del edificio donde comienza a deformarse. Los extremos se comportan como vuelos y, para un mejor comportamiento de la estructura, estos se diseñan en estructura metálica. Para llevar a cabo a la realidad, estos grandes vuelos de 15m se proyecta en cubierta una gran viga triangulada de la cual cuelguen los dos vuelos extremos.

De este modo, el edificio alberga la rotundidad del hormigón armado en su parte central y la flexibilidad del acero en sus extremos. Por este motivo, se decide analizar tres modelos de cálculo: la viga triangulada de cubierta, el vuelo extremo de estructura metálica y la parte central de hormigón armado.

#### **1.2. DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN Y CORTE TIPO DEL TERRENO**

Para el edificio principal se diseña una cimentación profunda por pilotes debido a las grandes cargas puntuales que se generan en el edificio y al corte tipo del terreno. Por este motivo, se tiene en cuenta que existe una primera capa de relleno sobre la cual no se puede cimentar.



Además, por las preexistencias de las naves de la Fábrica de Artillería se prevén pilotes de barrena, en vez de hincados, para evitar posibles deformaciones y riesgos en las naves colindantes.

### 1.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

EHE-08. Instrucción de hormigón estructural 2008

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

CTE-DB-SE-A Acero

CTE-DB-SE-C Cimientos

NCSE-02. Norma de construcción sismo-resistente.

### 1.4. ACCIONES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO

#### ACCIONES CONSIDERADAS

##### 1. ACCIONES PERMANENTES

Las acciones permanentes que se han tenido en cuenta a la hora del cálculo se toman de la normativa DB SE- AE Acciones en la Edificación.

- Cubierta: cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava:  $2.5\text{KN/m}^2$
- Forjado tipo: losa alveolar de canto 50cm junto con una capa de compresión de 5cm:  $5.35\text{KN/m}^2$  (obtenido del fabricante).
- Solearía: pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total  $< 0.08\text{m}$ :  $1\text{KN/m}^2$ .
- Tabiquería: tablero o tabique simple; grueso total  $< 0.09\text{m}$ :  $1\text{KN/m}^2$
- Cerramiento de fachada de vidrio:  $1\text{KN/m}$
- Cerramiento de fachada de cobre:  $3\text{KN/m}$  (obtenido del fabricante).

##### 2. ACCIONES VARIABLES

- Sobrecarga de uso en planta tipo: C. Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D).  
En el caso de espacios comunes: C3. Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.:  $5\text{KN/m}^2$   
En el caso de las aulas de danza: C4. Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas:  $5\text{KN/m}^2$

- Sobrecarga de uso en cubierta: G. Cubiertas accesibles únicamente para conservación. G1. Cubiertas con inclinación inferior a 20°: 1KN/m<sup>2</sup>.
- Sobrecarga de nieve: 0.2 KN/m<sup>2</sup>

### 3. ACCIONES TÉRMICAS

No se tienen en cuenta las acciones térmicas en el cálculo puesto que se dispone de una junta estructural que divide el edificio en dos módulos. Asimismo, en la viga triangulada de cubierta se tendrán en cuenta de modo que sus apoyos permitan el libre movimiento de esta.

### 4. VIENTO

La carga de viento se establece en función del apartado 3.3. del CTE-DB-SE-AE, considerándose un esfuerzo perpendicular al plano vertical.

Esta carga se analiza en los tres modelos de cálculo. En el modelo de la viga triangulada no se introduce la carga de viento por no tener cerramiento y se desprecia las cargas mínimas que se efectúen en los perfiles, aunque sí se tendrán en cuenta los esfuerzos que transmita el viento en los vuelos que sostiene. En el modelo de la parte central de hormigón armado, CYPECAD calcula la carga de viento teniendo en cuenta que solo ejerce en el eje Y.

Por último, en el modelo del vuelo metálico, se introduce una carga de horizontal de viento en los nudos de las barras, teniendo en cuenta tres hipótesis de cálculo: X positivo, X negativo y Y negativo. Para el cálculo de la carga de viento en este modelo se tiene en cuenta la siguiente expresión:

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

La presión dinámica del viento ( $q_b$ ) se dimensiona de forma simplificada como 0.5KN/m<sup>2</sup>, como valor para cualquier punto del territorio español. Igualmente, el coeficiente de exposición ( $c_e$ ) se dimensiona con un valor de 2, válido en edificios urbanos de hasta 8 plantas. El último término, el coeficiente eólico, se dimensiona según el apartado 3.3.4. Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos, en función de la esbeltez del edificio.

ESBELTEZ EN EJE X=25,2/15,76=1,6											
NUDO	PLANTA	$q_b$	$c_e$	$c_p$ presión (KN/m <sup>2</sup> )	$c_p$ succión (KN/m <sup>2</sup> )	Altura de influencia	$q_e$ presión (KN/m)	$q_e$ succión (KN/m)	Anchura de influencia	$q_e$ presión(KN)	$q_e$ succión (KN)
1	P4	0,5	2	1,02	-0,77	2,35	2,40	-1,81	1,55	3,72	-2,80
2	P4	0,5	2	1,02	-0,77	2,35	2,40	-1,81	3,13	7,50	-5,66
3	P4	0,5	2	1,02	-0,77	2,35	2,40	-1,81	3,13	7,50	-5,66
4	P4	0,5	2	1,02	-0,77	4,7	4,79	-3,62	3,13	15,01	-11,33
5	P4	0,5	2	1,02	-0,77	4,7	4,79	-3,62	3,13	15,01	-11,33
6	P4	0,5	2	1,02	-0,77	4,7	4,79	-3,62	1,58	7,57	-5,72
1	P3	0,5	2	1,02	-0,77	4,7	4,79	-3,62	1,55	7,43	-5,61
2	P3	0,5	2	1,02	-0,77	4,7	4,79	-3,62	3,13	15,01	-11,33
3	P3	0,5	2	1,02	-0,77	4,7	4,79	-3,62	3,13	15,01	-11,33
1	P2	0,5	2	1,02	-0,77	2,35	2,40	-1,81	1,55	3,72	-2,80
2	P2	0,5	2	1,02	-0,77	2,35	2,40	-1,81	3,13	7,50	-5,66
3	P2	0,5	2	1,02	-0,77	2,35	2,40	-1,81	3,13	7,50	-5,66
4	P2	0,5	2	1,02	-0,77	4,7	4,79	-3,62	3,13	15,01	-11,33
5	P2	0,5	2	1,02	-0,77	4,7	4,79	-3,62	3,13	15,01	-11,33

6	P2	0,5	2	1,02	-0,77	4,7	4,79	-3,62	1,58	7,57	-5,72
---	----	-----	---	------	-------	-----	------	-------	------	------	-------

ESBELTEZ EN EJE Y=25,2/20,5=1,22											
NUDO	PLANTA	qb	ce	cp presión (KN/m2)	cp succión (KN/m2)	Altura de influencia	qe presión (KN/m)	qe succión (KN/m)	Anchura de influencia	qe presión(KN)	qe succión (KN)
1	-	0,5	2	0,8	-0,6	4,7	3,76	-2,82	0,98	3,68	-2,76
2	-	0,5	2	0,8	-0,6	4,7	3,76	-2,82	4,28	16,09	-12,07
3	-	0,5	2	0,8	-0,6	4,7	3,76	-2,82	6,6	24,82	-18,61
4	-	0,5	2	0,8	-0,6	4,7	3,76	-2,82	6	22,56	-16,92
5	-	0,5	2	0,8	-0,6	4,7	3,76	-2,82	2,65	9,96	-7,47

## 5. SISMO

En primer lugar, para comprobar si es necesario tener en cuenta la normativa sísmica, se tiene en cuenta que el edificio es de importancia normal y que tiene 7 plantas de altura.

De este modo, según el apartado 1.2.3. *Criterios de aplicación de la Norma*, "en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0.08g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  es igual o mayor de 0.08g."

Según la normativa, el edificio en cuestión estaría en el límite de plantas, puesto que se indica que será de aplicación para edificios mayores de 7 plantas, mientras que el conservatorio consta de siete plantas justo. Aun así, se comprueba la aceleración sísmica de cálculo.

Hay que tener en cuenta la situación del edificio. Se localiza en Sevilla con una aceleración sísmica  $a_b$  de 0.07g.

Para calcular la aceleración sísmica de cálculo según el apartado 2.2. *Aceleración sísmica de cálculo*:

$$A_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

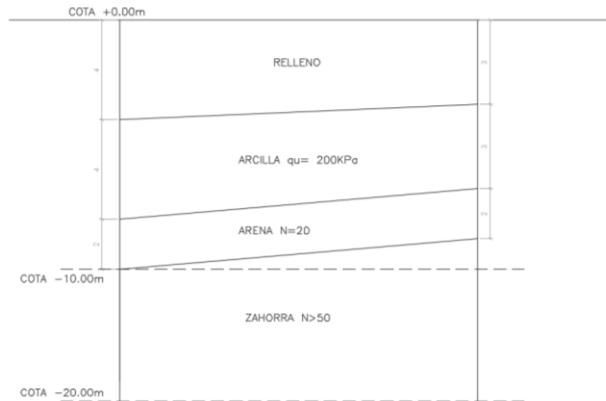
$\rho$ : para construcciones de importancia normal= 1

S: coeficiente de amplificación del terreno. Hay que tener en cuenta que  $a_b \cdot \rho = 0.07$ . De este modo,

$$S = C / 1.25$$

Siendo C: coeficiente del terreno.

Este coeficiente depende de la sección del terreno en el que se sitúa el edificio. Por un lado, la zahorra (nivel al que vamos a pilotar) es un terreno tipo I, mientras la arena es un terreno tipo III, la arcilla es de tipo II y el relleno es tipo IV, según lo establecido en el apartado C.2.4 *Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno*.



De este modo, el coeficiente  $C$  es un valor medio al ponderar los coeficientes de cada estrato del terreno con su respectivo espesor. Los valores del coeficiente de cada estrato dependen de la tabla 2.1. *Coefficientes del terreno.*

El estudio del terreno no se realizará hasta los 30m como se indica en la norma en el apartado 2.4. *Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno.* Es suficiente con llegar hasta los 20m de profundidad, ya que se alcanza el terreno tipo I con la capa de zahorra, tal y como se indica en el apartado C.2.4 *Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno.*: "En muchos casos no será necesario que los reconocimientos del terreno alcancen los 30m de profundidad, siendo suficiente determinar los espesores de las capas superficiales y la profundidad del techo del terreno tipo I."

$$C = \frac{2 \cdot 4m + 1.3 \cdot 4m + 1.6 \cdot 2m + 1 \cdot 10m}{20m} = 1.32$$

$$S = 1.32 / 1.25 = 1.05$$

$$A_c = 1.05 \cdot 1 \cdot 0.07 = 0.073g$$

La aceleración sísmica de cálculo es inferior a 0.08g, por este motivo, no es necesario la aplicación de la normativa sísmica a este edificio, por no ser una aceleración igual o superior a 0.08g.

## 1.5. CIMENTACIÓN

Para el cálculo de la cimentación se ha introducido el modelo de la parte central en CYPECAD y se han extrapolado los resultados al resto del edificio. Así se introducen tres tipos de pilotes.

Para el muro de sótano se disponen pilotes de 55cm a tresbolillo, mientras que en los núcleos de hormigón armado se disponen 6 pilotes de  $\emptyset 65$ .

Para los pilares apantallados se introducen pilotes  $\emptyset 85$  en encepados de dos y tres pilotes en función de las cargas de los pilares. Para los pilares más desfavorables P9, P10, P25, P26, P27 y P28 con un axil superior a 3000 KN se considera un encepado de 3 pilotes de  $\emptyset 85$ . Para los pilares P7, P8, P11, P16, P17, P18, P19 y P24 se considera un encepado de 2 pilotes de  $\emptyset 85$ . Por último para los pilares de sótano P34, P35, P36, P37 y P38 se considera un encepado de 2 pilotes de  $\emptyset 55$ .

PILOTE Ø65

Lado (cuadrado) o D (circular)	Long. Pantalla (solo P)	d eqi (m)	Area (m2)	Perimetro (m)	L max (m)	L min (m)	ΔL (m)	Hindo/Exdo	L fuera ter	Encepado (m)	HA (N/mm2)	E (kPa)
0.65		0.65	0.33	2.04	20	10.5	0.5	E	0	0.55	30	24248711.31

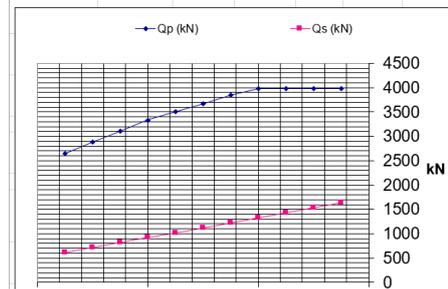
CIG/GWP/GMC	zinf (m)	qc (kPa)	fs (kPa)	qu (kPa)	N	N*	Arena	Arcilla	qs		qp	
									qs (kPa)	Arena	Arcilla	qp (kPa)
C	4.00				0	0	0.00	FALSO	0.00	0.00	0.00	0.00
C	8.00			200.00	0	0	0.00	50.00	50.00	0.00	900.00	900.00
G	10.00				20	20	25.00	0.00	25.00	4000.00	0.00	4000.00
GWP	20.00				50	50	100.00	0.00	100.00	12000.00	0.00	12000.00
C	200.00				0	0	0.00	FALSO	0.00	0.00	0.00	0.00

L (m)	Punta en	qp (kPa)	Qp (kN)	Qs (kN)	Qadm (kN)	ALFA	SI
10.50	GWP	7956.41	2640.18	612.61	<b>1084.26</b>	0.91	0.01753
11.00	GWP	8667.95	2876.29	714.71	<b>1197.00</b>	0.90	0.01772
11.50	GWP	9379.49	3112.40	816.81	<b>1309.74</b>	0.90	0.01793
12.00	GWP	10051.28	3335.32	918.92	<b>1418.08</b>	0.89	0.01814
12.50	GWP	10564.10	3505.49	1021.02	<b>1508.84</b>	0.89	0.01833
13.00	GWP	11076.92	3675.66	1123.12	<b>1599.59</b>	0.88	0.01853
13.50	GWP	11589.74	3845.83	1225.22	<b>1690.35</b>	0.88	0.01874
14.00	GWP	12000.00	3981.97	1327.32	<b>1769.76</b>	0.88	0.01894
14.50	GWP	12000.00	3981.97	1429.42	<b>1803.80</b>	0.87	0.01907
15.00	GWP	12000.00	3981.97	1531.53	<b>1837.83</b>	0.86	0.01920
15.50	GWP	12000.00	3981.97	1633.63	<b>1871.87</b>	0.85	0.01933

Coefs. de seguridad		
Fp		Fs
3		3

qs (kPa)	qp (kPa)
100	12000
51	10000



EJECUCIÓN	SUELO FIRME	ROCA	fp MPa (sólo pilotes pretensados)
Hincado Hormigón pretensado	1		
Hincado Hormigón armado	2		TIPO DE PILOTES Y EJECUCIÓN
Perforado entubado	3	7	5
Perforado todos	4	8	RESIST. BASE (PARA FOK=25)
Perforado en seco	4	8	3.50
Barrenados sin control de parámetros			TOPE ESTRUCT. (kN)
Barrenados con control de parámetros	5		
CONTROL DE INTEGRIDAD EN PILOTES PERFORADOS (SI=S, NO=N)			<b>1048.17</b>

Para alcanzar el tope estructural del pilote, deberá profundizar hasta los 10.5m donde Qadmisible es de 1084.26KN.

PILOTE Ø85

Forma pilote C (cuad) R (circular) P (pantalla)	Lado (cuadrado) o D (circular)	Long. Pantalla (solo P)	d eqi (m)	Area (m2)	Perimetro (m)	L max (m)	L min (m)	ΔL (m)	Hindo/Exdo	L fuera ter	Encepado (m)	HA (N/mm2)	E (kPa)
R	0.85		0.85	0.57	2.67	20	10.5	0.5	E	0	0.55	30	24248711.31

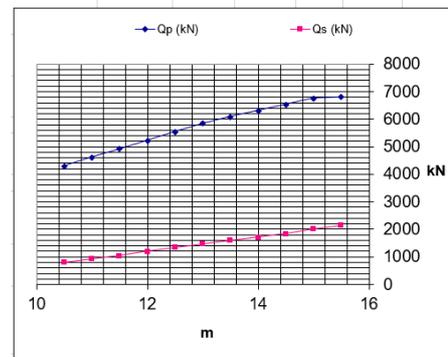
CIG/GWP/GMC	zinf (m)	qc (kPa)	fs (kPa)	qu (kPa)	N	N*	Arena	Arcilla	qs		qp	
									qs (kPa)	Arena	Arcilla	qp (kPa)
C	4.00				0	0	0.00	FALSO	0.00	0.00	0.00	0.00
ARCILLA 2	C	8.00		200.00	0	0	0.00	50.00	50.00	0.00	900.00	900.00
ARENA	G	10.00			20	20	25.00	0.00	25.00	4000.00	0.00	4000.00
ZAHORRA	GWP	20.00			50	50	100.00	0.00	100.00	12000.00	0.00	12000.00
MARGAS	C	200.00			0	0	0.00	FALSO	0.00	0.00	0.00	0.00

L (m)	Punta en	qp (kPa)	Qp (kN)	Qs (kN)	Qadm (kN)	ALFA	SI
10.50	GWP	7601.96	4313.73	801.11	<b>1704.95</b>	0.92	0.02245
11.00	GWP	8148.08	4622.49	934.62	<b>1852.37</b>	0.92	0.02261
11.50	GWP	8690.20	4931.25	1068.14	<b>1999.80</b>	0.91	0.02277
12.00	GWP	9234.31	5240.01	1201.66	<b>2147.22</b>	0.91	0.02295
12.50	GWP	9778.43	5548.77	1335.18	<b>2294.65</b>	0.90	0.02313
13.00	GWP	10322.55	5857.53	1468.69	<b>2442.08</b>	0.90	0.02333
13.50	GWP	10745.10	6097.31	1602.21	<b>2566.51</b>	0.90	0.02351
14.00	GWP	11137.25	6319.84	1735.73	<b>2685.19</b>	0.89	0.02369
14.50	GWP	11529.41	6542.37	1869.25	<b>2803.87</b>	0.89	0.02388
15.00	GWP	11921.57	6764.90	2002.77	<b>2922.55</b>	0.89	0.02407
15.50	GWP	12000.00	6809.40	2136.28	<b>2981.90</b>	0.88	0.02421

Coefs. de seguridad		
Fp		Fs
3		3

qs (kPa)	qp (kPa)
100	12000
51	10000



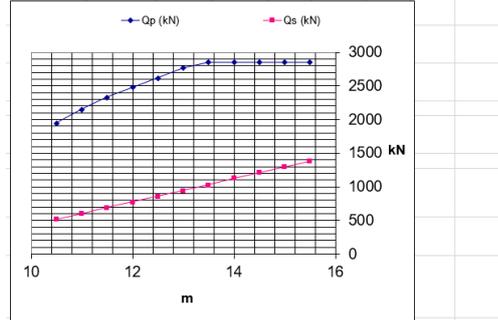
EJECUCIÓN	SUELO FIRME	ROCA	fp MPa (sólo pilotes pretensados)
Hincado Hormigón pretensado	1		
Hincado Hormigón armado	2		TIPO DE PILOTES Y EJECUCIÓN
Perforado entubado	3	7	5
Perforado todos	4	8	RESIST. BASE (PARA FOK=25)
Perforado en seco	4	8	3.50
Barrenados sin control de parámetros			TOPE ESTRUCT. (kN)
Barrenados con control de parámetros	5		
CONTROL DE INTEGRIDAD EN PILOTES PERFORADOS (SI=S, NO=N)			<b>1792.43</b>

Para alcanzar el tope estructural del pilote, deberá profundizar hasta los 11m donde Qadmisible es de 1852.37KN.

PILOTE 55cm

Forma pilote	C	Lado (cuadrado) o D (circular) P (panela)	Long. Pantalla (solo P)	d eq (m)	Area (m2)	Perimetro (m)	L mas (m)	L min (m)	AL (m)	Hndo./Exdo	L fuera tar	Encepado (m) HA (N/mm2)	E (kPa)	
R		0,55		0,55	0,24	1,73	20	10,5	0,5	E	0	6,55	30	24248711,31

Terreno	Descripción	CONFORMADO	zinf. (m)	qs (kPa)	fs (kPa)	qu (kPa)	N	N'	Aréa	Aréa	qs (kPa)	Aréa	Aréa	qs (kPa)
RELLENO	C		4,00				0	0	0,00	FALSO	0,00	0,00	0,00	0,00
ARCILLA 2	C		8,00			200,00	0	0	0,00	50,00	50,00	0,00	900,00	900,00
ARENA	G		10,00			20	20	25,00	0,00	25,00	4000,00	0,00	4000,00	4000,00
ZAHORRA	GWP		20,00			50	50	100,00	0,00	100,00	12000,00	0,00	12000,00	12000,00
MARGAS	C		200,00				0	0	0,00	FALSO	0,00	0,00	0,00	0,00



Coefs. de seguridad	
Fp	Fs
3	3

qs (kPa)	qp (kPa)
100	12000
51	10000

EJECUCIÓN	SUELO FIRME	ROCA	tp MPa (sólo pilotes prefensados)
Hincado Hormigón prefensado	1		
Hincado Hormigón armado	2		TIPO DE PILOTES Y EJECUCIÓN
Perforado entubado	3	7	5
Perforado lodos	4	8	RESIST BASE (PARA FCK=25)
Perforado en seco	4	8	3,50
Barrenados sin control de parámetros			TOPE ESTRUCT. (KN)
Barrenados con control de parámetros	5		750,47
CONTROL DE INTEGRIDAD EN PILOTES PERFORADOS (SI=S, NO=N)	6		N

Para alcanzar el tope estructural del pilote, tendrá que alcanzar 10.5m de profundidad donde Qadmisible es de 824.58KN.

PILAR	N (KN)	TOPE ESTRUCTURAL PILOTE 85cm	ENCEPADO DE DOS PILOTES	ENCEPADO DE TRES PILOTES	TOPE ESTRUCTURAL 55cm	ENCEPADO DE DOS PILOTES
P7	1796,49	1792,43	3584,86	-	750,47	-
P8	2354,9	1792,43	3584,86	-		-
P9	3503,2	1792,43	-	5377,29		-
P10	3653,21	1792,43	-	5377,29		-
P11	2227,93	1792,43	3584,86	-		-
P16	1612,2	1792,43	3584,86	-		-
P17	2702,59	1792,43	3584,86	-		-
P18	2585,32	1792,43	3584,86	-		-
P19	2626,62	1792,43	3584,86	-		-
P24	2500,96	1792,43	3584,86	-		-
P25	3193,96	1792,43	-	5377,29		-
P26	3041,93	1792,43	-	5377,29		-
P27	3127,66	1792,43	-	5377,29		-
P34	281,3	1792,43	-	-		1500,94
P35	489,17	1792,43	-	-		1500,94
P36	473	1792,43	-	-		1500,94
P37	476,78	1792,43	-	-		1500,94
P38	454,23	1792,43	-	-		1500,94

## 1.6. PROGRAMA DE CÁLCULO

El edificio alberga la rotundidad del hormigón armado en su parte central y la flexibilidad del acero en sus extremos. Por este motivo, se decide analizar tres modelos de cálculo: la viga triangulada de cubierta, el vuelo extremo de estructura metálica y la parte central de hormigón armado.

### A.1. VIGA TRIANGULADA DE CUBIERTA

#### A.1.6.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO

Se introduce la viga triangulada de cubierta en CYPE 3D partiendo de tubulares en cordones y diagonales e introduciendo vinculaciones interiores empotradas. El apoyo de la viga triangulada sobre el núcleo de hormigón se introduce como una articulación con desplazamiento libre en el eje Y para los posibles desplazamientos por acciones térmicas. Así la parte estructural de hormigón del edificio se calcula posteriormente en CYPECAD por separado, teniendo en cuenta las cargas obtenidas en este cálculo.

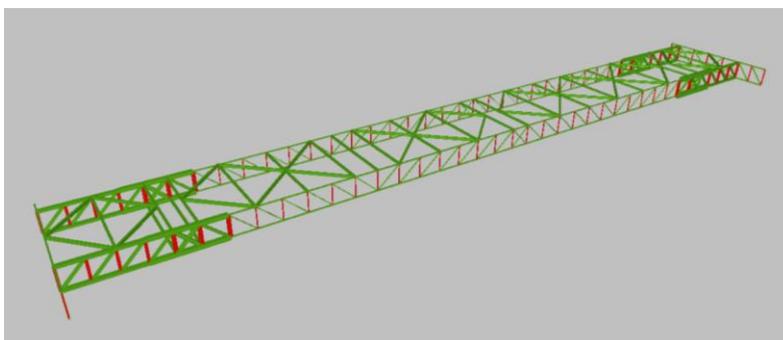
#### A.1.6.2. ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL MODELO

Debido a la gran carga que soporta la viga triangulada ha sido necesario aumentar los perfiles a HEM dobles en cajón soldado para los cordones tanto inferior como superior.

Analizando el comportamiento de la viga triangulada, se comprueba que la parte central requiere muy poca exigencia, mientras que los extremos y apoyos reciben la mayor carga. Por este motivo y para optimizar el modelo, se han creado tres tipos de perfiles: un perfil mayor HE 500 M doble en cajón soldado para los apoyos, HE 200 M doble en cajón soldado para los extremos y HE 140 M doble en cajón soldado para la parte central de la viga. De esta manera, la viga triangulada se estudia como tres componentes diferentes con diferentes comportamientos para un mayor análisis. De igual modo se distribuyen los montantes y diagonales. En la parte central, de menores esfuerzos, se disponen montantes y diagonales HE 120 B, mientras que en los apoyos se disponen HE 500 B (donde residen los máximos esfuerzos) y en los extremos, HE 340 B.

En los extremos norte y sur, las vigas trianguladas laterales se resuelven con perfiles de menor tamaño HE 200 B para los cordones y HE 160 B para diagonales y montantes.

Debido a la existencia de dos vigas trianguladas en cubierta y con el fin de que ambas trabajen de manera conjunta, se disponen perfiles HE 300 B y HE 400 B en planta.



#### A.1.7. ESTADOS LÍMITES

##### A.1.7.1. COMPROBACIÓN FLECHA (ELS)

Se comprueba la limitación de flecha activa y flecha total en la viga triangulada de cubierta del edificio principal de aula, respecto la exigencia de  $L/500$  y  $L/300$ ,

respectivamente. No se tendrá en cuenta la flecha activa puesto que no se ha considerado ninguna sobrecarga de uso en la viga triangulada.

1. Vano central: el vano central tiene unas luces de 49.92m y 42.17m.  
Flecha total:

- $L/300 = 49.92/300 = 0.17m = 17cm$

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.  
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N46/N44	68.348	10.73	30.754	9.46	0.000	0.00	0.000	0.00
	68.348	L/(>1000)	2.006	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N45/N11	24.737	0.21	26.743	6.24	0.000	0.00	0.000	0.00
	3.789	L/(>1000)	26.743	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Cordón superior: 9.46mm < 17cm

Cordón inferior: 6.24mm < 17cm

- $L/300 = 42.17/300 = 0.14m = 14cm$

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.  
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N46/N44	68.348	10.73	30.754	9.46	0.000	0.00	0.000	0.00
	68.348	L/(>1000)	2.006	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N13/N43	20.866	0.26	12.520	3.04	0.000	0.00	0.000	0.00
	20.866	L/(>1000)	12.520	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Cordón superior: 9.46mm < 17cm

Cordón inferior: 3.04mm < 17cm

2. Vuelos extremos: los vuelos extremos tienen una luz de 14.20m. En el caso de los vuelos se considera una limitación de flecha total de L/150.

Flecha total:

$L/150 = 14.20/150 = 0.09m = 9cm$

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.  
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N15/N45	7.716	0.60	12.069	13.40	0.000	0.00	0.000	0.00
	7.716	L/(>1000)	12.069	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N14/N46	6.925	1.26	12.069	15.40	0.000	0.00	0.000	0.00
	6.925	L/(>1000)	12.069	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N81/N133	6.925	0.66	12.266	11.95	0.000	0.00	0.000	0.00
	6.925	L/(>1000)	12.266	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N103/N134	12.266	0.93	12.266	13.93	0.000	0.00	0.000	0.00
	12.266	L/(>1000)	12.266	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

- Cordón 1 en vuelo largo:  
Cordón superior: 1.34cm < 9cm  
Cordón inferior: 1.54cm < 9cm
  - Cordón 2 en vuelo corto:  
Cordón superior: 1.19cm < 9cm  
Cordón inferior: 1.39 < 9cm
3. Viga triangulada en extremos norte y sur con luz de apoyo de 13.20m y voladizos de 2 y 5m.  
Flecha total:
- $L/300 = 13.20/300 = 0.044m = 4.4cm$

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.  
 L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N81/N15	3.509	0.33	6.398	7.87	0.000	0.00	0.000	0.00
	3.509	L/(>1000)	6.398	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N103/N14	7.017	3.09	6.605	7.40	0.000	0.00	0.000	0.00
	7.017	L/(>1000)	6.605	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Cordón superior: 7.87mm < 4.4cm

Cordón inferior: 7.40mm < 4.4cm

- $L/150 = 5/150 = 0.033 = 3.3\text{cm}$

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.  
 L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N15/N78	2.658	0.01	0.759	0.28	0.000	0.00	0.000	0.00
	2.658	L/(>1000)	0.759	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N14/N80	1.329	0.07	0.759	0.30	0.000	0.00	0.000	0.00
	1.329	L/(>1000)	0.759	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Cordón superior: 0.28mm < 3.3cm

Cordón inferior: 0.30mm < 3.3cm

- $L/150 = 2/150 = 0.013 = 1.3\text{cm}$

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.  
 L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

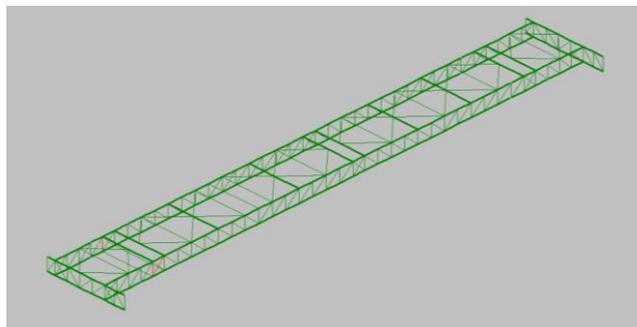
Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N77/N81	1.182	0.01	1.182	0.10	0.000	0.00	0.000	0.00
	1.182	L/(>1000)	1.182	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N79/N103	0.591	0.01	1.182	0.09	0.000	0.00	0.000	0.00
	0.591	L/(>1000)	1.182	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Cordón superior: 0.10mm < 1.3cm

Cordón inferior: 0.09mm < 1.3cm

### A.1.7.2. ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS (ELU)

Todas las barras cumplen las comprobaciones de los estados límite últimos, excepto tres barras en los apoyos norte de la viga triangulada. Estas vigas sobrepasan mínimamente la resistencia en 100.95%, 102.84% y 104.64%.



Las tres barras tienen el error en la resistencia a flexión y axil combinados. De este modo, se sobrepasan 1.01, 1.028 y 1.04 sobre el límite de 1 en una de las tres ecuaciones de

comprobación. Por este motivo, se ha decidido no modificar estos tres perfiles para una mayor optimización del modelo.

## **A.2. VUELO EXTREMO METÁLICO**

### **A.2.6.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO**

Se introduce el vuelo extremo sur en CYPE 3D, reproduciendo el núcleo de hormigón en estructura metálica mediante un sistema de triangulado y rigidización. El encuentro de la viga triangulada con los tirantes se compara con una vinculación exterior empotrada y las vinculaciones interiores son rígidas también. Para simular el forjado en el modelo de cálculo, se disponen triangulaciones de barras de madera con el objetivo de que no interfieran en el cálculo.

### **A.2.6.2. ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL MODELO**

El modelo consta de tirantes que cuelgan de la viga triangulada de cubierta con unos perfiles HE 240 B con platabandas laterales para los tirantes con mayores esfuerzos que coinciden con los intermedios y perfiles HE 220 B con platabandas laterales para los tirantes extremos con menores esfuerzos.

En cuanto a las vigas de los forjados, se intenta reducir lo máximo posible el canto para no afectar a la altura libre del aula. Por este motivo, se disponen perfiles con platabandas laterales. Así, los forjados tipo disponen de vigas HE 340 B con platabandas laterales, mientras que el forjado de cubierta (de menor carga) dispone de vigas HE 260B con platabandas laterales. La planta intermedia de descansillo se dimensiona con perfiles HE 200 B con platabandas laterales.

## **A.2.7. ESTADOS LÍMITES**

### **A.2.7.1. COMPROBACIÓN FLECHA (ELS)**

Se comprueba la limitación de flecha activa y flecha total en la viga más desfavorable del modelo de cálculo, correspondiente al forjado tipo de mayor carga con una luz de 11.30m.

Flecha total:  $L/300 = 11.30/300 = 0.037\text{m} = 3.7\text{cm}$

Flecha activa:  $L/500 = 11.30/500 = 0.0226\text{m} = 2.26\text{cm}$

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N32/N33	6.529	1.22	5.935	23.28	6.529	1.73	5.935	16.25
	6.529	L/(>1000)	5.935	L/543.9	6.529	L/(>1000)	5.935	L/779.3

Flecha total:  $2.32\text{cm} < 3.7\text{cm}$

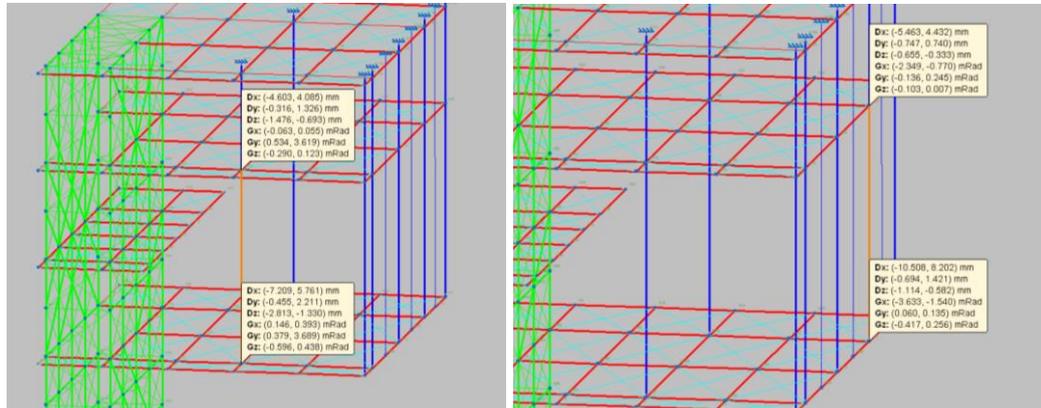
Flecha activa:  $1.62\text{cm} < 2.26\text{cm}$

### **A.2.7.2. DESPLOME**

Se comprueban los desplazamientos horizontales provocados por la acción del viento. Así se tiene en cuenta la limitación de  $H/500$  para la altura total y  $H/250$  para la altura por planta. La altura de una planta es 4.90m, la doble altura es de 9.40m y la altura total es de 14.60m.

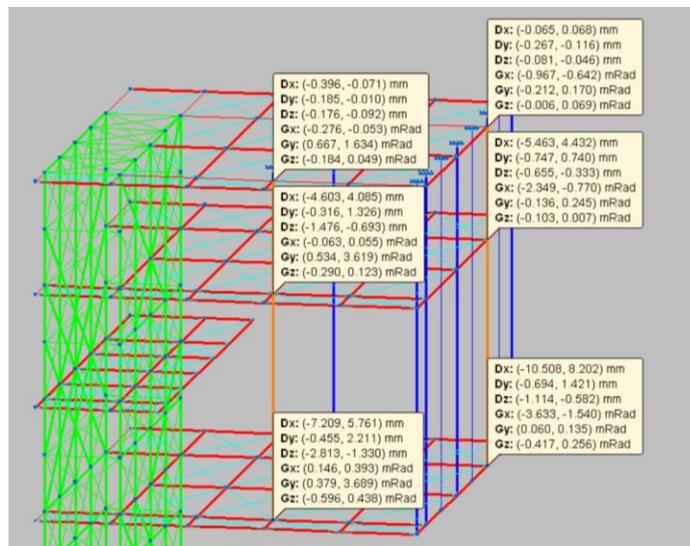
- Por planta:  
Se calcula para la más desfavorable, en este caso, la doble altura de 9.40m.  
 $H/250 = 9.40/250 = 0.037\text{m} = 3.7\text{cm}$

De este modo, se comprueban los dos desplazamientos más desfavorables y ninguno de ellos sobrepasa la limitación establecida.



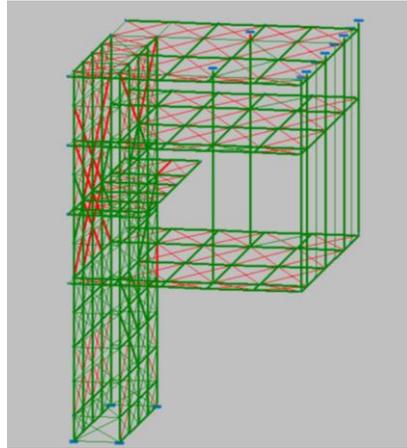
- Por altura total:  
 $H/500 = 14.60/500 = 0.029\text{m} = 2.9\text{cm}$

Así se vuelven a comprobar los desplazamientos más desfavorables y de nuevo se vuelve a comprobar que se cumple el desplome límite.



### A.2.7.3. ELU

Todas las barras cumplen las comprobaciones Estado límite último, excepto las barras que no responden al modelo de cálculo: los perfiles que componen el núcleo y las diagonales de madera que simulan el comportamiento del forjado. En ambos casos, el error de los ELU es despreciable puesto que solo son una simulación de la estructura real para poder introducirla en el programa de cálculo.



### **A.3. ESTRUCTURA BASE DE HORMIGÓN ARMADO**

#### **A.3.6.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO**

Se introduce la parte central de hormigón armado hasta la junta estructural, de modo que se incluya el núcleo de hormigón del vuelo y parte de la estructura base del aluario.

Las pantallas se introducen como pilares apantallados en CYPECAD para poder comprobar los desplazamientos horizontales.

#### **A.3.6.2. ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL MODELO**

Los pilares, debido a cuestiones de proyecto básico, son de grandes dimensiones, por lo que cumplen todas las comprobaciones. Se diferencian dos tipos: 40x300 y 40x180. Las vigas varían en función del forjado y planta. En planta sótano se disponen las vigas de menor tamaño de 40x90cm debido a la menor carga de este forjado. El resto de plantas dispone de vigas 45x100cm, de gran canto, que favorece la idea inicial del proyecto básico.

### **A.3.7. ESTADOS LÍMITES**

#### **A.3.7.1. DESPLOMES**

Para comprobar los desplazamientos horizontales de los pilares, tenemos en cuenta la limitación  $H/500$ . De este modo, siendo la altura total del edificio de 26.50m, el valor máximo es de 5.3cm.

Así esta comprobación se centra en los pilares más desfavorables correspondiente con el vano central de la estructura. Por lo que se puede indicar que los desplazamientos de cálculo no superan el valor límite establecido.

<b>Situaciones persistentes o transitorias</b>					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
P3	Forjado P4	30.75	-4.75	2.81	-1.38
	Forjado P3	25.40	-3.70	2.15	-1.33
	Forjado P2	20.05	-2.66	1.51	-1.23
	Forjado P1	14.70	-1.70	0.91	-1.06
	Forjado EP	9.35	-0.87	0.40	-0.83
	Forjado PB	4.00	-0.26	0.08	-0.54
	Forjado PS	0.05	-0.01	0.01	-0.30
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00

Situaciones persistentes o transitorias					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
P8	Forjado P4	30.75	-4.14	2.81	-2.63
	Forjado P3	25.40	-3.23	2.15	-2.53
	Forjado P2	20.05	-2.34	1.51	-2.32
	Forjado P1	14.70	-1.50	0.91	-2.00
	Forjado EP	9.35	-0.78	0.40	-1.56
	Forjado PB	4.00	-0.24	0.08	-1.01
	Forjado PS	0.05	-0.02	0.01	-0.55
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00

Situaciones persistentes o transitorias					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
P12	Forjado P4	30.75	-3.19	2.81	-3.27
	Forjado P3	25.40	-2.50	2.15	-3.15
	Forjado P2	20.05	-1.83	1.51	-2.88
	Forjado P1	14.70	-1.20	0.91	-2.46
	Forjado EP	9.35	-0.65	0.40	-1.90
	Forjado PB	4.00	-0.22	0.08	-1.20
	Forjado PS	0.05	-0.02	0.01	-0.65
	Cimentación	-3.50	0.00	0.00	0.00

### A.3.7.2. ELU

Todos los pilares y vigas cumplen las comprobaciones de los Estados límite últimos excepto la viga 30 del forjado de entreplanta. Esta viga incumple la comprobación de disposiciones relativas a las armaduras (armadura longitudinal), siendo el valor de mínimo de 20mm, la viga tiene un valor de 19mm. El valor solo difiere 1mm de lo establecido y, para optimizar la estructura, no se aumenta la dimensión de la viga.

## 2. MEDIATECA DE LA NAVE DE MONTAJES

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ADECUACIÓN AL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Para la intervención en la nave central se crea una nueva estructura que se apoya en la estructura existente, dando uso a las antiguas vigas-puente. Partiendo de la viga puente-grúa IPE 400 conformada cuelgan los tirantes, que son la base de la estructura. La intención es crear una estructura de mínimas dimensiones para destacar la potente estructura de la nave de montaje.

### 2.2. DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN Y CORTE TIPO DEL TERRENO

Para la cubierta estérea se propone una cimentación profunda por pilotes debido a las cargas puntuales de la cubierta y al corte tipo del terreno.

### 2.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

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

CTE-DB-SE-A Acero

NCSE-02. Norma de construcción sismo-resistente.

### 2.4. ACCIONES E HIPÓTESIS DE CÁLCULO

ACCIONES CONSIDERADAS

#### 1. ACCIONES PERMANENTES

Las acciones permanentes que se han tenido en cuenta a la hora del cálculo se toman de la normativa DB SE- AE Acciones en la Edificación.

- Cubierta: faldones de chapa, tablero o paneles ligeros:  $1\text{KN/m}^2$
- Tabiquería: tablero o tabique simple; grueso total  $<0.09\text{m}$ :  $1\text{KN/m}^2$
- Forjado tipo: chapa colaborante:  $0.4\text{KN/m}^2$
- Solería: pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total  $< 0.08\text{m}$ :  $1\text{KN/m}^2$ .
- Cerramiento de fachada de vidrio:  $1\text{KN/m}$ .

## 2. ACCIONES VARIABLES

- Sobrecarga de uso en planta tipo: C. Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D). C1. Zonas con mesas y sillas:  $3\text{KN/m}^2$
- Sobrecarga de uso en cubierta: G. Cubiertas accesibles únicamente para conservación. G1. Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado):  $0.4\text{KN/m}^2$ .
- Sobrecarga de nieve:  $0.2\text{KN/m}^2$

## 3. ACCIONES TÉRMICAS

No se tienen en cuenta las acciones térmicas, al tratarse de una intervención interior en una nave ya existente.

## 4. VIENTO

No se considera carga de viento por tratarse de una intervención interior en la nave de montajes.

## 5. SISMO

No se considera carga de sismo por tratarse de una rehabilitación, sin modificaciones sustanciales de la estructura existente de la nave de montajes.

### 2.5. PROGRAMA DE CÁLCULO

#### 2.5.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO

Se introduce la estructura existente de la nave central en CYPE 3D de forma simplificada: los pilares 2UPN triangulados y la viga IPE 400 como la viga puente grúa. Se parte de una estructura con dimensiones mínimas.

#### 2.5.2. ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL MODELO

Tras calcular el modelo se unifican las dimensiones de todos los tirantes y las vigas de los forjados de cubierta y forjado tipo. Para minimizar los perfiles, se plantean HEB con platabandas laterales. Así los tirantes responden a perfiles HE 100 B con platabandas laterales; las vigas de cubierta, a HE 220 B con platabandas laterales; las vigas de forjado tipo, a HE 180 B con platabandas laterales, excepto las vigas que conforman el hueco del forjado son HE 140 B Y HE 120 B con platabandas laterales.

### 2.6. ESTADOS LÍMITES

#### 2.6.1. COMPROBACIÓN FLECHA (ELS)

Se comprueba la limitación de flecha activa y flecha total en la viga más desfavorable del modelo de cálculo, correspondiente al forjado tipo de mayor carga con una luz de  $5.22\text{m}$ .

Flecha total:  $L/300 = 5.22/300 = 0.0174\text{m} = 1.74\text{cm}$

Flecha activa:  $L/500 = 5.22/500 = 0.01\text{m} = 1\text{cm}$

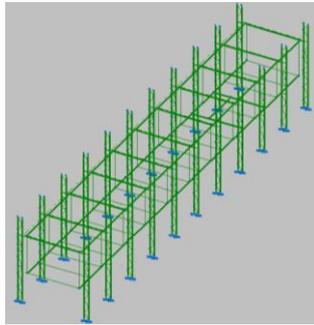
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N539/N560	4.241	0.02	2.610	10.57	4.241	0.01	2.610	8.36
	4.241	L/(>1000)	2.610	L/493.9	4.241	L/(>1000)	2.610	L/624.7

Flecha total:  $1.06\text{cm} < 1.7\text{cm}$

Flecha activa:  $8.36\text{mm} < 1\text{cm}$

### 2.6.2. ELU

Se cumplen todas las comprobaciones de Estados límite últimos. Las barras tienen un aprovechamiento de resistencia bajo, puesto que están dimensionadas en función de la flecha, el requerimiento más desfavorable en este caso.



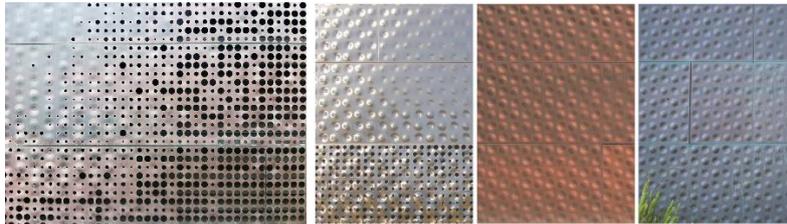
## C. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CONSTRUCCIÓN

El desarrollo del proyecto de ejecución de construcción se centra en el edificio principal de aula, de nueva construcción, por ser la unidad más compleja de resolver constructivamente y donde la presencia de la envolvente es fundamental, puesto que supone la nueva imagen de la Real Fábrica de Artillería de Sevilla a la ciudad.

### 1. DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS.

El edificio principal de aula se concibe como la nueva imagen de la fábrica a la ciudad, por lo que la envolvente de la unidad se considera esencial en la concepción del proyecto. Sin embargo, de toda la envolvente, fachada oeste del edificio, que ofrece su mirada a la calle Jose María Moreno Galván, toma un papel muy relevante.

La fachada oeste pasa a ser la nueva imagen de la fábrica, por lo que desde las primeras ideas se considera que debe hacer un guiño al interior del conjunto. Haciendo referencia al carácter metálico e industrial del conjunto, se elige una fachada metálica, en concreto, de cobre. Un color que recuerda a las estructuras existentes del conjunto. Pero no solo se elige este material por su color, sino también por su evolución en el tiempo. El conjunto de la fábrica ha sabido evolucionar a lo largo del tiempo y su concepto de permanencia es fundamental. El cobre es un material versátil capaz de evolucionar en el tiempo e ir mutando de color y aspecto. Es un material que progresará al igual que lo hará el conjunto de la fábrica. A lo largo del tiempo, el cobre pasará de un color claro y brillante, hacia un tono más oscuro y con menos brillo, hasta un color verdoso.



Pero no solo el material ha sido escogido con suma atención, también la forma de la fachada. Recordando a lo que se esconde en el interior, los dientes de sierra de cubierta de la nave de montajes, la fachada toma esa forma de dientes que otorgará presencia al edificio. Por último, la fachada de cobre se ondula para ofrecer una mayor resistencia y se perfora. Las perforaciones son diseñadas también cuidadosamente para ofrecer una sensación en el interior del edificio de que es la sombra de una gran arboleda.

De este modo, la fachada oeste cobra vida con el material del cobre y forma una doble piel hacia el edificio. Por un lado, el cobre hace de protección solar frente a la fuerte radiación en la orientación oeste y, por otro lado, se encuentra una piel de vidrio que deja atravesar los colores y reflejos de la piel de cobre.



*Croquis del interior del edificio principal. Colores y reflejos del cobre en el interior.*

Hacia el interior del conjunto, el edificio principal se vuelve transparente y abierto. La fachada este consiste en una piel de vidrio en unas zonas y una fachada de panel composite de color blanco con grandes ventanales en otras zonas. El edificio se hace más opaco hacia la calle y se abre hacia el interior, mirando las naves del conjunto.

## 2. JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO CTE DB-HS. SALUBRIDAD

### NORMATIVA DE APLICACIÓN: HS1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

Este apartado se aplica a la envolvente del edificio principal de aula, a muros y suelos en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación del CTE.

- MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO  
Presencia de agua: MEDIA  
Coeficiente de permeabilidad del terreno:  $<10^{-5}$   
Grado de impermeabilidad: 2  
Tipo de muro: MURO FLEXORRESISTENTE  
Situación de la impermeabilización: EXTERIOR  
I1+I3+D1+D3
- SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO  
Presencia de agua: MEDIA  
Coeficiente de permeabilidad del terreno:  $<10^{-5}$   
Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos: 3  
Tipo de muro: MURO FLEXORRESISTENTE  
Tipo de suelo: PLACA  
Tipo de intervención en el terreno: SIN INTERVENCIÓN  
C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3
- FACHADAS  
Zona pluviométrica de promedios: III  
Zona eólica: A  
Terreno tipo IV  
Clase de entorno: E1  
Grado de exposición al viento: V3  
Sin revestimiento exterior  
Grado de impermeabilidad: 3  
B2+C1+J1+N1

#### MUROS

- I1: lámina impermeabilizante con refuerzos de betún polímero 4kg/m<sup>2</sup>.
- I3: no es necesario al ser muro de hormigón.
- D1: capa drenante y capa filtrante entre el muro y el terreno
- D3: tubo drenante en la base del muro

#### SUELOS

- C1: hormigón hidrófugo de alta capacidad
- C2: se utiliza hormigón de retracción moderada
- C3: se aplicará hidrofugación complementaria de la superficie acabada.
- I2: se dispone lámina impermeabilizante adherida con antipunzonamiento

D1: capa filtrante y drenante con encachado de bolos sobre la capa de terreno compactado

D2: se colocan tubos drenantes conectados a la red de saneamiento.

S1: se sella la lámina impermeabilizante del suelo con la lámina del muro.

S2: se sellan todas las bandas del suelo con perfiles de caucho expansivo.

S3: se sellan encuentros entre suelo y muro con perfiles de caucho expansivo.

#### FACHADAS (SIN REVESTIMIENTO)

B2: aislante no hidrófilo en por el exterior de la hoja principal

C1: no se considera, puesto que la solución de fachada no dispone de hoja de fábrica de ladrillo

J1: se ejecutan juntas de mortero sin interrupción.

N1: se dispone una lámina de resistencia media a la filtración

#### CUBIERTAS, TERRAZAS Y BALCONES

Plana invertida. No transitable.

Sin ventilar.

Debe disponer de:

- Capa de protección de grava (1-5%). La grava debe estar limpia y carecer de sustancias extrañas. Su tamaño debe estar comprendido entre 16 y 32 mm y debe formar una capa cuyo espesor sea igual a 5 cm como mínimo.
- Capa separadora filtrante entre capa de protección de grava e impermeabilización.
- Aislante térmico
- Barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico.
- Capa de impermeabilización.
- Formación de pendientes.
- Sistema de evacuación de aguas, compuesto de canales y sumideros.

### 3. MEDICIONES

#### a. PRESUPUESTO APROXIMADO GLOBAL DEL EDIFICIO

El presupuesto se realiza según costes de referencia del COAS 2019 y teniendo en cuenta que las superficies de terraza se contabilizan al 50%.

TIPO	€/m <sup>2</sup>	SUPERFICIE PROYECTO	TOTAL
DOCENTE	846	12063,3	10.205.551,80
APARCAMIENTOS	470	3828,57	1.799.427,90
URBANIZACIÓN	157	3323,01	521.712,57
AJARDINAMIENTO, incluida cubierta vegetal de patio de planta superior	125	1661,505	207.688,13
		<b>TOTAL</b>	<b>12.734.380,40</b>

## **b. MEDICIÓN DE ENVOLVENTES**

### SUBCAPÍTULO 1: FACHADA LIGERA DE COBRE

#### F01: CHAPA PLEGADA Y PERFORADA DE COBRE

M<sup>2</sup>. Fachada simple, de chapa de cobre de perfil ondulado con un diámetro de ondulación de 8cm. Marca KME (producto TECU Oxid) con una capa de oxidación previa en fábrica para una pátina más oscura, de 1,5 mm de espesor (aprox.), con perforaciones y elevaciones según planimetría. Colocada en posición horizontal mediante junta alzada con un perfil en los extremos permite un cosido entre los paneles, quedando la perfilería oculta. La chapa se encuentra fijada mecánicamente a una estructura auxiliar mediante una patilla de cobre con un tornillo de acero inoxidable y arandela de bronce. Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.

**Precio por m<sup>2</sup>: 142.71€**

#### F02: ESTRUCTURA AUXILIAR DE LA FACHADA LIGERA

Kg. Estructura auxiliar de fijación de la chapa perforada de cobre a forjados de edificio. De acero laminado S275JR compuesta por perfiles tubulares de 80x80x4mm conformando triangulación de fachada soldados entre sí y anclados mediante tornillería con anclaje en L a perfil principal tubular 200x150x8mm con una longitud de 27, 22.5 y 17m, definida según la documentación gráfica del Proyecto.

**Precio por kg: 3.42€**

#### F03: PAVIMENTO DE REJILLA ELECTROSOLDADA.

M<sup>2</sup>. Pavimento de rejilla electrosoldada antideslizante de 34x38 mm de paso de malla, acabado galvanizado en caliente, realizada con pletinas portantes de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil plano laminado en caliente, de 20x2 mm, separadas 34 mm entre sí, separadores de varilla cuadrada retorcida, de acero con bajo contenido en carbono UNE-EN ISO 16120-2 C4D, de 4 mm de lado, separados 38 mm entre sí y marco de acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en perfil omega laminado en caliente, de 20x2 mm, fijado con piezas de sujeción, para meseta de escalera. El precio incluye los cortes, las piezas especiales y las piezas de sujeción.

**Precio por m<sup>2</sup>: 48.73€**

#### F04: REVESTIMIENTO EXTERIOR DE PANEL COMPOSITE SOBRE FRENTE DE FORJADO.

M<sup>2</sup>. Revestimiento exterior de fachada, de paneles composite Stacbond FR "STRUGAL", de 4 mm de espesor total, formados por una lámina de aluminio en la cara interior de 0,5 mm de espesor y una lámina exterior de aleación de aluminio EN AW-5005, con acabado lacado, con una capa de PVDF Kynar de 22 a 40 micras de espesor, pretratamiento libre de cloro en ambas láminas, y núcleo intermedio de baja densidad, de 3 mm de espesor, Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego, en forma de placas; colocación en posición vertical mediante el sistema de pegado químico directo STB-Pegado, sobre subestructura soporte formada por: perfiles verticales en T de aluminio extruido de aleación 6063 con tratamiento térmico T5 o T6 y escuadras de carga y escuadras de apoyo, en L, de aluminio extruido; con tirafondos de acero inoxidable A2 y tacos de nylon para la fijación de los perfiles a la hoja principal, anclajes mecánicos de expansión, de acero inoxidable A2 para la fijación de los perfiles al forjado y kit de accesorios de fijación para la colocación mediante el sistema STB-T-Pegado compuesto por líquido limpiador para aplicar en la subestructura soporte de aluminio, imprimación

para aplicar en la subestructura soporte de aluminio, cinta adhesiva por ambas caras y adhesivo monocomponente de poliuretano para la fijación del revestimiento a la subestructura soporte; con el precio incrementado el 5% en concepto de piezas especiales para la resolución de puntos singulares.

**Precio por m<sup>2</sup>: 148.63€**

#### F05: AISLAMIENTO TÉRMICO EN FACHADA

M<sup>2</sup>. Aislamiento térmico por el exterior en fachada, formado por panel rígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, no revestido de doble densidad, de 100 mm de espesor, resistencia térmica 2,9 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope y fijado mecánicamente.

**Precio por m<sup>2</sup>: 23.67€**

#### F06: DOBLE ACRISTALAMIENTO "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR".

M<sup>2</sup>. Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S, conjunto formado por vidrio exterior Templalite Solar.lite Azul de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica LOW.S de 4 mm de espesor 16 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte.

**Precio por m<sup>2</sup>: 151.68 €**

#### F07: SISTEMA DE MURO CORTINA

M<sup>2</sup>. Perfilería de aluminio realizado mediante el sistema Fachada ST 52, de "CORTIZO", con estructura portante calculada para una sobrecarga máxima debida a la acción del viento de 60 kg/m<sup>2</sup>, compuesta por una retícula con una separación entre montantes de 150 cm. Montantes de sección 105x52 mm, anodizado; travesaños de 70,5x52 mm (I<sub>y</sub>=23,46 cm<sup>4</sup>), anodizado; perfil bastidor sin rotura de puente térmico, anodizado; anclajes de fijación de acero angulares para fijación de montantes al edificio; chapa de aluminio de 1,5 mm de espesor para la realización de los remates de muro a obra.

**Precio por m<sup>2</sup>: 200.05 €**

### SUBCAPÍTULO 2: CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE

#### CU01: CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE, NO VENTILADA, CON GRAVA. IMPERMEABILIZACIÓN CON LÁMINAS ASFÁLTICAS.

M<sup>2</sup>. Cubierta plana no transitable, no ventilada, con grava, tipo invertida, pendiente del 1% al 5%. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de arcilla expandida, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, proporcionando una resistencia a compresión de 1 MPa y con una conductividad térmica de 0,087 W/(mK), con espesor medio de 10 cm; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor, acabado fratasado; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB; CAPA SEPARADORA BAJO AISLAMIENTO: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, (150 g/m<sup>2</sup>);

**AISLAMIENTO TÉRMICO:** panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 80 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa;  **CAPA SEPARADORA BAJO PROTECCIÓN:** geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, (200 g/m<sup>2</sup>);  **CAPA DE PROTECCIÓN:** Capa de canto rodado de 16 a 32 mm de diámetro, con un espesor medio de 10 cm. El precio no incluye la ejecución y el sellado de las juntas ni la ejecución de remates en los encuentros con paramentos y desagües.

**Precio por m<sup>2</sup>: 55.67 €**

**4. PLIEGO DE CONDICIONES**

INCOMPATIBILIDADES DE LA CHAPA DE COBRE CON EL SISTEMA DE FIJACIÓN

Tabla de incompatibilidades. Temario de Construcción IV.

Material (recubrimiento) / Pieza	Acero (galvanizado)	Níquel/ Acero (níquelado)	Cobre/ Acero (encobrado)	Latón/ Acero (latonado)	Aluminio	Acero (Dacromet/ Deltatone)	Acero inoxidable (A2/A3, A4/A5)
<b>Tornillo</b> Material (recubrimiento)							
Acero (galvanizado)	+	-	-	-	●	+	-
Acero (níquelado)	-	+	+	●		-	+
Acero (verkupfert)	-	+	+	●	-	-	●
Acero (encobrado)				+			
Latón				+			
WIROX®	+	-	-	-	+	+	-
Aluminio		-	-		+	●	-
Acero (Dacromet/Deltatone)	+	-	-		●	+	-
Acero inoxidable (A2/A3, A4/A5)	●	+	+	●	●	●	+

- Corrosión por contacto intensa    
 ● Ninguna corrosión por contacto considerable    
 + No hay corrosión por contacto

Tabla de incompatibilidades entre metales de recubrimiento y de fijación.

PANEL DE COBRE: TECU CLASSIC/OXID (marca KME)

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

Del soporte: Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y horizontalidad adecuados.

Ambientales: Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

Almacenamiento y transporte

- Mantenga las unidades de embalaje secas durante el almacenamiento y el transporte.
- Mantenga secas las piezas plegadas previamente.
- Almacene las piezas en el sitio en posición vertical.
- No coloque esteras o cubiertas protectoras directamente sobre las sábanas por un tiempo prolongado; porque esto podría crear manchas irreversibles en la superficie.
- Almacene siempre las hojas en el embalaje original (seco y a temperatura ambiente).

- No instale hojas de paquetes húmedos. Póngase en contacto con KME Germany GmbH & Co. KG.
- Las superficies de láminas de hierro TECU® se refinan de fábrica y se deben manipular con especial cuidado. Durante el transporte la superficie de las láminas debe protegerse contra daños mecánicos.

#### Escarcha

- A temperaturas bajo cero, caliente lentamente las unidades de empaque a temperatura ambiente antes de abrirlas para prevenir la condensación entre las placas.

#### Rasguños

- Levante las hojas horizontalmente fuera del embalaje.
- Evite rayar la superficie durante el procesamiento.
- Las láminas TECU® Premium deben protegerse contra daños mecánicos.

#### Limpieza y mantenimiento

- Mantenga las láminas libres de mortero, pinturas, ácidos, betún, polvo de perforación, agua sucia y otras impurezas.
- Las virutas de perforación, las virutas de las amoladoras de discos y las chispas de soldadura crearán manchas irreversibles en la superficie.
- No use cinta adhesiva para sujetar hojas o tiras en áreas visibles.
- Use guantes mientras trabaja.
- Para evitar o más bien minimizar las líneas y manchas de escorrentía, que se basan en la escorrentía alcalina, KME recomienda limpiar la superficie de TECU® Premium del polvo de construcción, que se ha acumulado durante la fase de construcción una vez finalizados los trabajos de instalación.

#### Instalación

- Las superficies de láminas TECU® Premium se refinan de fábrica y se deben manipular con especial cuidado.
- Las láminas y elementos TECU® Premium deben instalarse de manera que no estén sujetos a tensión.
- Para evitar diferencias en la apariencia de la superficie de TECU® Premium, las direcciones longitudinales deben considerarse durante la instalación.
- Sin curvatura y plegado "agudo", radio de curvatura > 2.00 mm.

#### Soldadura

- Evite soldar en áreas visibles después de la instalación.
- Soldadura suave de TECU® Premium: S-Sn97-Cu3, S-Pb60-Sn40; flujo tipo 3.1.1, 3.1.2 y 2.1.2 (por ejemplo, Flux Copper).
- La soldadura de TECU® Premium no es posible en áreas visibles después de la instalación.

#### Salpicadura de agua

- TECU® Classic es resistente a salpicaduras de agua y no se esperan efectos dañinos. Sin embargo, la decoloración local de la superficie en estas áreas no puede

descartarse. Por lo tanto, debe ser considerado un espacio de aprox. 200mm sobre el suelo de pavimento o grava un espacio de aprox. 100mm.

En caso de nieve

- En invierno, asegúrese de que durante la retirada de nieve la superficie TECU® Premium no esté cubierta de nieve o sal de carretera durante mucho tiempo; porque esto podría crear diferencias en la apariencia de la superficie. No se esperan efectos perjudiciales en el material o su funcionalidad.

Huellas dactilares

- Al igual que en las superficies brillantes de acabado de fábrica, así como en la superficie estructurada de las huellas digitales TECU® Premium, aparecen muy rápido, si la superficie se toca con las manos o guantes sucios.

Superficie

- Nuestros productos, hechos de cobre o aleaciones de cobre, tienen superficies naturales o idénticas a la naturaleza que reaccionan continuamente ante las influencias atmosféricas. La tecnología de fabricación especial utilizada permite la variación de color en las hojas o tiras individuales. Además, las variaciones en el desarrollo de la superficie en condiciones climáticas exteriores son posibles y no suponen un defecto.

Tenga en cuenta estos aspectos cuando utilice nuestros productos para aplicaciones interiores, ya que puede que no se produzca un desarrollo uniforme. Debido a las características especiales de los productos individuales, comuníquese con nuestros consultores en la fase inicial de planificación.

- TECU® Classic es un producto a medida, que se produce según los requisitos del cliente. A continuación, señalamos que en caso de posibles pedidos o entregas posteriores no se puedan realizar de inmediato y que otras producciones estarán sujetas a plazos de producción y cantidades mínimas de pedido.
- Inmediatamente después de la instalación, la intemperie hace que la superficie tenga una apariencia más oscura y mate debido a la oxidación natural.

**INSTRUCCIONES IMPORTANTES PARA LA LIMPIEZA DE LAS SUPERFICIES TECU® USADAS EN RECUBRIMIENTOS EXTERIORES E INTERIORES.**

Los derechos de la garantía quedan anulados en caso de incumplir las instrucciones.

Los productos TECU® son superficies naturales que han sido desarrolladas y fabricadas para aplicaciones de fachada y cubierta, aunque también pueden utilizarse en aplicaciones de interior.

En aplicaciones exteriores los productos TECU® normalmente no necesitan mantenimiento; la lluvia es suficiente para limpiar la superficie. Pero en aplicaciones de interior o en zonas accesibles, se deberán tener en cuenta algunos aspectos. Especialmente para superficies interiores, que no experimentan ninguna modificación natural de la superficie completa, se deberá tener en cuenta la protección y conservación de la superficie.

Para la limpieza de superficies acristaladas en fachadas revestidas de productos TECU®, las ventanas y los marcos se deben limpiar con jabón neutro y abundante agua limpia. Durante la limpieza es importante retirar cualquier resto de agua sucia (especialmente en superficies TECU® Patina), para evitar que las partículas de suciedad puedan adherirse a la superficie y crear una contaminación de larga duración.

No se deben utilizar nunca productos de limpieza con contenidos ácidos o alcalinos, en particular el amoníaco, ni tampoco productos con químicos reactivos fuertes, ya que pueden crear manchas irreversibles en la superficie.

El mismo principio se aplica para productos TECU® que se hayan ensuciado; se deben limpiar mediante cepillado suave con agua y jabón neutro. Si se emplea un método abrasivo para limpiar zonas manchadas o ya oxidadas, como un estropajo plástico o una esponja dura, se debe respetar la dirección de laminación de la superficie. No se deben realizar movimientos circulares. Debido a la evolución posterior natural, las zonas limpiadas se igualarán en su mayor parte con el resto de las superficies no tratadas. En aplicaciones de interior esta situación no ocurre, ya que la evolución natural que homogeneiza las superficies no es posible.

La contaminación con sustancias con base de aceite puede eliminarse usando disolventes (por ejemplo, MR® - Zwischenreiniger, producido por MR® Chemie, Unna, Alemania). Los restos de adhesivo pueden eliminarse usando acetona o productos de limpieza con base cítrica.

Las marcas de huellas recientes sobre superficies brillantes de productos TECU®, por ejemplo en zonas expuestas a la transpiración de manos, donde la oxidación acelerada ha provocado manchas, se pueden eliminar usando productos de limpieza especiales para acero inoxidable (saBesto – Stainless Steel Care Spray – num artículo 0893 121, de WÜRTH®). El proceso de limpieza debe respetar el sentido de laminación de la superficie y se debe evitar cualquier movimiento circular. Para el acabado final se debe usar un paño de limpieza adecuado. Se ruega prestar atención a las recomendaciones del fabricante.

Después de cualquier proceso de limpieza la superficie se debe aclarar completamente usando abundante agua fresca y limpia para evitar cualquier resto de producto de limpieza que pueden provocar manchas o decoloración. Dependiendo de la ubicación de la superficie instalada el proceso habitual de oxidación se puede retardar ligeramente respecto al de aquellas superficies no tratadas.

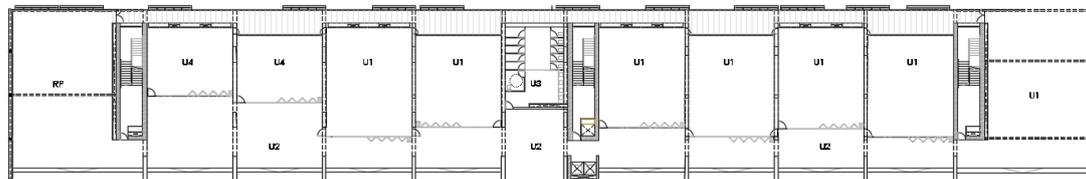
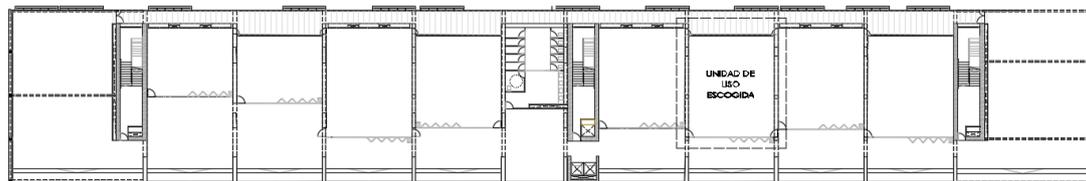
## D. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE ACÚSTICA

### 1. PROYECTO DEL CASO DE ESTUDIO

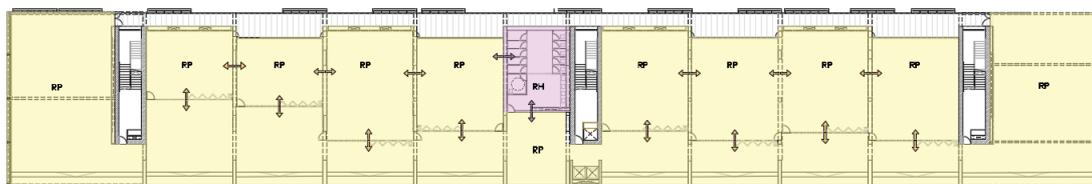
Para el caso de estudio del cumplimiento de las exigencias del DB-HR, se escoge el edificio principal de aula del conservatorio de danza, frente al resto de edificios del proyecto, para un mejor análisis de la acústica entre aulas.

El proyecto del conservatorio de danza se encuentra en la parcela de la Fábrica de Artillería de Sevilla entre los barrios de Nervión y el centro de Sevilla. El edificio principal de aulas, en el que se centra este estudio, se encuentra situado paralelo a la calle Jose María Moreno Galván, una de las vías de mayor tráfico rodado del ámbito. Por este motivo, desde los inicios, ya en el proyecto básico, se ha tenido muy en cuenta la orientación de las aulas de danza para disminuir el ruido exterior. Así, estas se orientan hacia el este, hacia el interior de la parcela, donde el ruido exterior se disminuye y que nos beneficiará en la exigencia de ruido aéreo de fachada.

A continuación, se muestran la planta tipo del edificio principal del conservatorio y sus unidades de uso.



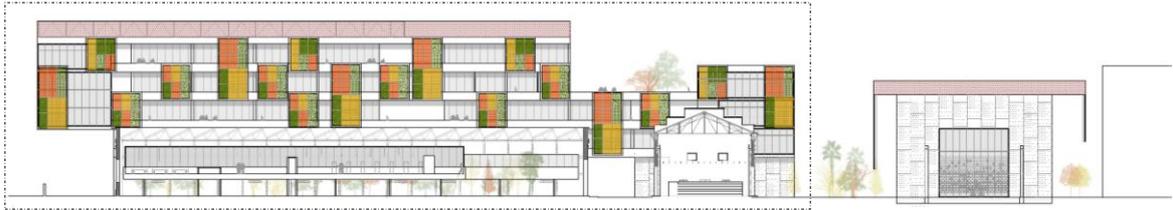
U1: AULA DE DANZA  
 U2: ESPACIOS COMUNES  
 U3: VESTIARIOS  
 U4: AULA DE MÚSICA



RP: RECINTO PROTEGIDO      <math>\leftarrow 50 \text{ db}</math>  
 RH: RECINTO HABITABLE      <math>\leftarrow 45 \text{ db}</math>



Sección transversal por edificio principal de aula y nave de montajes.



Alzado interior del edificio principal de aula, objeto de estudio.

Se trata de un edificio de aulas de PB+5, en el cual la planta baja queda libre para acoger el vestíbulo de entrada y la cafetería, mientras que el resto de las plantas acogen el programa de aulas, despachos y vestuarios. La fachada interior de las aulas, objeto de estudio, se caracteriza por su componente transparente. Se compone de un muro cortina con unidades de vidrio aislante que se definirá en los siguientes apartados.

**2. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EMPLEADAS EN EL CASO DE ESTUDIO**

A continuación, se definen las soluciones constructivas elegidas en el caso de estudio junto con su correspondiente tabla del Catálogo de soluciones constructivas.

- Fachada de muro cortina con unidad de vidrio aislante.

Código	Sección <sup>(5)</sup>	Tipo de vidrio	Espesor		HS G <sub>i</sub> <sup>(1)</sup>	HE <sup>(2)</sup> U (W/m <sup>2</sup> K)	HR				
			Hoja exterior	Hoja interior			R <sub>w</sub> (dB)	C (dB)	C <sub>tr</sub> (dB)	R <sub>A</sub> (dBA)	R <sub>A,fr</sub> (dBA)
F.16.1		Unidades de vidrio aislante <sup>(4)</sup> (cámara de aire de 12 a 20 mm)		6-(12...20)-5	2	-	32	-2	-4	30	28
				6-(12...20)-6			31	-1	-4	30	27
				8-(12...20)-5			33	-1	-4	32	29
				8-(12...20)-6			35	-2	-6	33	29
				10-(12...20)-5			35	-2	-5	33	30
				10-(12...20)-6			35	-1	-3	34	32
				10-(12...20)-8							
				10-(12...20)-10							

- Partición interior de tabiquería yeso laminado con aislante de separación entre aulas.

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

- Suelo de tarima flotante de madera sobre rastreles.

Código	Sección	Aislante a ruido de impactos AR		HE <sup>(8)</sup> R <sub>SF</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	HR <sup>(9)</sup>	
		tipo	espesor mm		ΔR <sub>A</sub> (dBA)	ΔL <sub>w</sub> (dB)
S03		MW	12	0,27+R <sub>AR</sub>	0	11
			20			15
			30			17
		PE-E	≥ 3 <sup>(10)</sup>	0,27+R <sub>AR</sub>	0	15
		PE-R	≥ 3 <sup>(10)</sup>	0,27+R <sub>AR</sub>	0	15

- Techo acústico de panel de yeso laminado con lana de roca.

Código	Sección	espesor			HE <sup>(2)</sup>	HR <sup>(3/4)</sup>	
		placa (mm)	MW (mm)	C (mm)	R <sub>TS</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	ΔR <sub>A</sub> <sup>(5)</sup> (dBA)	ΔL <sub>w</sub> (dB)
T01		15	-	≥ 100	0,22	5	5
			≥ 50	≥ 100	0,22+R <sub>AT</sub>	13	9
			≥ 150	≥ 100		15	
		2x12,5	≥ 80	≥ 100	0,22+R <sub>AT</sub>	14	9
			≥ 150	≥ 100		15	
			≥ 150	≥ 100	0,22+R <sub>AT</sub>	14	
			≥ 150		15		

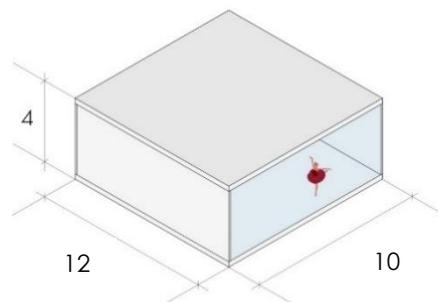
- Forjado de losa alveolar con capa de compresión de 50mm de canto.

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

### 3. CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS DB-HR

#### 3.1. EXIGENCIAS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

Se lleva a cabo el estudio del tiempo de reverberación en un aula tipo de 10x12x4m en los que se tienen en cuenta los siguientes acabados: suelo de tarima de madera sobre rastreles, dos particiones interiores de yeso laminado con aislamiento y cámara de aire y una tercera partición de vidrio hacia el espacio común; y, por último, fachada compuesta por muro cortina y una solución en el techo de yeso laminado con aislamiento y cámara de aire.



De este modo, se introduce en el programa los datos indicando que se trata de un aula o sala de conferencia vacía por su carácter de aula de danza, sin mobiliario. Según

imagen adjuntada, se puede comprobar que la solución elegida para el aula con la exigencia especificada de tiempo de reverberación y absorción acústica del apartado 3.2. del CTE DB-HR.

Volumen  $V_r$  (m<sup>3</sup>):

Tipo de recinto:

Área equivalente A: 139.04

Resultado Cálculo:  $0.55 \leq 0.7$  **CUMPLE**

Requisito C:  (s)

Tempo de reverberación: 0.55

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

**Paramentos**

	Paramentos	$\alpha_{mi}$	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$\alpha_{mi} \cdot S_i$
1	Tarima sobre rastreles	0.05	120	6
2	YL 15 [10<=p<20] + MW + C [≥150]	0.57	120	68.4
3	Vidrio	0.04	80	3.2
4	YL 15 [0<p<=10] + MW + C [≥150]	0.52	96	49.92
5	-	-	0	0
6	-	-	0	0
7	-	-	0	0
8	-	-	0	0
9	-	-	0	0
10	-	-	0	0

**Muebles fijos absorbentes**

	Muebles	$A_{0,m}$
1		0
2		0
3		0
4		0
5		0
6		0
7		0
8		0
9		0
10		0

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO

Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR protección frente a ruido, del CTE

v 3.0 Diciembre :

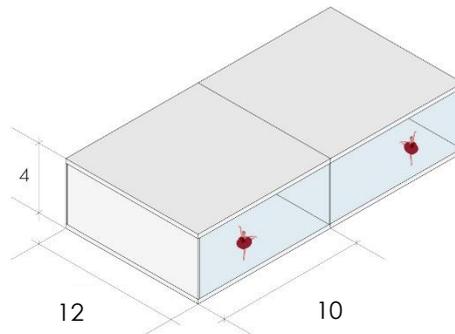
$$A = \sum_{i=1}^N \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^M A_{0,m,j} + 4\bar{m}_m \cdot V$$

### 3.2. EXIGENCIA DE AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO DE PARTICIONES INTERIORES

Para ello se llevan a cabo tres casos de estudio para comprobar el cumplimiento del DB-HR en el recinto del aula de danza: recintos adyacentes, recintos superpuestos y recinto superpuesto con una arista común. En los dos primeros casos se estudiarán tanto el aislamiento a ruido aéreo entre recintos como el aislamiento a ruido de impacto. En el último caso de estudio, se analizará el aislamiento a ruido de impacto solamente.

#### 3.2.1. IMPACTO ADYACENTE ENTRE DOS RECINTOS

Para este estudio se han introducido dos aulas de danza contiguas con una dimensión de 10x12x4m cada una. Las características constructivas de ambas son las mismas. Se trata de una solución en suelo y techo de losa alveolar con una capa de compresión de 500mm, una solución de yeso laminado de separación entre aulas, una partición de vidrio hacia el espacio común y una fachada de muro cortina con vidrio aislante.



Las próximas imágenes muestran la introducción de los datos en el programa, teniendo en cuenta que el aula de danza se considera como recinto protegido. Así, con las soluciones constructivas elegidas, el requerimiento del CTE DB-HR cumpliría.



## Documento básico HR protección fre



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

**Datos de entrada**

**Elemento separado**

Superficie  $S_s$

Elemento constructivo base	$m'$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{t,a}$	Revestimiento recinto 1	$\Delta R_{D,1}$	Revestimiento recinto 2	$\Delta R_{D,2}$
YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)	45	55	Sin Trasdosados	-	Sin Trasdosados	-

Ventanas, puertas y luce

S (m <sup>2</sup> )	$R_{t,v}$
0	0

Transmisión aérea D

Directa	Indirecta
0	0

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	$L'_{nT,w}$	Requisito CTE
54	-	33	-
55	45 <b>CUMPLE</b>	32	60 <b>CUMPLE</b>

---

**Recinto 1**

Tipo de recinto como emisor:  Tipo de recinto como receptor:  Volumen  $V_1$  (l)

Elemento	Elemento constructivo base	$m'$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{t,a}$	$L_{n,w}$	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l$ (m)	Como Plano	$m'_e$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{t,e}$	Revestimiento	$\Delta R_{D,1}$	$\Delta I_{n,w}$
Elemento F1 (Suelo)	L_Capa compresion 500 mm	650	64	66	120	10	Como Plano	650	64	MD + AR MW 30	0	17
Elemento F2 (Tech)	L_Capa compresion 500 mm	650	64	66	120	10	Como Plano	650	64	YL 15 + AT MW 50 + C [100-150] (forjado de m > 350 ka/m <sup>2</sup> )	7	9
Elemento F3 (Pared)	UVA 10-(12...20)-6	40	34		40	4		40	34	Solución conjunta	-	-
Elemento F4 (Pared)	UVA 6-(12...20)-5	27.5	30		40	4		27.5	30	Solución conjunta	-	-

---

**Recinto 2**

Tipo de recinto como emisor:  Tipo de recinto como receptor:  Volumen  $V_2$  (l)

Elemento	Elemento constructivo base	$m'$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{t,a}$	$L_{n,w}$	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l$ (m)	Como Plano	$m'_e$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{t,e}$	Revestimiento	$\Delta R_{D,1}$	$\Delta I_{n,w}$
Elemento f1 (Suelo)	L_Capa compresion 500 mm	650	64	66	120	10	Como Plano	650	64	MD + AR MW 30	0	17
Elemento f2 (Tech)	L_Capa compresion 500 mm	650	64	66	120	10	Como Plano	650	64	YL 15 + AT MW 50 + C [100-150] (forjado de m > 350 ka/m <sup>2</sup> )	7	9
Elemento f3 (Pared)	UVA 10-(12...20)-6	40	34		40	4		40	34	Solución conjunta	-	-
Elemento f4 (Pared)	UVA 6-(12...20)-5	27.5	30		40	4		27.5	30	Solución conjunta	-	-

---

**Uniones de los Elementos Cons**

Tipo de unión	$K_{E1}$	$K_{E2}$	$K_{E3}$	
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo) 	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (autoportante en 2 y 4)	-5.7	21.6	21.6
Arista 2 (Unión Elemento-Techo) 	Unión en + de elementos de entramado autoportante y elemento homogéneo (autoportante en 2 y 4)	-5.7	21.6	21.6
Arista 3 (Unión Elemento-Pared) 	Unión en T de elementos de entramado autoportante (orientación 1)	11	10.5	10.5
Arista 4 (Unión Elemento-Pared) 	Unión en T de elementos de entramado autoportante (orientación 2)	14.3	12.1	12.1



Vista en sección



Vista en sección



Vista en planta



Vista en planta



A continuación, se muestran los cálculos aportados por el programa para el cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos.

- Cálculo aéreo de recinto 1 a recinto 2

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre rec																	
Cálculos																	
<b>Contribución directa</b>																	
	R <sub>ε,A</sub>	ΔR <sub>D</sub>	ΔR <sub>d</sub>	maxΔR	minΔR <sub>i</sub>	ΔR <sub>Dd</sub>	R <sub>int</sub>	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>unif</sub> (m)	R <sub>vpl,A</sub>	R <sub>Dd,m,f</sub>	τ <sub>Dd</sub> =10 <sup>-0,1 R<sub>IA</sub></sup>					
	55	-	-	0	0	0	55	48	0	0	55	3.16228e-06					
<b>Contribución de Flanco a flanco</b>																	
i=j	R <sub>F,A</sub>	R <sub>F,A</sub>	ΔR <sub>Fj</sub>	ΔR <sub>Fj</sub>	maxΔR	minΔR <sub>i</sub>	ΔR <sub>Fd</sub>	K <sub>Fd</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>Fd,A</sub>	τ <sub>Fd</sub> =10 <sup>-0,1 R<sub>IA</sub></sup>				
1	64	64	0	0	0	0	0	-5.7	1	10	48	65.1	3.07143e-07				
2	64	64	7	7	7	7	10.5	-5.7	1	10	48	75.6	2.73742e-08				
3	34	34	-	-	0	0	0	11	1	4	48	55.8	2.63523e-06				
4	30	30	-	-	0	0	0	14.3	1	4	48	55.1	3.09613e-06				
												<b>52.2</b>	6.06588e-06				
<b>Contribución de Flanco a directo</b>																	
i	R <sub>F,A</sub>	R <sub>S,A</sub>	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>vpl</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>vpl,A</sub>	R <sub>S,m</sub>	ΔR <sub>Fj</sub>	ΔR <sub>d</sub>	maxΔR	minΔR <sub>i</sub>	ΔR <sub>Fd</sub>	K <sub>Fd</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>Fd,A</sub>	τ <sub>Fd</sub> =10 <sup>-0,1 R<sub>IA</sub></sup>
1	64	55	48	0	0	55	0	-	0	0	0	21.6	1	10	48	87.9	1.6183e-09
2	64	55	48	0	0	55	7	-	7	0	7	21.6	1	10	48	94.9	3.22893e-10
3	34	55	48	0	0	55	-	-	0	0	0	10.5	1	4	48	65.8	2.63523e-07
4	30	55	48	0	0	55	-	-	0	0	0	12.1	1	4	48	65.4	2.88947e-07
																<b>62.6</b>	5.54412e-07
<b>Contribución de Directo a flanco</b>																	
i	R <sub>S,A</sub>	R <sub>F,A</sub>	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>vpl</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>vpl,A</sub>	R <sub>S,m</sub>	ΔR <sub>D</sub>	ΔR <sub>Fj</sub>	maxΔR	minΔR <sub>i</sub>	ΔR <sub>Fd</sub>	K <sub>Fd</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>Fd,A</sub>	τ <sub>Fd</sub> =10 <sup>-0,1 R<sub>IA</sub></sup>
1	55	64	48	0	0	55	-	0	0	0	0	21.6	1	10	48	87.9	1.6183e-09
2	55	64	48	0	0	55	-	7	7	0	7	21.6	1	10	48	94.9	3.22893e-10
3	55	34	48	0	0	55	-	-	0	0	0	10.5	1	4	48	65.8	2.63523e-07
4	55	30	48	0	0	55	-	-	0	0	0	12.1	1	4	48	65.4	2.88947e-07
																<b>62.6</b>	5.54412e-07
<b>Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta</b>																	
	D <sub>n,α,f</sub>	D <sub>n,S,A</sub>	A <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>n,al,A'</sub>	τ <sub>Dd</sub> =10 <sup>-0,1 D<sub>n,α</sub></sup>											
	0	0	10	48	inf	0											
<b>Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A</b>																	
$R'_A = -10 \log_{10} \left( 10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_1=\alpha_1, s_1} 10^{-\frac{D_{n,\alpha_1,A}}{10}} \right)$												R' <sub>A</sub>	τ <sub>n</sub> =10 <sup>0,1 Ln,W</sup>				
							R <sub>Dd,A</sub>	55	3.16228e-06								
							R <sub>Ff,A</sub>	52.2	6.06588e-06								
							R <sub>Fd,A</sub>	62.6	5.54412e-07								
							R <sub>Df,A</sub>	62.6	5.54412e-07								
							D <sub>n,al,A'</sub>	inf	0								
							D <sub>n,TA</sub>	<b>49.9</b>	1.0337e-05								
<b>Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A</b>																	
	R' <sub>A</sub>	V (m <sup>3</sup> )	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>n,TA</sub>													
	49.9	480	48	<b>54.9</b>													

- Cálculo aéreo de recinto 2 a recinto 1

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre rec																	
Cálculos																	
<b>Contribución directa</b>																	
	R <sub>ε,A</sub>	ΔR <sub>D</sub>	ΔR <sub>d</sub>	maxΔR	minΔR <sub>i</sub>	ΔR <sub>Dd</sub>	R <sub>int</sub>	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>unif</sub> (m)	R <sub>vpl,A</sub>	R <sub>Dd,m,f</sub>	τ <sub>Dd</sub> =10 <sup>-0,1 R<sub>IA</sub></sup>					
	55	-	-	0	0	0	55	48	0	0	55	3.16228e-06					
<b>Contribución de Flanco a flanco</b>																	
i=j	R <sub>F,A</sub>	R <sub>F,A</sub>	ΔR <sub>Fj</sub>	ΔR <sub>Fj</sub>	maxΔR	minΔR <sub>i</sub>	ΔR <sub>Fd</sub>	K <sub>Fd</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>Fd,A</sub>	τ <sub>Fd</sub> =10 <sup>-0,1 R<sub>IA</sub></sup>				
1	64	64	0	0	0	0	0	-5.7	1	10	48	65.1	3.07143e-07				
2	64	64	7	7	7	7	10.5	-5.7	1	10	48	75.6	2.73742e-08				
3	34	34	-	-	0	0	0	11	1	4	48	55.8	2.63523e-06				
4	30	30	-	-	0	0	0	14.3	1	4	48	55.1	3.09613e-06				
												<b>52.2</b>	6.06588e-06				
<b>Contribución de Flanco a directo</b>																	
i	R <sub>F,A</sub>	R <sub>S,A</sub>	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>vpl</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>vpl,A</sub>	R <sub>S,m</sub>	ΔR <sub>Fj</sub>	ΔR <sub>d</sub>	maxΔR	minΔR <sub>i</sub>	ΔR <sub>Fd</sub>	K <sub>Fd</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>Fd,A</sub>	τ <sub>Fd</sub> =10 <sup>-0,1 R<sub>IA</sub></sup>
1	64	55	48	0	0	55	0	-	0	0	0	21.6	1	10	48	87.9	1.6183e-09
2	64	55	48	0	0	55	7	-	7	0	7	21.6	1	10	48	94.9	3.22893e-10
3	34	55	48	0	0	55	-	-	0	0	0	10.5	1	4	48	65.8	2.63523e-07
4	30	55	48	0	0	55	-	-	0	0	0	12.1	1	4	48	65.4	2.88947e-07
																<b>62.6</b>	5.54412e-07
<b>Contribución de Directo a flanco</b>																	
i	R <sub>S,A</sub>	R <sub>F,A</sub>	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>vpl</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>vpl,A</sub>	R <sub>S,m</sub>	ΔR <sub>D</sub>	ΔR <sub>Fj</sub>	maxΔR	minΔR <sub>i</sub>	ΔR <sub>Fd</sub>	K <sub>Fd</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>Fd,A</sub>	τ <sub>Fd</sub> =10 <sup>-0,1 R<sub>IA</sub></sup>
1	55	64	48	0	0	55	-	0	0	0	0	21.6	1	10	48	87.9	1.6183e-09
2	55	64	48	0	0	55	-	7	7	0	7	21.6	1	10	48	94.9	3.22893e-10
3	55	34	48	0	0	55	-	-	0	0	0	10.5	1	4	48	65.8	2.63523e-07
4	55	30	48	0	0	55	-	-	0	0	0	12.1	1	4	48	65.4	2.88947e-07
																<b>62.6</b>	5.54412e-07
<b>Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta</b>																	
	D <sub>n,α,f</sub>	D <sub>n,S,A</sub>	A <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>n,al,A'</sub>	τ <sub>Dd</sub> =10 <sup>-0,1 D<sub>n,α</sub></sup>											
	0	0	10	48	inf	0											
<b>Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A</b>																	
$R'_A = -10 \log_{10} \left( 10^{-\frac{R_{Dd,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{Df,A}}{10}} + \sum_{F=1}^4 10^{-\frac{R_{Ff,A}}{10}} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{\alpha_1=\alpha_1, s_1} 10^{-\frac{D_{n,\alpha_1,A}}{10}} \right)$												R' <sub>A</sub>	τ <sub>n</sub> =10 <sup>0,1 Ln,W</sup>				
							R <sub>Dd,A</sub>	55	3.16228e-06								
							R <sub>Ff,A</sub>	52.2	6.06588e-06								
							R <sub>Fd,A</sub>	62.6	5.54412e-07								
							R <sub>Df,A</sub>	62.6	5.54412e-07								
							D <sub>n,al,A'</sub>	inf	0								
							D <sub>n,TA</sub>	<b>49.9</b>	1.0337e-05								
<b>Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A</b>																	
	R' <sub>A</sub>	V (m <sup>3</sup> )	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>n,TA</sub>													
	49.9	480	48	<b>54.9</b>													

- Cálculo de impacto de 1 a 2

**Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido de impactos - Recintos contiguos**

**Cálculos**

Contribución de Directo a flanco											
i	R <sub>D,A</sub>	L <sub>n,w</sub>	ΔL <sub>D</sub>	R <sub>f,m,A</sub>	ΔR <sub>f,A</sub>	K <sub>DF</sub>	l <sub>o</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	L <sub>n,w,DF</sub>	ΣD <sub>0</sub> = 10 <sup>0,1 R<sub>A</sub></sup>
1	64	66	17	55	0	21,6	1	10	120	21,1	129,157
2	64	66	17	64	0	-5,7	1	10	120	43,9	24513,2
										<b>43,9</b>	<b>24642,4</b>

$$L_{n,w,DF} = L_{n,w} - \Delta L_{D,w} + \frac{R_{S,A} - R_{f,A}}{2} - \Delta R_{f,A} - K_{DF} - 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_f l_o}$$

**Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado**

L'_{n,w}	V (m <sup>3</sup> )	L'_{n,TW}
43,9	480	<b>32,1</b>

- Cálculo de impacto de 2 a 1

**Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido de impactos - Recintos contiguos**

**Cálculos**

Contribución de Directo a flanco											
i	R <sub>D,A</sub>	L <sub>n,w</sub>	ΔL <sub>D</sub>	R <sub>f,m,A</sub>	ΔR <sub>f,A</sub>	K <sub>DF</sub>	l <sub>o</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	L <sub>n,w,DF</sub>	ΣD <sub>0</sub> = 10 <sup>0,1 R<sub>A</sub></sup>
1	64	66	17	55	0	21,6	1	10	120	21,1	129,157
2	64	66	17	64	0	-5,7	1	10	120	43,9	24513,2
										<b>43,9</b>	<b>24642,4</b>

$$L_{n,w,DF} = L_{n,w} - \Delta L_{D,w} + \frac{R_{S,A} - R_{f,A}}{2} - \Delta R_{f,A} - K_{DF} - 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_f l_o}$$

**Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado**

L'_{n,w}	V (m <sup>3</sup> )	L'_{n,TW}
43,9	480	<b>32,1</b>

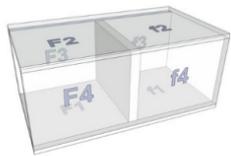
Por último, se adjunta la ficha justificante que proporciona el programa.



**CTE**  
COMISIÓN TÉCNICA DE LA EDIFICACIÓN

## Documento Básico HR Protección frente al ruido

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores contiguos con 4 aristas comunes.

<b>Proyecto</b>	
<b>Autor</b>	
<b>Fecha</b>	
<b>Referencia</b>	

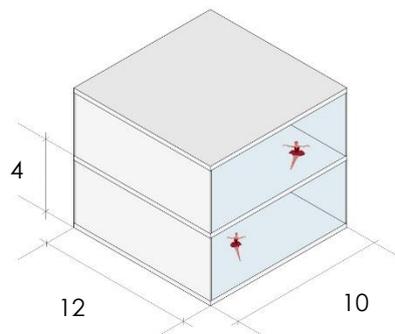
**Características técnicas del recinto 1**

Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Habitable	Volumen	480				
<b>Soluciones Constructivas</b>							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Suelo F1	L_Capa compresion 500 mm						
Techo F2	L_Capa compresion 500 mm						
Pared F3	UVA 10-(12...20)-6						
Pared F4	UVA 6-(12...20)-5						
<b>Parámetros Acústicos</b>							
	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	l <sub>i</sub> (m)	m <sub>i</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>A</sub> (dBA)	L <sub>n,w</sub> (dB)	Δ R <sub>A</sub> (dBA)	Δ L <sub>w</sub> (dB)
Separador	48		45	55	-	-	17
Suelo F1	120	10	650	64	66	0	17
Techo F2	120	10	650	64	66	7	9
Pared F3	40	4	40	34	-	-	-
Pared F4	40	4	27,5	30	-	-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido	Volumen	480				
<b>Soluciones Constructivas</b>							
Separador	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Suelo f1	L_Capa compresion 500 mm						
Techo f2	L_Capa compresion 500 mm						
Pared f3	UVA 10-(12...20)-6						
Pared f4	UVA 6-(12...20)-5						
<b>Parámetros Acústicos</b>							
	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l_i$ (m)	$m'_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_A$ (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	$\Delta R_A$ (dBA)	$\Delta L_w$ (dB)
Separador	48		45	55	-	-	9
Suelo f1	120	10	650	64	66	0	17
Techo f2	120	10	650	64	66	7	9
Pared f3	40	4	40	34	-	-	-
Pared f4	40	4	27,5	30	-	-	-
<b>Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta</b>							
Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	$S$ (m <sup>2</sup> )		0		0	
	índice de reducción	$R_A$ (dBA)		0		0	
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)		0		0	
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)		0		0	
<b>Tipos de uniones e índices de reducción vibracional</b>							
Encuentro	Tipo de unión			$K_{Ff}$	$K_{Fd}$	$K_{Df}$	
Separador - Suelo	Unión en + de elementos de entramado autorportante y elemento homogéneo (autoportante en 2 y 4)			-5.7	21.6	21.6	
Separador - Techo	Unión en + de elementos de entramado autorportante y elemento homogéneo (autoportante en 2 y 4)			-5.7	21.6	21.6	
Separador - Pared	Unión en T de elementos de entramado autoportante (orientación 1)			11	10.5	10.5	
Separador - Pared	Unión en T de elementos de entramado autoportante (orientación 2)			14.3	12.1	12.1	
<b>Transmisión del recinto 1 al recinto 2</b>							
				Cálculo	Requisito		
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	50	<b>CUMPLE</b>			
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	32	65	<b>CUMPLE</b>			
<b>Transmisión del recinto 2 al recinto 1</b>							
				Cálculo	Requisito		
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	55	45	<b>CUMPLE</b>			
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	32	-				

### 3.2.2. IMPACTO SUPERPUESTO ENTRE DOS RECINTOS

De nuevo, para el estudio del impacto superpuesto se ha escogido dos aulas de danza. Las características constructivas, al igual que los tipos de recinto, de ambas aulas son iguales a las citadas anteriormente en el estudio de impacto adyacente.



De este modo, se muestran los resultados aportados por el programa.

**CTE**  
Documento básico HR protección fre

**Cálculo conjunto del aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores. Recintos superpuestos con 4 elementos separados**

Datos de entrada

Elemento separad

Superficie  $S_s = 120$

Elemento constructivo base	$m^2$	$R_{e,A}$	$R_{e,S}$	$R_{e,D}$	Revestimiento recinto 1	$\Delta R_{D,1}$	$\Delta L_{1,w}$	Revestimiento recinto 2	$\Delta R_{D,2}$	$\Delta L_{2,w}$
L_Capa compresion 500 mm	650	64	66		MD + AR MW 30	0	17	YL 15 + AT MW 50 + C [ $\geq 150$ ] (forjado de $m > 350 \text{ kg/m}^2$ )	7	9

Transmisión aérea D  
Directa Indirecta

$D_{nT,A}$	Requisito CTE	$L_{nT,w}$	Requisito CTE
71	50 CUMPLE	30	65 CUMPLE
71	50 CUMPLE		

Recinto 1

Tipo de recinto como emisor: Protegido  
Tipo de recinto como receptor: Protegido  
Volumen  $V_1$  (t): 480

Elemento constructivo base	$m^2$	$R_{e,A}$	$S_i$ ( $m^2$ )	$h$ (m)	Como Flanco	Revestimiento	$\Delta R_{D,A}$
Elemento F1 (Pared)	UVA 10-(12..20)-6	40	34	40	10	Solución conjunta	-
Elemento F2 (Pared)	UVA 6-(12..20)-5	27.5	30	40	10	Solución conjunta	-
Elemento F3 (Pared)	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)	45	55	48	10	Sin Trasdosados	-
Elemento F4 (Pared)	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)	45	55	48	10	Sin Trasdosados	-

Recinto 2

Tipo de recinto como emisor: Protegido  
Tipo de recinto como receptor: Protegido  
Volumen  $V_2$  (t): 480

Elemento constructivo base	$m^2$	$R_{e,A}$	$S_i$ ( $m^2$ )	$h$ (m)	Como Flanco	Revestimiento	$\Delta R_{D,A}$
Elemento f1 (Pared)	UVA 10-(12..20)-6	40	34	40	10	Solución conjunta	-
Elemento f2 (Pared)	UVA 6-(12..20)-5	27.5	30	40	10	Solución conjunta	-
Elemento f3 (Pared)	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)	45	55	48	10	Sin Trasdosados	-
Elemento f4 (Pared)	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)	45	55	48	10	Sin Trasdosados	-

Uniones de los Elementos Const

Tipo de unión	$K_{F1}$	$K_{F2}$	$K_{F3}$	
Arista 1 (Unión Elemento-Pared)	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 3 (juntas elásticas en 2 y 4)	43.2	20.1	20.1
Arista 2 (Unión Elemento-Pared)	Unión flexible en T de elementos homogéneos, orientación 4 (juntas elásticas en 2 y 4)	47.9	22.5	22.5
Arista 3 (Unión Elemento-Pared)	Unión en + de elementos de entramado autorportante y elemento homogéneo (autorportante en 2 y 4)	33.2	21.6	21.6
Arista 4 (Unión Elemento-Pared)	Unión en + de elementos de entramado autorportante y elemento homogéneo (autorportante en 2 y 4)	33.2	21.6	21.6

A continuación, se muestran los cálculos aportados por el programa para el cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos.

- Cálculo aéreo de recinto 1 a recinto 2

**Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos**

**Cálculos**

Contribución directa

$R_{e,A}$	$\Delta R_{D,1}$	$\Delta R_{D,2}$	$\max \Delta R$	$\min \Delta R$	$\Delta R_{D,F}$	$R_{D,F,A}$	$\tau_{D,F} = 10^{-0.1 R_{D,F,A}}$
64	0	7	7	0	7	71	7.94328e-08

Contribución de Flanco a flanco

$R_{e,A}$	$R_{e,S}$	$\Delta R_{F,1}$	$\Delta R_{F,2}$	$\max \Delta R$	$\min \Delta R$	$\Delta R_{D,F}$	$K_{D,F}$	$l_1$ (m)	$l_2$ (m)	$S_1$ ( $m^2$ )	$R_{D,F,A}$	$\tau_{D,F} = 10^{-0.1 R_{D,F,A}}$
34	34	-	-	0	0	0	43.2	1	10	120	88	1.59838e-09
30	30	-	-	0	0	0	47.9	1	10	120	88.7	1.36307e-09
55	55	-	-	0	0	0	33.2	1	10	120	99	1.26304e-10
55	55	-	-	0	0	0	33.2	1	10	120	99	1.26304e-10
<b>84.9</b>												3.21406e-09

Contribución de Flanco a directo

$R_{e,A}$	$R_{e,S}$	$\Delta R_{F,1}$	$\Delta R_{F,2}$	$\max \Delta R$	$\min \Delta R$	$\Delta R_{D,F}$	$K_{D,F}$	$l_1$ (m)	$l_2$ (m)	$S_1$ ( $m^2$ )	$R_{D,F,A}$	$\tau_{D,F} = 10^{-0.1 R_{D,F,A}}$
34	64	-	7	7	0	7	20.1	1	10	120	86.9	2.0561e-09
30	64	-	7	7	0	7	22.5	1	10	120	87.3	1.8784e-09
55	64	-	7	7	0	7	21.6	1	10	120	98.9	1.29157e-10
55	64	-	7	7	0	7	21.6	1	10	120	98.9	1.29157e-10
<b>83.8</b>												4.19082e-09

Contribución de Directo a flanco

$R_{e,A}$	$R_{e,S}$	$\Delta R_{D,1}$	$\Delta R_{D,2}$	$\max \Delta R$	$\min \Delta R$	$\Delta R_{D,F}$	$K_{D,F}$	$l_1$ (m)	$l_2$ (m)	$S_1$ ( $m^2$ )	$R_{D,F,A}$	$\tau_{D,F} = 10^{-0.1 R_{D,F,A}}$
64	34	0	-	0	0	0	20.1	1	10	120	79.9	1.03049e-08
64	30	0	-	0	0	0	22.5	1	10	120	80.3	9.40429e-09
64	55	0	-	0	0	0	21.6	1	10	120	91.9	6.47318e-10
64	55	0	-	0	0	0	21.6	1	10	120	91.9	6.47318e-10
<b>76.8</b>												2.10038e-08

$$R_{D,F,A} = R_{e,A} + \Delta R_{D,F}$$

$$R_{D,F,A} = \frac{R_{e,A} + R_{e,S}}{2} + \Delta R_{D,F,A} + K_{D,F} + 10 \log_{10} \frac{S_1}{l_1 l_2}$$

$$R_{D,F,A} = \frac{R_{e,A} + R_{e,S}}{2} + \Delta R_{D,F,A} + K_{D,F} + 10 \log_{10} \frac{S_1}{l_1 l_2}$$

$$R_{D,F,A} = \frac{R_{e,A} + R_{e,S}}{2} + \Delta R_{D,F,A} + K_{D,F} + 10 \log_{10} \frac{S_1}{l_1 l_2}$$

4	55	55	-	-	0	0	0	33.2	1	10	120	99	1.26304e-10																	
<b>84.9</b>																														
Contribución de Flanco a directo																														
i	R <sub>fA</sub>	R <sub>sA</sub>	ΔR <sub>fD</sub>	ΔR <sub>fA</sub>	maxΔR	minΔR	ΔR <sub>Df</sub>	K <sub>Df</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>DfA</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA																	
1	34	64	-	-	7	0	7	20.1	1	10	120	86.9	2.0561e-09																	
2	30	64	-	-	7	0	7	22.5	1	10	120	87.3	1.8764e-09																	
3	55	64	-	-	7	0	7	21.6	1	10	120	98.9	1.29157e-10																	
4	55	64	-	-	7	0	7	21.6	1	10	120	98.9	1.29157e-10																	
<b>83.8</b>																														
Contribución de Directo a flanco																														
i	R <sub>fA</sub>	R <sub>sA</sub>	ΔR <sub>fD</sub>	ΔR <sub>fA</sub>	maxΔR	minΔR	ΔR <sub>Df</sub>	K <sub>Df</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>DfA</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA																	
1	64	34	0	-	0	0	0	20.1	1	10	120	79.9	1.03049e-08																	
2	64	30	0	-	0	0	0	22.5	1	10	120	80.3	9.40429e-09																	
3	64	55	0	-	0	0	0	21.6	1	10	120	91.9	6.47318e-10																	
4	64	55	0	-	0	0	0	21.6	1	10	120	91.9	6.47318e-10																	
<b>76.8</b>																														
Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta																														
D <sub>n,TA</sub> D <sub>n,SA</sub> A <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> S <sub>s</sub> ) D <sub>n,DA</sub> τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> DnA																														
0 0 10 120 inf 0																														
Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A																														
$R'_A = -10 \log_{10} \left( 10^{-\frac{R_{DfA}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{fA}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{DfA}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{fA}}{10}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{a_i=c_i,l_i} 10^{-\frac{D_{n,iA}}{10}} \right)$																														
<table border="1"> <tr><td>R<sub>DfA</sub></td><td>71</td><td>7.94328e-08</td></tr> <tr><td>R<sub>fA</sub></td><td>84.9</td><td>3.21406e-09</td></tr> <tr><td>R<sub>fA</sub></td><td>83.8</td><td>4.19082e-09</td></tr> <tr><td>R<sub>fA</sub></td><td>76.8</td><td>2.10038e-08</td></tr> <tr><td>D<sub>n,TA</sub></td><td>inf</td><td>0</td></tr> <tr><td>D<sub>n,SA</sub></td><td>69.7</td><td>1.07842e-07</td></tr> </table>													R <sub>DfA</sub>	71	7.94328e-08	R <sub>fA</sub>	84.9	3.21406e-09	R <sub>fA</sub>	83.8	4.19082e-09	R <sub>fA</sub>	76.8	2.10038e-08	D <sub>n,TA</sub>	inf	0	D <sub>n,SA</sub>	69.7	1.07842e-07
R <sub>DfA</sub>	71	7.94328e-08																												
R <sub>fA</sub>	84.9	3.21406e-09																												
R <sub>fA</sub>	83.8	4.19082e-09																												
R <sub>fA</sub>	76.8	2.10038e-08																												
D <sub>n,TA</sub>	inf	0																												
D <sub>n,SA</sub>	69.7	1.07842e-07																												
Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A																														
<table border="1"> <tr><td>R'<sub>A</sub></td><td>V</td><td>(m<sup>3</sup>)</td><td>S<sub>s</sub></td><td>(m<sup>2</sup>)</td><td>D<sub>nTA</sub></td></tr> <tr><td>69.7</td><td>480</td><td>120</td><td></td><td>70.7</td></tr> </table>													R' <sub>A</sub>	V	(m <sup>3</sup> )	S <sub>s</sub>	(m <sup>2</sup> )	D <sub>nTA</sub>	69.7	480	120		70.7							
R' <sub>A</sub>	V	(m <sup>3</sup> )	S <sub>s</sub>	(m <sup>2</sup> )	D <sub>nTA</sub>																									
69.7	480	120		70.7																										

$$R_{DfA} = \frac{R_{fA} + R_{sA}}{2} + \Delta R_{DfA} + K_{Df} + 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_f l_0}$$

$$R_{DfA} = \frac{R_{sA} + R_{fA}}{2} + \Delta R_{DfA} + K_{Df} + 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_f l_0}$$

$$D_{n,TA} = R'_A + 10 \log_{10} \left( \frac{0,32V}{S_s} \right)$$

- Cálculo aéreo de recinto 2 a recinto 1

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre rec																														
Cálculos																														
Contribución directa																														
<table border="1"> <tr><td>R<sub>eA</sub></td><td>ΔR<sub>Df</sub></td><td>ΔR<sub>fA</sub></td><td>maxΔR</td><td>minΔR</td><td>ΔR<sub>Df</sub></td><td>R<sub>DfA</sub></td><td>R<sub>DfA</sub></td><td>τ<sub>Df</sub>=10<sup>0,1</sup>RIA</td></tr> <tr><td>64</td><td>7</td><td>0</td><td>7</td><td>0</td><td>7</td><td>71</td><td>71</td><td>7.94328e-08</td></tr> </table>													R <sub>eA</sub>	ΔR <sub>Df</sub>	ΔR <sub>fA</sub>	maxΔR	minΔR	ΔR <sub>Df</sub>	R <sub>DfA</sub>	R <sub>DfA</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA	64	7	0	7	0	7	71	71	7.94328e-08
R <sub>eA</sub>	ΔR <sub>Df</sub>	ΔR <sub>fA</sub>	maxΔR	minΔR	ΔR <sub>Df</sub>	R <sub>DfA</sub>	R <sub>DfA</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA																						
64	7	0	7	0	7	71	71	7.94328e-08																						
Contribución de Flanco a flanco																														
i	R <sub>fA</sub>	R <sub>sA</sub>	ΔR <sub>fD</sub>	ΔR <sub>fA</sub>	maxΔR	minΔR	ΔR <sub>Df</sub>	K <sub>Df</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>DfA</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA																	
1	34	34	-	-	0	0	0	43.2	1	10	120	88	1.59830e-09																	
2	30	30	-	-	0	0	0	47.9	1	10	120	88.7	1.26307e-09																	
3	55	55	-	-	0	0	0	33.2	1	10	120	99	1.26304e-10																	
4	55	55	-	-	0	0	0	33.2	1	10	120	99	1.26304e-10																	
<b>84.9</b>																														
Contribución de Flanco a directo																														
i	R <sub>fA</sub>	R <sub>sA</sub>	ΔR <sub>fD</sub>	ΔR <sub>fA</sub>	maxΔR	minΔR	ΔR <sub>Df</sub>	K <sub>Df</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>DfA</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA																	
1	34	64	-	-	0	0	0	20.1	1	10	120	79.9	1.03049e-08																	
2	30	64	-	-	0	0	0	22.5	1	10	120	80.3	9.40429e-09																	
3	55	64	-	-	0	0	0	21.6	1	10	120	91.9	6.47318e-10																	
4	55	64	-	-	0	0	0	21.6	1	10	120	91.9	6.47318e-10																	
<b>76.8</b>																														
Contribución de Directo a flanco																														
i	R <sub>sA</sub>	R <sub>fA</sub>	ΔR <sub>fD</sub>	ΔR <sub>fA</sub>	maxΔR	minΔR	ΔR <sub>Df</sub>	K <sub>Df</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>DfA</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA																	
1	64	34	7	-	7	0	7	20.1	1	10	120	86.9	2.0561e-09																	
2	64	30	7	-	7	0	7	22.5	1	10	120	87.3	1.8764e-09																	
3	64	55	7	-	7	0	7	21.6	1	10	120	98.9	1.29157e-10																	
4	64	55	7	-	7	0	7	21.6	1	10	120	98.9	1.29157e-10																	
<b>83.8</b>																														
Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta																														
D <sub>n,TA</sub> D <sub>n,SA</sub> A <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> S <sub>s</sub> ) D <sub>n,DA</sub> τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> DnA																														
0 0 10 120 inf 0																														
Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A																														
$R'_A = -10 \log_{10} \left( 10^{-\frac{R_{DfA}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{fA}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{DfA}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{-\frac{R_{fA}}{10}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{a_i=c_i,l_i} 10^{-\frac{D_{n,iA}}{10}} \right)$																														
<table border="1"> <tr><td>R<sub>DfA</sub></td><td>71</td><td>7.94328e-08</td></tr> <tr><td>R<sub>fA</sub></td><td>84.9</td><td>3.21406e-09</td></tr> <tr><td>R<sub>fA</sub></td><td>83.8</td><td>4.19082e-09</td></tr> <tr><td>R<sub>fA</sub></td><td>76.8</td><td>2.10038e-08</td></tr> <tr><td>D<sub>n,TA</sub></td><td>inf</td><td>0</td></tr> <tr><td>D<sub>n,SA</sub></td><td>69.7</td><td>1.07842e-07</td></tr> </table>													R <sub>DfA</sub>	71	7.94328e-08	R <sub>fA</sub>	84.9	3.21406e-09	R <sub>fA</sub>	83.8	4.19082e-09	R <sub>fA</sub>	76.8	2.10038e-08	D <sub>n,TA</sub>	inf	0	D <sub>n,SA</sub>	69.7	1.07842e-07
R <sub>DfA</sub>	71	7.94328e-08																												
R <sub>fA</sub>	84.9	3.21406e-09																												
R <sub>fA</sub>	83.8	4.19082e-09																												
R <sub>fA</sub>	76.8	2.10038e-08																												
D <sub>n,TA</sub>	inf	0																												
D <sub>n,SA</sub>	69.7	1.07842e-07																												
Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A																														
<table border="1"> <tr><td>R'<sub>A</sub></td><td>V</td><td>(m<sup>3</sup>)</td><td>S<sub>s</sub></td><td>(m<sup>2</sup>)</td><td>D<sub>nTA</sub></td></tr> <tr><td>69.7</td><td>480</td><td>120</td><td></td><td>70.7</td></tr> </table>													R' <sub>A</sub>	V	(m <sup>3</sup> )	S <sub>s</sub>	(m <sup>2</sup> )	D <sub>nTA</sub>	69.7	480	120		70.7							
R' <sub>A</sub>	V	(m <sup>3</sup> )	S <sub>s</sub>	(m <sup>2</sup> )	D <sub>nTA</sub>																									
69.7	480	120		70.7																										

$$R_{DfA} = R_{sA} + \Delta R_{DfA}$$

$$R_{DfA} = \frac{R_{fA} + R_{sA}}{2} + \Delta R_{DfA} + K_{Df} + 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_f l_0}$$

$$R_{DfA} = \frac{R_{fA} + R_{sA}}{2} + \Delta R_{DfA} + K_{Df} + 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_f l_0}$$

$$R_{DfA} = \frac{R_{sA} + R_{fA}}{2} + \Delta R_{DfA} + K_{Df} + 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_f l_0}$$

$$D_{n,TA} = R'_A + 10 \log_{10} \left( \frac{0,32V}{S_s} \right)$$

- Cálculo de impactos

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido aéreo y de impacto entre rec																								
Cálculos																								
Contribución directa																								
<table border="1"> <tr><td>L<sub>n,w</sub></td><td>ΔL<sub>w,D</sub></td><td>ΔL<sub>w,f</sub></td><td>L<sub>n,w,Df</sub></td><td>τ<sub>Df</sub>=10<sup>0,1</sup>RIA</td></tr> <tr><td>66</td><td>17</td><td>9</td><td>40</td><td>10000</td></tr> </table>													L <sub>n,w</sub>	ΔL <sub>w,D</sub>	ΔL <sub>w,f</sub>	L <sub>n,w,Df</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA	66	17	9	40	10000		
L <sub>n,w</sub>	ΔL <sub>w,D</sub>	ΔL <sub>w,f</sub>	L <sub>n,w,Df</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA																				
66	17	9	40	10000																				
Contribución de Directo a flanco																								
i	R <sub>sA</sub>	L <sub>n,w</sub>	R <sub>f,w</sub>	ΔL <sub>w,f</sub>	ΔR <sub>fA</sub>	K <sub>Df</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	L <sub>n,w,Df</sub>	τ <sub>Df</sub> =10 <sup>0,1</sup> RIA													
1	64	66	34	17	-	20.1	1	10	120	33.1	2058.1													
2	64	66	30	17	-	22.5	1	10	120	32.7	1876.4													
3	64	66	55	17	-	21.6	1	10	120	21.1	129.157													
4	64	66	55	17	-	21.6	1	10	120	21.1	129.157													
<b>36.2</b>																								
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos																								
<table border="1"> <tr><td>L<sub>n,w,Df</sub></td><td>L<sub>n,w</sub></td><td>τ<sub>n</sub>=10<sup>0,1</sup>L<sub>n,w</sub></td></tr> <tr><td>40</td><td>10000</td><td></td></tr> <tr><td>L<sub>n,w,Df</sub></td><td>36.2</td><td>4190.82</td></tr> <tr><td>L<sub>n,w,Df</sub></td><td>41.5</td><td>14190.8</td></tr> </table>													L <sub>n,w,Df</sub>	L <sub>n,w</sub>	τ <sub>n</sub> =10 <sup>0,1</sup> L <sub>n,w</sub>	40	10000		L <sub>n,w,Df</sub>	36.2	4190.82	L <sub>n,w,Df</sub>	41.5	14190.8
L <sub>n,w,Df</sub>	L <sub>n,w</sub>	τ <sub>n</sub> =10 <sup>0,1</sup> L <sub>n,w</sub>																						
40	10000																							
L <sub>n,w,Df</sub>	36.2	4190.82																						
L <sub>n,w,Df</sub>	41.5	14190.8																						
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado																								
<table border="1"> <tr><td>L<sub>n,w</sub></td><td>V</td><td>(m<sup>3</sup>)</td><td>L<sub>nT,w</sub></td></tr> <tr><td>41.5</td><td>480</td><td></td><td>29.7</td></tr> </table>													L <sub>n,w</sub>	V	(m <sup>3</sup> )	L <sub>nT,w</sub>	41.5	480		29.7				
L <sub>n,w</sub>	V	(m <sup>3</sup> )	L <sub>nT,w</sub>																					
41.5	480		29.7																					

$$L_{n,w,Df} = L_{n,w} - \Delta L_{D,w} - \Delta L_{D,w}$$

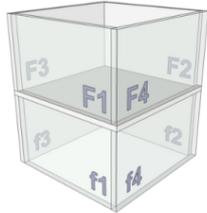
$$L_{n,w,Df} = L_{n,w} - \Delta L_{D,w} + \frac{R_{sA} - R_{fA}}{2} - \Delta R_{fA} - K_{Df} - 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_f l_0}$$

$$L'_{n,w} = 10 \log_{10} \left( 10^{\frac{L_{n,w,Df}}{10}} + \sum_{f=1}^4 10^{\frac{L_{n,w,Df}}{10}} \right)$$

Por último, se adjunta la ficha justificante que proporciona el programa.

**CTE** Documento Básico HR Protección frente  
 Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos inte  
 CascRecintos superpuestos con 4 aristas comunes.

Proyecto	
Autor	
Fecha	
Referencia	



Características técnicas del recinto 1							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido	Volumen	480				
Soluciones Constructivas							
Separador	L_Capa compresion 500 mm						
Pared F1	UVA 10-(12...20)-6						
Pared F2	UVA 6-(12...20)-5						
Pared F3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Pared F4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l_i$ (m)	$m_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_A$ (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	$\Delta R_A$ (dBA)	$\Delta L_w$ (dB)
Separador	120		650	64	66	0	17
Pared F1	40	10	40	34	66	-	-
Pared F2	40	10	27,5	30	66	-	-
Pared F3	48	10	45	55	-	-	-
Pared F4	48	10	45	55	-	-	-

Características técnicas del recinto 2							
Tipo de recinto como emisor	Unidad de uso						
Tipo de recinto como receptor	Protegido	Volumen	480				
Soluciones Constructivas							
Separador	L_Capa compresion 500 mm						
Pared f1	UVA 10-(12...20)-6						
Pared f2	UVA 6-(12...20)-5						
Pared f3	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Pared f4	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Parámetros Acústicos							
	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$l_i$ (m)	$m_i$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_A$ (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)	$\Delta R_A$ (dBA)	$\Delta L_w$ (dB)
Separador	120		650	64	66	7	9
Pared f1	40	10	40	34	66	-	-
Pared f2	40	10	27,5	30	66	-	-
Pared f3	48	10	45	55	-	-	-
Pared f4	48	10	45	55	-	-	-

Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta			
Ventanas, puertas y lucernarios	superficie	$S$ (m <sup>2</sup> )	0
	índice de reducción	$R_A$ (dBA)	0
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	$D_{n,e,A}$ (dBA)	0
	transmisión indirecta	$D_{n,s,A}$ (dBA)	0

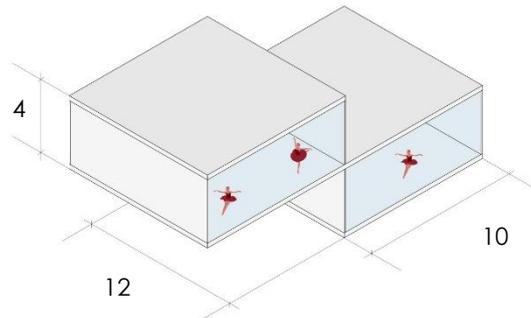
Tipos de uniones e índices de reducción vibracional					
Encuentro	Tipo de unión	$K_{FF}$	$K_{Fd}$	$K_{Df}$	
Separador - Pared	Unión flexible en + de elementos homogéneos, orientación 3 (juntas elásticas en 2 y 4)	43,2	20,1	20,1	
Separador - Pared	Unión flexible en + de elementos homogéneos, orientación 4 (juntas elásticas en 2 y 4)	47,9	22,5	22,5	
Separador - Pared	Unión en + de elementos de entramado autorportante y elemento homogéneo (autoportante en 2 y 4)	33,2	21,6	21,6	
Separador - Pared	Unión en + de elementos de entramado autorportante y elemento homogéneo (autoportante en 2 y 4)	33,2	21,6	21,6	

Transmisión del recinto 1 al recinto 2				
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	71	50	CUMPLE
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$ (dB)	30	65	CUMPLE

Transmisión del recinto 2 al recinto 1				
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$ (dBA)	71	50	CUMPLE

### 3.2.3. IMPACTO CRUZADO ENTRE DOS RECINTOS

Para finalizar con la exigencia del DB-HR para particiones interiores, se realiza el estudio de impacto cruzado entre dos aulas de danza con las mismas características mencionadas en los apartados anteriores. De este modo, se muestra la introducción de datos en el programa y, de nuevo, se puede comprobar que el caso de estudio cumple la exigencia.



**Cálculo conjunto del aislamiento acústico a ruido de impactos. Recintos con 1 arista común. Caso A.**

**Datos de entrada**

**Elemento separado**

Superficie S<sub>e</sub>: 120    longitud de la arista común: 12

Elemento constructivo base	m' (kg/m)	R <sub>i,s</sub>	L <sub>pw</sub>	Revestimiento Recinto Emisor	ΔR <sub>0,2</sub>	ΔL <sub>w</sub>
L_Capa compresion 500 mm	650	64	66	MD + AR MW 30	0	17

L<sub>nt,w</sub>: 26    Requisito CTE: 65    **CUMPLE**

**Recinto Emisor**

Tipo de recinto como emisor: Unidad de uso

**Recinto 2**

Volumen V<sub>r</sub> (n): 480    Tipo de recinto: Unidad de uso    Tipo de recinto como receptor: Protegido

Elemento constructivo base	m' (kg/m)	R <sub>i,s</sub>	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	Como Plano	Revestimiento	ΔR <sub>0,2</sub>	k (m)	
Elemento f1 (Pared): YL 2x12.5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12.5 (perfiles arriostrados)	45	55	48	45	55	Sin Trasdosados	-	12
Elemento f2 (Tech): L_Capa compresion 500 mm	650	64	120	650	64	YL 15 + AT MW 50 + C [≥= 150] (forjado de m > 350 kg/m <sup>2</sup> )	7	12

**Uniones de los Elementos Const**

Tipo de unión	K <sub>nt</sub>	K <sub>no</sub>
Arista 1 (Unión Elemento-Suelo): Unión en + de elementos de entramado autorportante y elemento homogéneo (autorportante en 2 y 4)	21.6	-5.7

Vista en sección:

A continuación, se muestran los cálculos aportados por el programa para impacto cruzado entre dos recintos.

Cálculo conjunto del Aislamiento Acústico a ruido de impactos											
Cálculos											
Contribución de Directo a flanco											
1	R <sub>D,A</sub>	L <sub>n,w</sub>	R <sub>f,A</sub>	ΔL <sub>D,w</sub>	ΔR <sub>f,A</sub>	K <sub>Df</sub>	l <sub>0</sub> (m)	l <sub>f</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	L <sub>n,w,Df</sub>	τ <sub>Df</sub> = 10 <sup>0,1 R<sub>f,A</sub></sup>
2	64	66	55	17	-	21.6	1	12	120	21.9	154.988
	64	66	64	17	7	-5.7	1	12	120	37.7	5869.24
										<b>37.8</b>	6024.23
Nivel Global de Presión de Ruidos de Impactos estandarizado											
									L <sub>n,w</sub>	V (m <sup>3</sup> )	L <sub>n,T,w</sub>
									37.8	480	<b>25.9</b>

$$L_{n,w,Df} = L_{n,w} - \Delta L_{D,w} + \frac{R_{s,A} - R_{f,A}}{2} - \Delta R_{f,A} - K_{Df} - 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_f l_0}$$

Por último, se adjunta la ficha justificativa del programa de cálculo.



**CTE**  
CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION

## Documento Básico HR Protección frente

Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre recintos interiores  
Casos Recintos adyacentes con 1 arista común. Caso A.

<b>Proyecto</b>			
<b>Autor</b>			
<b>Fecha</b>			
<b>Referencia</b>			

**Características técnicas del recinto 1**

Tipo de recinto	Unidad de uso						
	<b>Soluciones Constructivas</b>						
Separador (Suelo)	L_Capa compresion 500 mm						
	<b>Parámetros Acústicos</b>						
	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	l <sub>i</sub> (m)	m <sub>i</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>A</sub> (dBA)	L <sub>n,w</sub> (dB)	Δ R <sub>A</sub> (dBA)	Δ L <sub>w</sub> (dB)
Separador (Suelo)	120	12	650	64	66	0	17

**Características técnicas del recinto 2**

Tipo de recinto como receptor	Protegido			Volumen			
	<b>Soluciones Constructivas</b>						
Pared f1	YL 2x12,5 + AT MW 48 + SP + AT MW 48 + YL 2x12,5 (perfiles arriostrados)						
Techo f2	L_Capa compresion 500 mm						
	<b>Parámetros Acústicos</b>						
	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	l <sub>i</sub> (m)	m <sub>i</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>A</sub> (dBA)	L <sub>n,w</sub> (dB)	Δ R <sub>A</sub> (dBA)	Δ L <sub>w</sub> (dB)
Pared f1	48	12	45	55	-	-	-
Techo f2	120	12	650	64	66	7	-

**Huecos en el separador y vías de transmisión aérea directa o indirecta**

Ventanas , puertas y lucernarios	superficie	S (m <sup>2</sup> )	-
	índice de reducción	R <sub>A</sub> (dBA)	-
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D <sub>n,eA</sub> (dBA)	-
	transmisión indirecta	D <sub>n,sA</sub> (dBA)	-

**Tipos de uniones e índices de reducción vibracional**

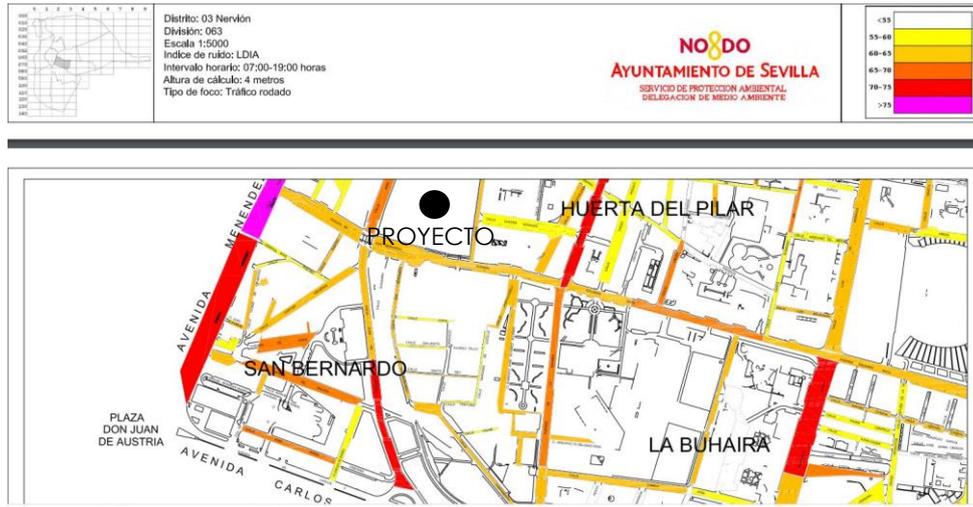
Encuentro	Tipo de unión		K <sub>D1</sub>	K <sub>D2</sub>
Separador (suelo) - pareamientos de entramado autorportante y elemento homogéneo (autop)			-5.7	21.6

**Transmisión del recinto 1 al recinto 2**

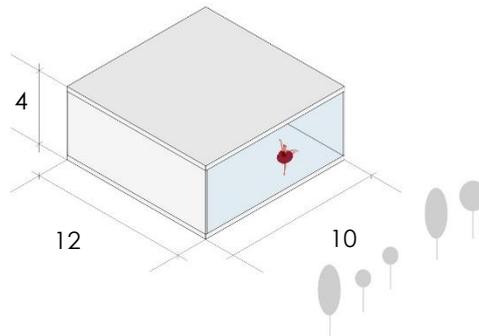
	Cálculo	Requisito	
Aislamiento acústico a ruido de impacto	L <sub>n,T,w</sub> (dB)	26	65 <b>CUMPLE</b>

### 3.3. EXIGENCIA DE AISLAMIENTO DE RUIDO AÉREO DE FACHADA

Finalmente, se lleva a cabo el estudio de ruido aéreo de fachada. Para este análisis, es necesario concretar la localización del proyecto en cuanto a ruido aéreo exterior. De este modo, el conservatorio de danza se sitúa entre las calles Eduardo Dato y Jose María Moreno Galván, ambas de alto tráfico rodado, tal y como se indica en el mapa de ruido aéreo siguiente.



El edificio del conservatorio se encuentra paralelo a la calle Jose María Moreno Galván, sin embargo, la fachada de las aulas se encuentra hacia el interior de la parcela. Por este motivo, se realiza una hipótesis de 60dB para el estudio de ruido aéreo de fachada.



Se tiene en cuenta que la fachada elegida en el proyecto es un muro cortina de vidrio, por lo que se escoge un vidrio aislante para que cumpla con la exigencia. Además, el proyecto carece de capialzados. De este modo, se adjunta la introducción de datos en el programa. Así con las soluciones constructivas y características, la fachada cumple el requisito del DB HR.

**CTE** **Documento básico HR protección fre**

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

**Datos de entrada**

**Sección de Fachada Directa**

Superficie S<sub>ext</sub>: 40

Elemento constructivo base	m <sup>2</sup>	R <sub>eq</sub>	R <sub>v</sub>	Forma de la fachada	α <sub>v</sub>	b <sub>ext</sub>	ΔL <sub>v</sub>	Revestimiento interior	ΔR <sub>d,ext</sub>
UVA 10-(12_20)-6	40	32	34	Plano de fachada	0	0	0	Sin Trasdosados	-

Ventanas/Capialzados	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>v</sub>	R <sub>v</sub>	AR	Transmisión aérea Directa I	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>v</sub> (dB)
Doble ventana. DES. OSC Ext. 4-6-4/ Int. 4-6-4	40	44	46	-3	0	0	0
Sin Capialzados	0	-	-	0	0	0	0
Sin Ventanas	0	-	-	0	0	0	0
Sin Ventanas	0	-	-	0	0	0	0

Transmisión aérea Indirecta: 0

ΔL<sub>v</sub> (dB): 60 Tipo de ruido: Automóviles

D<sub>ext</sub> (dB): 46 Requisito CTE: 30 **CUMPLE**

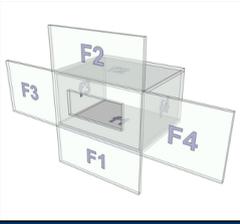
**Secciones de Fachada Flanco**

Elemento constructivo base	m <sup>2</sup>	R <sub>eq</sub>	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	l (m)	
Elemento F1 (Fachada)	UVA 10-(12_20)-6	40	32	40	5
Elemento F2 (Fachada)	UVA 10-(12_20)-6	40	32	40	5
Elemento F3 (Fachada)	UVA 10-(12_20)-6	40	32	40	5
Elemento F4 (Fachada)	UVA 10-(12_20)-6	40	32	40	5

Recinto Recepto									
Tipo de recinto		Volumen V <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> )		Como Flanco					
Cultural, docente, administrativo y religioso		480							
Elemento	Elemento constructivo base	m' (kg/m <sup>3</sup> )	R <sub>we</sub>	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	m' (kg/m <sup>3</sup> )	R <sub>we</sub>	Revestimiento	AR <sub>we</sub>	
Elemento f1 (Suelo)	L_Capa compresion 500 mm	650	59	120	650	59	MD + AR MW 30	0	
Elemento f2 (Tech)	L_Capa compresion 500 mm	650	59	120	650	59	YL 15 + AT MW 50 + C [p>= 150] (topado de m > 35) (kg/m <sup>3</sup> )	4	
Elemento f3 (Pared)	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26	36	48	26	36	YL 15 + MW 48 + SP (m<=70kg/m <sup>3</sup> )	14	
Elemento f4 (Pared)	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26	36	48	26	36	YL 15 + MW 48 + SP (m<=70kg/m <sup>3</sup> )	14	

Uniones de los Elementos Const									
Tipo de unión		K <sub>er</sub>	K <sub>er</sub>	K <sub>er</sub>					
Arista A1 (Unión Fachada-Stiel)	Unión de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orientación 3)	22.1	17.1	22.1	Vista en sección				
Arista A2 (Unión Fachada-Techo)	Unión de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orientación 3)	22.1	17.1	22.1	Vista en sección				
Arista A3 (Unión Fachada-Pared)	Unión de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orientación 2)	11.9	5	11.9	Vista en planta				
Arista A4 (Unión Fachada-Pared)	Unión de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orientación 2)	11.9	5	11.9	Vista en planta				



A continuación, se muestran los cálculos aportados por el programa.

Cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas									
Cálculos									
<b>Contribución Directa</b>									
	R <sub>ε, A</sub>	ΔR <sub>we</sub>	R <sub>we, f</sub>	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>ε, A</sub>	R <sub>Df, A</sub>	T <sub>0</sub> = 10 <sup>0.1 RIA</sup>	
	32	32	40	40	0	32	0	0	
				40	44	44		3.98107e-05	
				40	0	-		-	
				40	0	-		-	
				40	0	-		-	
				40	0	-		-	
				44				3.98107e-05	
<b>Contribución de Flanco a flanco</b>									
i	R <sub>f, A</sub>	R <sub>f, A</sub>	ΔR <sub>er</sub>	K <sub>er</sub>	l <sub>o</sub> (m)	l <sub>i</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>f, A</sub>	T <sub>0</sub> = 10 <sup>0.1 RIA</sup>
1	32	59	0	22.1	1	5	40	76.6	2.16799e-08
2	32	59	4	22.1	1	5	40	80.6	8.63091e-09
3	32	36	14	11.9	1	5	40	68.9	1.28773e-07
4	32	36	14	11.9	1	5	40	68.9	1.28773e-07
								65.4	2.87856e-07
<b>Contribución de Flanco a directo</b>									
i	R <sub>f, A</sub>	R <sub>S, A</sub>	ΔR <sub>er</sub>	K <sub>er</sub>	l <sub>o</sub> (m)	l <sub>i</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>f, A</sub>	T <sub>0</sub> = 10 <sup>0.1 RIA</sup>
1	32	32	17.1	1	5	40	58.1	1.53482e-06	
2	32	32	17.1	1	5	40	58.1	1.53482e-06	
3	32	32	5	1	5	40	46	2.49408e-05	
4	32	32	5	1	5	40	46	2.49408e-05	
								42.8	5.29512e-05
<b>Contribución de Directo a flanco</b>									
i	R <sub>S, A</sub>	R <sub>f, A</sub>	ΔR <sub>er</sub>	K <sub>er</sub>	l <sub>o</sub> (m)	l <sub>i</sub> (m)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>Df, A</sub>	T <sub>0</sub> = 10 <sup>0.1 RIA</sup>
1	32	59	0	22.1	1	5	40	76.6	2.16799e-08
2	32	59	4	22.1	1	5	40	80.6	8.63091e-09
3	32	36	14	11.9	1	5	40	68.9	1.28773e-07
4	32	36	14	11.9	1	5	40	68.9	1.28773e-07
								65.4	2.87856e-07
<b>Contribución por Transmisión Aérea Directa e Indirecta</b>									
								D <sub>na, A</sub>	T <sub>0</sub> = 10 <sup>0.1 Dn, A</sup>
								0	0
								0	0
								inf	0
<b>Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A</b>									
								R' <sub>A</sub>	T <sub>0</sub> = 10 <sup>0.1 Ln, W</sup>
								44	3.98107e-05
								65.4	2.87856e-07
								42.8	5.29512e-05
								65.4	2.87856e-07
								inf	0
								40.3	9.33376e-05
<b>Diferencia de Niveles Estandarizada, ponderada A</b>									
								R' <sub>A</sub>	ΔL <sub>re</sub> V (m <sup>3</sup> ) T <sub>0</sub> (s) S <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> )
								40.3	0 480 0.5 40
								D <sub>2m, nT, A</sub>	
								46.1	

$$R_{Df, A} = R_{S, A} + \Delta R_{Df, A}$$

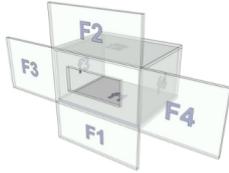
$$R_{Pf, A} = \frac{R_{f, A} + R_{l, A}}{2} + \Delta R_{Pf, A} + K_{Pf} + 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_o l_f}$$

$$R_{P, A} = \frac{R_{f, A} + R_{S, A}}{2} + \Delta R_{P, A} + K_{P, A} + 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_o l_f}$$

$$R_{Df, A} = \frac{R_{S, A} + R_{l, A}}{2} + \Delta R_{Df, A} + K_{Df} + 10 \log_{10} \frac{S_s}{l_o l_f}$$

$$D_{2m, nT, A} = R'_A + \Delta L_{f, s} + 10 \log_{10} \left( \frac{V}{6 T_0 S_S} \right)$$

Por último, se adjunta la ficha justificativa que facilita el programa.

 <b>Documento Básico HR Protección frente</b> Ficha justificativa del cálculo de aislamiento a ruido aéreo en fachadas Casc Fachadas						
	Proyecto Autor Fecha Referencia					
<b>Características técnicas del recinto 1</b>						
Tipo de Ruido Exterior	Automóviles			L <sub>d</sub> (dB)	60	
Forma de la fachada	Plano de fachada			ΔL <sub>fs</sub> (dB)	0	
<b>Soluciones Constructivas</b>						
Sección Separado	UVA 10-(12...20)-6					
Sección Flanco F1	UVA 10-(12...20)-6					
Sección Flanco F2	UVA 10-(12...20)-6					
Sección Flanco F3	UVA 10-(12...20)-6					
Sección Flanco F4	UVA 10-(12...20)-6					
<b>Parámetros Acústicos</b>						
	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	l <sub>i</sub> (m)	m <sub>i</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>Atr</sub> (dBA)		
Sección Separado	40		40	32		
Sección Flanco F1	40	5	40	32		
Sección Flanco F2	40	5	40	32		
Sección Flanco F3	40	5	40	32		
Sección Flanco F4	40	5	40	32		
<b>Características técnicas del recinto 2</b>						
Tipo de Recinto	Cultural, docente, administrativo y religioso Aulas			Volumen	480	
<b>Soluciones Constructivas</b>						
Sección Separado	UVA 10-(12...20)-6					
Suelo f1	L_Capa compresion 500 mm					
Techo f1	L_Capa compresion 500 mm					
Pared f3	YL 15 + AT MW 48 + YL 15					
Pared f4	YL 15 + AT MW 48 + YL 15					
<b>Parámetros Acústicos</b>						
	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	l <sub>i</sub> (m)	m <sub>i</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>Atr</sub> (dBA)	Δ R <sub>Atr</sub> (dBA)	
Sección Separado	40		40	32		
Suelo f1	120	5	650	59	0	
Techo f1	120	5	650	59	4	
Pared f3	48	5	26	36	14	
Pared f4	48	5	26	36	14	
<b>Huecos en el separador</b>						
Ventanas , puertas y lucernarios		S (m <sup>2</sup> )	R <sub>Atr</sub> (dBA)	R <sub>A</sub> (dBA)	ΔR <sub>Atr</sub> (dBA)	
	Hueco 1	40	44	46	-3	
	Hueco 2	0	-	-	0	
	Hueco 3	0	-	-	0	
	Hueco 4	0	-	-	0	
<b>Vías de transmisión aérea directa o indirecta</b>						
Vías de transmisión aérea	transmisión directa	D <sub>n,e1,Atr</sub> (dBA)	0			
	transmisión directa	D <sub>n,e2,Atr</sub> (dBA)	0			
	transmisión indirecta	D <sub>n,s,Atr</sub> (dBA)	0			
<b>Tipos de uniones e índices de reducción vibracional</b>						
Encuentro	Tipo de unión			K <sub>Ff</sub>	K <sub>Fd</sub>	K <sub>Df</sub>
fachada - suelo	de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orienta			22.1	17.1	22.1
fachada - techo	de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orienta			22.1	17.1	22.1
fachada - pared	de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orienta			11.9	5	11.9
fachada - pared	de elementos homogéneos y fachadas ligeras (orienta			11.9	5	11.9
<b>Transmisión de Ruido del exterior</b>						
		Cálculo	Requisito			
Aislamiento acústico a ruido aéreo		D <sub>2m,nT,Atr</sub> (dBA)	46	30	<b>CUMPLE</b>	

## **E. MEMORIA JUSTIFICATIVA DE INSTALACIONES**

### **1. VERIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO BÁSICO**

#### **a. PRESTACIONES ASIGNADAS AL PROYECTO POR LOS SISTEMAS Y ESTRATEGIAS. ESTRATEGIAS PASIVAS Y ACTIVAS DE ACONDICIONAMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL.**

El esquema conceptual de estrategias pasivas y activas de acondicionamiento y control ambiental se enfocará en el edificio principal de aulas.

##### - PRESTACIONES PASIVAS

#### PROTECCIÓN FRENTE A RADIACIÓN SOLAR

El edificio principal se encuentra situado paralelo a la calle Jose María Moreno Galván, de este modo, sus fachadas principales son oeste y este. Al estar situado en Sevilla, un clima de altas temperaturas y fuerte radiación solar, las aulas de danza se orientan al este, hacia el interior de la parcela, donde el sol entrará por la mañana iluminándolas y dará claridad por la tarde. Hacia esta orientación se proyectan los mayores huecos para una mejor iluminación de las aulas. Además, hacia esta orientación se crean unas terrazas que protegerán de la radiación solar directa en las aulas. Debido a las condiciones de confort y acondicionamiento necesarias en un aula de danza, se crean una serie de filtros, no solo constructivos sino también espaciales, hacia la orientación oeste. Así se crea un primer filtro de fachada compuesta por una chapa perforada de cobre para la protección frente a la radiación solar y separada de la fachada por una galería de mantenimiento. A continuación, se proyecta un segundo filtro espacial de gradas y estancia de 3m de ancho y, por último, un tercer filtro de pasillo de distribución de ancho variable (2.30-3.20m). Por este motivo, las aulas quedan protegidas mediante tres filtros.

#### FACHADA VENTILADA EN LA ORIENTACIÓN OESTE

Para evitar la fuerte radiación solar y las altas temperaturas, se crea una fachada ventilada y una doble piel de cobre y vidrio que, a través de la galería de mantenimiento, es capaz de expulsar el aire caliente.

#### VENTILACIÓN CRUZADA

La orientación este- oeste permite una ventilación cruzada a través de los filtros y las aulas de danza mediante una apertura controlada de los huecos en fachada.

##### - PRESTACIONES ACTIVAS

#### VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

En primer lugar, se proyecta un espacio en cubierta para albergar todas las instalaciones de climatización y ventilación. Se plantea un sistema hidrónico para climatización y un sistema primario de tratamiento de aire con recuperador de calor.

#### **b. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA (DB HE 1)**

##### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El cumplimiento del apartado DB HE 1 es ámbito de aplicación en edificios de nueva construcción, como es el caso del edificio principal de aulas. Sin embargo, la nave de montajes (nave central) por ser considerado un edificio protegido se excluye del ámbito de aplicación, según el apartado 2 del punto 1 de DB HE 1:

Se excluyen del ámbito de aplicación: los edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, en la medida en que el cumplimiento de determinadas exigencias básicas de eficiencia energética pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables.

#### \*ANEJO B ZONAS CLIMÁTICAS

Para llevar a cabo el cumplimiento del DB HE 1, hay que indicar con anterioridad que el proyecto de estudio se localiza en Sevilla con una altitud sobre el nivel de mar inferior a 50m, por lo que la zona climática a la que pertenece es la B4, según el Anejo B Zonas climáticas del DB HE.

### 2. CARACTERIZACIÓN DE LA EXIGENCIA

Los edificios dispondrán de una envolvente térmica que limite las necesidades de la energía primaria para alcanzar el bienestar térmico tal y como se define en este apartado del DB HE 1. Igualmente, se aplicarán los requerimientos de este apartado en cuanto a la envolvente térmica y sus particiones interiores.

### 3. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

#### 3.1. CONDICIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

##### 3.1.1. Transmitancia de la envolvente térmica

Según queda definido en este apartado, la transmitancia térmica (U) de la envolvente térmica no superará el valor límite de la tabla 3.1.1.a.

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior ( $U_s$ , $U_M$ )	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior ( $U_c$ )	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno ( $U_T$ ) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica ( $U_{MD}$ )	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) ( $U_H$ )*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%			5,7			

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

Los valores límite de transmitancia aseguran una calidad mínima de la envolvente térmica y evitan descompensaciones en la calidad térmica de los espacios del edificio. Sin embargo, estos valores no aseguran un nivel de demanda adecuado, limitado por el coeficiente global de transmisión de calor (K).

Según la zona climática B4, los valores límites de transmitancia son los siguientes:

- Muros y suelos en contacto con el aire exterior: 0.56 W/m<sup>2</sup>K
- Cubiertas en contacto con el aire exterior: 0.44 W/m<sup>2</sup>K
- Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno. Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica: 0.75 W/m<sup>2</sup>K
- Huecos: 2.3 W/m<sup>2</sup>K
- Puertas con superficie semitransparente: 5.7 W/m<sup>2</sup>K

Una vez introducido los datos de la envolvente térmica y cerramientos en el programa de cálculo HULC, se comparan las transmitancias obtenidas en la envolvente con los valores límites.

- Cerramiento opaco de fachada oeste

Nombre:

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Aluminio aleaciones de	0,010	160,000	2800	880	
2	Poliétileno baja densidad [LDPE]	0,005	0,330	920	2200	
3	MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,100	0,050	40	1000	
4	Poliétileno baja densidad [LDPE]	0,005	0,330	920	2200	
5	Cámara de aire sin ventilación vertical 5 cm					0,180
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
7	MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,100	0,050	40	1000	
8						

Grupo Material:   
 Material:  Espesor [m]:

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U\_M:  [W/m²K]  
 U\_C:  [W/m²K]  
 U\_S:  [W/m²K]

Aceptar

Se obtiene un valor de 0.22 W/m²K cumpliendo el valor límite de 0.56 W/m²K aportado por la normativa.

- Cubierta plana no transitable de grava

Grupo: Cerramientos

Nombre:

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,040	2,000	1450	1050	
2	Polipropileno [PP]	0,005	0,220	910	1800	
3	MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,100	0,050	40	1000	
4	Betún fieltro o lámina	0,005	0,230	1100	1000	
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	0,550	1125	1000	
6	Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0,100	0,300	1000	1000	
7	Poliétileno baja densidad [LDPE]	0,005	0,330	920	2200	
8	Con capa de compresión -Canto 500 mm	0,500	2,020	1300	1000	
9						

Grupo Material:   
 Material:  Espesor [m]:

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U\_M:  [W/m²K]  
 U\_C:  [W/m²K]  
 U\_S:  [W/m²K]

Aceptar

Se obtiene un valor de 0.35 W/m²K cumpliendo el valor límite de 0.44 W/m²K aportado por la normativa.

- Forjado contra el terreno

Grupo Cerramientos

Nombre Forjado terreno

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Resina epoxi	0,020	0,200	1200	1400	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	0,300	625	1000	
3	Hormigón armado d > 2500	0,250	2,500	2600	1000	
4	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,050	1,650	2150	1000	
5	Poliétileno baja densidad [LDPE]	0,005	0,330	920	2200	
6	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,150	2,000	1450	1050	
7	Tierra vegetal [d < 2050]	0,500	0,520	2000	1840	
8						

Grupo Material Plásticos

Material Resina epoxi

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U\_M 0,64 [W/m²K]  
 U\_C 0,66 [W/m²K]  
 U\_S 0,63 [W/m²K]

Aceptar

Se obtiene un valor de 0.63 W/m²K cumpliendo el valor límite de 0.75 W/m²K aportado por la normativa.

- Forjado de separación del aparcamiento (no acondicionado) con los espacios acondicionados de planta baja.

Grupo Cerramientos

Nombre Forjado interior

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Tablero contrachapado 250 < d < 350	0,050	0,110	300	1600	
2	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm					0,180
3	MW Lana mineral [0.05 W/(mK)]	0,050	0,050	40	1000	
4	Con capa de compresión -Canto 500 mm	0,500	2,020	1300	1000	
5						

Grupo Material Maderas

Material Tablero contrachapado 250 < d < 350

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U\_M 0,49 [W/m²K]  
 U\_C 0,49 [W/m²K]  
 U\_S 0,48 [W/m²K]

Aceptar

Se obtiene un valor de 0.48 W/m²K cumpliendo el valor límite de 0.75 W/m²K aportado por la normativa.

- Huecos de fachada

Se introduce en el programa un nuevo tipo de hueco tomando como modelo el vidrio de baja emisividad del fabricante Climalit con una transmitancia térmica de 1.8 W/m²K. Además, se tiene en cuenta un aspecto muy importante en la formación del hueco, la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil

activados. Hay que destacar que la fachada cuenta con una protección frente a radiación solar de chapa plegada de cobre. Para ello, se toma como referencia el DB-HE/ 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, en la tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil.

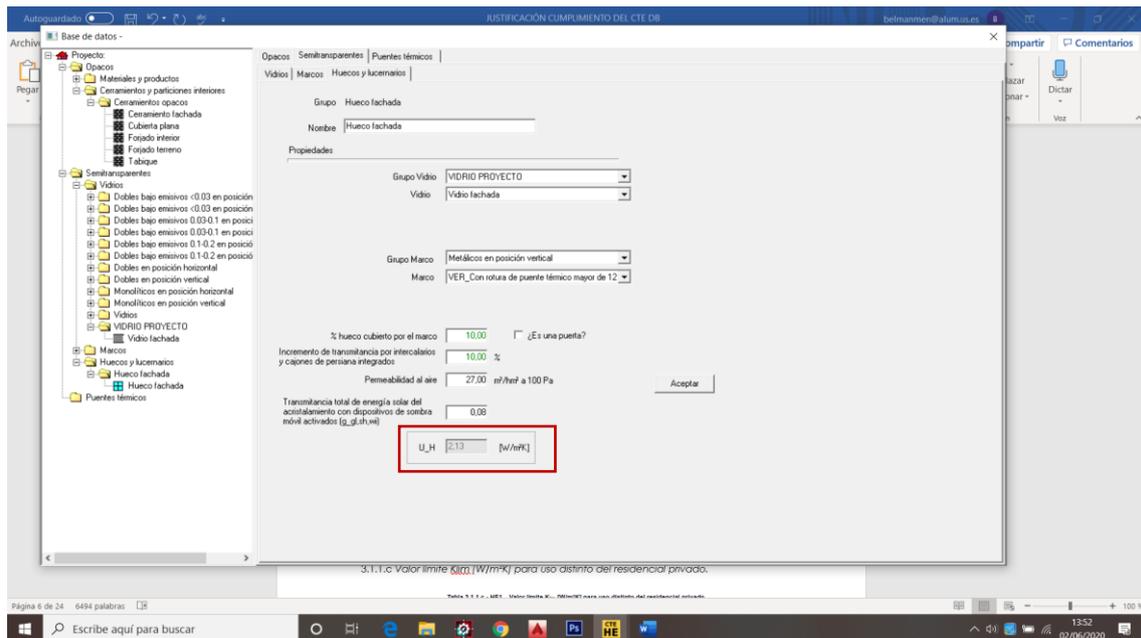
**Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil ( $g_{gl,sh,wl}$ )**

$T_{e,B}$	Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar	Tipo de vidrio	Protección exterior				Protección interior			
			Factor de reflexión ( $\rho_{e,s}$ )				Factor de reflexión ( $\rho_{i,s}$ )			
			blanco	pastel	oscuro	negro	blanco	pastel	oscuro	negro
0 (p.ej: persianas)	0	Vidrio sencillo	0,06	0,11	0,15	0,19	0,34	0,43	0,54	0,66
		Vidrio doble	0,05	0,08	0,11	0,14	0,34	0,43	0,53	0,63
		Vidrio doble bajo emisivo	0,03	0,05	0,08	0,10	0,34	0,42	0,51	0,59
		Vidrio triple bajo emisivo	0,03	0,05	0,06	0,08	0,30	0,34	0,38	0,41
0,2 (p.ej: toldos)	0,2	Vidrio sencillo	0,22	0,27	0,31	0,33	0,39	0,51	0,62	0,68
		Vidrio doble	0,20	0,23	0,26	0,28	0,39	0,50	0,60	0,65
		Vidrio doble bajo emisivo	0,17	0,20	0,22	0,23	0,39	0,48	0,56	0,61
		Vidrio triple bajo emisivo	0,13	0,15	0,16	0,17	0,32	0,36	0,40	0,42
0,4 (p.ej: cortinas)	0,4	Vidrio sencillo	0,41	0,43	0,45	0,47	0,53	0,59	0,65	0,71
		Vidrio doble	0,36	0,38	0,39	0,41	0,51	0,56	0,61	0,66
		Vidrio doble bajo emisivo	0,33	0,34	0,35	0,36	0,49	0,53	0,58	0,62
		Vidrio triple bajo emisivo	0,24	0,25	0,26	0,27	0,37	0,38	0,40	0,42

NOTA: Para el cálculo de la transmitancia total de energía solar de otro tipo de acristalamiento o dispositivo de sombra puede consultarse la norma UNE-EN ISO 52022-3.

NOTA: Para la obtención de los valores de la transmitancia total de energía solar para distintos dispositivos de sombra móvil ( $g_{gl,sh,wl}$ ) recogidos en la tabla 12, se han tomado los valores del factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar tipo ( $t_{p,s}$ ) y del factor de reflexión tipo en función del color ( $\rho_{e,s}$ ), así como los valores de la transmitancia térmica del vidrio ( $U_g$ ) y la transmitancia total de energía solar a incidencia normal ( $g_{p,n}$ ) de la norma UNE-EN ISO 52022-3 que se detallan a continuación:

Sabiendo que el vidrio es doble bajo emisivo y asimilando la protección exterior de la chapa de cobre como persianas, el valor es de 0.08.

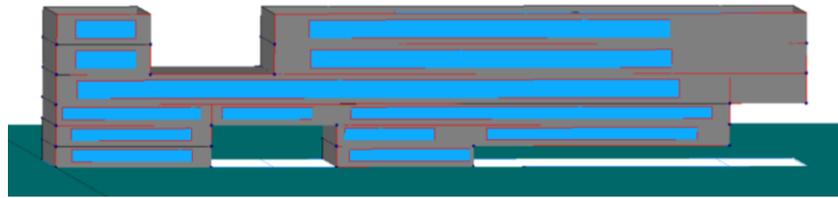


Se obtiene un valor de 2.13 W/m²K cumpliendo el valor límite de 2.3 W/m²K aportado por la normativa.

**INTRODUCCIÓN DEL MODELO EN EL PROGRAMA HULC**

Para llevar a cabo la introducción del modelo en el programa, se ha realizado anteriormente una simplificación del edificio para una mayor optimización del modelo. En primer lugar, se ha suprimido la tabiquería y particiones interiores, dejando a efectos de cumplimiento, la envolvente térmica. En segundo lugar, la introducción de huecos en fachada se ha esquematizado para evitar posibles errores a la hora del cálculo en el programa. De este modo, se han introducido las superficies totales de huecos por planta, en vez de insertar huecos uno por uno. Además, se han considerado el factor

de protección de la chapa de cobre como persianas (explicado anteriormente) y en la fachada este se ha procedido a incorporar voladizos a las ventanas simulando los balcones del proyecto.



- RESULTADOS: CUMPLIMIENTO DB HE- 1

Una vez introducido el modelo del programa, la comprobación del cumplimiento de transmitancia térmica global y de control solar es positiva, destacando que el control solar del modelo de estudio es muy inferior a los valores límites establecidos.

		Valores límite								
Transmitancia térmica global, K [W/m²K]	0,92	0,92		CUMPLE						
Control solar, q_soljul [kWh/m².mes]	1,04	4,00		CUMPLE						
Relación de cambio de aire a 50 Pa, n50 [1/h]	2,51	-		NO APLICA						
Compacidad [m³/m²]	4,98									
Superficie útil de cálculo, Aútil [m²]	10584,61									
Superficie de cerramientos opacos, Aopacos [m²]	7192,14									
Superficie de huecos, Ahuecos [m²]	2066,00									
Longitud de puentes térmicos, Lpt [m]	3436,03									
Detalle por componentes:										
Huecos   Opacos   Puentes Térmicos   Espacios										
Núm.	Nombre	Construcción	Área [m²]	U [W/m²K]	Orientación	% Marco	g_glwi	g_glshwi	F_shobst	Ganancia_jul [kWh/m²]
1	P01_E01_PE002_V	Hueco fachada	40,00	2,13	S	10,00	0,70	0,08	0,99	6,59
2	P01_E01_PE004_V	Hueco fachada	40,00	2,13	N	10,00	0,70	0,08	0,98	4,40
3	P01_E02_PE002_V	Hueco fachada	40,00	2,13	S	10,00	0,70	0,08	0,99	6,60
4	P01_E02_PE004_V	Hueco fachada	30,00	2,13	N	10,00	0,70	0,08	0,98	4,40
5	P02_E01_PE004_V	Hueco fachada	40,00	2,13	S	10,00	0,70	0,08	0,99	6,60
6	P02_E02_PE002_V	Hueco fachada	70,00	2,13	N	10,00	0,70	0,08	0,84	3,77
7	P02_E02_PE003_V	Hueco fachada	30,00	2,13	N	10,00	0,70	0,08	0,86	3,86
8	P02_E02_PE005_V	Hueco fachada	30,00	2,13	S	10,00	0,70	0,08	0,99	6,60
9	P02_E02_PE006_V	Hueco fachada	70,00	2,13	S	10,00	0,70	0,08	0,99	6,60

## **2. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA PROPUESTA. CONDICIONES PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS.**

### **a. CUMPLIMIENTO CTE DB SI-1. PROPAGACIÓN INTERIOR**

#### 1. COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIOS

Los locales RE, las escaleras y pasillos protegidos y los vestíbulos de independencia no computan en la superficie del sector.

Los ascensores que comuniquen sectores de incendio independientes dispondrán en cada acceso de puertas E 30 y, en la planta Aparcamiento, de un vestíbulo de independencia con una puerta EI2 30-C5.

Según la *tabla 1.1. Condiciones de compartimentación en sectores de incendio*, se procede a la sectorización del conjunto.

En primer lugar, se distinguen cinco edificios a sectorizar de todo el conjunto: el edificio principal (que alberga el mayor conjunto de aulas y zonas administrativas), la mediateca de la nave central, la sala B, el salón de actos y las aulas públicas.

Se distinguen dos usos principales: docente (edificio principal, mediateca y aulas públicas) y pública concurrencia (sala B y salón de actos). De esta forma, se tiene en cuenta que, según el uso docente, si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder los 4000m<sup>2</sup>.

#### EDIFICIO PRINCIPAL: CONSERVATORIO DE DANZA.

Se sectoriza por planta.

- S1: CAFETERÍA Planta baja \_ 360.38m<sup>2</sup>
- S2: VESTÍBULO (PB+ Entreplanta) \_ 301.78+202.91= 504.69m<sup>2</sup>
- S3: Entreplanta+P1= 663.49+1940.48= 2603.97m<sup>2</sup>
- S4: P2 (2396.13m<sup>2</sup>)+P3 (1377.81m<sup>2</sup>)= 3773.94m<sup>2</sup>
- S5: P3 (aula extremo)= 266.63m<sup>2</sup>
- S6: P4= 1581.8m<sup>2</sup>
- S7: Aparcamiento= 3849.67m<sup>2</sup>

#### MEDIATECA NAVE CENTRAL

La nave central forma un sector de incendios completo.

- S8: nave central\_ 3794.07m<sup>2</sup>

#### AULAS PÚBLICAS. NAVES ANEXAS A LAS VIVIENDAS

Se sectoriza verticalmente por módulos de aulas.

- S9: 675.31+544.98= 1220.29m<sup>2</sup>
- S10: 577.76+465.18= 1042.94m<sup>2</sup>
- S11: 588.83+451.37= 1040.20m<sup>2</sup>
- S12: 539.22+230.52+260.15= 1029.89m<sup>2</sup>

#### PÚBLICA CONCURRENCIA

- Sala B. S13: 841.10m<sup>2</sup>
- Salón de actos. S14: 963.60m<sup>2</sup>

Según la *tabla 1.2. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio*, para uso Docente y Pública concurrencia, los elementos separadores de sectores deben tener:

- Edificio principal: El 90 ( $15 < h < 28$ m) teniendo en cuenta una altura de evacuación de 23.30m, excepto en la planta de aparcamiento, en la que el forjado de separación del sector con otros diferentes sea REI 120.
- Mediateca: la nave central debe responder a El 60 ( $h < 15$ m), considerando una altura de evacuación de 3.75m.
- Sala B: El 60 ( $h < 15$ m)
- Aulas públicas: El 60 ( $h < 15$ m), considerando una altura de evacuación de 5.75m.
- Salón de actos: El 60 ( $h < 15$ m), considerando una altura de evacuación de 7.50m.

## 2. LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasificarán en riesgo alto, medio o bajo en función de la tabla 2.1. *Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios.*

Además, se tiene en cuenta que: *Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecidas en este DB.*

- Local para grupo electrógeno: riesgo bajo
- Local para calderas de ACS: riesgo bajo ( $70 < P \leq 200$  kW)
- Local para electricidad: riesgo bajo
- Local para telecomunicaciones: riesgo bajo
- Archivo: riesgo bajo ( $100 < V \leq 200$ m<sup>3</sup>)
- Almacén de mantenimiento y de cafetería: riesgo bajo ( $100 < V \leq 200$ m<sup>3</sup>)
- Cocina de cafetería: riesgo bajo ( $20 < P \leq 30$  kW)
- Almacén de vestuario, decorado: riesgo medio ( $100 < V \leq 200$ m<sup>3</sup>)
- Vestuarios. Camerinos: riesgo bajo ( $20 < V \leq 100$ m<sup>2</sup>)

Teniendo en cuenta que según los comentarios aportados por el DB SI en esta tabla, los locales de grupos de presión para agua sanitaria y para instalaciones de protección contra incendios no tienen la consideración de locales de riesgo especial, aunque sí deben cumplir la normativa de RIPCI. A continuación, se muestra el comentario del DB SI: ***\*Cuartos de grupos de presión para agua sanitaria y para instalaciones de protección contra incendios. Los cuartos de grupos de presión de agua sanitaria, de abastecimiento de instalaciones de protección contra incendios o de instalaciones de climatización no tienen la consideración de locales de riesgo especial conforme al CTE DB SI. Cabe recordar, sin embargo, que los grupos de presión para instalaciones de PCI forman parte de dichas instalaciones y tanto estas como sus recintos se regulan por el RIPCI, por lo que deben cumplir dicho reglamento, así como las normas UNE a las que remite.***

Las condiciones de las zonas de riesgo especial se definen en función de la tabla 2.2 *Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios.*

Para los locales de riesgo bajo:

- Resistencia al fuego de la estructura portante: R 90
- Resistencia al fuego de las paredes y techos separadores: El 90
- Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio: NO
- Puertas de comunicación con el resto del edificio: El<sub>2</sub> 45-c5
- Máximo recorrido hasta alguna salida del local:  $\leq 25$ m

Para locales de riesgo medio:

- Resistencia al fuego de la estructura portante: R 120
- Resistencia al fuego de las paredes y techos separadores: El 120

Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio: Sí

Puertas de comunicación con el resto del edificio: 2x El<sub>2</sub> 30-c5

Máximo recorrido hasta alguna salida del local: ≤25m

### 3. ESPACIOS OCULTOS PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACIÓN DE INCENDIOS

La compartimentación contra incendios de los espacios ocultos debe tener continuidad en los espacios ocultos.

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en que dichos elementos son atravesados por elementos de instalaciones, excepto cuando la sección de paso no excede de 50cm<sup>2</sup>. Puede optarse por elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado.

### 4. REACCIÓN AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y DE MOBILIARIO

Los elementos constructivos cumplirán los requerimientos de la tabla 4.1 *Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos*.

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

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

En el caso de los edificios de Pública Concurrencia, los elementos decorativos y de mobiliario cumplirán las siguientes condiciones:

- Butacas y asientos fijos tapizados  
Pasan el ensayo según las normas siguientes:
  - UNE-EN 1021-1:2015 “Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 1: fuente de ignición: cigarrillo en combustión”.
  - UNE-EN 1021-2:2006 “Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 2: fuente de ignición: llama equivalente a una cerilla”.
- Elementos textiles suspendidos como telones, cortinas, cortinajes, etc.:  
Clase 1 conforme a la norma UNE-EN 13773:2003 “Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y cortinajes. Esquema de clasificación”.

## b. CUMPLIMIENTO CTE DB SI-2. PROPAGACIÓN EXTERIOR

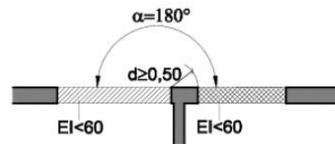
### 1. MEDIANERÍAS Y FACHADAS

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

*Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera protegida o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia “d” en proyección horizontal que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo  $\alpha$  formado por los planos exteriores de dichas fachadas. Para valores intermedios del ángulo  $\alpha$ , la distancia d puede obtenerse por interpolación lineal.*

El edificio principal es el único edificio que se encuentra compartimentado en diferentes sectores de incendio y es el que mayor superficie de huecos presenta, por lo que debe cumplir los requerimientos de fachada de propagación horizontal y vertical.

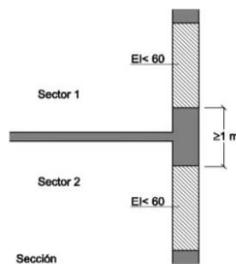
El proyecto presenta fachadas lineales (fachadas a  $180^\circ$ ), por lo que debe cumplir el requerimiento según la figura 1.6. *Fachadas a  $180^\circ$* .



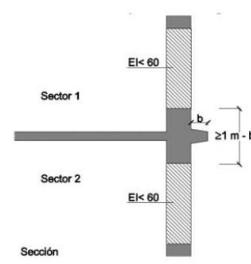
**Figura 1.6. Fachadas a  $180^\circ$**

El proyecto responde a una distancia entre huecos "d" de 70cm, cumpliendo el anterior requerimiento.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una *escalera protegida* o hacia un *pasillo protegido* desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase figura 1.7). En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente (véase figura 1.8).



**Figura 1.7 Encuentro forjado-fachada**



**Figura 1.8 Encuentro forjado- fachada con saliente**

El riesgo de propagación vertical solo ocurre en el edificio principal donde existen sectores diferenciados por planta. De este modo, en este caso, el requerimiento de propagación vertical se resuelve de diferentes formas en función de la fachada. En la fachada oeste, la separación entre huecos de 2.15m mayor de EI60. En la fachada este, se resuelve mediante las terrazas-balcones de 1.5m. En las fachadas norte y sur, este requerimiento se resuelve mediante un saliente, conformando la fachada ligera.

La clase de reacción al fuego de los elementos constructivos que ocupen más del 10% de superficie será:

- Edificio principal: B-s3,d0 para fachadas con altura superior a 18m
- Mediateca, nave central: C-s3,d0 en fachadas de altura hasta 18m
- Sala B: C-s3,d0 en fachadas de altura hasta 18m
- Salón de actos: C-s3,d0 en fachadas de altura hasta 18m
- Aulas públicas: C-s3,d0 en fachadas de altura hasta 18m

Los sistemas de aislamiento situados en el interior de cámaras ventiladas deben tener al menos:

- Edificio principal: B-s3,d0 para fachadas de altura hasta 28m
- Mediateca, nave central: B-s3,d0 en fachadas de altura hasta 28m
- Sala B: B-s3,d0 en fachadas de altura hasta 28m
- Salón de actos: B-s3,d0 en fachadas de altura hasta 28m
- Aulas públicas: B-s3,d0 en fachadas de altura hasta 28m

En las fachadas de altura inferior a 18m (es el caso de todos los edificios excepto el principal) cuyo arranque inferior sea accesible al público, la clase de reacción al fuego, debe ser al menos B-s3,d0 hasta una altura de 3.5m como mínimo.

## 2. CUBIERTAS

*Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.*

El riesgo de propagación exterior por la cubierta solo se produce en las aulas públicas, donde bajo una misma cubierta existen elementos separadores de sectores de incendio. En este caso, al ser una cubierta no accesible, cuando bajo la cubierta se encuentra un elemento separador de 2 sectores, se proyectará una franja de 1m de ancho de  $\geq$ REI 60.

*En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura  $h$  sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la distancia  $d$  de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.*

En el encuentro de la cubierta de las aulas públicas con la medianera del edificio de viviendas norte, la cubierta responde a una resistencia al fuego mayor de EI 60 por lo que la distancia requerida en el encuentro no será necesaria.

### c. CUMPLIMIENTO CTE DB SI-3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES

#### 1. COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

No procede puesto que no existen establecimientos o recintos con un uso previsto diferente al uso previsto principal del edificio.

#### 2. CÁLCULO DE OCUPACIÓN

Los criterios para el cálculo de ocupación se definirán según la tabla 2.1. *Densidades de ocupación* en función del uso previsto y según el programa del proyecto.

Las tablas de ocupación se han realizado con vistas al dimensionado de los elementos de evacuación. Por este motivo, en el caso de los espacios docentes como es el edificio principal se han diferenciado dos datos de ocupación: el número de personas de las aulas y el número de personas de los espacios de distribución y estancia. Entendiendo que las personas que están en los espacios de estancia y distribución son las mismas que en las aulas, se escoge de entre los dos datos el más desfavorable, a la hora del dimensionado de los elementos. Además, se ha realizado el dimensionado de los aseos de planta, aunque no se han tenido en cuenta en el cálculo de la ocupación para el dimensionado de los elementos de evacuación.

Para las aulas se han tenido en cuenta una ocupación de 20 alumnos junto a 1 profesor y 2 músicos (para el acompañamiento), teniendo en cuenta el caso de ocupación más desfavorable por aula. Sin embargo, existe también aulas de mayor dimensión consideradas como aulas de representación (aulas de danza superior) en las que se hace el cálculo según una hipótesis de 5m<sup>2</sup>/ persona, asemejándose a 5m<sup>2</sup>/persona que plantea la tabla 2.1. para *Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.*

A continuación, se muestran las tablas de ocupación de los edificios de estudio.

DENSIDADES DE OCUPACIÓN  
EDIFICIO PRINCIPAL

PLANTA	USO PREVISTO	OCUPACIÓN (m²/persona)	s/programa, s/DBSI	SUPERFICIE (m²)	nº recintos	PERSONAS
P4	Aula de danza tipo	23	s/programa	120	6	138
	Gradas para aula de danza tipo	0,5	s/DBSI	15,36	6	184
	Aula de danza superior	5	s/hipótesis	224,23	1	45
	Gradas para aula de danza superior	0,5	s/DBSI	21	1	42
	Vestíbulo, zona común	10	s/DBSI	67,4	1	7
	Pasillo	10	s/DBSI	141,19	1	14
	Aseo de planta	3	s/DBSI	68,33	1	23

TOTAL Nº PERSONAS EN AULAS	183
TOTAL Nº PERSONAS EN ESPACIOS DE ESTANCIA	233

P3	Aula de danza tipo	23	s/programa	120	4	92
	Gradas para aula de danza tipo	0,5	s/DBSI	15,36	4	123
	Aula de danza superior	5	s/hipótesis	224,23	1	45
	Gradas para aula de danza superior	0,5	s/DBSI	21	1	42
	Aula teórica	1,5	s/DBSI	48,7	4	130
	Espacios de estancia sentados	2	s/DBSI	155,3	1	78
	Pasillo	10	s/DBSI	141,19	1	14
	Espacios de estancia exterior	10	s/DBSI	402	1	40
	Aseo de planta	3	s/DBSI	68,33	1	23

TOTAL Nº PERSONAS EN AULAS	267
TOTAL Nº PERSONAS EN ESPACIOS DE ESTANCIA	283

P2	Aula de danza tipo	23	s/programa	120	8	184
	Gradas para aula de danza tipo	0,5	s/DBSI	15,36	8	246
	Aula de danza superior	5	s/hipótesis	224,23	2	90
	Gradas para aula de danza superior	0,5	s/DBSI	21	2	84
	Aula teórica	1,5	s/DBSI	48,7	0	0
	Espacios de estancia sentados	2	s/DBSI	155,3	0	0
	Pasillo	10	s/DBSI	178,53	1	18
	Vestíbulo, zona común	10	s/DBSI	67,4	1	7
	Aseo de planta	3	s/DBSI	68,33	1	23

TOTAL Nº PERSONAS EN AULAS	274
TOTAL Nº PERSONAS EN ESPACIOS DE ESTANCIA	337

P1	Aula de danza tipo	23	s/programa	120	7	161
	Gradas para aula de danza tipo	0,5	s/DBSI	15,36	7	215
	Aula de música	5	s/DBSI	77,85	1	16
	Aula de danza superior	5	s/hipótesis	224,23	1	45
	Gradas para aula de danza superior	0,5	s/DBSI	21	1	42
	Aula teórica	1,5	s/DBSI	48,7	0	0
	Espacios de estancia sentados	2	s/DBSI	155,3	0	0
	Pasillo	10	s/DBSI	179,41	1	18
	Vestíbulo, zona común	10	s/DBSI	67,4	1	7
	Aseo de planta	3	s/DBSI	68,33	1	23

TOTAL Nº PERSONAS EN AULAS	221
TOTAL Nº PERSONAS EN ESPACIOS DE ESTANCIA	264

ENTREPLANTA	Planta de oficina	10	s/DBSI	624,68	1	62
	Vestíbulo de entrada a la planta de oficina	2	s/DBSI	179,12	1	90

TOTAL Nº PERSONAS EN PLANTA DE OFICINA	152
--	-----

PLANTA BAJA	Vestíbulo	2	s/DBSI	348,65	1	174
	Zona de público sentado en cafetería	1,5	s/DBSI	266,66	1	178
	Zona de servicio en cafetería	10	s/DBSI	78,9	1	8

TOTAL Nº PERSONAS EN PLANTA BAJA	360
----------------------------------	-----

APARCAMIENTO	Aparcamiento	40	s/DBSI	3757,41	1	94
--------------	--------------	----	--------	---------	---	----

TOTAL DE PERSONAS EN EL EDIFICIO	1439
----------------------------------	------

DENSIDADES DE OCUPACIÓN

EDIFICIO	PLANTA	USO PREVISTO	OCUPACIÓN (m²/persona)	s/programa, s/DBSI	SUPERFICIE (m²)	nº recintos	PERSONAS	PERSONAS/P LANTA	TOTAL
MEDIATECA	Planta alta	Espacios de estancia sentados	2	s/DBSI	687,34	1	344	-	344
AULAS PÚBLICAS	PLANTA ALTA	Aula de danza tipo	23	s/programa	120	9	207	256	512
		Pasillo	10	s/DBSI	489,73	1	49		
		Aseos de cada aula	3	s/DBSI	68,33	9	205		
	PLANTA BAJA	Aula de danza tipo	23	s/programa	120	9	207	256	
		Pasillo	10	s/DBSI	489,73	1	49		
		Aseos de cada aula	3	s/DBSI	68,33	9	205		
SALÓN DE ACTOS	-	-	-	s/ asientos fijos	-	-	394	-	394
SALA B	-	-	5	S/hipótesis	399,19	1	80	-	80

### 3. NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

El número de salidas y longitud de recorridos se realizarán en función de la tabla 3.1. *Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación.*

En primer lugar, en el edificio principal ha sido necesario disponer de más de una salida de planta debido a la gran dimensión del edificio (aproximadamente 130m de largo) y a su gran número de ocupantes, de esta manera, los recorridos de evacuación superaban los 25m límites. Así, se disponen de tres salidas de planta que corresponden con el acceso a las tres escaleras protegidas. De esta forma, la longitud de los recorridos de evacuación no excede en ningún caso de 50m.

En segundo lugar, la nave central de la mediateca, al ser un único sector de incendios y tener escaleras no protegidas, sus 7 salidas a exterior corresponderán con el final de los recorridos de evacuación. Teniendo en cuenta una altura de evacuación descendente de 3.75m, uno de los recorridos de evacuación supera el límite de 50m impuesto por el DB SI. De este modo, se llevará a cabo una instalación automática de extinción para aumentar la longitud del recorrido de evacuación en un 25%. Así todos los recorridos de evacuación no superan los 62.5m máximos.

En tercer lugar, las aulas públicas, al igual que el edificio principal, tienen una gran longitud por lo que ha sido necesario disponer de más de una salida de planta. La salida de las aulas se hace a través de un patio de entrada, sin embargo, no se considera espacio exterior seguro. Por este motivo, las 13 salidas a exterior corresponderán al final del recorrido de evacuación. De esta forma, los recorridos de evacuación planteados no superan los 50m máximos teniendo en cuenta una altura de evacuación descendente de 5.75m.

La sala B se encuentra situada en planta baja y dispone de 4 salidas a espacio exterior seguro y ninguno de los recorridos de evacuación supera los 50m de longitud máximos.

Por último, el salón de actos dispone de 4 salidas de planta correspondientes a sus 4 salidas de edificio. De esta forma, los recorridos de evacuación planteados no superan los 50m indicados en tabla, a través de las puertas situadas en el patio de butacas o a través de la escalera del vestíbulo que conecta con las dos salidas de edificio del hall.

### 4. DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

#### 4.1. CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE OCUPANTES

Para el dimensionado de las puertas de salida de planta, considerando que existe más de una salida de planta en todos los edificios, la distribución de los ocupantes se hace suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

Para el dimensionado de las escaleras de evacuación, al ser escaleras protegidas no es preciso inutilizar una de ellas tal y como se indica en el DB SI. Además, se tendrá en cuenta que, en la planta de desembarco de una escalera, habrá que añadir el flujo de personas que la utiliza a la salida de planta. Dicho flujo se estima, o bien  $160A$  ( $A$ =anchura del desembarco la escalera) o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas.

#### 4.2. CÁLCULO

Para el dimensionado de los elementos de evacuación se tiene en cuenta la tabla 4.1. *Dimensionado de los elementos de la evacuación.*

En el caso del edificio principal, se han tenido en cuenta dos datos de ocupación: el número de personas en las aulas y el número de personas en los espacios de distribución y estancia. Entendiendo que las personas que están en los espacios de estancia y distribución son las mismas que en las aulas, se escoge de entre los dos datos el más desfavorable, a la hora del dimensionado de los elementos. Además, se ha tenido en cuenta la hipótesis de bloqueo de una de las puertas de salida de planta.

P4	Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo	Anchura de proyecto
	Salidas de planta	0,80m	117	0,58	0,9
Pasillos	1m	78	0,39	1,9	

P3	Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo (m)	Anchura de proyecto (m)
	Salidas de planta	0,80m	141	0,71	0,9
Pasillos	1m	94	0,47	1,9	

P2	Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo (m)	Anchura de proyecto (m)
	Salidas de planta	0,80m	137	0,68	0,9
Pasillos	1m	112	0,56	1,9	

P1	Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo (m)	Anchura de proyecto (m)
	Salidas de planta	0,80m	132	0,66	0,9
Pasillos	1m	74	0,37	1,9	

ENTREPLANTA	Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo (m)	Anchura de proyecto (m)
	Salidas de planta	0,80m	152	0,76	0,9
Pasillo	1m	152	0,95	1,9	

PLANTA BAJA	Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo (m)	Anchura de proyecto (m)
	Salidas de planta	0,80m	466	2,33	2,4

APARCAMIENTO	Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo (m)	Anchura de proyecto (m)
	Salidas de planta	0,80m	47	0,23	0,9

Para el resto de los edificios se dimensionan las puertas y pasos y los pasillos.

MEDIATECA				
Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo	Anchura de proyecto
Puertas y pasos	0,80m	115	0,57	1,80m
Pasillo	1m	115	0,72	1,10m*

\*Ancho mínimo de proyecto

SALA B				
Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo	Anchura de proyecto
Puertas y pasos	0,80m	80	0,40	1,80m

AULAS PÚBLICAS				
Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo	Anchura de proyecto
Puertas y pasos	0,80m	128	0,64	1,80m
Pasillo	1m	64	0,40	1,20m

SALÓN DE ACTOS				
Elemento de evacuación	Mínimo	Ocupantes	Anchura de cálculo	Anchura de proyecto
Salidas de planta	0,80m	197	0,99	1,80m
Pasos superiores con peldaños en salón de actos	1m	99	0,62	1,20m
Paso inferior con peldaños en salón de actos	1m	197	1,23	1,70m

Sin embargo, para el dimensionado de las escaleras se usa la tabla 4.2. *Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura*, para una escalera de doble tramo con anchura constante en todas las plantas.

En el caso del edificio principal, las tres escaleras protegidas de evacuación presentan un ancho constante de 1.40m en las 5 plantas. Teniendo en cuenta que el edificio principal tiene una capacidad de 1439 personas que se dividen en tres escaleras protegidas de evacuación, cada escalera debe ser capaz de soportar una ocupación de 480 personas. De esta forma, según la tabla 4.2., con ese ancho y con ese número de plantas, su capacidad de evacuación es de 484 personas, por lo que cumpliría el requerimiento.

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

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

Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera

La mediateca de la nave central tiene tres escaleras de evacuación no protegidas de evacuación descendente de 1.30m. La mediateca tiene una capacidad de 344 personas, a las que habría que aplicar la hipótesis de bloqueo de una de ellas por ser de carácter no protegidas. Así, teniendo en cuenta lo anterior, una escalera debería tener capacidad para una ocupación de 172 personas. Según la tabla 4.2., con el ancho y al ser no protegida, tendría una capacidad máxima de 208 personas, por lo que cumpliría con el requerimiento.

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

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

Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera

Las aulas públicas tienen 5 escaleras de evacuación no protegidas de evacuación descendente de 1.30m de ancho. Las aulas públicas tienen una capacidad de 256 personas en planta alta y, al igual que en el caso anterior, se aplica la hipótesis de bloqueo en una de ellas. De este modo, una escalera debería tener capacidad para 64 personas. Según la tabla 4.2., con el ancho y al ser no protegida, tendría una capacidad máxima de 208 personas, por lo que cumpliría con el requerimiento (Véase tabla superior).

El salón de actos posee una escalera de evacuación no protegida abierta al vestíbulo de evacuación descendente de 1.40m de ancho. El salón de actos tiene una capacidad de 394 personas, de las cuales solo la mitad de ellas situadas en la zona superior de las gradas usarán la escalera. Por este motivo, la escalera debe tener una capacidad para 197 personas. Según la tabla 4.2., con el ancho y al ser no protegida, tendría una capacidad máxima de 224 personas, por lo que cumpliría con el requerimiento.

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

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

Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera

## 5. PROTECCIÓN DE LAS ESCALERAS

Para definir las condiciones de protección de las escaleras se usa la tabla 5.1. *Protección de las escaleras.*

- Edificio principal: para una altura de evacuación descendente de 23.30m y teniendo en cuenta que es uso Docente, la escalera debe ser protegida, excepto en la planta de Aparcamiento que es especialmente protegida.
- Mediateca: para una altura de evacuación descendente de 3.75m y teniendo en cuenta que es uso Docente, la escalera puede ser no protegida.
- Aulas públicas: para una altura de evacuación descendente de 5.75m y teniendo en cuenta que es uso Docente, la escalera puede ser no protegida.
- Salón de actos: para una altura de evacuación descendente de 7.50m y teniendo en cuenta que es uso Pública Concurrencia, la escalera puede ser no protegida.

## 6. PUERTAS SITUADAS EN RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

Las puertas de salida de planta y de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Toda puerta de salida prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada abrirá en el sentido de la ocupación. De esta forma, teniendo en cuenta la ocupación prevista, todas las puertas abrirán en el sentido de la evacuación excepto las aulas que no será necesario según este punto, ya que están previstas para una capacidad de 23 personas.

## 7. SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Se utilizarán las señales de evacuación según los requerimientos definidos en el punto 1 de este apartado.

- Las salidas de recinto, planta y edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA". Esto incluye las puertas de las aulas que superan los 50m<sup>2</sup> delimitados. El resto de los espacios que no excedan los 50m<sup>2</sup> de superficie, cuyas salidas sean fácilmente visibles y cuando los ocupantes estén familiarizados con el edificio no será necesario.
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas.
- En los puntos de recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas.
- En los recorridos junto a puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponer la señal con el rótulo "SIN SALIDA" en un lugar fácilmente visible.
- Las señales se dispondrán de forma coherente en función a la asignación de ocupantes.
- Los itinerarios accesibles definidos en este punto 1.g de este apartado deberán estar acompañados por las señales anteriormente junto al SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio, irán además del rótulo "ZONA DE REFUGIO".
- La superficie de las zonas de refugio se señalará con diferente color en el pavimento y con el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal, según el punto 2 de este apartado.

## 8. CONTROL DE HUMO DE INCENDIO

Se debe instalar un sistema de control de humo de incendio en la planta sótano de aparcamiento del edificio principal por ser considerado uso Aparcamiento no abierto. En el resto de los casos, los recintos de Pública Concurrencia del proyecto no exceden de 1000 personas y no existen atrios en el proyecto.

En la planta de aparcamiento de sótano se llevará a cabo un sistema de ventilación conforme a lo establecido en el DB HS-3, los cuales, cuando sean mecánicos, cumplirán las condiciones especificadas en el punto 2 de este apartado.

- a) El sistema debe de ser capaz de extraer un caudal de aire de 150l/plaza · s con una aportación máxima de 120l/plaza · s y debe activarse automáticamente en caso de incendio mediante un sistema de detección.
- b) Los ventiladores, incluidos los de impulsión para vencer pérdidas de carga y/o regular el flujo, deben tener una clasificación F<sub>300</sub> 60.
- c) Los conductos que transcurran por un único sector de incendio deben tener una clasificación E300 60. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben tener una clasificación EI 60.

## 9. EVACUACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN CASO DE INCENDIO

En el edificio principal de aula de uso Docente, al tener una altura de evacuación superior a 14m y no disponer de posibilidad de paso a un sector de incendio independiente en la misma planta, se dispone de una zona de refugio apta. El número de usuarios de movilidad reducida se calcula en función de los siguientes requerimientos:

- Una plaza para usuario de silla de ruedas por cada 100 ocupantes.

En cada planta habrá proyectados tres zonas de refugio en las escaleras protegidas previstas para la evacuación. Por este motivo, se calcula a partir de la ocupación de la planta P2 (337 personas), por ser el número más desfavorable de ocupantes por planta. Así se calcula que debe haber 4 plazas para usuarios de silla de ruedas.

- Una para cada persona con otro tipo de movilidad reducida por cada 33 ocupantes.

Del mismo modo, partiendo de la cifra de 337 personas, se calcula que debe haber espacio en la zona de refugio para 11 personas con otro tipo de movilidad.

El resto de los edificios de uso Docente (Mediateca en la nave central y las aulas públicas) no superan la altura de evacuación de 14m requerida en este apartado, por lo que no será necesario disponer de otra salida de planta a otro sector diferente o de zona de refugio.

Igualmente, los edificios de uso Pública Concurrencia como son la Sala B y el Salón de actos no superan la altura de evacuación de 10m, por lo que no serán necesario ninguno de los requerimientos anteriores.

Toda planta que disponga de zona de refugio (es el caso del edificio principal) dispone de un itinerario accesible entre todo origen de evacuación situado en una zona accesible y aquéllas. Lo mismo ocurre cuando se trata de una planta de salida del edificio.

**a. CUMPLIMIENTO CTE DB SI-5. INTERVENCIÓN DE BOMBEROS.****1. CONDICIONES DE APROXIMACIÓN Y ENTORNO****1.1. APROXIMACIÓN DE LOS EDIFICIOS**

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2 cumplen las condiciones especificadas en el CTE.

- Anchura libre: 21.48m > anchura mínima 5m
- Altura libre: sin restricción > altura mínima 4.5m
- Capacidad portante del vial: 20KN/m<sup>2</sup>
- Tramos curvos: 6.15m de radio > 5.30m mínimo

**1.2. ENTORNO DE LOS EDIFICIOS**

Al tener una altura de evacuación descendente mayor que 9m dispone de un espacio de maniobra para la fachada este de acceso al edificio principal.

- Anchura libre: 6.14m > anchura mínima 5m
- Altura libre: sin restricción > altura mínima: la del edificio
- Separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada: no hay separación
- Distancia máxima hasta los accesos al edificio necesarios para poder llegar hasta todas sus zonas: distancia máxima de 15.30m < distancia máxima permitida de 30m
- Pendiente: sin pendiente
- Resistencia al punzonamiento del suelo: 100KN sobre 20cm
- El espacio de maniobra se mantiene libre de obstáculos.

**2. ACCESIBILIDAD POR FACHADA**

La fachada elegida para el acceso de bomberos es la fachada interior este debido a que se encuentra libre de elementos que puedan impedir el acceso por fachada.

Dispone de balcones con un pretil de 1m de altura, con una altura inferior de 1.20m a lo establecido en este apartado. Además, los huecos acristalados son de suelo a techo, por lo que no se considera la altura límite del alféizar y sus dimensiones son superiores a la establecidas.

### **3. ANÁLISIS DE INSTALACIONES DEL EDIFICIO PRINCIPAL DE AULARIO**

#### **3.1. ESTUDIO PREVIO DE SISTEMAS Y DOTACIONES.**

##### SUPERFICIES ÚTILES DESTINADAS A INSTALACIONES

LOCAL	EDIFICIO	PLANTA	SUPERFICIE ÚTIL (m <sup>2</sup> )
Centro de transformación 1	Edificio de aulario y mediateca en nave central	Planta baja del conjunto	33.43m <sup>2</sup>
Centro de transformación 2	Edificio de aulario y mediateca en nave central	Planta baja del conjunto	38m <sup>2</sup>
Centro de transformación 3	Resto del conjunto	Planta baja del conjunto	35m <sup>2</sup>
Grupo electrógeno	Edificio principal de aulario	Planta sótano	21.60m <sup>2</sup>
Local para AFS	Edificio principal de aulario	Planta sótano	21.60m <sup>2</sup>
Local para BIES	Edificio principal de aulario	Planta sótano	21.60m <sup>2</sup>
Local para telecomunicaciones	Edificio principal de aulario	Planta sótano	14.60m <sup>2</sup>
Local para calderas de ACS	Edificio principal de aulario	Planta sótano	14.60m <sup>2</sup>
Local de electricidad	Edificio principal de aulario	Planta sótano	22m <sup>2</sup>
Grupo electrógeno	Mediateca de nave central	Planta baja	15m <sup>2</sup>
Local para AFS	Mediateca de nave central	Planta baja	7m <sup>2</sup>
Local para BIES	Mediateca de nave central	Planta baja	7m <sup>2</sup>
Local para telecomunicaciones	Mediateca de nave central	Planta baja	8m <sup>2</sup>
Local de electricidad	Mediateca de nave central	Planta baja	7m <sup>2</sup>

#### **3.2. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (DB SI-4)**

##### CUMPLIMIENTO DEL CTE DB SI-4

En general

- Extintores portátiles
- 1 hidrante exterior
- Instalación automática en centros de transformación

Docente

- Bocas de incendio equipadas de tipo 25mm.

- Columna seca: no es necesario puesto que la altura de evacuación no excede de 24m de altura (23.30m)
  - Sistema de alarma
  - Sistema de detección de incendios: como el edificio excede de 5000m<sup>2</sup> será necesario disponerlo en todo el edificio.
- Hidrante exterior: dos hidrantes exteriores debido a que la superficie total construida del edificio es de 10546.40m<sup>2</sup>.

### 3.3. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA SANITARIA

Para las instalaciones hidrosanitarias se emplean dos acometidas a la red urbana de abastecimiento, una para AFS y otra para BIES (protección contra incendios), tratándose de un solo usuario.

La conexión con la red se realiza mediante llave de registro situada en arqueta. El consumo de agua se mide mediante un contador general situado en fachada, tal y como se indica en la documentación gráfica anexa. A continuación, la red llega hasta planta sótano donde discurre por falso techo hacia el grupo presión localizado en un local técnico independiente junto al núcleo de comunicación central del edificio. De este modo, la red se distribuirá hacia dos puntos: la cocina de la cafetería y los vestuarios de planta. Por un lado, discurrirá por falso techo en sótano hasta el hueco vertical del núcleo de comunicación norte y llegará hasta la cocina de la cafetería situada en planta baja. Por otro lado, irá por el hueco vertical situado en la escalera central que llegará a los vestuarios de planta de plantas superiores que se encuentra junto al núcleo de comunicación.

#### DIMENSIONADO DE LA RED DE AGUA FRÍA SANITARIA

##### PREVISIÓN DE CAUDAL TOTAL EN EL EDIFICIO

NÚCLEO HÚMEDO	TIPO DE APARATO	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO DE AFS (dm <sup>3</sup> /s)	CAUDAL INSTANTÁNEO DE ACS (dm <sup>3</sup> /s)	CAUDAL INSTANTÁNEO DE AFS TOTAL (dm <sup>3</sup> /s)	CAUDAL INSTANTÁNEO DE ACS TOTAL (dm <sup>3</sup> /s)		
Cocina de cafetería	Fregadero	2	0,3	0,2	0,6	0,4	Número de núcleos en el edificio	
	Lavavajillas	2	0,25	0,2	0,5	0,4		
				CAUDAL TOTAL POR NÚCLEO	1,1	0,8		
				CAUDAL TOTAL EN EDIFICIO	1,1	0,8		
VESTUARIO CENTRAL	Lavabo	4	0,1	0,065	0,4	0,26		
	Ducha	6	0,2	0,1	1,2	0,6		
	Inodoro con sistema	6	0,1	0	0,6	0		
				CAUDAL TOTAL POR NÚCLEO	2,2	0,86		Número de núcleos en el edificio
				CAUDAL TOTAL EN EDIFICIO	8,8	3,44		
				CAUDAL TOTAL DE TODOS LOS NÚCLEOS	9,9	4,24		

## COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN

En primer lugar, comprobaremos si es necesario colocar un grupo de presión calculando la presión en el punto de consumo más desfavorable que, por longitud y altura de la red, sería el vestuario de planta de la última planta, P4.

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

Conociendo la presión en la acometida (25 m.c.a.) y suponiendo la profundidad de la misma (1.00 m), realizamos el estudio de presiones utilizando la siguiente expresión:

$$PNEC = HG + PR + PC = 25.14 + 10 + 9.89 = 45.03 \text{ m.c.a} > 35 \text{ m.c.a} \rightarrow \text{Es necesario colocar GP}$$

Dónde:

PNEC = Presión necesaria en el punto más desfavorable

HG = Altura desde la acometida al punto de consumo estudiado = 25.14m

PR = Presión residual = 10 m.c.a

PC = Pérdida de carga del circuito =  $0,1 \cdot 98.96\text{m} = 9.89 \text{ m.c.a}$  (Se estima como el 10% de la longitud del circuito)

## CÁLCULO DE DIÁMETRO Y PÉRDIDAS DE CARGA UNITARIA

### - RED INTERIOR

Para hacer el dimensionado de los diámetros de la red, tendremos en cuenta el CTE-HS4, en el que se especifica que el dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá el circuito considerando como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

Se realiza el cálculo de la red para el vestuario de planta, por ser el más desfavorable.

Parámetros empleados en el cálculo:

$$PC = 1,2L \cdot \Delta PCL$$

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

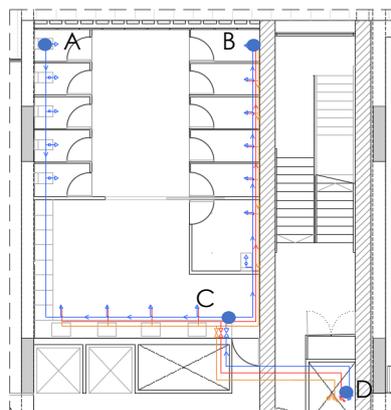
$$v = 4000 \cdot Q_c / \varnothing N \cdot \pi$$

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

F= Rugosidad según Flamant = 0,00054 (Para PVC)

V<sub>máx</sub> = 2m/s

K= coeficiente de simultaneidad =  $1 / (n-1)^{1/2}$ , siendo "n" el nº de aparatos



TRAMOS	Nº APARATOS	Qi (l/s)	coef K	Qc (l/s)	v máx (m/s)	diámetro c (mm)	diámetro n (mm)	v real (m/s)	F	ΔPcl (mca/m)	Lr (m)	Pl (mca/m)	Pp (mca)	Pc total (mca)
A-C	9	0,9	0,35	0,32	2	14,24	20	1,013	0,00054	1,31E-05	14,8	0,0002	3,87E-05	0,0002
B-C	7	1,3	0,41	0,53	2	18,39	20	1,690	0,00054	3,20E-05	9,7	0,0003	6,21E-05	0,0004
C-D	16	2,2	0,26	0,57	2	19,02	20	1,809	0,00054	3,60E-05	6,6	0,0002	4,76E-05	0,0003

Los ramales de enlace a cada aparato se dimensionarán según lo establecido en DBHS4- tabla 4.2 para tubos de plástico:

NÚCLEO HÚMEDO	TIPO DE APARATO	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO DE AFS (l/s)	Diámetro mínimo (mm)	Caudal total (l/s)
Cocina de cafetería	Fregadero	2	0,3	20	1,1
	Lavavajillas	2	0,25	20	
VESTUARIO CENTRAL	Lavabo	4	0,1	12	2,2
	Ducha	6	0,2	12	
	Inodoro con cisterna	6	0,1	12	

#### - TUBERÍA GENERAL DE AFS

Una vez conocemos el caudal total instalado en el edificio procedemos al cálculo de la tubería general a través de la siguiente formulación:

$$\varnothing = [(QC \cdot 4000) / (\pi \cdot v)]^{1/2} = 27.75\text{mm}$$

Donde:

QC = Caudal de cálculo = K · QT = 1.21 l/s

K= coeficiente de simultaneidad =  $1 / (n-1)^{1/2}$ , siendo "n" el nº de aparatos (68 aparatos en total) = 0.12

QT = Caudal total instalado en el edificio = 1.1 (cocina) + 2.2 (vestuario) · 4 (nº vestuarios en todo el edificio) = 9.9 l/s

V = velocidad = 2 m/s

Teniendo en cuenta que el diámetro de cálculo es de 27.75mm, el diámetro nominal de una tubería de acero inoxidable es de **32mm**.

#### CÁLCULO DEL GRUPO DE PRESIÓN

##### - CÁLCULO DEL DEPÓSITO AUXILIAR DE ALIMENTACIÓN

$$V = Q \cdot 15 \cdot 60, V = 9765L$$

Teniendo en cuenta que un depósito de AFS tiene una capacidad de 4000L, el edificio principal necesitará de 3 acumuladores de AFS.

##### - CÁLCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO

El número de bombas depende del caudal de cálculo o simultáneo de la instalación. Por este motivo, teniendo en cuenta que el caudal de cálculo del edificio es de 1.21l/s, menor de 10l/s, serán necesarias **dos bombas**.

Según el H-4, una vez calculado el número de bombas necesarias, se incluye una bomba más de reserva. Así habrá **dos bombas más una extra de reserva en el equipo de bombeo**. Las bombas funcionan habitualmente de forma alternada.

- CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE PRESIÓN

El cálculo del volumen del depósito de presión se hará con la siguiente expresión:

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

$$Vd = 3 \times 1.21 \times (35.64+10)=165.67l$$

Donde;

Q: caudal de cálculo del edificio: 1.21l/s

$$Pb = Ha + Hg + Pc + Pr = 0.5+25.14+0.0013+10 = 35.64 \text{ m.c.a.}$$

Ha: altura geométrica de aspiración, es la distancia vertical existente entre el eje de la bomba y el nivel inferior del agua: 0.5m.

Hg: altura geométrica, es la distancia vertical entre el eje de la bomba y el punto de servicio más elevado: 25.14m

Pc: pérdida de carga del circuito, producidas por el rozamiento del fluido con la tubería y las pérdidas localizadas en llaves, contadores y cruces:

Continuando con la tabla anterior de la red interior del edificio, se calcula la pérdida de carga hasta el depósito.

TRAMOS	Nº APARATOS	Qi (l/s)	coef. K	Qc (l/s)	v máx (m/s)	diámetro c (mm)	diámetro n (mm)	v real (m/s)	F	ΔPcl (mca/m)	Lr (m)	Pl (mca/m)	Pp (mca)	Pc total (mca)
C-D	16	2.2	0.26	0.57	2	19.02	20	1.809	0,00054	3,60E-05	6,6	0,0002	4,76E-05	0,0003
D-E	68	9.9	0.12	1.21	2	27.76	32	1,505	0,00054	1,45E-05	77,5	0,0011	2,25E-04	0,0013

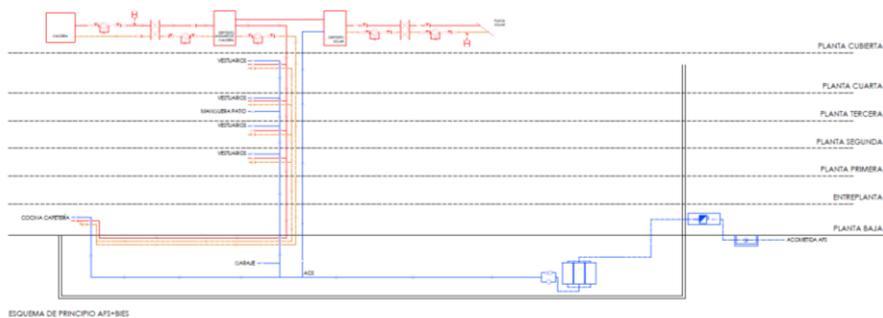
Pr: Presión residual en el grifo, es la presión mínima que debe tener el agua al llegar al punto de consumo, en grifos convencionales 100kPa= 10m.c.a.

**El volumen del depósito de presión es de 165.67l**, por lo que se buscará en un fabricante un depósito acorde con el volumen calculado.

DIMENSIONADO AISLAMIENTO TUBERÍAS

Según el RITE 2013 para tuberías que discurren por interior hay que remitirse a la tabla 1.2.4.2.3. Teniendo en cuenta que el diámetro exterior es menor de 35mm y que el aislamiento es de XLPE, el espesor mínimo es de 25mm. En el caso de tuberías que discurren por el exterior, según la tabla 1.2.4.2.4., y teniendo en cuenta que el diámetro exterior es menor de 35mm y el mismo aislamiento que en las tuberías de interior, el espesor mínimo es de 45mm.

**3.4. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA**



La instalación de agua caliente sanitaria acoge la misma acometida de agua fría y se conecta a ella a través del depósito solar. Al igual que ocurre en AFS, la red discurre a través del hueco vertical de la escalera central, abasteciendo a los núcleos de vestuarios y la cocina de la cafetería.

## **DIMENSIONADO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA**

### CÁLCULO DE LA DEMANDA Y CONTRIBUCIÓN SOLAR

Se dimensiona la demanda total de ACS del edificio en función del anejo F del CTE-DB-HE según la tabla c, para una demanda orientativa de ACS. El conservatorio de danza corresponde a una escuela con ducha, por lo que la demanda sería de 21 litros/día x persona. Teniendo en cuenta que la demanda sería para 1000 personas, la demanda total del edificio de ACS es de **21.000 litros/día**.

Según el HE-4, la contribución mínima solar mínima será del **70%**, ya que la demanda supera los 5000l/d. Por tanto, **la contribución solar en volumen es de 14.7000l/d**.

### CÁLCULO DE LA ACUMULACIÓN, CAPTADORES SOLARES Y SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR

Toda la demanda de agua caliente de la instalación debe concentrarse en un volumen de acumulación, de modo que, según el cálculo anterior, el volumen deberá ser de 21.000 litros/día.

A partir del dato de la acumulación, se halla el área de los captadores solares cumpliendo la siguiente condición:

$$50 < V/A < 180$$

$$A = V/50-180$$

$$\mathbf{A = 420-116.6m^2}$$

Así, la superficie de los captadores solares deberá estar entre 420m<sup>2</sup> y 116.6m<sup>2</sup>. En la documentación gráfica del proyecto se especifica la superficie de los captadores.

Para el cálculo del sistema de intercambio de calor, se tiene en cuenta que los intercambiadores son independientes y depende del área de los captadores calculada anteriormente. De este modo, tiene que cumplir la siguiente condición:

$$P > 500 \times A$$

$$\mathbf{P > 500 \times 120m^2 = 60000W}$$

Teniendo en cuenta que la potencia del intercambiador debe ser mayor de 60000W, se elige un intercambiador según el fabricante **tipo S1-17TLA** de 57023 Kcal/h, que es una potencia de **66317.75W de potencia**.

### DIMENSIONADO DE CAPTADORES

Para disponer la línea de captadores, se deja una distancia que depende de la siguiente fórmula:

$$D = K \times H$$

El coeficiente K depende de la latitud en la que se encuentre el proyecto, en este caso, en Sevilla, la latitud es de 37°. Así, el coeficiente K tiene un valor de 2.246. Para la altura H de los captadores se tiene en cuenta la inclinación de los captadores y el modelo. Se

escoge un modelo de captador **Vitosol 200-FM del fabricante Vissemann** con unas dimensiones de 1056x2380mm. De este modo, la altura H es de 1.70m.

$$D=KxH$$

$$D= 2.246 \times 1.70m$$

$$D= \mathbf{3.81m}$$

### CÁLCULO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO

#### - CAUDAL CIRCUITO PRIMARIO

El caudal del circuito primario se define en función de la superficie de captación, calculada anteriormente, teniendo en cuenta que el caudal es 50 L/h m<sup>2</sup>. Sabiendo que la superficie de captación es de 120m<sup>2</sup>, el caudal del circuito primario es de 6000L/h= **1.66L/s**.

#### - CAUDAL CIRCUITO SECUNDARIO

El caudal del circuito secundario es el proporcionado por el intercambiador. En este caso, el intercambiador elegido tiene un caudal de 1.64m<sup>3</sup>/h= **0.45l/s**.

#### - CÁLCULO DEL CIRCUITO DE RETORNO

El caudal del circuito de retorno se dimensiona considerando que se recircula el 10% del agua de alimentación como mínimo según el HS-4, además, se tiene en cuenta que el diámetro interior mínimo es de 16mm.

Para el retorno del **circuito primario**, el caudal recirculado es el 10% de 1.66l/s, 0.16l/s=597.6l/h. De este modo, **el diámetro nominal de la tubería de retorno** según la tabla 4.4. del HS-4 es de **1**.

De igual modo, se calcula el caudal recirculado del **circuito secundario** es el 10% de 0.45l/s, 0.045l/s= 162l/h. Así el **diámetro nominal de la tubería de retorno es de ¾**.

### CÁLCULO DE CALDERAS: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN POR ACUMULACIÓN

Para dimensionar los sistemas de acumulación hay que evaluar los periodos de consumo máximo o "punta" (Ch). El consumo punta varía entre el 12 y el 25% de la demanda de ACS. Sabiendo que la demanda de ACS, calculada anteriormente, es de 21.000litros/día, el consumo punta es de **5250litros**. El volumen coincide con el valor de consumo punta. **El depósito auxiliar de la caldera tendrá un volumen de 5500litros**.

Para el dimensionado de la potencia de la caldera se utiliza la siguiente expresión:

$$P_c= 1.10 \times 25 \times V$$

$$P_c= 1.10 \times 25 \times 5500$$

$$P_c= \mathbf{151.250 Kcal/h \times 1.16= 175450KW}$$

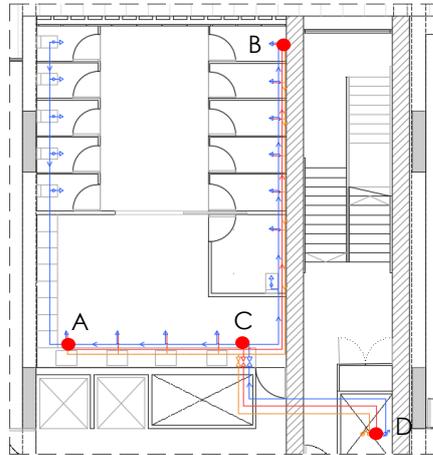
### CÁLCULO DE DIÁMETRO

#### - RED INTERIOR

Se realiza el mismo procedimiento de cálculo que en la instalación de agua fría sanitaria. Así, Para hacer el dimensionado de los diámetros de la red, tendremos en cuenta el CTE-HS4, en el que se especifica que el dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá el circuito considerando como más

desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

De nuevo, se realiza el cálculo de la red para el vestuario de planta, por ser el más desfavorable.



TRAMOS	Nº APARATOS	Qi (l/s)	coef. K	Qc (l/s)	v máx (m/s)	diámetro c (mm)	diámetro n (mm)
A-C	4	0,26	0,58	0,15	2	9,78	12
B-C	6	0,6	0,45	0,27	2	13,07	20
C-D	10	0,86	0,33	0,29	2	13,51	20

Los ramales de enlace a cada aparato se dimensionarán según lo establecido en DBHS4- tabla 4.2 para tubos de plástico:

NÚCLEO HÚMEDO	TIPO DE APARATO	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTÁNEO DE ACS (l/s)	Diámetro mínimo (mm)	Caudal total (l/s)
Cocina de cafetería	Fregadero	2	0,20	20	0,8
	Lavavajillas	2	0,20	20	
VESTUARIO CENTRAL	Lavabo	4	0,065	12	0,86
	Ducha	6	0,10	12	

### DIMENSIONADO DEL AISLAMIENTO DE TUBERÍAS

Para obtener el dimensionado de los espesores de aislamiento de tuberías, hay que remitirse al RITE 2013 IT 1.2.4.2.1, donde para un diámetro exterior inferior a 35mm y una temperatura de fluido de 60°, el espesor mínimo es de 25mm para tuberías que discurren en el interior del edificio. Por otro lado, para tuberías que discurren por el exterior del edificio, será necesario un espesor mínimo de 35mm según IT 1.2.4.2.2.

### **3.5. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

La red de evacuación de aguas es diseñada para el edificio principal de aula de tipo separativo, de modo que transcurren separadas tanto horizontal como verticalmente hasta llegar a la arqueta sifónica.

En cubierta todas las pendientes se encuentran entre el 1-5% tal y como se indica en el CTE HS con una distancia del bajante al sumidero inferior a 5m.

Se lleva a cabo una red colgada en la planta entreplanta en falso techo para evitar bajantes en planta baja que queda libre. De este modo, en planta sótano se lleva a cabo una red colgada únicamente para la evacuación de aguas de planta baja. Estas redes colgadas se diseñan con una pendiente mínima del 1%. En planta sótano se genera una red enterrada con pendiente mínima del 2% empotrada en el canto de la losa. Se prevé una arqueta separadora de grasa a otra de bombeo.

Toda la red de colectores horizontales y verticales serán de polipropileno y discurrirán a través de falso techo.

Todos los bajantes cuentan con un sistema de ventilación primaria mediante una válvula de aireación y tendrán aislamiento acústico para insonorizarlos.

## DIMENSIONADO DE RED DE SANEAMIENTO

### - RED DE AGUAS RESIDUALES

La red de aguas residuales se dimensionará en función de las UDs adjudicadas a cada aparato sanitario.

#### RED RESIDUAL DE PEQUEÑA EVACUACIÓN

Se parte de la tabla 4.1 para conocer las UDs de cada aparato sanitario y el diámetro mínimo de los sifones y las derivaciones individuales. Teniendo en cuenta que solo existen dos tipos de núcleos húmedos en el edificio: la cocina de cafetería y el vestuario de planta.

NÚCLEO	SANITARIOS	Nº aparatos	Unidades de desagüe UD	Diámetro de derivación individual (mm)	Total UDS
COCINA	Fregadero	2	6	50	24
	Lavavajillas	2	6	50	
VESTUARIO	Lavabo	4	2	40	56
	Ducha	6	3	50	
	Inodoro con cisterna	6	5	100	

A continuación, se calcula el diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y el bajante residual tomando la tabla 4.3 para una pendiente del 1%.

NÚCLEO	Total UDS	Diámetro del ramal colector
COCINA	24	90
VESTUARIO	56	110

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas. En el caso de estudio, se tiene

en cuenta el bajante de la cocina BR1 y el bajante de los vestuarios de planta BR2. Además, se tiene en cuenta que la altura es de 6 plantas.

BAJANTE	UDS por ramal	UDS totales	Nº plantas	Diámetro	Diámetro corregido
BR1	24	24	1	75	110
BR2	56	224	6	90	125

El diámetro mínimo de una bajante es de 110mm según el CTE HS, además, hay que tener en cuenta que los bajantes a los que acometan algún manguetón del inodoro tendrán como mínimo 125mm de diámetro.

Finalmente, se calcula el diámetro de los colectores horizontales de la red en función del máximo nº de UD y de la pendiente (1%) empleando la tabla 4.5:

TRAMOS	UD	Diámetro (mm)	Diámetro corregido
A-C	224	110	125
B-C	24	90	110
C-D	248	110	125

#### - RED DE AGUAS PLUVIALES

Para el dimensionado de la red comenzaremos por la colocación de sumideros basándonos en la tabla 4.6 (art. 4.2.1). En el caso de estudio se tienen en cuenta dos cubiertas, puesto que se encuentra dividida. La cubierta 1 tiene una superficie de 334.86m<sup>2</sup> y la cubierta 2 es de 1837.45m<sup>2</sup>. Para una cubierta de superficie entre 200 y 500m<sup>2</sup> es necesario colocar 4 sumideros y, para una cubierta superior a 500m<sup>2</sup>, 1 sumidero cada 150m<sup>2</sup>.

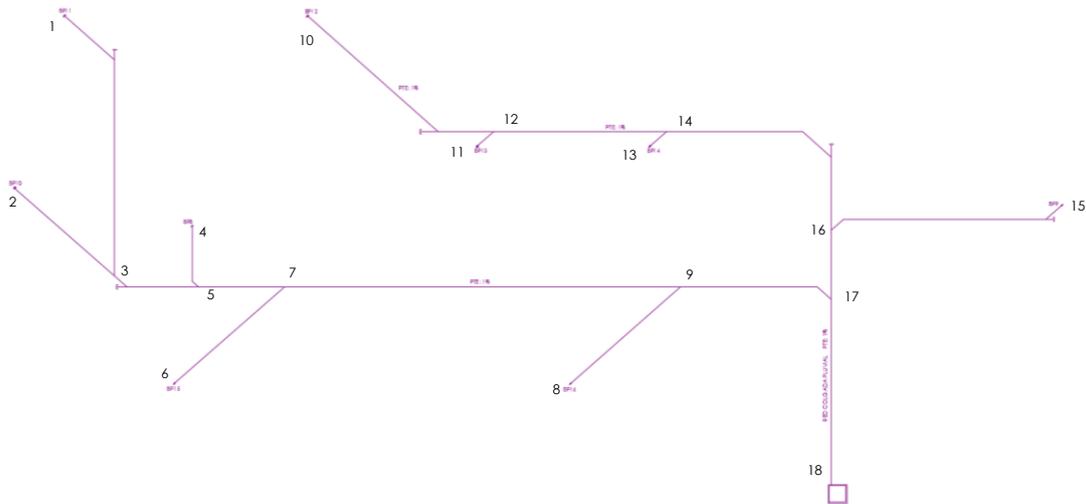
- Cubierta 1: 334.86 m<sup>2</sup> → Se han colocado 4 sumideros
- Cubierta 2: 1080,66 m<sup>2</sup> → Se han colocado 12 sumideros

A continuación, se dimensiona el diámetro mínimo de la bajante pluvial mediante la tabla 4.8 (art. 4.2.3) del CTE-HS 4 para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. Como Sevilla se encuentra en la isoyeta 40 de la zona B (figura B1, Apéndice B), se obtiene que su intensidad pluviométrica de 90. Por este motivo, se tiene en cuenta el factor de corrección que será de:  $i=90$   $f = i/100 = 90/100 = 0.9$ . Así, este factor se aplica a las superficies de cubierta servidas para dimensionar bajantes.

BAJANTE	SUPERFICIE SERVIDA EN PROYECCIÓN HORIZONTAL (m <sup>2</sup> )	COEF. CORRECCIÓN	SUP. CORREGIDA (m <sup>2</sup> )	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DIÁMETRO ELEGIDO (mm)
BP1	158,26	0,9	142,43	75	90
BP2	157,45	0,9	141,71	75	90
BP3	149,25	0,9	134,33	75	90
BP4	148,75	0,9	133,88	75	90
BP5	262,58	0,9	236,32	90	90
BP6	150,6	0,9	135,54	75	90
BP7	151	0,9	135,90	75	90
BP8	315,71	0,9	284,14	90	90

BP9	862,18	0,9	775,96	125	125
BP10	90,6	0,9	81,54	63	90
BP11	51,6	0,9	46,44	63	90
BP12	51,5	0,9	46,35	63	90
BP13	204,5	0,9	184,05	90	90
BP14	202,3	0,9	182,07	90	90
BP15	216,035	0,9	194,43	90	90
BP16	216,035	0,9	194,43	90	90

Finalmente, se dimensiona el diámetro del colector pluvial ubicado en planta sótano, en función de su pendiente (mín. 1%) y de la superficie a la que sirve según la tabla 4.9 (art.4.2.4).



COLECTOR (por tramos)	SUPERFICIE SERVIDA EN PROYECCIÓN HORIZONTAL (m2)	COEF. CORRECCIÓN	SUP. CORREGIDA (m2)	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DIÁMETRO ELEGIDO (mm)
C1-3	51,6	0,9	46,44	90	110
C2-3	90,6	0,9	81,54	90	110
C3-5	142,2	0,9	127,98	110	110
C4-5	315,71	0,9	284,14	125	125
C5-7	457,91	0,9	412,12	160	160
C6-7	216,035	0,9	194,43	110	110
C7-9	673,945	0,9	606,55	160	160
C8-9	216,035	0,9	194,43	110	110
C9-17	889,98	0,9	800,98	200	200
C10-12	51,5	0,9	46,35	90	110
C11-12	204,5	0,9	184,05	110	110
C12-14	256	0,9	230,40	125	125
C13-14	202,3	0,9	182,07	110	110
C14-16	458,3	0,9	412,47	160	160
C15-16	862,18	0,9	775,96	200	200
C16-17	1320,48	0,9	1188,43	250	250

C17-18	2210,46	0,9	1989,41	315	315
--------	---------	-----	---------	-----	-----

### RED ENTERRADA PLUVIAL

#### - DIMENSIONADO DE COLECTORES

Se dimensiona el colector mediante la tabla 4.9 tomando una pendiente del 2%. De esta forma, se obtienen los siguientes resultados.

COLECTOR ENTERRADO	SUPERFICIE SERVIDA EN PROYECCIÓN HORIZONTAL (m <sup>2</sup> )	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DIÁMETRO ELEGIDO (mm)
COLECTOR 1	373,215	125	160
COLECTOR 2	746,43	160	160
COLECTOR 3	450,514	160	160
COLECTOR 4	901,028	200	200
COLECTOR 3	1647,458	200	200

\*Para los colectores enterrados en losa de cimentación se recomienda un diámetro mínimo de 160mm.

#### - DIMENSIONES DE ARQUETAS

Las arquetas se dimensionan en función del diámetro del tubo de salida (tabla 4.13). Así en el caso de estudio, solo existen dos tipos de colectores de 160 y 200mm de diámetro.

DIÁMETRO COLECTOR SALIDA (mm)	DIMENSIÓN ARQUETA (cm)
160	60x60
200	60x60

Por este motivo, según el cálculo, todas las arquetas serán de 60x60.

### **3.6. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD**

Según la ITC-BT-28: Instalaciones en locales de pública concurrencia, se aplican dos tipos de suministro. En primer lugar, un suministro normal procedente de un centro de transformación propio y, en segundo lugar, un suministro complementario de socorro con una potencia mínima del 15% de la potencia total contratada para el suministro normal. Esta última línea se alimenta de un grupo electrógeno situado en cubierta.

De este modo, la red partirá de un centro de transformación propio hacia la CMP situado en fachada que discurrirá por el falso techo de sótano (para evitar falso techo en planta baja) e irá hasta el cuadro general situado en la secretaría de planta baja. Este cuadro general también tendrá una conexión con el suministro de socorro, grupo electrógeno. Desde el cuadro general se distribuirá la red por el edificio a través del hueco vertical del núcleo de comunicación vertical.

Se tendrá en cuenta que los dispositivos generales y parciales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual según ITC-BT-22.
- Dispositivos de corte omnipolar, para las sobrecargas y cortocircuitos de cada circuito interior, según ITC-BT-22.
- Protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23 en el caso que fuera necesario.

En cuanto a los cuadros parciales, se colocará un cuadro parcial por planta que se conectará al resto de cuadros de la planta. Entre ellos, habrá uno para alumbrado por planta con suministro de socorro. A continuación se puede ver una tabla con todos los cuadros parciales del edificio y sus correspondientes suministros.

#### CUADROS PARCIALES

PLANTA	Nº CUADRO	DESCRIPCIÓN	SUMINISTRO NORMAL	SUMINISTRO DE SOCORRO
P. SÓTANO	CPS	Cuadro de planta sótano		
	PS1	Alumbrado	Alumbrado	Alumbrado
	PS2	BIES	Fuerza	Fuerza
	PS3	AFS	Fuerza	
	PS4	Ascensor 1	Fuerza	
	PS5	Ascensor 2	Fuerza	
	PS6	Ventilación sótano	Fuerza	Fuerza
	PS7	Archivo	Fuerza	
P0	PS8	Almacén cafetería	Fuerza	
	CP0	Cuadro de planta baja		
	0.1	Secretaría	Alumbrado + Fuerza	
	0.2	Hall	Alumbrado + Fuerza	
	0.3	Ambigú	Alumbrado + Fuerza	
	0.4	Cafetería	Alumbrado + Fuerza	
	0.5	Cocina	Fuerza	
	0.6	Alumbrado interior	Alumbrado	Alumbrado
	0.7	Alumbrado exterior	Alumbrado	Alumbrado
	0.8	Seguridad	Fuerza	Fuerza
EP	0.9	Telecomunicaciones	Fuerza	
	CEP	Cuadro de entreplanta		
	E.1	Vestíbulo	Alumbrado + Fuerza	
	E.2	Despachos 1	Alumbrado + Fuerza	
	E.3	Sala de profesores	Alumbrado + Fuerza	
P1	E.4	Despachos 2	Alumbrado + Fuerza	
	E.5	Alumbrado interior	Alumbrado	Alumbrado
	CP1	Cuadro de planta primera		
	1.1	Espacios comunes	Alumbrado + Fuerza	
	1.2	Vestuarios	Alumbrado + Fuerza	
	1.3	Aula 1	Alumbrado + Fuerza	
	1.4	Aula 2	Alumbrado + Fuerza	
	1.5	Aula 3	Alumbrado + Fuerza	
	1.6	Aula 4	Alumbrado + Fuerza	
	1.7	Aula 5	Alumbrado + Fuerza	
	1.8	Aula 6	Alumbrado + Fuerza	
	1.9	Aula 7	Alumbrado + Fuerza	
	1.10	Aula 8	Alumbrado + Fuerza	
1.11	Aula 9	Alumbrado + Fuerza		
P2	1.12	Alumbrado	Alumbrado	Alumbrado
	CP2	Cuadro de planta segunda		
	2.1	Espacios comunes	Alumbrado + Fuerza	
	2.2	Vestuarios	Alumbrado + Fuerza	
	2.3	Aula 1	Alumbrado + Fuerza	
	2.4	Aula 2	Alumbrado + Fuerza	
	2.5	Aula 3	Alumbrado + Fuerza	
	2.6	Aula 4	Alumbrado + Fuerza	
	2.7	Aula 5	Alumbrado + Fuerza	
	2.8	Aula 6	Alumbrado + Fuerza	
	2.9	Aula 7	Alumbrado + Fuerza	
	2.10	Aula 8	Alumbrado + Fuerza	
	2.11	Aula 9	Alumbrado + Fuerza	
	2.12	Aula 10	Alumbrado + Fuerza	
P3	2.13	Alumbrado	Alumbrado	Alumbrado
	CP3	Cuadro de planta tercera		
	3.1	Espacios comunes	Alumbrado + Fuerza	
	3.2	Vestuarios	Alumbrado + Fuerza	

	3.3	Aula 1	Alumbrado + Fuerza	
	3.4	Aula 2	Alumbrado + Fuerza	
	3.5	Aula 3	Alumbrado + Fuerza	
	3.6	Aula 4	Alumbrado + Fuerza	
	3.7	Aula 5	Alumbrado + Fuerza	
	3.8	Aula 6	Alumbrado + Fuerza	
	3.9	Aula 7	Alumbrado + Fuerza	
	3.10	Aula 8	Alumbrado + Fuerza	
	3.11	Aula 9	Alumbrado + Fuerza	
	3.12	Alumbrado	Alumbrado	Alumbrado
	3.13	Alumbrado exterior	Alumbrado	Alumbrado
P4	CP4	Cuadro de planta cuarta		
	4.1	Espacios comunes	Alumbrado + Fuerza	
	4.2	Vestuarios	Alumbrado + Fuerza	
	4.3	Aula 1	Alumbrado + Fuerza	
	4.4	Aula 2	Alumbrado + Fuerza	
	4.5	Aula 6	Alumbrado + Fuerza	
	4.6	Aula 7	Alumbrado + Fuerza	
	4.7	Aula 8	Alumbrado + Fuerza	
	4.8	Aula 9	Alumbrado + Fuerza	
	4.9	Aula 10	Alumbrado + Fuerza	
	4.10	Alumbrado	Alumbrado	Alumbrado
	CPC	Cuadro de planta cubierta		
P. CUBIERTA	5.1	Grupo electrógeno	Fuerza	Fuerza
	5.2	UTAE	Fuerza	
	5.3	UTA	Fuerza	
	5.4	Bomba de calor	Fuerza	
	5.5	Calderas	Fuerza	

**DIMENSIONADO DE LA RED DE ELECTRICIDAD**

PREVISIÓN DE POTENCIA DEL EDIFICIO PRINCIPAL Y DE LA MEDIATECA

En cuanto a la previsión de cargas eléctricas, se han calculado los dos edificios más relevantes a estudiar: el edificio principal y la mediateca de la nave central.

Para la previsión de cargas eléctricas del edificio principal, se ha considerado 20W/m<sup>2</sup> para garajes de ventilación forzada según ITC-BT-10 y para oficinas y docente 100W/m<sup>2</sup>. Además, se ha tenido en cuenta un coeficiente de simultaneidad de 1 según la normativa. Por otro lado, para la mediateca se ha tenido en cuenta una carga de 100W/m<sup>2</sup> y un coeficiente de simultaneidad de 1.

PLANTA	USO	SUPERFICIE CONSTRUIDA TOTAL (m²)	SUPERFICIE ESPACIOS EXTERIORES	SUPERFICIE FINAL DE CÁLCULO	POTENCIA/m²	POTENCIA TOTAL W
P-1	GARAJE	3903,31	0	3903,31	20	78066,2
PB	HALL/CAFETERIA	920,28	0	920,28	100	92028
ENTREPLANTA	ADMINISTRATIVO/OFICINA	1158,35	0	1158,35	100	115835
P1	DOCENTE	2320,73	204,84	2115,89	100	211589
P2	DOCENTE	2561,46	204,84	2356,62	100	235662
P3	DOCENTE	2320,73	563,27	1757,46	100	175746
P4	DOCENTE	1810,69	163,71	1646,98	100	164698
TOTAL						1073624,2
						POTENCIA TOTAL 1073,6242 kW

PLANTA	USO	SUPERFICIE CONSTRUIDA TOTAL (m²)	SUPERFICIE ESPACIOS EXTERIORES	SUPERFICIE FINAL DE CÁLCULO	POTENCIA/m²	POTENCIA TOTAL W
PLANTA ALTA	MEDIATECA	732,32	0	732,32	100	73232
						POTENCIA TOTAL 732,32 kW

Potencia total de cálculo		1805,94
Coeficiente de simultaneidad		1
Nº transformadores necesarios		3,58
1 trafo=630kV A	504	(potencia en kW) 4 TRAFOS

Una vez calculado la potencia total de 1073,62 kW para el edificio completo y 732.32kW para la mediateca, se procede a calcular el número de trafos necesarios. Teniendo en cuenta que un centro de transformación alberga 2 trafos y que el resultado obtenido es de 4 trafos, el proyecto necesitará de al menos **dos centros de transformación**.

#### PREVISIÓN DE POTENCIA DE AULA DE DANZA TIPO

Se realiza el cálculo de la potencia instalada en un aula de danza tipo representativa del proyecto que también ha sido objeto de estudio en otros apartados.

ELEMENTO	Nº	POTENCIA (W)	COEF. SIMULTANEIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)
Luminaria	20	33	1	660
Enchufe 16A x2	2	300	0,5	600
Ordenador	2	200	1	400
Altavoz	4	500	1	2000
Amplificador	1	500	1	500
Proyector	1	400	1	400
<b>TOTAL AULA</b>				<b>4560</b>

#### CÁLCULO DE CUADRO PARCIAL DE AULA DE DANZA TIPO

Se procede al cálculo de la instalación, en el cual se ha seleccionado el cuadro parcial de un aula de danza tipo como espacio representativo del conservatorio de danza. Este cuadro es un cuadro secundario que deriva del cuadro parcial de planta.

El cableado de la instalación cumplirá con las especificaciones de la REBT y de la compañía suministradora relativas a secciones mínimas, colores y caída de tensión máxima admisible, siendo esta de 1,5% en suministros para un único usuario donde no existe LGA.

A continuación, se calcula los elementos de la instalación más representativos:

- DERIVACIÓN CT- CPM

#### SECCIÓN DEL CABLE:

En primer lugar, se calcula la intensidad de la línea en función de las cargas previstas. Para ello, se emplea la fórmula para sistemas trifásicos como corresponde en este caso:

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi)$$

Siendo:

- I: Intensidad (A)
- P: Potencia instalada total= 1073624,2W
- U: Tensión (Trifásico 400 V, monofásico 230 V) = 400 V
- $\cos \Phi$ = factor de potencia (1 para alumbrado, 0,8 para fuerza y otros usos) = 0,8

$$I = 1073624,2 / (\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8)$$

$$I = 1937.05 \text{ A}$$

$I \text{ cál} < I \text{ fusible} < I \text{ adm}$ , donde  $I \text{ cálculo} = 1937.05 \text{ A}$

Se calcula en función de la Tabla 5 para cables de cobre de la norma ITC-BT-07. Debido al elevado valor de intensidad de cálculo, se toman tres cables con una sección

nominal de 630mm<sup>2</sup>, que admite una intensidad de 885 A. De este modo, la derivación tendrá tres cables de las siguientes características: 3 conductores de cobre en fase y un conductor neutro de 185mm<sup>2</sup>, según tabla 1 del ITC-BT-07.

Por lo tanto: 3 cables de 3 conductos de Cu en fase 630mm<sup>2</sup> y 1 conductor de Cu en neutro de 185mm<sup>2</sup>.

#### CAIDA DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión habrá que tener en cuenta que la máxima admisible será de 1,5%, en este caso, en suministros para un único usuario donde no existe LGA según ITC-BT-15.

$$\epsilon (\%) = 100 * P * L / \gamma * S * U^2 < 1,5 \%$$

Siendo:

- P: Potencia = 1073624,2W
- L: Longitud de la línea = 52.78m
- $\gamma$ : Conductividad del cable = 48 m/ $\Omega$ ·mm<sup>2</sup> (de cobre con recubrimiento de XLPE)
- S: Sección del cable = 630 mm<sup>2</sup> x3
- U: Tensión (Trifásico 400 V, monofásico 230 V) = 400 V

$$\epsilon (\%) = 100 \times 1073624,2 \times 52,78 / 48 * 630 \times 3 * 400^2 = \mathbf{0.40\%} < 1,5 \% \rightarrow \text{Cumple}$$

Debido a la gran potencia que necesita el edificio, necesitaremos tres cables y cada uno de ellos tendrá **3 conductores de Cu en fase 630mm<sup>2</sup> + 1 conductor de Cu en neutro de 185mm<sup>2</sup>**. Para el tubo protector, hay que remitirse a la tabla 9 del ITC-BT-2, por lo que el diámetro exterior sería 840mm.

- CPM-CGPM

#### SECCIÓN DEL CABLE

De nuevo se calcula la sección en función de la intensidad, con el mismo procedimiento del apartado anterior. Como los datos de potencia, tensión y factor de potencia no varían, el resultado de la intensidad es el mismo, **1937.05 A**. De esta manera, se escoge de nuevo 3 cables de 3 conductos de Cu en fase 630mm<sup>2</sup> y 1 conductor de Cu en neutro de 185mm<sup>2</sup>.

#### CAÍDA DE TENSION

De nuevo se calcula la caída de tensión con el mismo procedimiento que el apartado anterior.

$$\epsilon (\%) = 100 * P * L / \gamma * S * U^2 < 1,5 \%$$

Siendo:

- P: Potencia = 1073624,2W
- L: Longitud de la línea = 65.60m
- $\gamma$ : Conductividad del cable = 48 m/ $\Omega$ ·mm<sup>2</sup> (de cobre con recubrimiento de XLPE)
- S: Sección del cable = 630 mm<sup>2</sup> x3
- U: Tensión (Trifásico 400 V, monofásico 230 V) = 400 V

$$\epsilon (\%) = 100 \times 1073624,2 \times 65,6 / 48 * 630 \times 3 * 400^2 = \mathbf{0.48\%} < 1,5 \% \rightarrow \text{Cumple}$$

Así, la elección de la sección del cable es correcta.: 3 cables de 3 conductos de Cu en fase 630mm<sup>2</sup> y 1 conductor de Cu en neutro de 185mm<sup>2</sup>, con el mismo resultado que en el apartado anterior.

#### - CUADRO PARCIAL DE AULA DE DANZA TIPO

A continuación, se calcula el cableado, caída de tensión e intensidad de fusible para un cuadro representativo del proyecto, en este caso, de un aula de danza tipo. El proceso a seguir en el dimensionado es el mismo que en los anteriores apartados. Se tiene en cuenta que la línea es monofásica.

Se tienen en cuenta las siguientes fórmulas para el cálculo:

$$I = P / (U \cdot \cos \varphi) \rightarrow U = 230 \text{ V}; \cos \varphi = 0,8 \rightarrow I = P/184 \text{ (Líneas monofásicas fuerza)}$$

$$I = P / (U \cdot \cos \varphi) \rightarrow U = 230 \text{ V}; \cos \varphi = 1 \rightarrow I = P/230 \text{ (Líneas monofásicas alumbrado)}$$

Por otro lado, la caída de tensión admisible será del 3% para circuitos de alumbrado y del 5% para los de fuerza. La intensidad admisible del cableado se tomará del ICT-BT-19 tabla 1, y los tubos protectores del ICT-BT-21 tabla 2.

CIRCUITO	LONGITUD	Nº	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA INSTALADA	FACTOR DE CORRECCIÓN	Cosφ	COEF. SIMULTANEIDAD	P(W)	I(A)	MONTAJE	TIPO	FASES Y CABLES	Imáx	ε (%)	TUBO PROTECTOR
ALUMBRADO 1	22,1	12	33	396	1,8	1	1	712,8	3,10	B1	MONOFÁSICO	2x1,5mm <sup>2</sup> XLPE	3,10<20	0,41	Ø16
ALUMBRADO 2	23,5	4	33	132	1,8	1	1	237,6	1,03	B2	MONOFÁSICO	2x1,5mm <sup>2</sup> XLPE	1,03<20	0,15	Ø16
ALUMBRADO 3	18,7	4	33	132	1,8	1	1	237,6	1,03	B3	MONOFÁSICO	2x1,5mm <sup>2</sup> XLPE	1,03<20	0,12	Ø16
FUERZA 1	18,2	-	-	2000	-	0,8	0,5	800	4,35	B4	MONOFÁSICO	2x1,5mm <sup>2</sup> XLPE	4,35<20	0,38	Ø16
FUERZA 2	9,2	-	-	1500	-	0,8	1	1200	6,52	B5	MONOFÁSICO	2x1,5mm <sup>2</sup> XLPE	6,52<20	0,29	Ø16

### 3.7. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Se tendrá en cuenta en la instalación de alumbrado, el cumplimiento del DB-SUA-4 para alumbrado de evacuación, previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados. En dichas rutas de evacuación, el alumbrado se ha proyectado a nivel de suelo y en el eje de los pasos principales con una luminancia horizontal mínima de 1 lux. Se considera que la relación entre la iluminación máxima y mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

Por otro lado, en los puntos en los que estén situados los equipos de instalaciones contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de alumbrado, la exigencia es de 5 lux.

El alumbrado de evacuación deberá funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

#### DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Para la instalación de alumbrado se escoge dos espacios representativos en el conservatorio de danza: el aula de danza tipo y el espacio anexo de galería y graderío.

#### NIVELES DE ILUMINACIÓN EXIGIDOS Y VALORES LÍMITE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN

En primer lugar, se establecen los niveles de iluminación del aula de danza y del espacio de graderío según lo que establece la normativa UNE-EN\_12464-1/2012. El aula de danza

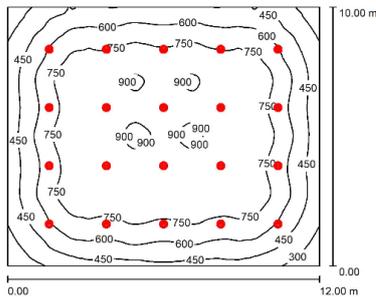
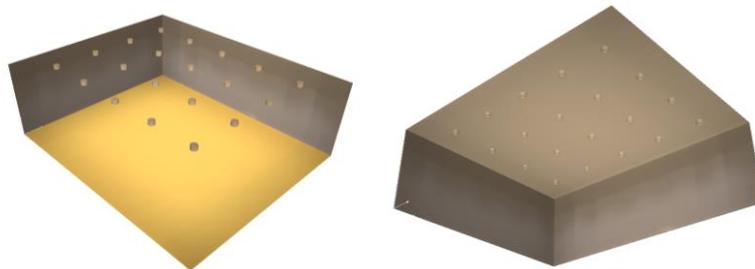
se asemeja a sala de conferencias y reuniones, por lo que se establece un nivel de iluminación de 500lux. En cambio para el espacio de galería y graderío se establece un nivel de iluminación de 200lux, ya que se ha considerado una exigencia visual moderada, según la normativa RD 486/1997, el anexo IV.

En segundo lugar, se establece el valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI). En el caso del aula de danza se escoge un valor límite de 8,0, ya que se asemeja a salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples. En el caso del espacio de graderío se escoge un valor límite de 6,0 para espacios comunes no residenciales.

CÁLCULO DE LUMINARIAS MEDIANTE EL PROGRAMA DIALUX

- AULA DE DANZA

El aula de danza se introduce en Dialux con una superficie de 10x12m con los datos calculados anteriormente en los apartados previos. De este modo, se obtienen los siguientes resultados.



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.000 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	672	177	922	0.263
Suelo	52	636	212	870	0.333
Techo	70	239	120	323	0.501
Paredes (4)	41	262	123	572	/

Plano útil:		UGR		al eje de luminaria	
Altura:	0.850 m	Pared izq	Longi- 21	Tran 21	
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	21	21	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS DN571C 1 xLED40S/830 F (1.000)	4400	4400	33.0
			Total: 88000	Total: 88000	660.0

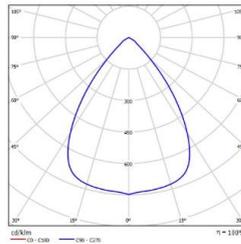
Valor de eficiencia energética:  $5.50 \text{ W/m}^2 = 0.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $120.00 \text{ m}^2$ )

La luminaria escogida en el aula de danza es del fabricante Philips, modelo Downlight DN571C, tal y como se muestra en la hoja de datos siguiente.

PHILIPS DN671C 1 xLED40S/830 F / Hoja de datos de luminarias

Disponde de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 87 99 100 100 100

LuxSpace, versión adosada: alta eficiencia, comodidad visual y elegante diseño. Para los clientes los ahorros energéticos son una prioridad. LuxSpace proporciona la combinación perfecta de eficiencia, comodidad y diseño sin renunciar al rendimiento lumínico (uniformidad y buen índice de reproducción cromática). Ofrece una amplia gama de opciones para crear el ambiente deseado, sea cual sea la aplicación.

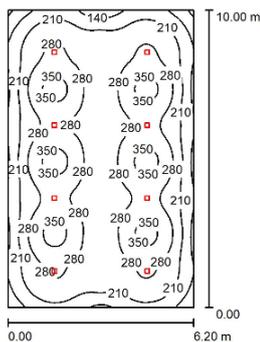
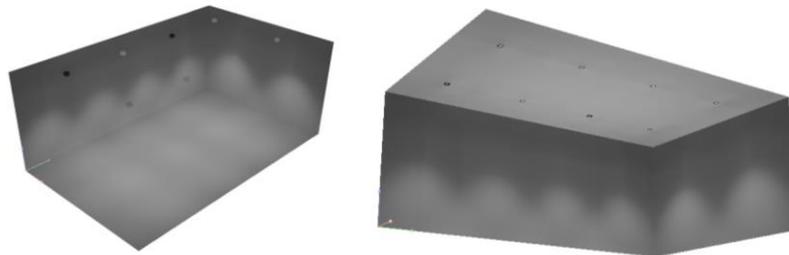
Emisión de luz 1:

Valores de deslumbramiento según UGR

Distancia	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
10	19.1	18.7	18.4	18.1	17.8	17.5	17.2	16.9	16.6	16.3	16.0	15.7	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2
15	18.1	17.7	17.4	17.1	16.8	16.5	16.2	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.8	13.5	13.2
20	17.1	16.7	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.0	13.7	13.4	13.1	12.8	12.5	12.2
25	16.1	15.7	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2	13.9	13.6	13.3	13.0	12.7	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2
30	15.1	14.7	14.4	14.1	13.8	13.5	13.2	12.9	12.6	12.3	12.0	11.7	11.4	11.1	10.8	10.5	10.2
35	14.1	13.7	13.4	13.1	12.8	12.5	12.2	11.9	11.6	11.3	11.0	10.7	10.4	10.1	9.8	9.5	9.2
40	13.1	12.7	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.9	10.6	10.3	10.0	9.7	9.4	9.1	8.8	8.5	8.2
45	12.1	11.7	11.4	11.1	10.8	10.5	10.2	9.9	9.6	9.3	9.0	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2
50	11.1	10.7	10.4	10.1	9.8	9.5	9.2	8.9	8.6	8.3	8.0	7.7	7.4	7.1	6.8	6.5	6.2
55	10.1	9.7	9.4	9.1	8.8	8.5	8.2	7.9	7.6	7.3	7.0	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2
60	9.1	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.6	6.3	6.0	5.7	5.4	5.1	4.8	4.5	4.2
65	8.1	7.7	7.4	7.1	6.8	6.5	6.2	5.9	5.6	5.3	5.0	4.7	4.4	4.1	3.8	3.5	3.2
70	7.1	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9	4.6	4.3	4.0	3.7	3.4	3.1	2.8	2.5	2.2
75	6.1	5.7	5.4	5.1	4.8	4.5	4.2	3.9	3.6	3.3	3.0	2.7	2.4	2.1	1.8	1.5	1.2
80	5.1	4.7	4.4	4.1	3.8	3.5	3.2	2.9	2.6	2.3	2.0	1.7	1.4	1.1	0.8	0.5	0.2
85	4.1	3.7	3.4	3.1	2.8	2.5	2.2	1.9	1.6	1.3	1.0	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0
90	3.1	2.7	2.4	2.1	1.8	1.5	1.2	0.9	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ESPCIO DE GRADERÍO

Se introduce el espacio de graderío en el programa Dialux con unas dimensiones de 6.20x10m, igualmente teniendo en cuenta los datos establecidos en los apartados previos. Así se establecen los siguientes resultados:



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.103 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	258	54	370	0.209
Suelo	20	235	87	328	0.370
Techo	70	23	14	31	0.620
Paredes (4)	16	47	13	132	/

Plano útil:	UGR	Longi.	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m		21	21	
Trama: 128 x 128 Puntos		21	21	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS GD611B 1 xLED27S/CRW VWB (1.000)	2700	2700	40.0
			Total: 21600	Total: 21600	320.0

Valor de eficiencia energética: 5.16 W/m² = 2.00 W/m²/100 lx (Base: 62.00 m²)

La luminaria escogida en el espacio de graderío es del fabricante Philips, modelo Modular GD611B, tal y como se muestra en la hoja de datos siguiente.

**PHILIPS GD611B 1 xLED27S/CRW VWB / Hoja de datos de luminarias**

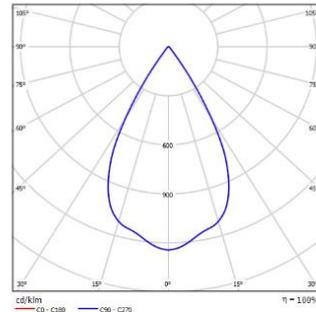


Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 97 99 100 100 100

StoreFlux: potente iluminación de acento LED que se mezcla perfectamente en la arquitectura de la tienda El gridlight StoreFlux se puede equipar con hasta cuatro módulos LED, con un sistema reflector especial que produce luz de alta calidad para favorecer la apariencia de su tienda y sus productos. La combinación de varias fuentes LED con volúmenes lumínicos elevados en una luminaria crea efectos de luz brillante.

StoreFlux requiere un mantenimiento reducido en comparación con CDM y una elevada eficiencia en comparación con los halógenos.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
α Tablero	70	70	80	80	50	70	70	80	80	
α Panel	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
α Fuente	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Tamaño del área	Módulo perpendicular al eje de visión					Módulo longitudinalmente al eje de visión				
X										
Y										
3H	20,9	21,6	22,1	21,8	22,0	20,8	21,6	21,2	21,8	
3R	22,9	21,6	21,2	21,7	21,9	20,9	21,5	21,2	21,7	
3B	23,8	21,4	21,1	21,6	21,9	20,8	21,4	21,1	21,6	
3H	20,7	21,3	21,1	21,5	21,8	20,7	21,3	21,0	21,5	
3R	20,7	21,2	21,0	21,5	21,8	20,7	21,2	21,0	21,5	
3B	20,7	21,1	21,0	21,5	21,8	20,7	21,1	21,0	21,5	
4H	20,8	21,4	21,1	21,6	21,9	20,8	21,4	21,1	21,6	
4R	20,9	21,1	21,0	21,4	21,8	20,7	21,1	21,0	21,4	
4B	20,8	20,9	21,0	21,3	21,7	20,8	20,9	21,0	21,3	
5H	20,8	20,9	21,0	21,3	21,7	20,8	20,9	21,0	21,3	
5R	20,8	20,9	21,0	21,3	21,7	20,8	20,9	21,0	21,3	
5B	20,8	20,9	21,0	21,3	21,7	20,8	20,9	21,0	21,3	
6H	20,8	20,9	21,0	21,3	21,7	20,8	20,9	21,0	21,3	
6R	20,8	20,9	21,0	21,3	21,7	20,8	20,9	21,0	21,3	
6B	20,8	20,9	21,0	21,3	21,7	20,8	20,9	21,0	21,3	
7H	20,4	20,6	20,9	21,0	21,1	20,4	20,6	20,9	21,0	
7R	20,4	20,6	20,9	21,0	21,1	20,4	20,6	20,9	21,0	
7B	20,4	20,6	20,9	21,0	21,1	20,4	20,6	20,9	21,0	
8H	20,5	20,8	21,0	21,2	21,6	20,5	20,8	21,0	21,2	
8R	20,5	20,8	21,0	21,2	21,6	20,5	20,8	21,0	21,2	
8B	20,5	20,8	21,0	21,2	21,6	20,5	20,8	21,0	21,2	

### 3.8. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA Y RAYO

La instalación de puesta a tierra y protección contra el rayo será necesaria en función del DB SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo. Por este motivo, se comprueba si es necesaria su instalación o no según el apartado 2, cuando la frecuencia esperada de impactos Ne sea mayor que el riesgo admisible Na.

$$Ne = Ng \cdot Ae \cdot C1 \cdot 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

Ng: densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año,km2), se obtiene de la Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno Ng, donde a Sevilla le corresponde un valor de **1.50**.

Ae: superficie de captura equivalente del edificio aislado en m2. Teniendo en cuenta que la altura del edificio es de 29m, el área de captura equivalente es de 53351m<sup>2</sup>.

C1: coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1. Como la situación del edificio es rodeado de edificios más bajos, el valor es de 0.75.

Según estos parámetros, el valor de **Ne= 1.50x53351x0.75x10<sup>-6</sup>= 0.06**

El valor de Na según el apartado 4 es el siguiente:

$$Na = \frac{5.5}{C2 \cdot C3 \cdot C4 \cdot C5} 10^{-3}$$

C2: coeficiente en función del tipo de construcción, teniendo en cuenta que la estructura es de hormigón y cubierta de hormigón, tiene un valor de 1.

3: coeficiente en función del contenido del edificio, sabiendo que no tiene contenido inflamable, tiene un valor de 1.

C4: coeficiente en función del uso del edificio, teniendo en cuenta que el edificio es uso Docente, tiene un valor de 3.

C5: coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, tiene un valor de 1.

Según estos parámetros, el valor de **Na= 0.0018**

**Por este motivo,  $N_e > N_a$ , por lo que debería tener instalación de protección al rayo.**

**La eficacia E requerida según el apartado 2 tiene un valor de 0.97, por lo que el nivel de protección del edificio es 2.**

### 3.9. INSTALACIÓN DE RED DE VOZ Y DATOS

La instalación se desarrolla desde el armario del edificio localizado en un local independiente en planta baja donde se conectará a los armarios de planta mediante el hueco vertical de la escalera central. Cada planta tiene un armario de planta desde el cual se distribuyen las conexiones en estrella, con una distancia máxima de 90m.

Se prevé el dimensionado de las necesidades en función de los puestos de trabajo. Se realiza un predimensionado en función de 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 10 m<sup>2</sup>útiles o fracción.*

*Al menos una toma simple para un punto de acceso inalámbrico por cada 200 m<sup>2</sup>.*

#### EDIFICIO PRINCIPAL

PLANTA	ZONA	Nº en planta	TOMAS DE USUARIO DOBLE POR ZONA	TOMAS DE USUARIOS TOTALES POR PLANTA	ÁREA DE INFLUENCIA PARA CONEXIÓN WIFI	TOMAS CONEXIÓN WIFI (cada 200m <sup>2</sup> )	TOMAS TOTALES WIFI
PB	CAFETERÍA	1	2	2	807,81	4,04	4
	ADMINISTRACIÓN	1	4	4			
	HALL	1	1	1			
ENTREPLANTA	DESPACHO DE TUTORÍAS/ DIRECCIÓN	6	1	6	680	3,4	4
	SALA DE PROFESORES	1	8	8			
	SALA DE REUNIONES	1	8	8			
	DESPACHO DE DEPARTAMENTO	2	4	8			
P1	AULAS DE DANZA	9	2	18	1863,2	9,316	9
P2	AULAS DE DANZA	9	2	18	2110,06	10,5503	11
P3	AULAS DE DANZA	5	2	10	1545,24	7,7262	8

	AULAS TEÓRICAS	4	2	8			
P4	AULAS DE DANZA	7	2	14	1475,09	7,37545	7

## MEDIATECA

PLANTA	ZONA	ÁREA DE INFLUENCIA DE TOMAS DE USUARIO	TOMAS DE USUARIO DOBLE (cada 10m <sup>2</sup> útiles)	TOMAS DE USUARIOS DOBLE DEFINITIVOS	ÁREA DE INFLUENCIA PARA CONEXIÓN WIFI	TOMAS CONEXIÓN WIFI (cada 200m <sup>2</sup> )	TOMAS TOTALES WIFI
PLANTA ALTA	MEDIATECA 1	165,57	16,56	17	165,57	0,83	1
	MEDIATECA 2	222,19	22,22	22	222,19	1,11	1
	MEDIATECA 3	349,15	34,92	35	349,15	1,75	2

### 3.10. INSTALACIÓN DE SEGURIDAD E INTRUSIÓN

La instalación de seguridad del edificio está constituida por una instalación anti-intrusión compuesta por bucle analógico mediante una central de intrusión y comunicador telefónico y una serie de detectores volumétricos situados en puntos de acceso en planta baja, planta sótano y entreplanta (plantas de mayor acceso al público). Además, se disponen sensores de apertura de puertas y tarjetero de acceso a la entrada de aulas.

Asimismo, se lleva a cabo una instalación de CCTV con cámaras exteriores en planta baja y la entrada de la rampa de vehículos en sótano. Está compuesta por un multiplexor pasivo RJ45 y un monitor CCTV situado en conserjería de planta baja.

### 3.11. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

La instalación de climatización y ventilación se lleva a cabo mediante un sistema mixto VRF con UTAE para las aulas, mientras que la instalación de los espacios comunes se lleva a cabo mediante una UTAE independiente. Hay que destacar que los espacios comunes están compuestos por pasillos y espacios de estancia (graderío), por este motivo, se ha decidido también aclimatar estos espacios. Por último, el espacio de cafetería se decide diseñar de forma independiente, mediante una UTA.

#### DIMENSIONADO DE VENTILACIÓN

##### CAUDALES MÍNIMOS DE VENTILACIÓN POR ZONA

Se dimensionan los caudales mínimos en cada zona y espacio del edificio en función de las categorías de la calidad de aire interior IDA.

PLANTA	ZONA	CONTROL COND. HIGROTÉRMICAS	CATEGORÍA IDA	CATEGORÍA AE	dm <sup>3</sup> /s por persona	nº personas	Qvent ODA (dm <sup>3</sup> /s)	Qvent ODA (m <sup>3</sup> /h)
P0	CAFETERÍA	THM-C3	IDA-3	AE 2	8	60	480	1728
	HALL (doble altura)	THM-C3	IDA-3	AE 1	8	100	800	2880
EP	HALL (doble altura)	THM-C3	IDA-3	AE 1	-	-	-	-
	ESPACIOS COMUNES	THM-C3	IDA-3	AE 1	8	40	320	1152
	DESPACHOS	THM-C3	IDA-2	AE 1	12,5	60	750	2700
P1	AULAS	THM-C3	IDA-2	AE 1	12,5	160	2000	7200
	ESPACIOS COMUNES	THM-C3	IDA-3	AE 1	8	50	400	1440

	VESTUARIOS	THM-C1	IDA-4	AE 3	5	20	100	360
P2	AULAS	THM-C3	IDA-2	AE 1	12,5	180	2250	8100
	ESPACIOS COMUNES	THM-C3	IDA-3	AE 1	8	60	480	1728
	VESTUARIOS	THM-C1	IDA-4	AE 3	5	20	100	360
P3	AULAS	THM-C3	IDA-2	AE 1	12,5	100	1250	4500
	ESPACIOS COMUNES	THM-C3	IDA-3	AE 1	8	50	400	1440
	VESTUARIOS	THM-C1	IDA-4	AE 3	5	20	100	360
P4	AULAS	THM-C3	IDA-2	AE 1	12,5	140	1750	6300
	ESPACIOS COMUNES	THM-C3	IDA-3	AE 1	8	60	480	1728
	VESTUARIOS	THM-C1	IDA-4	AE 3	5	20	100	360
TOTAL								42336

### DIMENSIONADO DE EQUIPOS Y CONDUCTOS MÁXIMOS

Una vez realizada la previsión de caudal de ventilación calculando a partir del IDA cada recinto por el nº de ocupantes del mismo, se dimensionan los equipos de ventilación UTA y UTAE del edificio. Para ello, se usa el Software Online Wolf que configura los equipos introducidos de manera más eficiente y el programa de generación online de conductos de Isover para el cálculo de la sección de los conductos, teniendo en cuenta la velocidad máxima.

Hay que tener en cuenta, como idea de proyecto básico, que los conductos de ventilación serán conductos circulares vistos de la marca Daikin conformados por chapa metálica de cobre con aislamiento interior térmico y acústico.

EQUIPO	PLANTA	ZONA	Qvent ODA (dm³/s)	Qvent ODA (m³/h)	DIMENSIÓN CONDUCTOS MÁXIMO (diámetro en mm)	Diámetro conductos (mm)	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)	MODELO	POT. FRIGORÍFICA	POT. CAL
UTA 1	P0	Cafetería	480	1728	319,15	320	6	WOLF	8,35	-6,96
UTAE 1	P0	Hall	800	2880	813,69	820	4	WOLF	32,52	-30,88
	EP	Hall	-	-						
	P1	Espacios comunes	200	720						
	P1	Vestuarios	100	360						
	P2	Espacios comunes	240	864						
	P2	Vestuarios	100	360						
	P3	Espacios comunes	200	720						
	P3	Vestuarios	100	360						
	P4	Espacios comunes	240	864						
	P4	Vestuarios	100	360						
	TOTAL		2080	7488						
UTAE 2	EP	Espacios comunes	320	1152	618,04	620	4	WOLF	20,49	-17,81
	P1	Espacios comunes	200	720						
	P2	Espacios comunes	240	864						
	P3	Espacios comunes	200	720						
	P4	Espacios comunes	240	864						
	TOTAL		1200	4320						
UTAE 3	P1	Aulas	666,67	2400	877,07	880	4	WOLF	41,27	-35,38
	P2	Aulas	750,00	2700						

	P3	Aulas	416,67	1500						
	P4	Aulas	583,33	2100						
		TOTAL	2416,67	8700						
UTAE 4	EP	Despachos	375,00	1350	940,32	950	4	WOLF	46,67	-41,45
	P1	Aulas	666,67	2400						
	P2	Aulas	750,00	2700						
	P3	Aulas	416,67	1500						
	P4	Aulas	583,33	2100						
		TOTAL	2791,67	10050						
UTAE 5	EP	Despachos	375,00	1350	906,81	910	4	WOLF	44,12	38,36
	P1	Aulas	375,00	1350						
	P2	Aulas	666,67	2400						
	P3	Aulas	750,00	2700						
	P4	Aulas	416,67	1500						
		TOTAL	2583,33	9300						

## DIMENSIONADO CLIMATIZACIÓN: SISTEMA VRF

### DIMENSIONADO DE UNIDADES EXTERIORES

A continuación, se dimensiona el sistema VRF más desfavorable en el edificio de aula. Tomando como punto de partida la introducción del modelo en el programa de cálculo de VpClima para hallar las cargas que se necesitan para averiguar los equipos necesarios en el edificio.

SISTEMA VRV												
PLANTA	ZONA	Nº ZONAS	SUPERFICIE (m²)	RATIO REFRIGERACIÓN TOTAL (W/m²)	RATIO REFRIGERACIÓN SENSIBLE (W/m)	CARGA REFRIGERACIÓN TOTAL (kW)	CARGA REFRIGERACIÓN SENSIBLE (kW)	RATIO CALEFACCIÓN TOTAL (W/m²)	RATIO CALEFACCIÓN SENSIBLE (W/m)	CARGA CALEFACCIÓN TOTAL (kW)	CARGA CALEFACCIÓN SENSIBLE (kW)	
EP	DESPACHOS	-	350,25	171,65	119,57	60,12	41,88			-	-12,75	
P1	AULAS	4	480			82,39	57,39			-17,4672	-17,47	
P2	AULAS	5	600			102,99	71,74			-21,834	-21,83	
P3	AULAS	5	600			102,99	71,74			-21,834	-21,83	
P4	AULAS	5	600			102,99	71,74			-21,834	-21,83	
	<b>TOTAL SUPERFICIE</b>		<b>2030,25</b>									<b>-36,39</b>
				<b>TOTAL</b>		<b>451,48</b>	<b>314,50</b>			<b>TOTAL</b>	<b>-95,71</b>	<b>-95,71</b>

Según las cargas de refrigeración y calefacciones calculadas, el modelo VRF resultante es el **Air Flux C AF5300A 90 C-3 de la marca Toshiba** que con una combinación de 5 unidades llega a tener una capacidad de 450KW.

### DIMENSIONADO DE UNIDADES INTERIORES

Para dimensionar las unidades interiores del sistema se toma como referencia un aula de danza y un despacho la entreplanta. Esto se extrapolará al resto del edificio.

Aula de danza: 120m<sup>2</sup>

Capacidad de refrigeración: 20.60kW

Capacidad de calefacción: -4.36kW

Se escoge una **unidad interior de conductos de alta presión FXMQ250MA de la marca Daikin** con una capacidad de refrigeración de 28kW y de calefacción 31.5kW y unas dimensiones de 1380 x 1100 x 470mm.

Despacho: 20m<sup>2</sup>

Capacidad de refrigeración: 3.43kW

Capacidad de calefacción: -0.72kW

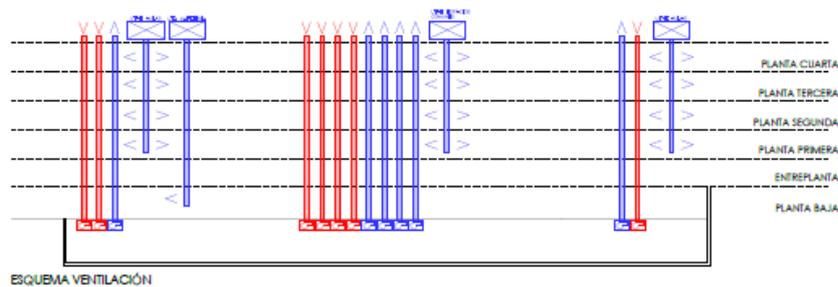
Se escoge una **unidad interior tipo cassette FXFQ32A de la marca Daikin** (completamente plana para liberar espacio en falso techo) con una capacidad de refrigeración de 3.6kW y de calefacción 4kW y unas dimensiones de 62x62x4.3cm.

### DIMENSIONADO DE CONDUCTOS CLIMATIZACIÓN

Se realiza el dimensionado de los conductos de climatización de un espacio representativo del caso de estudio, un aula de danza. Para ello, se usa la generación online de conductos de Isover, para el producto Climaver A2 Plus.

Para un caudal de impulsión de 62m<sup>3</sup>/min=3720m<sup>3</sup>/h para el aula según la unidad interior escogida, la dimensión del conducto máxima sería de 75x25cm.

#### **3.11.1. VENTILACIÓN GARAJE**



Para el cálculo de la ventilación del garaje hay que tener en cuenta la capacidad de plazas. El garaje tiene 119 plazas. Además, se tiene en cuenta que la red de ventilación tiene un límite máximo de 10000m<sup>3</sup>/h.

Impulsión: 120dm<sup>3</sup>/s por plaza. 119x120=14280 dm<sup>3</sup>/s x 3.6= 51408 m<sup>3</sup>/h

Extracción: 150dm<sup>3</sup>/s por plaza. 119x150=17850 dm<sup>3</sup>/s x 3.6= 64260 m<sup>3</sup>/h.

Teniendo en cuenta el caudal de cálculo, habrá 6 redes de impulsión y 7 redes de extracción. De este modo, se usa la generación online de conductos de Isover, para el producto Climaver A2 Plus, los conductos de impulsión tendrán una dimensión máxima de 1.20x35cm y los conductos de extracción de 1.40x35cm.