



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Una escuela abierta. Una investigación sobre nuevos  
modelos escolares.

Open air school. Researching on new school models.

Autor/es

Carlos Anadón Mozás

Director/es

Jesús Leache Resano / José Antonio Alfaro Lera

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

2021

# ÍNDICE

## **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1. Identificación y objeto del proyecto**

### **1.2. Agentes**

1.2.1. Promotor.

1.2.2. Projectista.

### **1.3. Información previa: antecedentes y condicionantes de partida**

### **1.4. Descripción del proyecto**

1.4.1. Descripción general del edificio, programa de necesidades, uso característico del edificio y otros usos previstos, relación con el entorno.

1.4.2. Marco legal aplicable de ámbito estatal, autonómico y local.

1.4.3. Justificación del cumplimiento de la normativa urbanística, ordenanzas municipales y otras normativas.

1.4.4. Descripción de la geometría del edificio, volumen, superficies útiles y construidas, accesos y evacuación.

1.4.5. Descripción general de los parámetros que determinan las previsiones técnicas a considerar en el proyecto.

### **1.5. Prestaciones del edificio**

1.5.1. Prestaciones producto del cumplimiento de los requisitos básicos del CTE

1.5.2. Prestaciones en relación a los requisitos funcionales del edificio

1.5.3. Prestaciones que superan los umbrales establecidos en el CTE

1.5.4. Limitaciones de uso del edificio

## **2. MEMORIA CONSTRUCTIVA**

### **2.1. Sustentación del edificio**

### **2.2. Sistema estructural**

2.2.1. Cimentación

2.2.2. Estructura de contención

2.2.3. Estructura portante

2.2.4. Estructura horizontal

### **2.3. Sistema envolvente**

2.3.1. Suelos en contacto con el terreno

2.3.2. Fachadas

2.3.3. Cubiertas

### **2.4. Sistema de compartimentación**

2.4.1. Compartimentación interior vertical

### **2.5. Sistemas de acabados**

### **2.6. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones**

2.6.1. Sistemas de transporte y ascensores

2.6.2. Protección frente a la humedad

2.6.3. Instalaciones térmicas del edificio

2.6.4. Ventilación

2.6.5. Suministro de combustibles

2.6.6. Protección contra incendios

2.6.7. Pararrayos

## **2.7. Equipamiento**

### **3. CUMPLIMIENTO DEL CTE**

#### **3.1. Seguridad estructural**

#### **3.2. Seguridad en caso de incendio**

- 3.2.1. SI 1 Propagación interior
- 3.2.2. SI 2 Propagación exterior
- 3.2.3. SI 3 Evacuación de ocupantes
- 3.2.4. SI 4 Instalaciones de protección contra incendios
- 3.2.5. SI 5 Intervención de los bomberos
- 3.2.6. SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

#### **3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad**

- 3.3.1. SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas
- 3.3.2. SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
- 3.3.3. SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos
- 3.3.4. SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
- 3.3.5. SUA 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación
- 3.3.6. SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
- 3.3.7. SUA 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento
- 3.3.8. SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo
- 3.3.9. SUA 9 Accesibilidad

#### **3.4. Salubridad**

- 3.4.1. HS 1 Protección frente a la humedad
- 3.4.2. HS 3 Calidad del aire interior

#### **3.5. Protección frente al ruido**

- 3.5.1. HR Protección frente al ruido

#### **3.6. Ahorro de energía**

- 3.6.1. HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética
- 3.6.2. HE 2 Condiciones de las instalaciones térmicas
- 3.6.3. HE 5 Generación mínima de energía eléctrica

## **4. PRESUPUESTO**

## **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

## 1.1. Identificación y objeto del proyecto

<b>Título del proyecto</b>	Escuela abierta en Montecanal
<b>Objeto del proyecto</b>	Una investigación sobre nuevos modelos escolares
<b>Situación</b>	Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

## 1.2. Agentes

### 1.2.1. Promotor.

<b>Promotor</b>	<b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.</b>
-----------------	--

### 1.2.2. Proyectista.

<b>Proyectista</b>	<b>Carlos Anadón Mozás</b>
--------------------	----------------------------

<b>Proyectista parcial 1</b>	<b>Jesús Leache Resano, tutor del proyecto.</b>
------------------------------	---

<b>Proyectista parcial 2</b>	<b>José Antonio Alfaro Lera, cotutor del proyecto.</b>
------------------------------	--

## 1.3. Información previa: antecedentes y condicionantes de partida

<b>Emplazamiento</b>	El ámbito de actuación se sitúa junto al canal imperial de Zaragoza. En el espacio fronterizo entre los barrios de Valdefierro y Montecanal. Es un área previamente dedicada al cultivo y que después de la urbanización de sus inmediaciones se ha dejado al amparo del tiempo y cuyo único uso es el de zona de paseo junto al canal y cultivos en una parte del área.
----------------------	--

<b>Datos del solar</b>	El solar objeto del presente proyecto se encuentra delimitado por el Canal Imperial y la vía San Juan Bautista de la Salle, tiene una configuración irregular, determinada por las líneas que marcan sus límites, con una superficie en planta de 5,7 Ha.
------------------------	---

<b>Datos de la edificación existente</b>	No procede, ya que se trata de una obra nueva.
--	--

<b>Antecedentes de proyecto</b>	La naturaleza del río Ebro se suma a la mano del hombre para extender el área de influencia de las aguas, y sacar beneficios de ellas. El artificio y la naturaleza existente generan una nueva, de la que se beneficia el entorno desde Tudela hasta Zaragoza. Las aguas del canal aumentan el rango de su sombra verde, el proyecto se aprovecha de esta naturaleza, arrojando a los inquilinos del solar, los niños.
---------------------------------	---

Sus dos mundos se entrelazan, para coser una nueva realidad, el mundo más urbano y el del canal.

La naturaleza y el aprendizaje participan el uno del otro, conecados por estos afluentes del canal, generando una simbiosis entre ellos que deriva en una nueva naturaleza.

Los espacios naturales inmediatos a la arquitectura se idean como huertos donde los niños podrán participar del lugar, además de aprender las plantas autóctonas. Conocer su entorno para formar parte de él.

## 1.4. Descripción del proyecto

### 1.4.1. Descripción general del edificio, programa de necesidades, uso característico del edificio y otros usos previstos, relación con el entorno.

#### Descripción general del edificio

Debido a su situación como un elemento más del largo recorrido por el que fluye el Canal Imperia, su lenguaje no va a ser diferente de la razón por la que se creó, la agricultura y aprovechamiento de las tierras esteparias de Aragón, que si no fuera por las aguas del Ebro. Devolviéndole al solar ese antiguo valor que se ha perdido en los últimos años con el crecimiento urbano hacia los extrarradios.

El proyecto tiene un carácter conector entre el barrio de Montecanal y Valdefierro, genera un punto de interés junto al canal que además de atraer más actividad aumenta el rango de influencia de la orilla del canal. Además de normalizar el uso de materiales y vegetación autóctona reconectando al vecindario con su entorno original.

Sabiendo esto, todo el paisajismo está destinado a facilitar los flujos de gente entre los diferentes puntos de interés, haciendo este recorrido un proceso de aprendizaje y acercamiento a la flora, guiados por zonas verdes como si de huertas se tratasen, trazadas por las acequias.

La edificación no hace otra cosa que seguir el ritmo de las huertas y las hipotéticas acequias que son los recorridos, como generalmente se ha hecho a lo largo de la historia agrícola. No solo su morfología sino también su materialidad y construcción. La provincia de Zaragoza tiene larga experiencia en la fabricación de ladrillos de arcilla, debido a la composición de su suelo, sobre todo en zonas como Muel, por eso, el principal material del proyecto es éste, respetando las costumbres y minimizando el transporte para la obtención del principal recurso.

El método constructivo que mejor respeta los anteriores puntos es la bóveda catalana, su estructura se compone básicamente de fábrica de arcilla, permitiendo cubrir las luces que nos pide el proyecto, evocando además las construcciones agrícolas a las que tanto se quiere acercar el proyecto.

La estrategia del proyecto consiste en fracturar estas bóvedas, para generar recorridos perpendiculares y a su vez permitir la entrada de luz a lo largo de todo el proyecto y romper la sensación de repetición en todo su recorrido. Con esto se crean tres franjas abovedadas: una ligera y transpirable donde se sitúa la huerta - escuela, dos impermeables y cerradas donde en se localizan las clases y demás usos cubiertos. Las franjas se separan por dos calles, una exterior destinada al recreo y otra interior de acceso a las aulas, con posibilidad de uso provisional en días de mal tiempo. Se definirán más en profundidad en el programa de necesidades.

**Programa de necesidades**

Los usos se dividen en dos franjas este-oeste, aulas en la franja norte y servicios en la franja sur. A su vez tenemos dos zonas claramente diferenciadas por un quebrado, zona infantil con una pequeña elevación sobre la zona de primaria que se reparte al oeste. Estas dos franjas se conectan con un pasillo interior que a la vez se convierte en un espacio para estar. Las zonas deportivas están anexas a la parte infantil, aprovechando el desnivel para crear un graderío. Los servicios que cubre la escuela son: comedor, administración, aseos, aulas deportivas con vestuarios, reprografía, asociaciones y clases extraescolares.

A continuación, se adjuntan las tablas de superficies:

**Uso característico del edificio**

El uso característico del edificio es docente, su acceso a las inmediaciones es público con limitaciones al interior.

**Otros usos previstos**

Se prevén usos deportivos en las áreas diseñadas para ello. Y las zonas de vegetación como educativo-divulgativa ya que los visitantes pueden recorrerlos mientras el colegio cierra sus puertas.

**Relación con el entorno**

El proyecto nace del propio entorno, es una extensión de él y yuxtaposición de los diferentes tipos de entornos, dando paso a una nueva naturaleza que permite dialogar a las trazas de ciudad y naturaleza, siguiendo los pasos de la tradición local.

**Espacios exteriores adscritos**

Además de la edificación, se consideran los siguientes espacios exteriores adscritos: aparcamiento exterior y zonas deportivas comunes.

**1.4.2. Marco legal aplicable de ámbito estatal, autonómico y local.**

El presente proyecto cumple el Código Técnico de la Edificación, satisfaciendo las exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos de 'Seguridad estructural', 'Seguridad en caso de incendio', 'Seguridad de utilización y accesibilidad', 'Higiene, salud y protección del medio ambiente', 'Protección frente al ruido' y 'Ahorro de energía y aislamiento térmico', establecidos en el artículo 3 de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

En el proyecto se ha optado por adoptar las soluciones técnicas y los procedimientos propuestos en los Documentos Básicos del CTE, cuya utilización es suficiente para acreditar el cumplimiento de las exigencias básicas impuestas en el CTE.

**Exigencias básicas del CTE no aplicables en el presente proyecto**Exigencias básicas SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad*Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación*

Las condiciones establecidas en DB SUA 5 se aplican a los graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión, otros edificios de uso cultural, etc. previstos para más de 3000 espectadores de pie.

Por lo tanto, para este proyecto, no es de aplicación.

## Exigencias básicas HE: Ahorro de energía

### *Exigencia básica HE 5: Generación mínima de energía eléctrica*

El edificio es de uso residencial por lo que, según el punto 1.1 (ámbito de aplicación) de la Exigencia Básica HE 5, no necesita instalación solar fotovoltaica.

Por lo tanto, para este proyecto, no es de aplicación.

### **Cumplimiento de otras normativas específicas:**

#### **Estatales**

<b>ICT</b>	Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones
<b>RITE</b>	Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE)
<b>REBT</b>	Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51
<b>RIGLO</b>	Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a ICG 11
<b>RIPCI</b>	Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI)
<b>RCD</b>	Producción y gestión de residuos de construcción y demolición
<b>R.D. 235/13</b>	Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios

#### **1.4.3. Justificación del cumplimiento de la normativa urbanística, ordenanzas municipales y otras normativas.**

#### **1.4.4. Descripción de la geometría del edificio, volumen, superficies útiles y construidas, accesos y evacuación.**

##### **Descripción de la geometría del edificio**

##### **Volumen**

El proyecto es una cadena de bóvedas y dinteles fracturada para diferenciar dos volúmenes, uno ligeramente elevado sobre el otro para acentuar la separación entre sí. Las bóvedas se dividen en ciertos puntos para dar paso a la cubierta plana que permite la entrada de luz en zonas intermedias de su longitud. El acceso se establece desde la parte oeste, sur y este, dejando la parte norte libre para la relación del proyecto con el canal.

La planta sótano está reservada para las instalaciones generales del edificio.



## Superficies útiles desglosadas

Primaria	
Referencia	Superficie útil (m <sup>2</sup> )
Áreas comunes	259.00
Aula 1 A	46.72
Aula 1 B	46.72
Aula 1 C	46.72
Aula 2 A	46.72
Aula 2 B	46.72
Aula 2 C	46.72
Aulas extraescolares	186.88
Psicomotricidad	112.35
Comedor	101.97
Cocina	22.58
Aseo dirección	3.30
Aseos administración	9.46
Aseos comedor	8.39
Aseos comunes	5.91
Asociaciones	39.53
Dirección	24.12
Pasillos administración	39.53
Archivos	19.14
Reprografía	12.54
Conserjería	12.00
Sala profesores	25.46
Secretaría	22.78
Aseos aulas	16.62
<b>Total útil interior</b>	<b>1201.88</b>
Patios aulas	72.90
<b>Total</b>	<b>1274.78</b>
Infantil	
Referencia	Superficie útil (m <sup>2</sup> )
Aula infantil A	52.90
Aula infantil B	52.90
Aula infantil C	52.90
Aseos infantiles	28.29
Servicios comunes	46.72
Psicomotricidad	48.57
Aseos	9.68
Zonas comunes	124.00
Comedor	77.33
Cocina	22.77
<b>Total</b>	<b>516.06</b>

## Superficies útiles y construidas

Uso (tipo)	Sup. útil (m <sup>2</sup> )	Sup. cons. (m <sup>2</sup> )
Primaria	1274.78	1553.56
Infantil	516.06	700.82
Biblioteca	50.22	62.78
<b>Total</b>	<b>1841.06</b>	<b>2317.16</b>
<i>Notación:</i> <i>Sup. útil: Superficie útil</i> <i>Sup. cons.: Superficie construida</i>		

### Accesos

Los accesos principales son al este y oeste el volumen de primaria. Al oeste para el volumen de infantil con una salida de emergencia al oeste.

### Evacuación

La evacuación del edificio se ha previsto por el acceso principal y el oeste siendo estos de suficiente anchura para ser posibles de forma segura.

## 1.4.5. Descripción general de los parámetros que determinan las previsiones técnicas a considerar en el proyecto.

### 1.4.5.1. Sistema estructural

#### 1.4.5.1.1. Cimentación

Para el cálculo de las zapatas y losas se tienen en cuenta las acciones debidas a las cargas transmitidas por los elementos portantes verticales, la presión de contacto con el terreno y el peso propio de las mismas. Bajo estas acciones y en cada combinación de cálculo, se realizan las siguientes comprobaciones sobre cada una de las direcciones principales de las zapatas: flexión, cortante, vuelco, deslizamiento, cuantías mínimas, longitudes de anclaje, diámetros mínimos y separaciones mínimas y máximas de armaduras. Además, se comprueban las dimensiones geométricas mínimas, seguridad frente al deslizamiento, tensiones medias y máximas, compresión oblicua y el espacio necesario para anclar los arranques o pernos de anclajes.

Para el cálculo de tensiones en el plano de apoyo de una zapata se considera una ley de deformación plana sin admitir tensiones de tracción.

#### 1.4.5.1.2. Contención de tierras

### Muros de sótano

Los muros de sótano se calculan con las cargas aplicadas por la estructura (pilares, vigas y forjados) y los empujes en reposo de las tierras que contienen. En dichos empujes se tiene en cuenta la influencia de las cargas actuantes sobre la superficie del terreno.

Los muros se consideran apoyados en el plano de cimentación y en el forjado existente en la coronación de los mismos.

Se comprueban las armaduras necesarias, cuantías mínimas, diámetros mínimos, separaciones mínimas y máximas y las longitudes de anclaje de las armaduras.

#### **1.4.5.1.3. Estructura portante**

Los elementos portantes verticales se dimensionan con los esfuerzos originados por las vigas y forjados que soportan. Se consideran las excentricidades mínimas de la norma y se dimensionan las secciones transversales (con su armadura, si procede) de tal manera que en ninguna combinación se superen las exigencias derivadas de las comprobaciones frente a los estados límites últimos y de servicio.

En los pilares (de fábrica) se comprueban las resistencias frente a esfuerzos axiales, cortantes, momentos e interacciones entre esfuerzos, de modo que en todas las combinaciones se cumple que el aprovechamiento pésimo es menor o igual a la unidad.

#### **1.4.5.1.4. Estructura portante horizontal**

Los forjados unidireccionales se consideran como paños cargados por las acciones gravitatorias debidas al peso propio de los mismos, cargas permanentes y sobrecargas de uso. Los esfuerzos (cortantes y momentos flectores) son resistidos por los elementos de tipo barra con los que se crea el modelo para cada nervio resistente del paño. En cada forjado se cumplen los límites de flechas absolutas, activas y totales a plazo infinito que exige el correspondiente Documento Básico según el material.

Las condiciones de continuidad entre nervios se reflejan en los planos de estructura del proyecto.

En cada nervio se verifican las armaduras necesarias, cuantías mínimas, separaciones mínimas y máximas y longitudes de anclaje.

Los forjados (losas macizas) se consideran como paños cargados por las acciones gravitatorias debidas al peso propio de los mismos, cargas permanentes y sobrecargas de uso. Los esfuerzos (cortantes, momentos flectores y torsiones) son resistidos por el hormigón y por las armaduras dispuestas, tanto superiores como inferiores.

Se comprueba que se han dispuesto las armaduras necesarias para resistir los esfuerzos actuantes, así como la resistencia al punzonamiento, cuantías mínimas, separaciones mínimas y máximas y longitudes de anclaje.

#### **1.4.5.1.5. Bases de cálculo y métodos empleados**

En el cálculo de la estructura correspondiente al proyecto se emplean métodos de cálculo aceptados por la normativa vigente. El procedimiento de cálculo consiste en establecer las acciones actuantes sobre la obra, definir los elementos estructurales (dimensiones transversales, alturas, luces, disposiciones, etc.) necesarios para soportar esas acciones, fijar las hipótesis de cálculo y elaborar uno o varios modelos de cálculo lo suficientemente ajustados al comportamiento real de la obra y finalmente, la obtención de los esfuerzos, tensiones y desplazamientos necesarios para la posterior comprobación de los correspondientes estados límites últimos y de servicio.

Las hipótesis de cálculo contempladas en el proyecto son:

- Diafragma rígido en cada planta de forjados.
- En las secciones transversales de los elementos se supone que se cumple la hipótesis de Bernoulli, es decir, que permanecen planas después de la deformación.
- Se desprecia la resistencia a tracción del hormigón.
- Para las armaduras se considera un diagrama tensión-deformación del tipo elasto-plástico tanto en tracción como en compresión.
- Para el hormigón se considera un diagrama tensión-deformación del tipo parábola-rectángulo.

#### 1.4.5.1.6. Materiales

En el presente proyecto se emplearán los siguientes materiales:

Hormigones							
Posición	Tipificación	fck (N/mm <sup>2</sup> )	C	TM (mm)	CE	C. mín. (kg)	a/c
Cimentación y Vigas	HA-25	25	Blanda	20	IIa	275	0.60
<i>Notación:</i> <i>fck: Resistencia característica</i> <i>C: Consistencia</i> <i>TM: Tamaño máximo del árido</i> <i>CE: Clase de exposición ambiental (general + específica)</i> <i>C. mín.: Contenido mínimo de cemento</i> <i>a/c: Máxima relación agua/ cemento</i>							

Fábrica portante			
Posición	Tipo	Dimensiones / Espesor	Mortero
Muros de carga	Ladrillo rojo	25x12x4	Revetón

#### 1.4.5.2. Sistema de compartimentación

##### Particiones verticales

##### 1. Tabique de dos hojas, con revestimiento

Tabique de dos hojas, con revestimiento, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de partición interior, de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por panel semirrígido de lana mineral, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope y simplemente apoyado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; SEGUNDA HOJA: hoja de partición interior, de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.

##### 2. Tabique de una hoja, con revestimiento

Hoja de partición interior, de 4 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel, con banda elástica, de banda flexible de espuma de polietileno reticulado de celdas cerradas, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,25 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK) y rigidez dinámica 57,7 MN/m<sup>3</sup>, fijada a los forjados y a los encuentros con otros elementos verticales con pasta de yeso.

#### 1.4.5.3. Sistema envolvente

## Fachadas

### 1. Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada

Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada de 3 cm de espesor, compuesta de: HOJA PRINCIPAL: de 11,5 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, color Rojo, acabado liso, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, y reforzada con armadura de tendel prefabricada de acero galvanizado en caliente con recubrimiento de resina epoxi, con una cuantía de 2,58 m/m<sup>2</sup>. Revestimiento de los frentes de forjado y pilares con ladrillos cortados, colocados con mortero de alta adherencia. Dintel de fábrica armada de ladrillos cortados cara vista, aparejo a sardinell; montaje y desmontaje de apeo; REVESTIMIENTO INTERMEDIO: enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento, tipo GP CSIII W1; Aislante térmico: aislamiento térmico, formado por panel flexible de lana de vidrio, de 50 mm de espesor, resistencia térmica 1,25 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK), colocado a tope y fijado con peldadas de adhesivo cementoso. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; HOJA INTERIOR: de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico perforado (tosco), para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. Dintel de fábrica para revestir sobre perfil de acero galvanizado.

## Soleras

### 1. Solera - Base de árido. Pavimento laminado

#### REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Pavimento laminado, de lamas de 1200x190 mm, Clase 21: Doméstico moderado, resistencia a la abrasión AC1, formado por tablero base de HDF laminado decorativo en pino, ensamblado con adhesivo con clase de durabilidad D3 en las juntas, colocadas sobre lámina de espuma de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Base para pavimento, de 2 cm de espesor, de gravilla de machaqueo de 5 a 10 mm de diámetro.

#### ELEMENTO ESTRUCTURAL

Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación, con: AISLAMIENTO HORIZONTAL: aislamiento térmico horizontal, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 120 mm de espesor, resistencia térmica 3,35 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), colocado a tope en la base de la solera, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; AISLAMIENTO PERIMETRAL: aislamiento térmico vertical, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 50 mm de espesor, resistencia térmica 1,5 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope en el perímetro de la solera, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

## Azoteas

1. Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida. Impermeabilización con láminas asfálticas. Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida, tipo convencional. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de arcilla expandida; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP.

### 1.4.5.6. Sistema de servicios

Servicios externos al edificio necesarios para su correcto funcionamiento:

<b>Suministro de agua</b>	Se dispone de acometida de abastecimiento de agua apta para el consumo humano. La compañía suministradora aporta los datos de presión y caudal correspondientes.
<b>Evacuación de aguas</b>	Existe red de alcantarillado municipal disponible para su conexión en las inmediaciones del solar.
<b>Suministro eléctrico</b>	Se dispone de suministro eléctrico con potencia suficiente para la previsión de carga total del edificio proyectado.
<b>Telefonía y TV</b>	Existe acceso al servicio de telefonía disponible al público, ofertado por los principales operadores.
<b>Telecomunicaciones</b>	Se dispone infraestructura externa necesaria para el acceso a los servicios de telecomunicación regulados por la normativa vigente.
<b>Recogida de residuos</b>	El municipio dispone de sistema de recogida de basuras.

## 1.5. Prestaciones del edificio

### 1.5.1. Prestaciones producto del cumplimiento de los requisitos básicos del CTE

Prestaciones derivadas de los requisitos básicos relativos a la seguridad:

#### - Seguridad estructural (DB SE)

- Resistir todas las acciones e influencias que puedan tener lugar durante la ejecución y uso, con una durabilidad apropiada en relación con los costos de mantenimiento, para un grado de seguridad adecuado.
- Evitar deformaciones inadmisibles, limitando a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico y degradaciones o anomalías inadmisibles.
- Conservar en buenas condiciones para el uso al que se destina, teniendo en cuenta su vida en servicio y su coste, para una probabilidad aceptable.

#### - Seguridad en caso de incendio (DB SI)

- Se han dispuesto los medios de evacuación y los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes, para que puedan abandonar o alcanzar un lugar seguro dentro del edificio en condiciones de seguridad.
- El edificio tiene fácil acceso a los servicios de los bomberos. El espacio exterior inmediatamente próximo al edificio cumple las condiciones suficientes para la intervención de los servicios de extinción.
- El acceso desde el exterior está garantizado, y los huecos cumplen las condiciones de separación para impedir la propagación del fuego entre sectores.
- No se produce incompatibilidad de usos.
- La estructura portante del edificio se ha dimensionado para que pueda mantener su resistencia al fuego durante el tiempo necesario, con el objeto de que se puedan cumplir las anteriores prestaciones. Todos los elementos estructurales son resistentes al fuego durante un tiempo igual o superior al del sector de incendio de mayor resistencia.

- No se ha proyectado ningún tipo de material que por su baja resistencia al fuego, combustibilidad o toxicidad pueda perjudicar la seguridad del edificio o la de sus ocupantes.

#### **- Seguridad de utilización y accesibilidad (DB SUA)**

- Los suelos proyectados son adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad, limitando el riesgo de que los usuarios sufran caídas.
- Los huecos, cambios de nivel y núcleos de comunicación se han diseñado con las características y dimensiones que limitan el riesgo de caídas, al mismo tiempo que se facilita la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.
- Los elementos fijos o practicables del edificio se han diseñado para limitar el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento.
- Los recintos con riesgo de aprisionamiento se han proyectado de manera que se reduzca la probabilidad de accidente de los usuarios.
- El diseño del edificio facilita la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento, para limitar el riesgo causado por situaciones con alta ocupación.
- En las zonas de aparcamiento o de tránsito de vehículos, se ha realizado un diseño adecuado para limitar el riesgo causado por vehículos en movimiento.
- El dimensionamiento de las instalaciones de protección contra el rayo se ha realizado de acuerdo al Documento Básico SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.
- El acceso al edificio y a sus dependencias se ha diseñado de manera que se permite a las personas con movilidad y comunicación reducidas la circulación por el edificio en los términos previstos en el Documento Básico SUA 9 Accesibilidad y en la normativa específica.

Prestaciones derivadas de los requisitos básicos relativos a la habitabilidad:

#### **- Salubridad (DB HS)**

- En el presente proyecto se han dispuesto los medios que impiden la penetración de agua o, en su caso, permiten su evacuación sin producción de daños, con el fin de limitar el riesgo de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones.
- El edificio dispone de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.
- Se han previsto los medios para que los recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante su uso normal, con un caudal suficiente de aire exterior y con una extracción y expulsión suficiente del aire viciado por los contaminantes.
- Se ha dispuesto de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, con caudales suficientes para su funcionamiento, sin la alteración de las propiedades de aptitud para el consumo, que impiden los posibles retornos que puedan contaminar la red, disponiendo además de medios que permiten el ahorro y el control del consumo de agua.
- Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización disponen de unas características tales que evitan el desarrollo de gérmenes patógenos.
- El edificio proyectado dispone de los medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

- El edificio proyectado dispone de los medios adecuados para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada a radón procedente del terreno en los recintos cerrados.

#### **- Protección frente al ruido (DB HR)**

- Los elementos constructivos que conforman los recintos en el presente proyecto, tienen unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, así como para limitar el ruido reverberante.

#### **- Ahorro de energía y aislamiento térmico (DB HE)**

- El consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de su ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención. El consumo energético se satisfará, en gran medida, mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en función de la zona climática de su ubicación, del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.
- Las características de los elementos de la envolvente térmica en función de su zona climática serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Así mismo, las características de las particiones interiores limitarán la transferencia de calor entre unidades de uso, y entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio.
- Se limitarán los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.
- Las instalaciones térmicas de las que dispongan los edificios serán apropiadas para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.
- Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, disponiendo de un sistema de control que permita ajustar su funcionamiento a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.
- Los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y de climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables; bien generada en el propio edificio o bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción.

### **1.5.2. Prestaciones en relación a los requisitos funcionales del edificio**

#### **- Utilización**

- Los núcleos de comunicación (escaleras y ascensores, en su caso), se han dispuesto de forma que se reduzcan los recorridos de circulación y de acceso a las viviendas.
- En las viviendas se ha primado también la reducción de recorridos de circulación, evitando los espacios residuales como pasillos, con el fin de que la superficie sea la necesaria y adecuada al programa requerido.
- Las superficies y las dimensiones de las dependencias se ajustan a los requisitos del mercado, cumpliendo los mínimos establecidos por las normas de habitabilidad vigentes.



- Acceso a los servicios

- Se ha proyectado el edificio de modo que se garantizan los servicios de telecomunicación (conforme al Real Decreto-ley 1/1998, de 27 de Febrero, sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicación), así como de telefonía y audiovisuales.

- Se han previsto, en la zona de acceso al edificio, los casilleros postales adecuados al uso previsto en el proyecto.

### **1.5.3. Prestaciones que superan los umbrales establecidos en el CTE**

No se han incluido en el presente proyecto prestaciones que superen los umbrales establecidos en el CTE, en relación a los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

### **1.5.4. Limitaciones de uso del edificio**

#### **- Limitaciones de uso del edificio en su conjunto**

- El edificio sólo podrá destinarse a los usos previstos en el proyecto.
- La dedicación de alguna de sus dependencias a un uso distinto del proyectado requerirá de un proyecto de reforma y cambio de uso que será objeto de nueva licencia.
- Este cambio de uso será posible siempre y cuando el nuevo destino no altere las condiciones del resto del edificio ni menoscabe las prestaciones iniciales del mismo en cuanto a estructura, instalaciones, etc.

#### **- Limitaciones de uso de las dependencias**

- Aquellas que incumplan las precauciones, prescripciones y prohibiciones de uso referidas a las dependencias del inmueble, contenidas en el Manual de Uso y Mantenimiento del edificio.

#### **- Limitaciones de uso de las instalaciones**

- Aquellas que incumplan las precauciones, prescripciones y prohibiciones de uso de sus instalaciones, contenidas en el Manual de Uso y Mantenimiento del edificio.

## **2. MEMORIA CONSTRUCTIVA**

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

**Fecha** 15/11/2021

2. Memoria constructiva

## 2.1. Sustentación del edificio

El tipo de cimentación previsto se describe en el capítulo 1.4 Descripción del proyecto de la Memoria descriptiva.

Características del terreno de cimentación:

- La cimentación del edificio se sitúa en un estrato descrito como: 'gravas'.
- La profundidad de cimentación respecto de la rasante es de 0.8 m.

Por lo tanto, el Ensayo Geotécnico reunirá las siguientes características:

Tipo de construcción	C-1
Grupo de terreno	T-1
Distancia máxima entre puntos de reconocimiento	35 m
Profundidad orientativa de los reconocimientos	6 m
Número mínimo de sondeos mecánicos	1
Porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración	70 %

Las técnicas de prospección serán las indicadas en el Anexo C del Documento Básico SE-C.

El Estudio Geotécnico incluirá un informe redactado y firmado por un técnico competente, visado por el Colegio Profesional correspondiente (según el Apartado 3.1.6 del Documento Básico SE-C).

## 2.2. Sistema estructural

### 2.2.1. Cimentación

La cimentación es superficial y se resuelve mediante los siguientes elementos: losas de hormigón armado, cuyas tensiones máximas de apoyo no superan las tensiones admisibles del terreno de cimentación en ninguna de las situaciones de proyecto. Las losas de cimentación son de canto: 30 cm.

### 2.2.2. Estructura de contención

No son necesarias estructuras de contención de tierras.

### 2.2.3. Estructura portante

La estructura portante vertical se compone de los siguientes elementos:

- Muros de hormigón armado
- Muros de fábrica

Los perfiles, dimensiones y armaduras de estos elementos se indican en los correspondientes planos de proyecto.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

**Fecha** 15/11/2021

2. Memoria constructiva

La estructura portante horizontal sobre la que apoyan los forjados unidireccionales se resuelve mediante vigas de los siguientes tipos: vigas de hormigón armado planas y descolgadas. Las dimensiones y armaduras de estos elementos se indican en los correspondientes planos de proyecto.

La estructura portante horizontal sobre la que apoyan las losas macizas se resuelve mediante vigas de los siguientes tipos: vigas descolgadas de hormigón armado. Existen, además, vigas embebidas que cumplen funciones de rigidización de bordes perimetrales y de huecos. Las dimensiones y armaduras de estos elementos se indican en los correspondientes planos de proyecto.

#### 2.2.4. Estructura horizontal

La estructura horizontal está compuesta por los siguientes elementos:

- losas macizas de hormigón armado de canto 20 cm y 30 cm.

### 2.3. Sistema envolvente

#### 2.3.1. Suelos en contacto con el terreno

##### 2.3.1.1. Soleras

#### Solera - Base de árido. Pavimento laminado

##### REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Pavimento laminado, de lamas de 1200x190 mm, Clase 21: Doméstico moderado, resistencia a la abrasión AC1, formado por tablero base de HDF laminado decorativo en pino, ensamblado con adhesivo con clase de durabilidad D3 en las juntas, colocadas sobre lámina de espuma de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Base para pavimento, de 2 cm de espesor, de gravilla de machaqueo de 5 a 10 mm de diámetro.

##### ELEMENTO ESTRUCTURAL

Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación, con: AISLAMIENTO HORIZONTAL: aislamiento térmico horizontal, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 120 mm de espesor, resistencia térmica 3,35 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), colocado a tope en la base de la solera, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; AISLAMIENTO PERIMETRAL: aislamiento térmico vertical, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 50 mm de espesor, resistencia térmica 1,5 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope en el perímetro de la solera, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

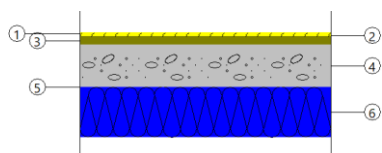
**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

**Fecha** 15/11/2021

2. Memoria constructiva



Listado de capas:

1 - Pavimento laminado	0.7 cm
2 - Lámina de espuma de polietileno de alta densidad	0.3 cm
3 - Base de gravilla de machaqueo	2 cm
4 - Solera de hormigón en masa	10 cm
5 - Film de polietileno	0.02 cm
6 - Poliestireno extruido	12 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>25.02 cm</b>

Limitación de demanda energética  $U_s$ : 0.06 W/(m<sup>2</sup>·K)

(Para una solera con longitud característica  $B' = 10.9$  m)

Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.2 m y resistencia térmica: 1.47 m<sup>2</sup>·K/W)

Detalle de cálculo ( $U_s$ )

Superficie del forjado, A: 740.26 m<sup>2</sup>

Perímetro del forjado, P: 135.60 m

Resistencia térmica del forjado, R<sub>f</sub>: 3.50 m<sup>2</sup>·K/W

Resistencia térmica del aislamiento perimetral, R<sub>f</sub>: 1.47 m<sup>2</sup>·K/W

Espesor del aislamiento perimetral, d<sub>n</sub>: 5.00 cm

Tipo de terreno: Grava

Protección frente al ruido

Masa superficial: 297.13 kg/m<sup>2</sup>

Masa superficial del elemento base: 289.18 kg/m<sup>2</sup>

Caracterización acústica, R<sub>w</sub>(C; C<sub>tr</sub>): 52.3(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L<sub>n,w</sub>: 77.9 dB

## 2.3.2. Fachadas

### 2.3.2.1. Parte ciega de las fachadas

#### Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada

Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada de 3 cm de espesor, compuesta de: HOJA PRINCIPAL: de 11,5 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, color Rojo, acabado liso, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, y reforzada con armadura de tendel prefabricada de acero galvanizado en caliente con recubrimiento de resina epoxi, con una cuantía de 2,58 m/m<sup>2</sup>. Revestimiento de los frentes de forjado y pilares con ladrillos cortados, colocados con mortero de alta adherencia. Dintel de fábrica armada de ladrillos cortados cara vista, aparejo a sardinell; montaje y desmontaje de apeo; REVESTIMIENTO INTERMEDIO: enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento, tipo GP CSIII W1; Aislante térmico: aislamiento térmico, formado por panel flexible de lana de vidrio, de 50 mm de espesor, resistencia térmica 1,25 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK), colocado a tope y fijado con pelladas de adhesivo cementoso. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; HOJA INTERIOR: de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico perforado (tosco), para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. Dintel de fábrica para revestir sobre perfil de acero galvanizado.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

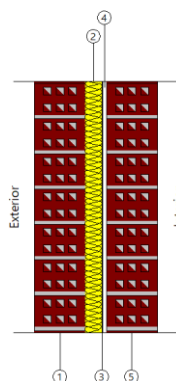
**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

**Fecha** 15/11/2021

2. Memoria constructiva



Listado de capas:

1 - Fábrica de ladrillo cerámico cara vista hidrofugado, Rojo	12 cm
2 - Lana mineral	4 cm
3 - Barrera de vapor Z3	0.1 cm
4 - Cámara de aire sin ventilada	1 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico	12 cm
Espesor total:	29.1 cm

Limitación de demanda energética  $U_m$ : 0.52 W/(m<sup>2</sup>·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 275.20 kg/m<sup>2</sup>

Masa superficial del elemento base: 273.60 kg/m<sup>2</sup>

Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 54.1(-1; -6) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 2

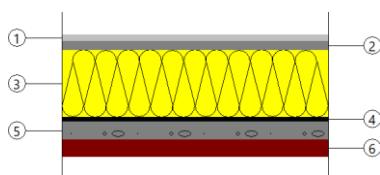
Condiciones que cumple: B1+C1+H1+J2+N1

### 2.3.3. Cubiertas

#### 2.3.3.1. Parte maciza de las azoteas

##### Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida. Impermeabilización con láminas asfálticas.

Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida, tipo convencional. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de arcilla expandida; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP.



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	1.5 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2 cm
3 - Lana de Roca	15 cm
4 - Betún fieltro o lámina	1 cm
5 - Capa de regularización de mortero de cemento	4 cm
6 - Ladrillo rojo macizo acústico	4 cm
Espesor total:	27.5 cm

Limitación de demanda energética  $U_c$  refrigeración: 0.20 W/(m<sup>2</sup>·K)

$U_c$  calefacción: 0.21 W/(m<sup>2</sup>·K)

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

2. Memoria constructiva

**Fecha** 15/11/2021

Protección frente al ruido	Masa superficial: 248.80 kg/m <sup>2</sup> Masa superficial del elemento base: 52.50 kg/m <sup>2</sup> Caracterización acústica, R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> ): 34.6(-1; -1) dB
Protección frente a la humedad	Tipo de cubierta: No transitable, con lámina autoprottegida Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

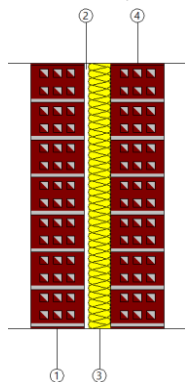
## 2.4. Sistema de compartimentación

### 2.4.1. Compartimentación interior vertical

#### 2.4.1.1. Parte ciega de la compartimentación interior vertical

##### Tabique de dos hojas, con revestimiento

Tabique de dos hojas, con revestimiento, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de partición interior, de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por panel semirrígido de lana mineral, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), colocado a tope y simplemente apoyado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; SEGUNDA HOJA: hoja de partición interior, de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	12 cm
2 - Cámara de aire sin ventilar	1 cm
3 - Lana mineral	5 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	12 cm
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética U<sub>m</sub>: 0.41 W/(m<sup>2</sup>·K)

Protección frente al ruido  
Masa superficial: 225.70 kg/m<sup>2</sup>  
Masa superficial del elemento base: 223.20 kg/m<sup>2</sup>  
Caracterización acústica por ensayo, R<sub>w</sub>(C; C<sub>tr</sub>): 42.2(-1; -3) dB  
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante la ley de masas.

Seguridad en caso de incendio  
Resistencia al fuego: Ninguna

##### Tabique de una hoja, con revestimiento

Hoja de partición interior, de 4 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel, con banda elástica, de banda flexible de espuma de polietileno reticulado de celdas cerradas, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,25 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK) y rigidez dinámica 57,7 MN/m<sup>3</sup>, fijada a los forjados y a los encuentros con otros elementos verticales con pasta de yeso.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

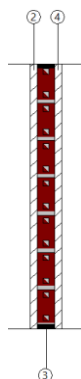
**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

**Fecha** 15/11/2021

2. Memoria constructiva



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	4 cm
4 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
5 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	7 cm

Limitación de demanda energética  $U_m$ : 2.48 W/(m<sup>2</sup>·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 74.50 kg/m<sup>2</sup>

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 34.0(-1; -1) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: Ninguna

#### 2.4.1.2. Huecos verticales interiores

##### Puerta cortafuegos, de acero galvanizado

Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 60-C5, de una hoja, 800x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado.

Dimensiones Ancho x Altura: **80 x 200 cm** n<sup>o</sup> uds: **3**

Caracterización térmica Transmitancia térmica, U: 2.25 W/(m<sup>2</sup>·K)

Absortividad,  $\alpha_S$ : 0.6 (color intermedio)

Caracterización acústica Absorción,  $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$ ;  $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$ ;  $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$

Resistencia al fuego EI2 60

##### Puerta de paso interior, de madera

Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, con plafones de forma recta; precerco de pino país; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm en ambas caras. Incluso bisagras, herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo largo de latón, color negro, acabado brillante, serie básica.

Dimensiones Ancho x Altura: **82.5 x 203 cm** n<sup>o</sup> uds: **1**

Caracterización térmica Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m<sup>2</sup>·K)

Absortividad,  $\alpha_S$ : 0.6 (color intermedio)

Caracterización acústica Absorción,  $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$ ;  $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$ ;  $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

**Fecha** 15/11/2021

2. Memoria constructiva

## 2.5. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

### 2.5.1. Sistemas de transporte y ascensores

No se precisa

### 2.5.2. Protección frente a la humedad

#### Datos de partida

El edificio se sitúa en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza), en un entorno de clase 'E1' siendo de una altura de 4.05 m. Le corresponde, por tanto, una zona eólica 'B', con grado de exposición al viento 'V3', y zona pluviométrica IV.

El tipo de terreno de la parcela (grava) presenta un coeficiente de permeabilidad de  $1 \times 10^{-2}$  cm/s, sin nivel freático (Presencia de agua: baja), siendo su preparación con colocación de sub-base

Las soluciones constructivas empleadas en el edificio son las siguientes:

Suelos	Solera
Fachadas	Sin revestimiento exterior y grado de impermeabilidad 2
Cubiertas	Cubierta plana no transitada, sin cámara ventilada

#### Objetivo

El objetivo es que todos los elementos de la envolvente del edificio cumplan con el Documento Básico HS 1 Protección frente a la humedad, justificando, mediante los correspondientes cálculos, dicho cumplimiento.

#### Prestaciones

Se limita el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior del edificio o en sus cerramientos, como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, al mínimo prescrito por el Documento Básico HS 1 Protección frente a la humedad, disponiendo de todos los medios necesarios para impedir su penetración o, en su caso, facilitar su evacuación sin producir daños.

#### Bases de cálculo

El diseño y el dimensionamiento se realiza en base a los apartados 2 y 3, respectivamente, del Documento Básico HS 1 Protección frente a la humedad.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

**Fecha** 15/11/2021

2. Memoria constructiva

### 2.5.3. Ventilación

#### Objetivo

El objetivo es que los sistemas de ventilación cumplan los requisitos del DB HS 3 Calidad del aire interior y justificar, mediante los correspondientes cálculos, ese cumplimiento.

#### Prestaciones

El edificio dispondrá de medios adecuados para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante su uso normal, de forma que se dimensiona el sistema de ventilación para facilitar un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

#### Bases de cálculo

El diseño y el dimensionamiento se realiza con base a los apartados 3 y 4, respectivamente, del DB HS 3 Calidad del aire interior. Para el cálculo de las pérdidas de presión se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach.

### 2.5.4. Suministro de combustibles

No se ha previsto una instalación receptora de gas en el edificio.

### 2.5.5. Protección contra incendios

#### Datos de partida

- Uso principal previsto del edificio: Docente
- Altura de evacuación del edificio: 0.0 m

Sector / Zona de incendio		Uso / Tipo	
Primaria		Docente	
Infantil		Docente	

#### Objetivo

Los sistemas de acondicionamiento e instalaciones de protección contra incendios considerados se disponen para reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios del edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento del edificio.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

2. Memoria constructiva

**Fecha** 15/11/2021

---

## Prestaciones

Se limita el riesgo de propagación de incendio por el interior del edificio mediante la adecuada sectorización del mismo; así como por el exterior del edificio, entre sectores y a otros edificios.

El edificio dispone de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

En concreto, y de acuerdo a las exigencias establecidas en el DB SI 4 'Instalaciones de protección contra incendios', se han dispuesto las siguientes dotaciones:

- En el sector Primaria, de uso Docente:
  - Una instalación de bocas de incendio equipadas de 25 mm, según RIPCI y UNE EN 671.
  - Extintores portátiles adecuados a la clase de fuego prevista, con la eficacia mínima exigida según DB SI 4.
  
- En el sector Infantil, de uso Docente:
  - Una instalación de bocas de incendio equipadas de 25 mm, según RIPCI y UNE EN 671.
  - Extintores portátiles adecuados a la clase de fuego prevista, con la eficacia mínima exigida según DB SI 4.

Por otra parte, el edificio dispone de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad, facilitando al mismo tiempo la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores prestaciones.

## Bases de cálculo

El diseño y dimensionamiento de los sistemas de protección contra incendios se realiza en base a los parámetros objetivos y procedimientos especificados en el DB SI, que aseguran la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio.

Para las instalaciones de protección contra incendios contempladas en la dotación del edificio, su diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento cumplen lo establecido en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, así como en sus disposiciones complementarias y demás reglamentaciones específicas de aplicación.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

I. Memoria

**Fecha** 15/11/2021

2. Memoria constructiva

---

### 2.5.7. Pararrayos

#### Datos de partida

Edificio 'docente' con una altura de 4.1 m y una superficie de captura equivalente de 7972.0 m<sup>2</sup>.

#### Objetivo

El objetivo es reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso del edificio, como consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

#### Prestaciones

Se limita el riesgo de electrocución y de incendio mediante las correspondientes instalaciones de protección contra la acción del rayo.

#### Bases de cálculo

La necesidad de instalar un sistema de protección contra el rayo y el tipo de instalación necesaria se determinan con base a los apartados 1 y 2 del Documento Básico SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

El dimensionado se realiza aplicando el método descrito en el apartado B.1.1.1.3 del anejo B del Documento Básico SUA Seguridad de utilización para el sistema externo, para el sistema interno, y los apartados B.2 y B.3 del mismo Documento Básico para la red de tierra.

### **3. CUMPLIMIENTO DEL CTE**

### **3.1. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

---

### 3.1.1. Seguridad estructural

#### 3.1.1.1. Normativa

En el presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes documentos del Código Técnico de la Edificación (CTE):

- DB SE: Seguridad estructural
- DB SE AE: Acciones en la edificación
- DB SE C: Cimientos
- DB SE F: Fábrica

Además, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa en vigor:

- EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural.
- NSCE-02: Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

De acuerdo a las necesidades, usos previstos y características del edificio, se adjunta la justificación documental del cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad estructural.

#### 3.1.1.2. Documentación

El proyecto contiene la documentación completa, incluyendo memoria y planos.

#### 3.1.1.3. Exigencias básicas de seguridad estructural (DB SE)

##### 3.1.1.3.1. Análisis estructural y dimensionado

##### Proceso

El proceso de verificación estructural del edificio se describe a continuación:

- Determinación de situaciones de dimensionado.
- Establecimiento de las acciones.
- Análisis estructural.
- Dimensionado.

##### Situaciones de dimensionado

- Persistentes: Condiciones normales de uso.
- Transitorias: Condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
- Extraordinarias: Condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o a las que puede resultar expuesto el edificio (acciones accidentales).

##### Periodo de servicio (vida útil):

En este proyecto se considera una vida útil para la estructura de 50 años.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

---

### Métodos de comprobación: Estados límite

Situaciones que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

#### Estados límite últimos

Situación que, de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura.

Como estados límites últimos se han considerado los debidos a:

- Pérdida de equilibrio del edificio o de una parte de él.
- Deformación excesiva.
- Transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo.
- Rotura de elementos estructurales o de sus uniones.
- Inestabilidad de elementos estructurales.

#### Estados límite de servicio

Situación que de ser superada afecta a:

- El nivel de confort y bienestar de los usuarios.
- El correcto funcionamiento del edificio.
- La apariencia de la construcción.

#### 3.1.1.3.2. Acciones

##### Clasificación de las acciones

Las acciones se clasifican, según su variación con el tiempo, en los siguientes tipos:

- Permanentes (G): son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable.
- Variables (Q): son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio (uso y acciones climáticas).
- Accidentales (A): son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña, pero de gran importancia (sismo, incendio, impacto o explosión).

##### Valores característicos de las acciones

Los valores de las acciones están reflejadas en la justificación de cumplimiento del documento DB SE AE (ver apartado *Acciones en la edificación (DB SE AE)*).



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

---

### **3.1.1.3.3. Datos geométricos**

La definición geométrica de la estructura está indicada en los planos de proyecto.

### **3.1.1.3.4. Características de los materiales**

Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del Documento Básico correspondiente o bien en la justificación de la instrucción EHE-08.

### **3.1.1.3.5. Modelo para el análisis estructural**

Se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales, considerando los elementos que definen la estructura: losas de cimentación, muros de hormigón, muros de fábrica, vigas, forjados unidireccionales y losas macizas.

Se establece la compatibilidad de desplazamientos en todos los nudos, considerando seis grados de libertad y la hipótesis de indeformabilidad en el plano para cada forjado continuo, impidiéndose los desplazamientos relativos entre nudos.

A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, se supone un comportamiento lineal de los materiales.

### **Cálculos por ordenador**

Nombre del programa: CYPECAD.

Empresa: CYPE Ingenieros, S.A.- Avda. Eusebio Sempere, 5 - 03003 ALICANTE.

CYPECAD realiza un cálculo espacial por métodos matriciales, considerando todos los elementos que definen la estructura: losas de cimentación, muros de hormigón, muros de fábrica, vigas, forjados unidireccionales y losas macizas.

Se establece la compatibilidad de desplazamientos en todos los nudos, considerando seis grados de libertad y utilizando la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta (diafragma rígido), para modelar el comportamiento del forjado.

A los efectos de obtención de las distintas respuestas estructurales (solicitaciones, desplazamientos, tensiones, etc.) se supone un comportamiento lineal de los materiales, realizando por tanto un cálculo estático para acciones no sísmicas. Para la consideración de la acción sísmica se realiza un análisis modal espectral.

### **3.1.1.3.6. Verificaciones basadas en coeficientes parciales**

En la verificación de los estados límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia, respectivamente.

**Verificación de la estabilidad:**  $E_{d, \text{estab}} \geq E_{d, \text{desestab}}$

-  $E_{d, \text{estab}}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones estabilizadoras.

-  $E_{d, \text{desestab}}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones desestabilizadoras.

**Verificación de la resistencia de la estructura:**  $R_d \geq E_d$

-  $R_d$ : Valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

-  $E_d$ : Valor de cálculo del efecto de las acciones.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

### Combinaciones de acciones consideradas y coeficientes parciales de seguridad

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

#### **E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08**

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

#### **E.L.S. Flecha. Hormigón: EHE-08**

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	0.700

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

Fecha 15/11/2021

<b>Frecuente</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300

<b>Cuasipermanente</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300

#### **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C**

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

#### **Tensiones sobre el terreno**

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

#### **Desplazamientos**

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

#### **Deformaciones: flechas y desplazamientos horizontales**

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

Según lo expuesto en el artículo 4.3.3 del documento CTE DB SE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha comprobado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en 4.3.3.2 de dicho documento.

Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tienen en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

En la obtención de los valores de las flechas se considera el proceso constructivo, las condiciones ambientales y la edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de flecha pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías.

Se establecen los siguientes límites de deformación de la estructura:

<b>Flechas relativas para los siguientes elementos</b>				
Tipo de flecha	Combinación	Tabiques frágiles	Tabiques ordinarios	Resto de casos
Integridad de los elementos constructivos (flecha activa)	Característica G+Q	1 / 500	1 / 400	1 / 300
Confort de usuarios (flecha instantánea)	Característica de sobrecarga Q	1 / 350	1 / 350	1 / 350
Apariencia de la obra (flecha total)	Casi permanente G + $\Psi_2$ Q	1 / 300	1 / 300	1 / 300

<b>Desplazamientos horizontales</b>	
Local	Total
Desplome relativo a la altura entre plantas: $\delta/h < 1/250$	Desplome relativo a la altura total del edificio: $\Delta/H < 1/500$

## Vibraciones

No se ha considerado el efecto debido a estas acciones sobre la estructura.

### 3.1.1.4. Acciones en la edificación (DB SE AE)

#### 3.1.1.4.1. Acciones permanentes (G)

##### Peso propio de la estructura

Para elementos lineales (pilares, vigas, diagonales, etc.) se obtiene su peso por unidad de longitud como el producto de su sección bruta por el peso específico del hormigón armado: 25 kN/m<sup>3</sup>. En elementos superficiales (losas y muros), el peso por unidad de superficie se obtiene multiplicando el espesor 'e(m)' por el peso específico del material (25 kN/m<sup>3</sup>).

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

### Cargas permanentes superficiales

Se estiman uniformemente repartidas en la planta. Representan elementos tales como pavimentos, recrecidos, tabiques ligeros, falsos techos, etc.

### Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento

Éstos se consideran como cargas lineales obtenidas a partir del espesor, la altura y el peso específico de los materiales que componen dichos elementos constructivos, teniendo en cuenta los valores especificados en el anejo C del Documento Básico SE AE.

Las acciones del terreno se tratan de acuerdo con lo establecido en el Documento Básico SE C.

### Cargas superficiales generales de plantas

Forjados de losa maciza		
Planta	Canto (cm)	Peso propio (kN/m <sup>2</sup> )
Cimentación	30	7.36
Forjado 2	20	4.91

Cargas permanentes superficiales (tabiquería, pavimentos y revestimientos)	
Planta	Carga superficial (kN/m <sup>2</sup> )
Forjado 2	1.00
Forjado 1	2.00
Cimentación	2.00

### Cargas adicionales (puntuales, lineales y superficiales)

Planta	Superficiales		Lineales		Puntuales	
	Mín. (kN/m <sup>2</sup> )	Máx. (kN/m <sup>2</sup> )	Mín. (kN/m)	Máx. (kN/m)	Mín. (kN)	Máx. (kN)
Forjado 2	---	---	44.00	44.00	---	---
Forjado 1	---	---	---	---	---	---

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

### 3.1.1.4.2. Acciones variables (Q)

#### Sobrecarga de uso

Se tienen en cuenta los valores indicados en la tabla 3.1 del documento DB SE AE.

#### Cargas superficiales generales de plantas

Planta	Carga superficial (kN/m <sup>2</sup> )
Forjado 2	1.00
Forjado 1	4.00
Cimentación	4.00

#### Viento

No se han considerado acciones de este tipo en el cálculo de la estructura.

#### Acciones térmicas

No se ha considerado en el cálculo de la estructura.

#### Nieve

Se tienen en cuenta los valores indicados en el apartado 3.5 del documento DB SE AE.

### 3.1.1.4.3. Acciones accidentales

Se consideran acciones accidentales los impactos, las explosiones, el sismo y el fuego. La condiciones en que se debe estudiar la acción del sismo y las acciones debidas a éste en caso de que sea necesaria su consideración están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

#### Sismo

No se han considerado acciones de este tipo en el cálculo de la estructura.

#### Incendio

No se han considerado acciones de este tipo en el cálculo de la estructura.

### 3.1.1.5. Cimientos (DB SE C)

#### 3.1.1.5.1. Bases de cálculo

##### Método de cálculo

El comportamiento de la cimentación se verifica frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud al servicio. A estos efectos se distinguirá, respectivamente, entre estados límite últimos y estados límite de servicio.

Las comprobaciones de la capacidad portante y de la aptitud al servicio de la cimentación se efectúan para las situaciones de dimensionado pertinentes.

Las situaciones de dimensionado se clasifican en:

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

---

- situaciones persistentes, que se refieren a las condiciones normales de uso;
- situaciones transitorias, que se refieren a unas condiciones aplicables durante un tiempo limitado, tales como situaciones sin drenaje o de corto plazo durante la construcción;
- situaciones extraordinarias, que se refieren a unas condiciones excepcionales en las que se puede encontrar, o a las que puede estar expuesto el edificio, incluido el sismo.

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límite Últimos (apartado 3.2.1 DB SE) y los Estados Límite de Servicio (apartado 3.2.2 DB SE).

### Verificaciones

Las verificaciones de los estados límite se basan en el uso de modelos adecuados para la cimentación y su terreno de apoyo y para evaluar los efectos de las acciones del edificio y del terreno sobre el edificio.

Para verificar que no se supera ningún estado límite se han utilizado los valores adecuados para:

- las solicitaciones del edificio sobre la cimentación;
- las acciones (cargas y empujes) que se puedan transmitir o generar a través del terreno sobre la cimentación;
- los parámetros del comportamiento mecánico del terreno;
- los parámetros del comportamiento mecánico de los materiales utilizados en la construcción de la cimentación;
- los datos geométricos del terreno y la cimentación.

### Acciones

Para cada situación de dimensionado de la cimentación se han tenido en cuenta tanto las acciones que actúan sobre el edificio como las acciones geotécnicas que se transmiten o generan a través del terreno en que se apoya el mismo.

### Coefficientes parciales de seguridad

La utilización de los coeficientes parciales implica la verificación de que, para las situaciones de dimensionado de la cimentación, no se supere ninguno de los estados límite, al introducir en los modelos correspondientes los valores de cálculo para las distintas variables que describen los efectos de las acciones sobre la cimentación y la resistencia del terreno.

Para las acciones y para las resistencias de cálculo de los materiales y del terreno, se han adoptado los coeficientes parciales indicados en la tabla 2.1 del documento DB SE C.

#### 3.1.1.5.2. Estudio geotécnico

Se han considerado los datos proporcionados y ya descritos en el correspondiente apartado de la memoria constructiva.

En el anexo correspondiente a Información Geotécnica se adjunta el informe geotécnico del proyecto.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

## Parámetros geotécnicos adoptados en el cálculo

### Cimentación

Profundidad del plano de cimentación: 3.40 m

Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.200 MPa

Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.300 MPa

Módulo de balasto para las losas de cimentación: 100000.00 kN/m<sup>3</sup>

Módulo de balasto para las vigas de cimentación: 100000.00 kN/m<sup>3</sup>

### 3.1.1.5.3. Descripción, materiales y dimensionado de elementos

#### Descripción

La cimentación es superficial y se resuelve mediante los siguientes elementos: losas de hormigón armado, cuyas tensiones máximas de apoyo no superan las tensiones admisibles del terreno de cimentación en ninguna de las situaciones de proyecto. Las losas de cimentación son de canto: 30 cm.

## Materiales

### Cimentación

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (MPa)	$\gamma_c$	Árido		$E_c$ (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (MPa)	$\gamma_s$
Todos	B 500 S	500	1.15

## Dimensiones, secciones y armados

Las dimensiones, secciones y armados se indican en los planos de estructura del proyecto. Se han dispuesto armaduras que cumplen con la instrucción de hormigón estructural EHE-08 atendiendo al elemento estructural considerado.

### 3.1.1.6. Elementos estructurales de hormigón (EHE-08)

#### 3.1.1.6.1. Bases de cálculo

#### Requisitos

La estructura proyectada cumple con los siguientes requisitos:

- Seguridad y funcionalidad estructural: consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que la estructura tenga un comportamiento mecánico inadecuado frente a las acciones e influencias



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, considerando la totalidad de su vida útil.

- Seguridad en caso de incendio: consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de la estructura sufran daños derivados de un incendio de origen accidental.
- Higiene, salud y protección del medio ambiente: consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que se provoquen impactos inadecuados sobre el medio ambiente como consecuencia de la ejecución de las obras.

Conforme a la Instrucción EHE-08 se asegura la fiabilidad requerida a la estructura adoptando el método de los Estados Límite, tal y como se establece en el Artículo 8º. Este método permite tener en cuenta de manera sencilla el carácter aleatorio de las variables de sollicitación, de resistencia y dimensionales que intervienen en el cálculo. El valor de cálculo de una variable se obtiene a partir de su principal valor representativo, ponderándolo mediante su correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

### Comprobación estructural

La comprobación estructural en el proyecto se realiza mediante cálculo, lo que permite garantizar la seguridad requerida de la estructura.

### Situaciones de proyecto

Las situaciones de proyecto consideradas son las que se indican a continuación:

- Situaciones persistentes: corresponden a las condiciones de uso normal de la estructura.
- Situaciones transitorias: que corresponden a condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
- Situaciones accidentales: que corresponden a condiciones excepcionales aplicables a la estructura.

### Métodos de comprobación: Estados límite

Se definen como Estados Límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

### Estados límite últimos

La denominación de Estados Límite Últimos engloba todos aquellos que producen el fallo de la estructura, por pérdida de equilibrio, colapso o rotura de la misma o de una parte de ella. Como Estados Límite Últimos se han considerado los debidos a:

- fallo por deformaciones plásticas excesivas, rotura o pérdida de la estabilidad de la estructura o de parte de ella;
- pérdida del equilibrio de la estructura o de parte de ella, considerada como un sólido rígido;
- fallo por acumulación de deformaciones o fisuración progresiva bajo cargas repetidas.

En la comprobación de los Estados Límite Últimos que consideran la rotura de una sección o elemento, se satisface la condición:

$$R_d \geq S_d$$

donde:

$R_d$ : Valor de cálculo de la respuesta estructural.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

---

$S_d$ : Valor de cálculo del efecto de las acciones.

Para la evaluación del Estado Límite de Equilibrio (Artículo 41º) se satisface la condición:

$$E_{d, \text{estab}} \geq E_{d, \text{desestab}}$$

donde:

$E_{d, \text{estab}}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones estabilizadoras.

$E_{d, \text{desestab}}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones desestabilizadoras.

### Estados límite de servicio

La denominación de Estados Límite de Servicio engloba todos aquéllos para los que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, de comodidad o de aspecto requeridos. En la comprobación de los Estados Límite de Servicio se satisface la condición:

$$C_d \geq E_d$$

donde:

$C_d$ : Valor límite admisible para el Estado Límite a comprobar (deformaciones, vibraciones, abertura de fisura, etc.).

$E_d$ : Valor de cálculo del efecto de las acciones (tensiones, nivel de vibración, abertura de fisura, etc.).

#### 3.1.1.6.2. Acciones

Para el cálculo de los elementos de hormigón se han tenido en cuenta las acciones permanentes (G), las acciones variables (Q) y las acciones accidentales (A).

Para la obtención de los valores característicos, representativos y de cálculo de las acciones se han tenido en cuenta los artículos 10º, 11º y 12º de la instrucción EHE-08.

#### Combinación de acciones y coeficientes parciales de seguridad

Verificaciones basadas en coeficientes parciales (ver apartado *Verificaciones basadas en coeficientes parciales*).

#### 3.1.1.6.3. Método de dimensionamiento

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límite del artículo 8º de la vigente instrucción EHE-08, utilizando el Método de Cálculo en Rotura.

#### 3.1.1.6.4. Solución estructural adoptada

##### Componentes del sistema estructural adoptado

La estructura está formada por los siguientes elementos:

- Soportes:
  - Muros de hormigón armado de diferentes secciones.
- Vigas de hormigón armado planas y descolgadas.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

- Forjados de viguetas prefabricadas y losas macizas.

## Deformaciones

### Flechas

Se calculan las flechas instantáneas realizando la doble integración del diagrama de curvaturas ( $M / E \cdot I_e$ ), donde  $I_e$  es la inercia equivalente calculada a partir de la fórmula de Branson.

La flecha activa se calcula teniendo en cuenta las deformaciones instantáneas y diferidas debidas a las cargas permanentes y a las sobrecargas de uso calculadas a partir del momento en el que se construye el elemento dañable (normalmente tabiques).

La flecha total a plazo infinito del elemento flectado se compone de la totalidad de las deformaciones instantáneas y diferidas que desarrolla el elemento flectado que sustenta al elemento dañable.

Valores de los límites de flecha adoptados según los distintos elementos estructurales:

Elemento	Valores límites de la flecha
Vigas de hormigón	Instantánea de sobrecarga: $L/350$ A plazo infinito (Cuasipermanente): $L/500 + 1.000 \text{ cm}$ , $L/300$ Activa a largo plazo (Característica): $L/400$
Viguetas de hormigón	Instantánea de sobrecarga de uso: $L/350$ Total a plazo infinito: $L/500 + 1 \text{ cm}$ , $L/300$ Activa: $L/1000 + 0.5 \text{ cm}$ , $L/500$

## Desplomes en pilares, pantallas y muros

Se han controlado los desplomes locales y totales de los pilares, pantallas y muros, resultando del cálculo los siguientes valores máximos de desplome:

Desplome local máximo de los muros ( $\delta / h$ )		
Planta	Situaciones persistentes o transitorias	
	Dirección X	Dirección Y
Forjado 2	1 / 3105 (M2)	----
Forjado 1	----	----

Desplome total máximo de los muros ( $\Delta / H$ )	
Situaciones persistentes o transitorias	
Dirección X	Dirección Y
1 / 3105 (M2)	----

## Cuantías geométricas

Se han adoptado las cuantías geométricas mínimas fijadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción EHE-08.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

### Características de los materiales

Los coeficientes a utilizar para cada situación de proyecto y estado límite están definidos en el cumplimiento del Documento Básico SE.

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales ( $\gamma_c$  y  $\gamma_s$ ) para el estudio de los Estados Límite Últimos son los que se indican a continuación:

#### Hormigones

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (MPa)	$\gamma_c$	Naturaleza	Árido Tamaño máximo (mm)	$E_c$ (MPa)
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264

#### Aceros en barras

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (MPa)	$\gamma_s$
Todos	B 500 S	500	1.15

#### Recubrimientos

Vigas (geométricos): 3.0 cm

Losas macizas (mecánicos): 3.5 cm

Forjados de viguetas (geométricos): 3.0 cm

Losas de cimentación (mecánicos): 5.0 cm

#### Características técnicas de los forjados

##### Forjados de viguetas

Nombre	Descripción
GALLIZO 22+4x70, 22+4, De hormigón	FORJADO DE VIGUETAS ARMADAS Fabricante: GALLIZO 22+4x70 Tipo de bovedilla: De hormigón Canto del forjado: 26 = 22 + 4 (cm) Intereje: 70 cm (simple) y 82 cm (doble) Hormigón vigueta: HA-25, $\gamma_c=1.5$ Hormigón obra: HA-25, $\gamma_c=1.5$ Acero celosía: B 500 T/S, $\gamma_s=1.15$ Acero montaje: B 500 S, $\gamma_s=1.15$ Acero positivos: B 500 S, $\gamma_s=1.15$ Aceros negativos: B 500 S, $\gamma_s=1.15$ Peso propio: 2.81 kN/m <sup>2</sup> (simple) y 3.32 kN/m <sup>2</sup> (doble)

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.1. Seguridad estructural

**Fecha** 15/11/2021

---

### Forjados de losas macizas

Canto: 20 cm y 30 cm

#### 3.1.1.7. Elementos estructurales de acero (DB SE A)

No hay elementos estructurales de acero.

#### 3.1.1.8. Muros de fábrica (DB SE F)

##### 3.1.1.8.1. Generalidades

Se comprueba el cumplimiento del presente Documento Básico para aquellos muros resistentes realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, comparadas con las dimensiones de los elementos, asentadas mediante mortero, tales como fábricas de ladrillo, bloques de hormigón prefabricado de árido denso y ligero, sin armar y armados.

##### 3.1.1.8.2. Bases de cálculo

Se consideran los criterios básicos que se han mencionado anteriormente en el cumplimiento del Documento Básico SE para los elementos resistentes de fábrica.

##### 3.1.1.8.3. Durabilidad

Para la clase de exposición, composición y propiedades de los materiales, se ha seleccionado tanto el tipo de fábrica como los materiales adecuados de acuerdo a la tabla 3.2 del Documento Básico SE F. Para las armaduras se ha tenido en cuenta lo indicado en el apartado 3.3 del mismo documento.

##### 3.1.1.8.4. Materiales

Las piezas que conforman la fábrica, los morteros, hormigón, armaduras y componentes auxiliares, se han seleccionado de acuerdo a las indicaciones del capítulo 4 del Documento Básico SE F.

Las propiedades y resistencias de cálculo consideradas para las fábricas resistentes son las siguientes:

#### Propiedades de los muros de fábrica

Módulo de cortadura (G): 400 MPa

Módulo de elasticidad (E): 1000 MPa

Peso específico: 15.0 kN/m<sup>3</sup>

Tensión de cálculo en compresión: 2.00 MPa

Tensión de cálculo en tracción: 0.20 MPa

##### 3.1.1.8.5. Comportamiento estructural

#### Análisis de solicitaciones

La discretización efectuada es por elementos finitos triangulares cuadráticos de seis nodos, de tipo lámina tridimensional con consideración de las deformaciones por cortante transversal (tensión plana y placa gruesa).

La disposición de nodos en el elemento es uno en cada vértice y otro en los puntos centrales de cada lado, ensamblándose una matriz de rigidez de 36 grados de libertad por elemento.

Se realiza un mallado de cada muro en función de las dimensiones, geometría, huecos y proximidades de ángulos, bordes y singularidades.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.1. Seguridad estructural

Los muros de fábrica que se incorporan al modelo de la estructura completa, son elementos verticales de sección transversal cualquiera, formada por rectángulos entre cada planta, y definidos por un nivel inicial y un nivel final.

En un muro, la longitud debe ser mayor que cinco veces su espesor, ya que si no se verifica esta condición, no es adecuada su discretización como elemento finito. Tanto vigas como forjados y pilares se unen a las paredes del muro a lo largo de sus bordes en contacto en cualquier posición y dirección.

### Capacidad portante

Con los esfuerzos de lámina obtenidos para cada hipótesis y con las combinaciones correspondientes a hormigón en rotura indicadas en el Documento Básico SE, se hacen las correspondientes comprobaciones de capacidad portante:

- En los muros de fábrica genéricos: comprobando que no se superan las tensiones de cálculo tanto en compresión como en tracción.
- En los muros de bloques de hormigón (con y sin armaduras): se comprueban las tensiones de cálculo para todos los estados, frente a sollicitaciones normales y tangenciales, tanto en el bloque de hormigón como en la armadura si se dispone, de acuerdo al apartado 7.5, DB SE F.

#### 3.1.1.8.6. Ejecución

Las piezas se humedecerán antes de su empleo en la ejecución de la fábrica, bien por aspersión, bien por inmersión, durante unos minutos. La cantidad de agua embebida en la pieza será la necesaria para que no varíe la consistencia del mortero al ponerlo en contacto con la misma, sin succionar agua de amasado ni incorporarla.

Las piezas se colocarán siempre a restregón, sobre una tortada de mortero, hasta que el mortero rebose por la llaga y el tendel. No se moverá ninguna pieza después de efectuada la operación de restregón. Si fuera necesario corregir la posición de una pieza, se quitará la misma, retirando también el mortero. Las fábricas se levantarán por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra, siempre que sea posible. Cuando dos partes de una fábrica se levanten en épocas distintas, la que se ejecute primero se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dejará formando alternativamente entrantes y salientes.

En las hiladas consecutivas de un muro, las piezas se solapan para que el muro se comporte como un elemento estructural único. Ese solape será al menos igual a 0,4 veces el grueso de la pieza y no menos que 40 mm.

#### 3.1.1.9. Elementos estructurales de madera (DB SE M)

No hay elementos estructurales de madera.

## **3.2. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO**

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.2. Seguridad en caso de incendio

### 3.2.1. SI 1 Propagación interior

#### 3.2.1.1. Compartimentación en sectores de incendio

Las distintas zonas del edificio se agrupan en sectores de incendio, en las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior), que se compartimentan mediante elementos cuya resistencia al fuego satisface las condiciones establecidas en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

Las puertas de paso entre sectores de incendio cumplen una resistencia al fuego EI<sub>2</sub> t-C5, siendo 't' la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realiza a través de un vestíbulo de independencia y dos puertas.

Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio, o del establecimiento en el que esté integrada, constituirá un sector de incendio diferente cuando supere los límites que establece la tabla 1.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

Sectores de incendio							
Sector	Sup. construida (m <sup>2</sup> )		Uso previsto <sup>(1)</sup>	Resistencia al fuego del elemento compartimentador <sup>(2)</sup>			
	Norma	Proyecto		Paredes y techos <sup>(3)</sup>		Puertas	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Primaria	10000000	1553.80	Docente	EI 60	EI 60	EI <sub>2</sub> 30-C5	EI <sub>2</sub> 30-C5
Infantil	10000000	700.80	Docente	EI 60	EI 60	EI <sub>2</sub> 30-C5	EI <sub>2</sub> 30-C5

*Notas:*  
<sup>(1)</sup> Según se consideran en el Anejo A Terminología (CTE DB SI). Para los usos no contemplados en este Documento Básico, se procede por asimilación en función de la densidad de ocupación, movilidad de los usuarios, etc.  
<sup>(2)</sup> Los valores mínimos están establecidos en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).  
<sup>(3)</sup> Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio.

#### 3.2.1.2. Locales de riesgo especial

No existen zonas de riesgo especial en el edificio.

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

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables tiene continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos se compartimentan respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

La resistencia al fuego requerida en los elementos de compartimentación de incendio se mantiene en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>.

Para ello, se optará por una de las siguientes alternativas:

- Mediante elementos que, en caso de incendio, obturen automáticamente la sección de paso y garanticen en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado; por ejemplo, una



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.2. Seguridad en caso de incendio

**Fecha** 15/11/2021

compuerta cortafuegos automática EI  $t(i \leftrightarrow o)$  ('t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado), o un dispositivo intumescente de obturación.

- b) Mediante elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI  $t(i \leftrightarrow o)$  ('t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado).

#### 3.2.1.4. Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos utilizados cumplen las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT-2002).

Reacción al fuego		
Situación del elemento	Revestimiento <sup>(1)</sup>	
	Techos y paredes <sup>(2)(3)</sup>	Suelos <sup>(2)</sup>
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos <sup>(4)</sup> , suelos elevados, etc.	B-s3, d0	B <sub>FL</sub> -s2 <sup>(5)</sup>

*Notas:*

<sup>(1)</sup> Siempre que se supere el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

<sup>(2)</sup> Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice 'L'.

<sup>(3)</sup> Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa, contenida en el interior del techo o pared, que no esté protegida por otra que sea EI 30 como mínimo.

<sup>(4)</sup> Excepto en falsos techos existentes en el interior de las viviendas.

<sup>(5)</sup> Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos), así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

### 3.2.2. SI 2 Propagación exterior

#### 3.2.2.1. Medianerías y fachadas

No existe riesgo de propagación del incendio por la fachada del edificio, ni en sentido horizontal ni en sentido vertical de abajo arriba.

La clase de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie será, en función de la altura total de la fachada:

- D-s3,d0 en fachadas de altura hasta 10 m.

Dicha clasificación debe considerar la condición de uso final del sistema constructivo incluyendo aquellos materiales que constituyan capas contenidas en el interior de la solución de fachada y que no estén protegidas por una capa que sea EI30 como mínimo.

Los sistemas de aislamiento situados en el interior de cámaras ventiladas deben tener al menos la siguiente clasificación de reacción al fuego en función de la altura total de la fachada:

- D-s3,d0 en fachadas de altura hasta 10 m.

Debe limitarse el desarrollo vertical de las cámaras ventiladas de fachada en continuidad con los forjados resistentes al fuego que separen sectores de incendio. La inclusión de barreras E 30 se puede considerar un procedimiento válido para limitar dicho desarrollo vertical.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.2. Seguridad en caso de incendio

En aquellas fachadas de altura igual o inferior a 18 m cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, la clase de reacción al fuego, tanto de los sistemas constructivos mencionados en el punto 4 como de aquellos situados en el interior de cámaras ventiladas en su caso, debe ser al menos B-s3,d0 hasta una altura de 3.5 m como mínimo.

### 3.2.2.2. Cubiertas

No existe en el edificio riesgo alguno de propagación del incendio entre zonas de cubierta con huecos y huecos dispuestos en fachadas superiores del edificio, pertenecientes a sectores de incendio o a edificios diferentes, de acuerdo al punto 2.2 de CTE DB SI 2.

### 3.2.3. SI 3 Evacuación de ocupantes

#### 3.2.3.1. Compatibilidad de los elementos de evacuación

Los elementos de evacuación del edificio no deben cumplir ninguna condición especial de las definidas en el apartado 1 (DB SI 3), al no estar previsto en él ningún establecimiento de uso 'Comercial' o 'Pública Concurrencia', ni establecimientos de uso 'Hospitalario', 'Residencial Público' o 'Administrativo', de superficie construida mayor de 1500 m<sup>2</sup>.

#### 3.2.3.2. Cálculo de ocupación, salidas y recorridos de evacuación

El cálculo de la ocupación del edificio se ha resuelto mediante la aplicación de los valores de densidad de ocupación indicados en la tabla 2.1 (DB SI 3), en función del uso y superficie útil de cada zona de incendio del edificio.

En el recuento de las superficies útiles para la aplicación de las densidades de ocupación, se ha tenido en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y uso previsto del mismo, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

El número de salidas necesarias y la longitud máxima de los recorridos de evacuación asociados, se determinan según lo expuesto en la tabla 3.1 (DB SI 3), en función de la ocupación calculada. En los casos donde se necesite o proyecte más de una salida, se aplican las hipótesis de asignación de ocupantes del punto 4.1 (DB SI 3), tanto para la inutilización de salidas a efectos de cálculo de capacidad de las escaleras, como para la determinación del ancho necesario de las salidas, establecido conforme a lo indicado en la tabla 4.1 (DB SI 3).

En la planta de desembarco de las escaleras, se añade a los recorridos de evacuación el flujo de personas que proviene de las mismas, con un máximo de 160 A personas (siendo 'A' la anchura, en metros, del desembarco de la escalera), según el punto 4.1.3 (DB SI 3); y considerando el posible carácter alternativo de la ocupación que desalojan, si ésta proviene de zonas del edificio no ocupables simultáneamente, según el punto 2.2 (DB SI 3).

Ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación											
Planta	S <sub>útil</sub> <sup>(1)</sup>	ρ <sub>ocup</sub> <sup>(2)</sup>	Ref.	P <sub>calc</sub> <sup>(3)</sup>	Número de salidas <sup>(4)</sup>		Longitud del recorrido <sup>(5)</sup> (m)		Itinerario accesible <sup>(6)</sup>	Anchura de las salidas <sup>(7)</sup> (m)	
	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> /p)			Norma	Proyecto	Norma	Proyecto		Norma	Proyecto
<b>Primaria (Uso Docente), ocupación: 100 personas</b>											
Planta baja	1274	12.7	Primaria	100	1	1	25	25.0	Sí	0.80	0.80
<b>Infantil (Uso Docente), ocupación: 50 personas</b>											
Planta baja	516	10.3	Infantil	50	2	2	25 + 10	25.0	Sí	0.80	0.80

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.2. Seguridad en caso de incendio

**Notas:**

<sup>(1)</sup> Superficie útil con ocupación no nula,  $S_{\text{útil}}$  ( $m^2$ ). Se contabiliza por planta la superficie afectada por una densidad de ocupación no nula, considerando también el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y de uso previsto del edificio, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

<sup>(2)</sup> Densidad de ocupación,  $\rho_{\text{ocup}}$  ( $m^2/p$ ); aplicada a los recintos con ocupación no nula del sector, en cada planta, según la tabla 2.1 (DB SI 3).

<sup>(3)</sup> Ocupación de cálculo,  $P_{\text{calc}}$ , en número de personas. Se muestran entre paréntesis las ocupaciones totales de cálculo para los recorridos de evacuación considerados, resultados de la suma de ocupación en la planta considerada más aquella procedente de plantas sin origen de evacuación, o bien de la aportación de flujo de personas de escaleras, en la planta de salida del edificio, tomando los criterios de asignación del punto 4.1.3 (DB SI 3).

<sup>(4)</sup> Número de salidas de planta exigidas y ejecutadas, según los criterios de ocupación y altura de evacuación establecidos en la tabla 3.1 (DB SI 3).

<sup>(5)</sup> Longitud máxima admisible y máxima en proyecto para los recorridos de evacuación de cada planta y sector, en función del uso del mismo y del número de salidas de planta disponibles, según la tabla 3.1 (DB SI 3).

<sup>(6)</sup> Recorrido de evacuación que, considerando su utilización en ambos sentidos, cumple las condiciones de accesibilidad expuestas en el Anejo DB SUA A Terminología para los 'itinerarios accesibles'.

<sup>(7)</sup> Anchura mínima exigida y anchura mínima dispuesta en proyecto, para las puertas de paso y para las salidas de planta del recorrido de evacuación, en función de los criterios de asignación y dimensionado de los elementos de evacuación (puntos 4.1 y 4.2 de DB SI 3). La anchura de toda hoja de puerta estará comprendida entre 0.60 y 1.23 m, según la tabla 4.1 (DB SI 3).

### 3.2.3.3. Señalización de los medios de evacuación

Conforme a lo establecido en el apartado 7 (DB SI 3), se utilizarán señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, dispuestas conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso 'Residencial Vivienda' o, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50  $m^2$ , sean fácilmente visibles desde todos los puntos de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- b) La señal con el rótulo "Salida de emergencia" se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación, debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida de planta, conforme a lo establecido en el apartado 4 (DB SI 3).
- g) Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad (definidos en el Anejo A de CTE DB SUA) que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible, se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.2. Seguridad en caso de incendio

h) La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

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

#### 3.2.3.4. Control del humo de incendio

No se ha previsto en el edificio ningún sistema de control del humo de incendio, por no existir en él ninguna zona correspondiente a los usos recogidos en el apartado 8 (DB SI 3):

- a) Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto;
- b) Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas;
- c) Atrios, cuando su ocupación, en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté prevista su utilización para la evacuación de más de 500 personas.

#### 3.2.3.5. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

El uso y las características del edificio no hacen necesario disponer zonas de refugio, ya que cada planta con orígenes de evacuación en zonas accesibles dispone de itinerarios accesibles hasta salidas de edificio accesibles o hasta salidas de planta accesibles de paso a un sector alternativo.

Todas las plantas de salida del edificio disponen de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible, o hasta una salida de emergencia accesible para personas con discapacidad diferente de los accesos principales del edificio.

### 3.2.4. SI 4 Instalaciones de protección contra incendios

#### 3.2.4.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

El edificio dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos según la tabla 1.1 de DB SI 4 Instalaciones de protección contra incendios. El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el artículo 3.1 del CTE, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 513/2017, de 22 de mayo), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendio					
Dotación	Extintores portátiles <sup>(1)</sup>	Bocas de incendio equipadas <sup>(2)</sup>	Columna seca	Sistema de detección y alarma <sup>(3)</sup>	Instalación automática de extinción
<b>Primaria</b> (Uso 'Docente')					
Norma	Sí	No	No	Sí	No
Proyecto	Sí (1)	No	No	Sí (1)	No
<b>Infantil</b> (Uso 'Docente')					
Norma	Sí	No	No	Sí	No
Proyecto	Sí (1)	No	No	Sí (1)	No

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.2. Seguridad en caso de incendio

**Notas:**

<sup>(1)</sup> Se indica el número de extintores dispuestos en cada sector de incendio. Con dicha disposición, los recorridos de evacuación quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4.

<sup>(2)</sup> Se indica el número de equipos instalados, de 25 mm, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4.

<sup>(3)</sup> Los sistemas de detección y alarma de incendio se distribuyen uniformemente en las zonas a cubrir, cumpliendo las disposiciones de la norma UNE 23007:96 que los regula.

Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: Polvo ABC (eficacia mínima 21A - 113B).

### **3.2.4.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios**

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) están señalizados mediante las correspondientes señales definidas en la norma UNE 23033-1. Las dimensiones de dichas señales, dependiendo de la distancia de observación, son las siguientes:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no es superior a 10 m.
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 10 y 20 m.
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia. Para las señales fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

### **3.2.5. SI 5 Intervención de los bomberos**

#### **3.2.5.1. Condiciones de aproximación y entorno**

Como la altura de evacuación del edificio (0.0 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones del vial de aproximación, ni del espacio de maniobra para los bomberos, a disponer en las fachadas donde se sitúan los accesos al edificio.

#### **3.2.5.2. Accesibilidad por fachada**

Como la altura de evacuación del edificio (0.0 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones de accesibilidad por fachada para el personal del servicio de extinción de incendio.

### **3.2.6. SI 6 Resistencia al fuego de la estructura**

#### **3.2.6.1. Elementos estructurales principales**

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales del edificio es suficiente si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- a) Alcanzan la clase indicada en las tablas 3.1 y 3.2 (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), que representan el tiempo de resistencia en minutos ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura en función del uso del sector de incendio o zona de riesgo especial, y de la altura de evacuación del edificio.
- b) Soportan dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el Anejo B (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio).

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.2. Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego de la estructura						
Sector o local de riesgo especial <sup>(1)</sup>	Uso de la zona inferior al forjado considerado	Planta superior al forjado considerado	Material estructural considerado <sup>(2)</sup>			Estabilidad al fuego mínima de los elementos estructurales <sup>(3)</sup>
			Soportes	Vigas	Forjados	
Primaria	Docente	Cubierta	estructura de hormigón	estructura de hormigón	estructura de hormigón	R 60

*Notas:*

<sup>(1)</sup> Sector de incendio, zona de riesgo especial o zona protegida de mayor limitación en cuanto al tiempo de resistencia al fuego requerido a sus elementos estructurales. Los elementos estructurales interiores de una escalera protegida o de un pasillo protegido serán como mínimo R 30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no es necesario comprobar la resistencia al fuego de los elementos estructurales.

<sup>(2)</sup> Se define el material estructural empleado en cada uno de los elementos estructurales principales (soportes, vigas, forjados, losas, tirantes, etc.)

<sup>(3)</sup> La resistencia al fuego de un elemento se establece comprobando las dimensiones de su sección transversal, obteniendo su resistencia por los métodos simplificados de cálculo dados en los Anejos B a F (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio), aproximados para la mayoría de las situaciones habituales.

### **3.3. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD**

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

Fecha 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

### 3.3.1. SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas

#### 3.3.1.1. Resbaladicidad de los suelos

	NORMA	PROYECTO
Zonas interiores secas.		
<input checked="" type="checkbox"/> Superficies con pendiente menor que el 6%.	Clase 1	Clase 1
<input checked="" type="checkbox"/> Superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras.	Clase 2	Clase 2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior, terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.		
<input checked="" type="checkbox"/> Superficies con pendiente menor que el 6%.	Clase 2	Clase 2
<input type="checkbox"/> Superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras.	Clase 3	
Zonas exteriores.		
<input checked="" type="checkbox"/> Piscinas. Duchas.	Clase 3	Clase 3

#### 3.3.1.2. Discontinuidades en el pavimento

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Resaltos en juntas	$\leq 4$ mm	4 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Elementos salientes del nivel del pavimento	$\leq 12$ mm	12 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Ángulo entre el pavimento y los salientes que exceden de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas	$\leq 45^\circ$	0°
<input checked="" type="checkbox"/> Pendiente máxima para desniveles de 50 mm como máximo, excepto para acceso desde espacio exterior	$\leq 25\%$	7 %
<input checked="" type="checkbox"/> Perforaciones o huecos en suelos de zonas de circulación	$\varnothing \leq 15$ mm	10 mm
<input type="checkbox"/> Altura de las barreras de protección usadas para la delimitación de las zonas de circulación	$\geq 0.8$ m	
<input type="checkbox"/> Número mínimo de escalones en zonas de circulación que no incluyen un itinerario accesible Excepto en los casos siguientes: a) en zonas de uso restringido, b) en las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda, c) en los accesos y en las salidas de los edificios, d) en el acceso a un estrado o escenario.	3	

#### 3.3.1.3. Desniveles

##### 3.3.1.3.1. Protección de los desniveles

<input checked="" type="checkbox"/> Barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con diferencia de cota 'h'	$h \geq 550$ mm
<input checked="" type="checkbox"/> Señalización visual y táctil en zonas de uso público	$h \leq 550$ mm Diferenciación a 250 mm del borde

##### 3.3.1.3.2. Características de las barreras de protección

###### 3.3.1.3.2.1. Altura

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Diferencias de cota de hasta 6 metros	$\geq 900$ mm	900 mm



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

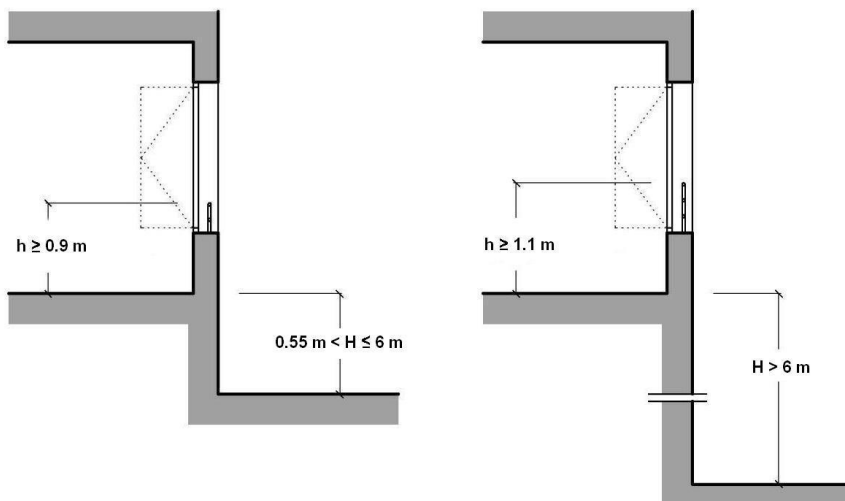
3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

<input type="checkbox"/> Otros casos	$\geq 1100 \text{ mm}$	
<input type="checkbox"/> Huecos de escalera de anchura menor que 400 mm	$\geq 900 \text{ mm}$	

Medición de la altura de la barrera de protección (ver gráfico)

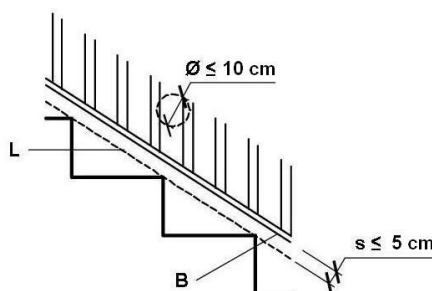


### 3.3.1.3.2.2. Resistencia

Resistencia y rigidez de las barreras de protección frente a fuerzas horizontales  
Ver tablas 3.1 y 3.2 (Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación)

### 3.3.1.3.2.3. Características constructivas

	NORMA	PROYECTO
No son escalables		
<input checked="" type="checkbox"/> No existirán puntos de apoyo en la altura accesible ( $H_a$ )	$300 \leq H_a \leq 500 \text{ mm}$	
<input checked="" type="checkbox"/> No existirán salientes de superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo en la altura accesible	$500 \leq H_a \leq 800 \text{ mm}$	
<input checked="" type="checkbox"/> Limitación de las aberturas al paso de una esfera	$\varnothing \leq 100 \text{ mm}$	90 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Altura de la parte inferior de la barandilla	$\leq 50 \text{ mm}$	0 mm



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

Fecha 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

### 3.3.1.4. Escaleras y rampas

#### 3.3.1.4.1. Escaleras de uso restringido

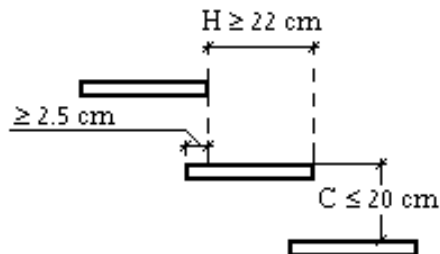
Escalera de trazado lineal

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Ancho del tramo	$\geq 0.8 \text{ m}$	
<input type="checkbox"/> Altura de la contrahuella	$\leq 20 \text{ cm}$	
<input type="checkbox"/> Ancho de la huella	$\geq 22 \text{ cm}$	

Escalera de trazado curvo

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Ancho mínimo de la huella	$\geq 5 \text{ cm}$	
<input type="checkbox"/> Ancho máximo de la huella	$\leq 44 \text{ cm}$	

<input type="checkbox"/> Escalones sin tabica (dimensiones según gráfico)	$\geq 2.5 \text{ cm}$	
---	-----------------------	--

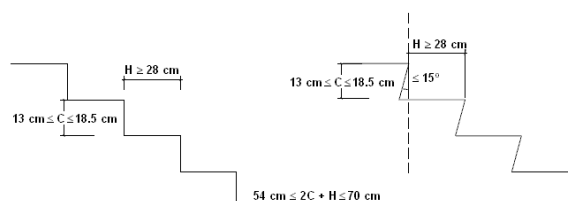


#### 3.3.1.4.2. Escaleras de uso general

##### 3.3.1.4.2.1. Peldaños

Tramos rectos de escalera

	NORMA	PROYECTO
Huella	$\geq 280 \text{ mm}$	300 mm
Contrahuella	$130 \leq C \leq 185 \text{ mm}$	185 mm
Contrahuella	$540 \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm}$	



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

Escalera de trazado curvo

	NORMA	PROYECTO
Huella en el lado más estrecho	$\geq 170$ mm	
Huella en el lado más ancho	$\leq 440$ mm	

#### 3.3.1.4.2.2. Tramos

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Número mínimo de peldaños por tramo	3	16
<input checked="" type="checkbox"/> Altura máxima que salva cada tramo	$\leq 3,20$ m	3.00 m
<input checked="" type="checkbox"/> En una misma escalera todos los peldaños tienen la misma contrahuella		CUMPLE
<input checked="" type="checkbox"/> En tramos rectos todos los peldaños tienen la misma huella		CUMPLE
<input checked="" type="checkbox"/> En tramos curvos, todos los peldaños tienen la misma huella medida a lo largo de toda línea equidistante de uno de los lados de la escalera		CUMPLE
<input checked="" type="checkbox"/> En tramos mixtos, la huella medida en el tramo curvo es mayor o igual a la huella en las partes rectas		CUMPLE

Anchura útil (libre de obstáculos) del tramo

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Uso Docente	1000 mm	CUMPLE

#### 3.3.1.4.2.3. Mesetas

Entre tramos de una escalera con la misma dirección:

	NORMA	PROYECTO
Anchura de la meseta	$\geq$ Anchura de la escalera	
Longitud de la meseta, medida sobre su eje	$\geq 1000$ mm	

Entre tramos de una escalera con cambios de dirección (ver figura):

Anchura de la meseta	$\geq$ Anchura de la escalera	
Longitud de la meseta, medida sobre su eje	$\geq 1000$ mm	

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

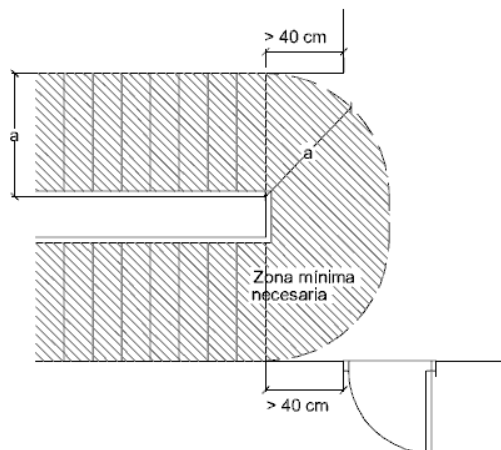
**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

Fecha 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad



#### 3.3.1.4.2.4. Pasamanos

Pasamanos continuo:

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Obligatorio en un lado de la escalera	Desnivel salvado $\geq 550$ mm	CUMPLE
<input checked="" type="checkbox"/> Obligatorio en ambos lados de la escalera	Anchura de la escalera $\geq 1200$ mm	CUMPLE

Pasamanos intermedio:

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Son necesarios cuando el ancho del tramo supera el límite de la norma	$\geq 2400$ mm	CUMPLE
<input checked="" type="checkbox"/> Separación entre pasamanos intermedios	$\leq 2400$ mm	CUMPLE

<input checked="" type="checkbox"/> Altura del pasamanos	$900 \leq H \leq 1100$ mm	900 mm
--	---------------------------	--------

Configuración del pasamanos:

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Firme y fácil de asir		
<input checked="" type="checkbox"/> Separación del paramento vertical	$\geq 40$ mm	50 mm
El sistema de sujeción no interfiere el paso continuo de la mano		

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

### 3.3.1.4.3. Rampas

#### Pendiente

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Rampa de uso general	$6\% < p < 12\%$	7%
<input type="checkbox"/> Para usuarios en silla de ruedas	$l < 3, p \leq 10\%$ $l < 6, p \leq 8\%$ Otros casos, $p \leq 6\%$	
<input type="checkbox"/> Para circulación de vehículos y personas en aparcamientos	$p \leq 16\%$	

#### Tramos:

Longitud del tramo:

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Rampa de uso general	$l \leq 15,00\text{ m}$	8,60 m
<input type="checkbox"/> Para usuarios en silla de ruedas	$l \leq 9,00\text{ m}$	

Ancho del tramo:

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Anchura mínima útil (libre de obstáculos)	Apartado 4, DB-SI 3	
<input checked="" type="checkbox"/> Rampa de uso general	$a \geq 1,00\text{ m}$	7,00 m
<input type="checkbox"/> Para usuarios en silla de ruedas	$a \geq 1,20\text{ m}$	
<input type="checkbox"/> Altura de la protección en bordes libres (usuarios en silla de ruedas)	$h = 100\text{ mm}$	

#### Mesetas:

Entre tramos con la misma dirección:

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Anchura de la meseta	$\geq$ Anchura de la rampa	
<input type="checkbox"/> Longitud de la meseta	$l \geq 1500\text{ mm}$	

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

Entre tramos con cambio de dirección:

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Anchura de la meseta	$\geq$ Anchura de la rampa	
<input type="checkbox"/> Ancho de puertas y pasillos	$a \geq 1200$ mm	
<input type="checkbox"/> Restricción de anchura a partir del arranque de un tramo	$d \geq 400$ mm	
<input type="checkbox"/> Para usuarios en silla de ruedas	$d \geq 1500$ mm	

### Pasamanos

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Pasamanos continuo en un lado	Desnivel salvado $> 550$ mm	
<input checked="" type="checkbox"/> Para usuarios en silla de ruedas	Desnivel salvado $> 150$ mm	CUMPLE
<input checked="" type="checkbox"/> Pasamanos continuo en ambos lados	Anchura de la rampa $> 1200$ mm	CUMPLE
<input type="checkbox"/> Altura del pasamanos en rampas de uso general	$900 \leq h \leq 1100$ mm	
<input type="checkbox"/> Para usuarios en silla de ruedas	$650 \leq h \leq 750$ mm	
<input type="checkbox"/> Separación del paramento	$\geq 40$ mm	

### Características del pasamanos:

	NORMA	PROYECTO
El sistema de sujeción no interfiere el paso continuo de la mano. Firme y fácil de asir.		

### 3.3.1.5. Limpieza de los acristalamientos exteriores

Se cumplen las limitaciones geométricas para el acceso desde el interior (ver figura).		
Dispositivos de bloqueo en posición invertida en acristalamientos reversibles		

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

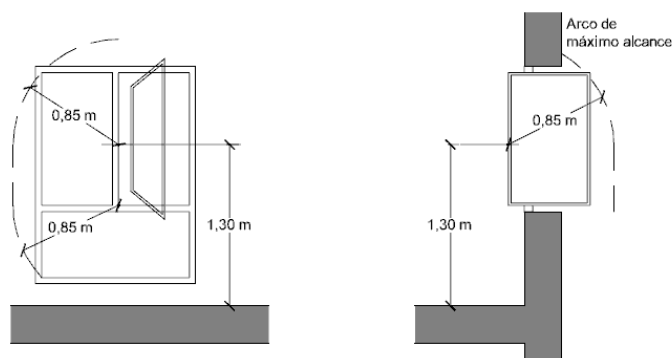
**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

Fecha 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad



### 3.3.2. SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

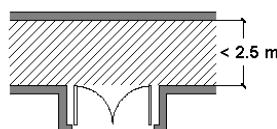
#### 3.3.2.1. Impacto

##### 3.3.2.1.1. Impacto con elementos fijos:

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Altura libre en zonas de circulación de uso restringido	$\geq 2$ m	
<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre en zonas de circulación no restringidas	$\geq 2.2$ m	2.2 m
<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre en umbrales de puertas	$\geq 2$ m	2 m
<input type="checkbox"/> Altura de los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación	$\geq 2.2$ m	
<input type="checkbox"/> Vuelo de los elementos salientes en zonas de circulación con altura comprendida entre 0.15 m y 2.20 m, medida a partir del suelo.	$\leq .15$ m	
<input type="checkbox"/> Se disponen elementos fijos que restringen el acceso a elementos volados con altura inferior a 2 m.		

##### 3.3.2.1.2. Impacto con elementos practicables:

<input checked="" type="checkbox"/> Excepto en zonas de uso restringido, las puertas de recintos que no sean de ocupación nula situadas en el lateral de los pasillos cuya anchura sea menor que 2.50 m se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo.		CUMPLE
--	--	--------



##### 3.3.2.1.3. Impacto con elementos frágiles:

<input checked="" type="checkbox"/> Superficies acristaladas situadas en las áreas con riesgo de impacto con barrera de protección		SUA 1, Apartado 3.2
--	--	---------------------

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

Fecha 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

Resistencia al impacto en superficies acristaladas situadas en áreas con riesgo de impacto sin barrera de protección:

Valor del parámetro X

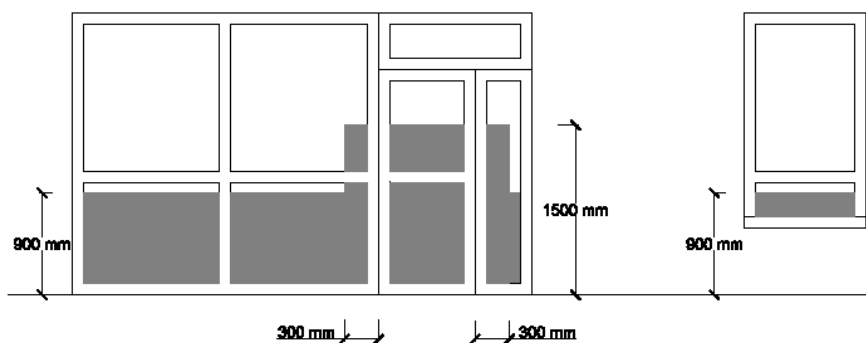
	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Diferencia de cota entre ambos lados de la superficie acristalada mayor que 12 m	cualquiera	
<input checked="" type="checkbox"/> Diferencia de cota entre ambos lados de la superficie acristalada entre 0.55 m y 12 m	cualquiera	1
<input checked="" type="checkbox"/> Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada menor que 0.55 m	1, 2 o 3	1

Valor del parámetro Y

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Diferencia de cota entre ambos lados de la superficie acristalada mayor que 12 m	B o C	
<input checked="" type="checkbox"/> Diferencia de cota entre ambos lados de la superficie acristalada entre 0.55 m y 12 m	B o C	B
<input checked="" type="checkbox"/> Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada menor que 0.55 m	B o C	B

Valor del parámetro Z

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Diferencia de cota entre ambos lados de la superficie acristalada mayor que 12 m	1	
<input checked="" type="checkbox"/> Diferencia de cota entre ambos lados de la superficie acristalada entre 0.55 m y 12 m	1 o 2	1
<input checked="" type="checkbox"/> Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada menor que 0.55 m	cualquiera	1



#### 3.3.2.1.4. Impacto con elementos insuficientemente perceptibles:

Grandes superficies acristaladas:

NORMA	PROYECTO
-------	----------



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

Fecha 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

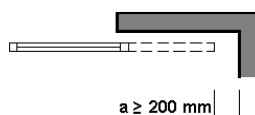
<input type="checkbox"/> Señalización inferior	$0.85 < h < 1.1 \text{ m}$	
<input type="checkbox"/> Señalización superior	$1.5 < h < 1.7 \text{ m}$	
<input type="checkbox"/> Altura del travesaño para señalización inferior	$0.85 < h < 1.1 \text{ m}$	
<input type="checkbox"/> Separación de montantes	$\leq 0.6 \text{ m}$	

Puertas de vidrio que no disponen de elementos que permitan su identificación:

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Señalización inferior	$0.85 < h < 1.1 \text{ m}$	
<input type="checkbox"/> Señalización superior	$1.5 < h < 1.7 \text{ m}$	
<input type="checkbox"/> Altura del travesaño para señalización inferior	$0.85 < h < 1.1 \text{ m}$	
<input type="checkbox"/> Separación de montantes	$\leq 0.6 \text{ m}$	

### 3.3.2.2. Atrapamiento

	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Distancia desde la puerta corredera (accionamiento manual) hasta el objeto fijo más próximo	$\geq 0.2 \text{ m}$	
<input type="checkbox"/> Se disponen dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento para elementos de apertura y cierre automáticos.		



### 3.3.3. SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos

- Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el interior del recinto. Excepto en el caso de los baños o los aseos de viviendas, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior.

- En zonas de uso público, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior, fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.

- La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N, como máximo, excepto en las situadas en itinerarios accesibles, en las que se aplicará lo establecido en la definición de los mismos en el anejo A Terminología (como máximo 25 N, en general, 65 N cuando sean resistentes al fuego).

- Para determinar la fuerza de maniobra de apertura y cierre de las puertas de maniobra manual batientes/pivotantes y deslizantes equipadas con pestillos de media vuelta y destinadas a ser utilizadas por peatones (excluidas puertas con sistema de cierre automático y puertas equipadas con herrajes especiales, como por ejemplo los dispositivos de salida de emergencia) se empleará el método de ensayo especificado en la norma UNE-EN 12046-2:2000.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

---

### **3.3.4. SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

La iluminación respetara las normas máximas y mínimas establecidas por el CTE.

### **3.3.5. SUA 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación**

Las condiciones establecidas en DB SUA 5 son de aplicación a los graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión, otros edificios de uso cultural, etc. previstos para más de 3000 espectadores de pie.

Por lo tanto, para este proyecto, no es de aplicación.

### **3.3.6. SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento**

Esta sección es aplicable a las piscinas de uso colectivo, salvo las destinadas exclusivamente a competición o a enseñanza, las cuales tendrán las características propias de la actividad que se desarrolle.

Quedan excluidas las piscinas de viviendas unifamiliares, así como los baños termales, los centros de tratamiento de hidroterapia y otros dedicados a usos exclusivamente médicos, los cuales cumplirán lo dispuesto en su reglamentación específica.

Por lo tanto, para este proyecto, no es de aplicación.

### **3.3.7. SUA 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento**

Esta sección es aplicable a las zonas de uso aparcamiento y a las vías de circulación de vehículos existentes en los edificios, con excepción de los aparcamientos de viviendas unifamiliares.

Por lo tanto, para este proyecto, no es de aplicación.

### **3.3.8. SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo**

#### **3.3.8.1. Procedimiento de verificación**

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos ( $N_e$ ) sea mayor que el riesgo admisible ( $N_a$ ), excepto cuando la eficiencia 'E' este comprendida entre 0 y 0.8.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

### 3.3.8.1.1. Cálculo de la frecuencia esperada de impactos ( $N_e$ )

siendo

- $N_g$ : Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año, km<sup>2</sup>).
- $A_e$ : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>.
- $C_1$ : Coeficiente relacionado con el entorno.

$N_g$ (Zaragoza) = 3.00 impactos/año, km <sup>2</sup>
$A_e$ = 7972.00 m <sup>2</sup>
$C_1$ (aislado) = 1.00
$N_e$ = 0.0239 impactos/año

### 3.3.8.1.2. Cálculo del riesgo admisible ( $N_a$ )

siendo

- $C_2$ : Coeficiente en función del tipo de construcción.
- $C_3$ : Coeficiente en función del contenido del edificio.
- $C_4$ : Coeficiente en función del uso del edificio.
- $C_5$ : Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

$C_2$ (estructura de hormigón/cubierta de hormigón) = 1.00
$C_3$ (otros contenidos) = 1.00
$C_4$ (publica concurrencia, sanitario, comercial, docente) = 3.00
$C_5$ (resto de edificios) = 1.00
$N_a$ = 0.0018 impactos/año

### 3.3.8.1.3. Verificación

Altura del edificio = 4.1 m $\leq$ 43.0 m
$N_e$ = 0.0239 > $N_a$ = 0.0018 impactos/año
ES NECESARIO INSTALAR UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

### 3.3.8.2. Descripción de la instalación

#### 3.3.8.2.1. Nivel de protección

Conforme a lo establecido en el apartado anterior, se determina que es necesario disponer una instalación de protección contra el rayo. El valor mínimo de la eficiencia 'E' de dicha instalación se determina mediante la siguiente fórmula:

$N_a$ = 0.0018 impactos/año
$N_e$ = 0.0239 impactos/año
$E$ = 0.923

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

Como:

$0.80 \leq 0.923 < 0.95$

Nivel de protección: III

### 3.3.9. SUA 9 Accesibilidad

#### 3.3.9.1. Condiciones de accesibilidad

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad, se cumplen las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.

##### 3.3.9.1.1. Condiciones funcionales

###### 3.3.9.1.1.1. Accesibilidad en el exterior del edificio

La parcela dispone de un itinerario accesible que comunica una entrada principal al edificio/establecimiento con la vía pública y con las zonas comunes exteriores.

###### 3.3.9.1.1.2. Accesibilidad entre plantas del edificio

Se trata de un edificio/establecimiento de uso Otros usos en el que no hay que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna planta que no sea de ocupación nula, ni existen más de 200 m<sup>2</sup> de superficie útil en plantas sin entrada principal accesible al edificio (excluida la superficie de zonas de ocupación nula), ni zonas de uso público con más de 100 m<sup>2</sup> de superficie útil ni elementos accesibles en plantas sin entrada principal accesible al edificio, por lo que no es necesario disponer de ascensor accesible o rampa accesible.

###### 3.3.9.1.1.3. Accesibilidad en las plantas del edificio

El edificio/establecimiento dispone de un itinerario accesible que comunica, en cada planta, el acceso accesible a ella con las zonas de uso público, con todo origen de evacuación de las zonas de uso privado exceptuando las zonas de ocupación nula, y con los elementos accesibles.

###### 3.3.9.1.1.4. Itinerario accesible

Los itinerarios accesibles definidos anteriormente cumplen las condiciones exigidas en el Anejo A para los elementos más desfavorables, tal y como se justifica a continuación:

#### Desniveles

– No se disponen escalones que interfieran en el recorrido principal del edificio.

#### Pendientes (Exterior)

– Las pendientes máximas en los itinerarios accesibles son:

– En el sentido de la marcha:  $4 \% \leq 4 \%$

– Transversal al sentido de la marcha:  $0 \% \leq 2 \%$

#### Espacios para giro

– El espacio para giro libre de obstáculos (En Planta) previsto en (Vestíbulos de entrada o portales) tiene un diámetro de 1.50 m.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

#### **Pasillos y pasos (En Planta)**

– Anchura libre de paso:  $1.20\text{ m} \geq 1.20\text{ m}$

#### **Puertas (En Planta)**

– Anchura libre de paso (por cada hoja):  $0.80\text{ m} \geq 0.80\text{ m}$

– Anchura libre de paso (excluyendo el grosor de la hoja):  $0.78\text{ m} \geq 0.78\text{ m}$

– Espacio horizontal libre del barrido de las hojas:  $1.20\text{ m} \geq 1.20\text{ m}$

– Altura de los mecanismos de apertura y cierre:  $0.80\text{ m} \leq 0.80\text{ m} \geq 1.20\text{ m}$

– Distancia del mecanismo de apertura al encuentro en rincón:  $0.30\text{ m} \geq 0.30\text{ m}$

– Fuerza de apertura de las puertas de salida:  $25.00\text{ N} \geq 25.00\text{ N}$

– Fuerza de apertura de las puertas resistentes al fuego:  $65.00\text{ N} \geq 65.00\text{ N}$

#### **Pavimento (Exterior)**

– Contiene piezas o elementos sueltos, tales como gravas o arenas

### **3.3.9.1.2. Dotación de los elementos accesibles**

#### **3.3.9.1.2.1. Plazas de aparcamiento accesibles**

Se disponen 26 plazas de aparcamiento accesibles según el apartado 1.2.3, cumpliendo cada una de ellas las condiciones que establece el Anejo A.

#### **3.3.9.1.2.2. Servicios higiénicos accesibles**

Los servicios higiénicos accesibles disponen de 1 aseos accesibles según el apartado 1.2.6, cumpliendo cada uno de ellos las condiciones que establece el Anejo A.

#### **3.3.9.1.2.3. Mecanismos**

Excepto en el interior de las viviendas y en las zonas de ocupación nula, los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma son mecanismos accesibles que cumplen el Anejo A.

### **3.3.9.2. Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad**

#### **3.3.9.2.1. Dotación**

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios, se señalarán los elementos que se indican en la tabla 2.1, con las características indicadas en el apartado 2.2 siguiente, en función de la zona en la que se encuentren.

Entradas al edificio accesibles	<input checked="" type="checkbox"/>
Itinerarios accesibles	<input checked="" type="checkbox"/>
Ascensores accesibles	<input type="checkbox"/>
Zonas dotadas con bucle magnético u otros sistemas adaptados para personas con discapacidad auditiva	<input type="checkbox"/>
Plazas de aparcamiento accesibles	<input type="checkbox"/>

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad

---

### **3.3.9.2.2. Características**

Las entradas al edificio accesibles, los itinerarios accesibles, las plazas de aparcamiento accesibles y los servicios higiénicos accesibles (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalizan mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.

Los servicios higiénicos de uso general se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0.80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.

Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura  $3 \pm 1$  mm en interiores y  $5 \pm 1$  mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.

Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.

### **3.4. SALUBRIDAD**

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

### 3.4.1. HS 1 Protección frente a la humedad

#### 3.4.1.1. Emplazamiento

El edificio se sitúa en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza), en un entorno de clase 'E1' siendo de una altura de 4.05 m. Le corresponde, por tanto, una zona eólica 'B', con grado de exposición al viento 'V3', y zona pluviométrica IV.

El tipo de terreno de la parcela (grava) presenta un coeficiente de permeabilidad de  $1 \times 10^{-2}$  cm/s, sin nivel freático (Presencia de agua: baja), siendo su preparación con colocación de sub-base

#### 3.4.1.2. Suelos

##### 3.4.1.2.1. Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene mediante la tabla 2.3 de CTE DB HS 1, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua depende de la posición relativa de cada suelo en contacto con el terreno respecto al nivel freático.

Coeficiente de permeabilidad del terreno:  **$K_s: 1 \times 10^{-2}$  cm/s<sup>(1)</sup>**

Notas:

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene del informe geotécnico.

##### 3.4.1.2.2. Condiciones de las soluciones constructivas

#### Solera

C2+C3

Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación, con: AISLAMIENTO HORIZONTAL: aislamiento térmico horizontal, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 120 mm de espesor, resistencia térmica  $3,35 \text{ m}^2\text{K/W}$ , conductividad térmica  $0,036 \text{ W/(mK)}$ , colocado a tope en la base de la solera, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; AISLAMIENTO PERIMETRAL: aislamiento térmico vertical, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 50 mm de espesor, resistencia térmica  $1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ , conductividad térmica  $0,034 \text{ W/(mK)}$ , colocado a tope en el perímetro de la solera, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

Presencia de agua: **Baja**  
Grado de impermeabilidad: **2<sup>(1)</sup>**  
Tipo de suelo: **Solera<sup>(2)</sup>**  
Tipo de intervención en el terreno: **Subbase<sup>(3)</sup>**

Notas:

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.3, apartado 2.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(2)</sup> Capa gruesa de hormigón apoyada sobre el terreno, que se dispone como pavimento o como base para un solado.

<sup>(3)</sup> Capa de bentonita de sodio sobre hormigón de limpieza dispuesta debajo del suelo.

Constitución del suelo:



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

C2 Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

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

### 3.4.1.2.3. Puntos singulares de los suelos

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Encuentros del suelo con los muros:

- En los casos establecidos en la tabla 2.4 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, el encuentro debe realizarse de la forma detallada a continuación.
- Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

Encuentros entre suelos y particiones interiores:

- Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.

### 3.4.1.3. Fachadas y medianeras descubiertas

#### 3.4.1.3.1. Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas se obtiene de la tabla 2.5 de CTE DB HS 1, en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio, según las tablas 2.6 y 2.7 de CTE DB HS 1.

Clase del entorno en el que está situado el edificio:	<b>E1<sup>(1)</sup></b>
Zona pluviométrica de promedios:	<b>IV<sup>(2)</sup></b>
Altura de coronación del edificio sobre el terreno:	<b>4.0 m<sup>(3)</sup></b>
Zona eólica:	<b>B<sup>(4)</sup></b>
Grado de exposición al viento:	<b>V3<sup>(5)</sup></b>
Grado de impermeabilidad:	<b>2<sup>(6)</sup></b>

Notas:

<sup>(1)</sup> Clase de entorno del edificio E1 (Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal).

<sup>(2)</sup> Este dato se obtiene de la figura 2.4, apartado 2.3 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(3)</sup> Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en DB SE-AE.

<sup>(4)</sup> Este dato se obtiene de la figura 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

<sup>(5)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.6, apartado 2.3 de HS1, CTE.

<sup>(6)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

#### 3.4.1.3.2. Condiciones de las soluciones constructivas

**Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada B1+C1+H1+J2+N1**

Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada de 3 cm de espesor, compuesta de: HOJA PRINCIPAL: de 11,5 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, color Rojo, acabado liso, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, y reforzada con armadura de tendel prefabricada de acero galvanizado en

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

caliente con recubrimiento de resina epoxi, con una cuantía de 2,58 m/m<sup>2</sup>. Revestimiento de los frentes de forjado y pilares con ladrillos cortados, colocados con mortero de alta adherencia. Dintel de fábrica armada de ladrillos cortados cara vista, aparejo a sardinel; montaje y desmontaje de apeo; REVESTIMIENTO INTERMEDIO: enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento, tipo GP CSIII W1; Aislante térmico: aislamiento térmico, formado por panel flexible de lana de vidrio, de 50 mm de espesor, resistencia térmica 1,25 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK), colocado a tope y fijado con pelladas de adhesivo cementoso. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; HOJA INTERIOR: de 11 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico perforado (tosco), para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. Dintel de fábrica para revestir sobre perfil de acero galvanizado.

Revestimiento exterior:

**No**

Grado de impermeabilidad alcanzado: **2 (B1+C1+J1+N1, Tabla 2.7, CTE DB HS1)**

Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

B1 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- Cámara de aire sin ventilar;
- Aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.

Composición de la hoja principal:

C1 Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 1/2 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:

H1 Debe utilizarse un material de higroscopicidad baja, que corresponde a una fábrica de:

- Ladrillo cerámico de succión  $\leq 4,5$  kg/(m<sup>2</sup>.min), según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006;
- Piedra natural de absorción  $\leq 2$  %, según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.

Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- Sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
- Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;
- Cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal:

N1 Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.

#### 3.4.1.3.3. Puntos singulares de las fachadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Juntas de dilatación:

- Deben disponerse juntas de dilatación en la hoja principal de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas de DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

Tipo de fábrica			Distancia entre las juntas (m)
de piedra natural			30
de piezas de hormigón celular en autoclave			22
de piezas de hormigón ordinario			20
de piedra artificial			20
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)			20
de piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida			15
de ladrillo cerámico <sup>(1)</sup>	Retracción final del mortero (mm/m)	Expansión final por humedad de la pieza cerámica (mm/m)	
	≤0,15	≤0,15	30
	≤0,20	≤0,30	20
	≤0,20	≤0,50	15
	≤0,20	≤0,75	12
	≤0,20	≤1,00	8

<sup>(1)</sup> Puede interpolarse linealmente

- En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la hoja principal sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, deben disponerse las mismas de tal forma que éstas cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa debe fijarse mecánicamente en dicha banda y sellarse su extremo correspondiente (véase la siguiente figura).

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

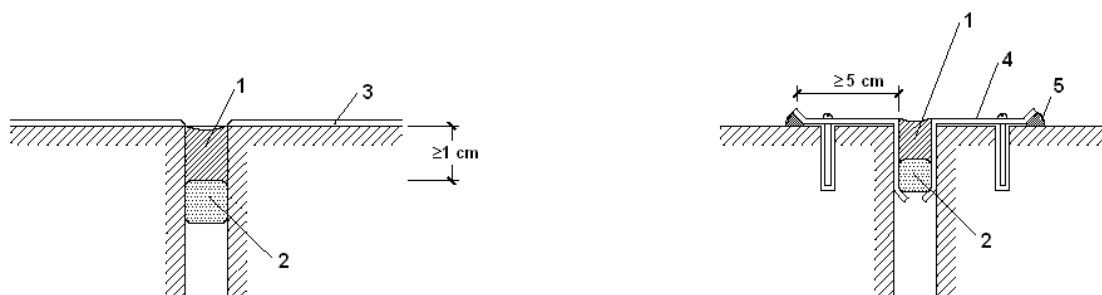
**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

- El revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

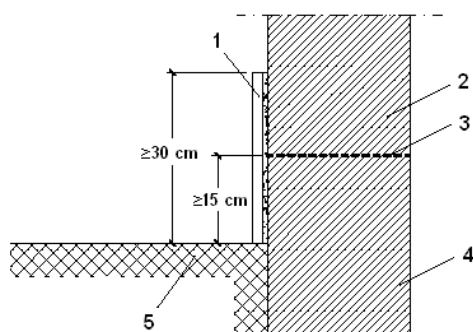


1. Sellante
2. Relleno
3. Enfoscado
4. Chapa metálica
5. Sellado

Arranque de la fachada desde la cimentación:

- Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

- Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



1. Zócalo
2. Fachada
3. Barrera impermeable
4. Cimentación
5. Suelo exterior

- Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad o disponiendo un sellado.

Encuentros de la fachada con los forjados:

- Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

Encuentros de la fachada con los pilares:

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

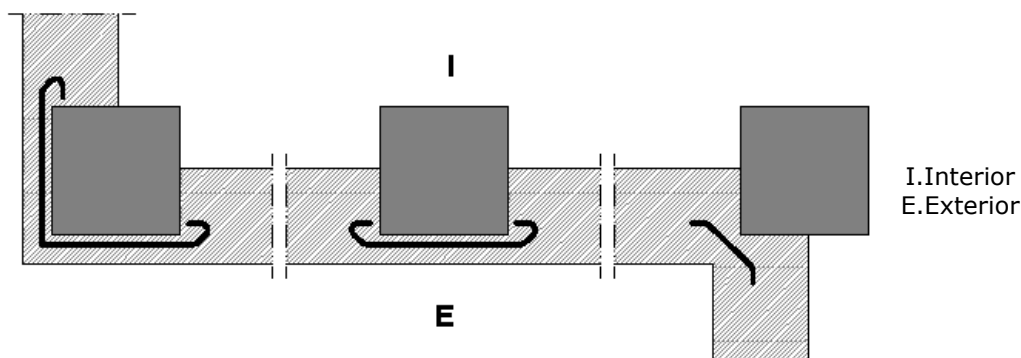
3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles:

- Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, debe disponerse un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma.

- Como sistema de recogida de agua debe utilizarse un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación (véase la siguiente figura). Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.

- Para la evacuación debe disponerse uno de los sistemas siguientes:

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

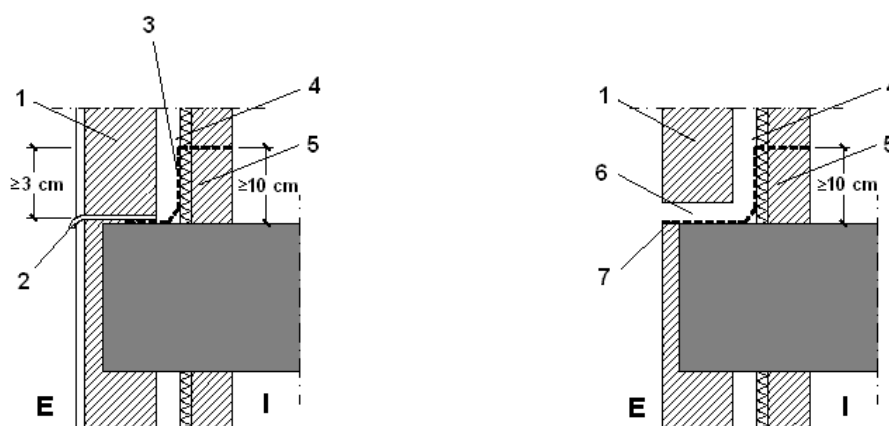
3. Cumplimiento del CTE

Fecha 15/11/2021

3.4. Salubridad

a) Un conjunto de tubos de material estanco que conduzcan el agua al exterior, separados 1,5 m como máximo (véase la siguiente figura);

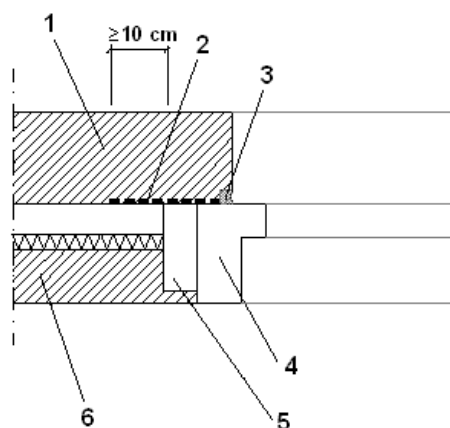
b) Un conjunto de llagas de la primera hilada desprovistas de mortero, separadas 1,5 m como máximo, a lo largo de las cuales se prolonga hasta el exterior el elemento de recogida dispuesto en el fondo de la cámara.



1. Hoja principal
  2. Sistema de evacuación
  3. Sistema de recogida
  4. Cámara
  5. Hoja interior
  6. Llaga desprovista de mortero
  7. Sistema de recogida y evacuación
- I. Interior  
E. Exterior

Encuentro de la fachada con la carpintería:

- Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.



1. Hoja principal
2. Barrera impermeable
3. Sellado
4. Cerco
5. Precerco
6. Hoja interior

- Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

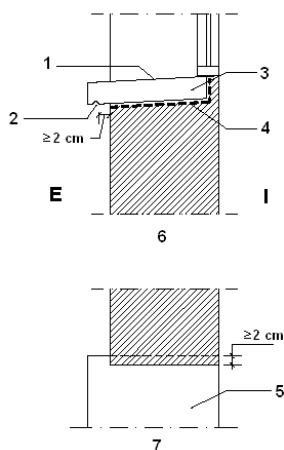
3. Cumplimiento del CTE

3.4. Salubridad

**Fecha** 15/11/2021

alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

- El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de  $10^\circ$  como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de  $10^\circ$  como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (véase la siguiente figura).
- La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.



- 1. Pendiente hacia el exterior
- 2. Goterón
- 3. Vierteaguas
- 4. Barrera impermeable
- 5. Vierteaguas
- 6. Sección
- 7. Planta
- I. Interior
- E. Exterior

**Antepechos y remates superiores de las fachadas:**

- Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- Las albardillas deben tener una inclinación de  $10^\circ$  como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de  $10^\circ$  como mínimo. Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

**Anclajes a la fachada:**

- Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

**Aleros y cornisas:**

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

- Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben
  - a) Ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos;
  - b) Disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate;
  - c) Disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.
- En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

#### 3.4.1.4. Cubiertas planas

##### 3.4.1.4.1. Condiciones de las soluciones constructivas

###### **Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida. Impermeabilización con láminas asfálticas.**

Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida, tipo convencional. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de arcilla expandida; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP.

Tipo: **No transitable**

###### **Formación de pendientes:**

Pendiente mínima/máxima: **1.0 % / 15.0 %**<sup>(1)</sup>

###### **Aislante térmico**<sup>(2)</sup>:

Material aislante térmico: **Lana de Roca**

Espesor: **0.1 cm**<sup>(3)</sup>

Barrera contra el vapor: **Betún fieltro o lámina**

###### **Tipo de impermeabilización:**

Descripción: **Material bituminoso/bituminoso modificado**

###### *Notas:*

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.9 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(2)</sup> Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

<sup>(3)</sup> Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

Sistema de formación de pendientes



**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

- El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

Aislante térmico:

- El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
- Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
- Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

Capa de impermeabilización:

- Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados:
  - Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
  - Cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre 5 y 15%, deben utilizarse sistemas adheridos.
  - Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
  - Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

Capa de protección:

- Cuando se disponga una capa de protección, el material que forma la capa debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y debe tener un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.

#### **3.4.1.4.2. Puntos singulares de las cubiertas planas**

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Juntas de dilatación:

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

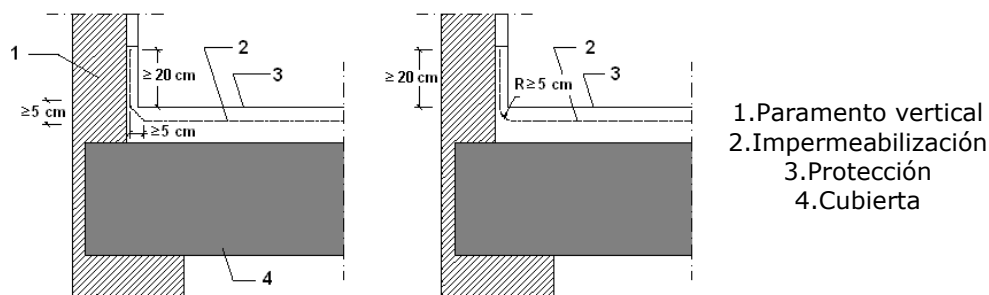
**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

- Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. Siempre que exista un encuentro con un paramento vertical o una junta estructural debe disponerse una junta de dilatación coincidiendo con ellos. Las juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.
- En las juntas debe colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

Encuentro de la cubierta con un paramento vertical:

- La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta (véase la siguiente figura).



- El encuentro con el paramento debe realizarse redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.
- Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:
  - a) Mediante una roza de 3x3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;
  - b) Mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm;
  - c) Mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

Encuentro de la cubierta con el borde lateral:

- El encuentro debe realizarse mediante una de las formas siguientes:
  - a) Prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento;
  - b) Disponiéndose un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm, anclada al faldón de tal forma que el ala vertical descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón y prolongando la impermeabilización sobre el ala horizontal.

Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón:

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

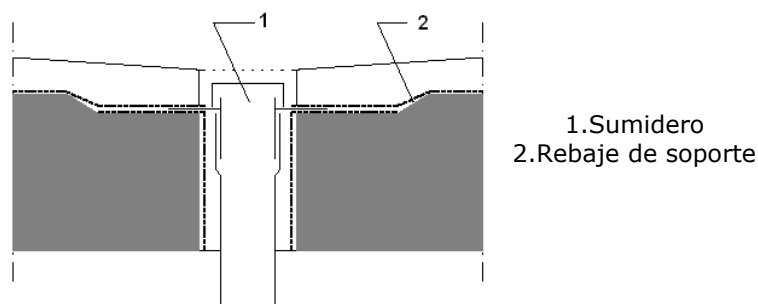
**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

- El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.
- El sumidero o el canalón debe estar provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento debe estar enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento debe sobresalir de la capa de protección.
- El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización debe rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (véase la siguiente figura) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.



- La impermeabilización debe prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas.
- La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón debe ser estanca.
- Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, debe situarse separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.
- El borde superior del sumidero debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.
- Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, el sumidero debe tener sección rectangular. Debe disponerse un impermeabilizante que cubra el ala vertical, que se extienda hasta 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta y cuyo remate superior se haga según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.
- Cuando se disponga un canalón su borde superior debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.
- Cuando el canalón se disponga en el encuentro con un paramento vertical, el ala del canalón de la parte del encuentro debe ascender por el paramento y debe disponerse una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

Rebosaderos:

- En las cubiertas planas que tengan un paramento vertical que las delimite en todo su perímetro, deben disponerse rebosaderos en los siguientes casos:
  - a) Cuando en la cubierta exista una sola bajante;
  - b) Cuando se prevea que, si se obtura una bajante, debido a la disposición de las bajantes o de los faldones de la cubierta, el agua acumulada no pueda evacuar por otras bajantes;

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

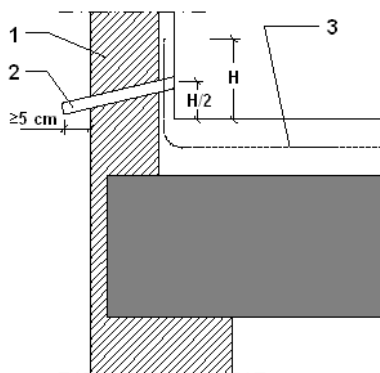
**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

c) Cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad del elemento que sirve de soporte resistente.

- La suma de las áreas de las secciones de los rebosaderos debe ser igual o mayor que la suma de las bajantes que evacuan el agua de la cubierta o de la parte de la cubierta a la que sirven.

- El rebosadero debe disponerse a una altura intermedia entre la del punto más bajo y la del más alto de la entrega de la impermeabilización al paramento vertical (véase la siguiente figura) y en todo caso a un nivel más bajo de cualquier acceso a la cubierta.



1.Paramento vertical  
2.Rebosadero  
3.Impermeabilización

- El rebosadero debe sobresalir 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y disponerse con una pendiente favorable a la evacuación.

Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:

- Los elementos pasantes deben situarse separados 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.

- Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben ascender por el elemento pasante 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

Anclaje de elementos:

- Los anclajes de elementos deben realizarse de una de las formas siguientes:

a) Sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización;

b) Sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma.

Rincones y esquinas:

- En los rincones y las esquinas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

Accesos y aberturas:

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.4. Salubridad

---

- Los accesos y las aberturas situados en un paramento vertical deben realizarse de una de las formas siguientes:

- a) Disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel;
- b) Disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo. El suelo hasta el acceso debe tener una pendiente del 10% hacia fuera y debe ser tratado como la cubierta, excepto para los casos de accesos en balconeras que vierten el agua libremente sin antepechos, donde la pendiente mínima es del 1%.

- Los accesos y las aberturas situados en el paramento horizontal de la cubierta deben realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho de una altura por encima de la protección de la cubierta de 20 cm como mínimo e impermeabilizado según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

### **3.5. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO**

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.5. Protección frente al ruido

**Fecha** 15/11/2021

### 3.5.1. Protección frente al ruido

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm.

74, Martes 28 marzo 2006)

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR).

1. El objetivo del requisito básico "Protección frente al ruido" consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico "DB HR Protección frente al ruido" especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

#### GENERALIDADES

- Procedimiento de verificación:

Deben alcanzarse los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo y no superarse los valores límite de nivel de presión de ruido de impactos (aislamiento acústico a ruido de impactos) que se establecen en el apartado 2.1; no superarse los valores límite de tiempo de reverberación que se establecen en el apartado 2.2; cumplirse las especificaciones del apartado 2.3 referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

Se deben cumplir las condiciones de diseño y dimensionado del aislamiento acústico a ruido aéreo de los diferentes recintos del proyecto. Esta verificación se lleva a cabo con la adopción de las soluciones del apartado 3.1.2, opción simplificada. Se justifica también el cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del tiempo de reverberación y de absorción acústica, así como del apartado 3.3 de este documento, referido al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

#### CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

Se establece una clasificación de todos los espacios del proyecto atendiendo al grado de protección necesario:

- Recintos protegidos: Recintos habitables, tales como: salas de lectura, fondos, salas de grupos, y zonas de descanso.
- Recintos habitables: Los mencionados en el apartado anterior junto con los aseos públicos, distribuidores o zonas de circulación, y vestíbulos.
- Recintos de instalaciones: núcleos de instalaciones
- Recintos no habitables: núcleos de instalaciones

#### VALORES LÍMITE DE AISLAMIENTO. AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO

- Recintos protegidos:

En las unidades en las que se diferencian ámbitos diferentes, la separación entre ellos debe tener un índice global de reducción acústica, RA, igual o mayor de 33dBA. La separación entre recintos protegidos y resto de recintos protegidos u otros usos distintos de instalaciones debe tener un aislamiento acústico a ruido aéreo, DnT,A, no inferior a 50dBA ya que no comparten puertas ni ventanas.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

**Fecha** 15/11/2021

3.5. Protección frente al ruido

---

Los espacios propuestos que limitan con recintos de instalaciones (vestíbulo instalaciones en planta sótano) deben contar con una separación entre ambos que posea un aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , no inferior a 55dBA.

El aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Atr}$ , de estos recintos con el exterior no será inferior, según la Tabla 2.1 y contando con un índice de ruido día,  $L_d$ , de 70-75dBA, 42dBA.

#### - Recintos habitables:

El aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , entre estos recintos y los clasificados como no habitables no será menor a 45dBA. En el caso de los pasillos que limitan con este tipo de recintos y comparten puertas con ellos, su índice global de reducción acústica,  $RA$ , no será menor que 20dBA, y el índice global del cerramiento no será menor que 50dBA.

#### **RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES**

Se limitan los niveles de ruido y de vibraciones que puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables.



### **3.6. AHORRO DE ENERGÍA**

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

#### 3.6.1.1. Resultados del cálculo de demanda energética.

##### 3.6.1.1.1. Porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia.

$$\%_{AD} = 100 \cdot (D_{G,ref} - D_{G,obj}) / D_{G,ref} = 100 \cdot (45.9 - 33.8) / 45.9 = \mathbf{26.4 \%} \geq \%_{AD,exigido} = \mathbf{25.0 \%}$$



donde:

$\%_{AD}$ : Porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.

$\%_{AD,exigido}$ : Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos en zona climática de verano **3** y **Baja** carga de las fuentes internas del edificio, (tabla 2.2, CTE DB HE 1), **25.0 %**.

$D_{G,obj}$ : Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración, según  $D_G = D_c + 0.7 \cdot D_R$ , en territorio peninsular, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{G,ref}$ : Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, calculada en las mismas condiciones de cálculo que el edificio objeto, obtenido conforme a las reglas establecidas en el Apéndice D de CTE DB HE 1 y el documento 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER'.

##### 3.6.1.1.2. Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	Horario de uso, Carga interna	$C_{FI}$ (W/m <sup>2</sup> )	$D_{G,obj}$		$D_{G,ref}$		$\%_{AD}$
				(kWh/ año)	(kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	(kWh/ año)	(kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	
Acondicionada	261.96	8 h, Baja	2.4	19641.4	75.0	26687.1	101.9	26.4
no acondicionada	319.40	8 h, Baja	2.4	-	-	-	-	
	<b>581.36</b>		<b>2.4</b>	19641.4	<b>33.8</b>	26687.1	<b>45.9</b>	<b>26.4</b>

donde:

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

$C_{FI}$ : Densidad de las fuentes internas. Supone el promedio horario de la carga térmica total debida a las fuentes internas, repercutida sobre la superficie útil, calculada a partir de las cargas nominales en cada hora para cada carga (carga sensible debida a la ocupación, carga debida a iluminación y carga debida a equipos) a lo largo de una semana tipo. La densidad de las fuentes internas del edificio se obtiene promediando las densidades de cada una de las zonas ponderadas por la fracción de la superficie útil que representa cada espacio en relación a la superficie útil total del edificio. W/m<sup>2</sup>.

$\%_{AD}$ : Porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.

$D_{G,obj}$ : Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración, según  $D_G = D_c + 0.7 \cdot D_R$ , en territorio peninsular, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{G,ref}$ : Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, calculada en las mismas condiciones de cálculo que el edificio objeto, obtenido conforme a las reglas establecidas en el Apéndice D de CTE DB HE 1 y el documento 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER'.

Conforme a la densidad obtenida de las fuentes internas del edificio ( $C_{FI,edif} = 2.4 \text{ W/m}^2$ ), la carga de las fuentes internas del edificio se considera **Baja**, por lo que el porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia es **25.0%**, conforme a la tabla 2.2 de CTE DB HE 1.

##### 3.6.1.1.3. Resultados mensuales.

###### 3.6.1.1.3.1. Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ( $Q_{tr,op}$  y  $Q_{tr,w}$ , respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ( $Q_{tr,ac}$ ), la energía intercambiada por ventilación ( $Q_{ve}$ ), la ganancia interna sensible neta ( $Q_{int,s}$ ), la ganancia solar neta ( $Q_{sol}$ ), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio ( $Q_{edif}$ ), y el aporte necesario de calefacción ( $Q_H$ ) y refrigeración ( $Q_C$ ).

Han sido realizadas dos simulaciones de demanda energética, correspondientes al edificio objeto de proyecto y al edificio de referencia generado en base a éste, conforme a las reglas establecidas para la definición del edificio de referencia (Apéndice D de CTE DB HE 1 y documento 'Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER'). Con objeto de comparar visualmente el comportamiento de ambas modelizaciones, la gráfica muestra también los resultados del edificio de referencia, mediante barras más estrechas y de color más oscuro, situadas a la derecha de los valores correspondientes al edificio objeto.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

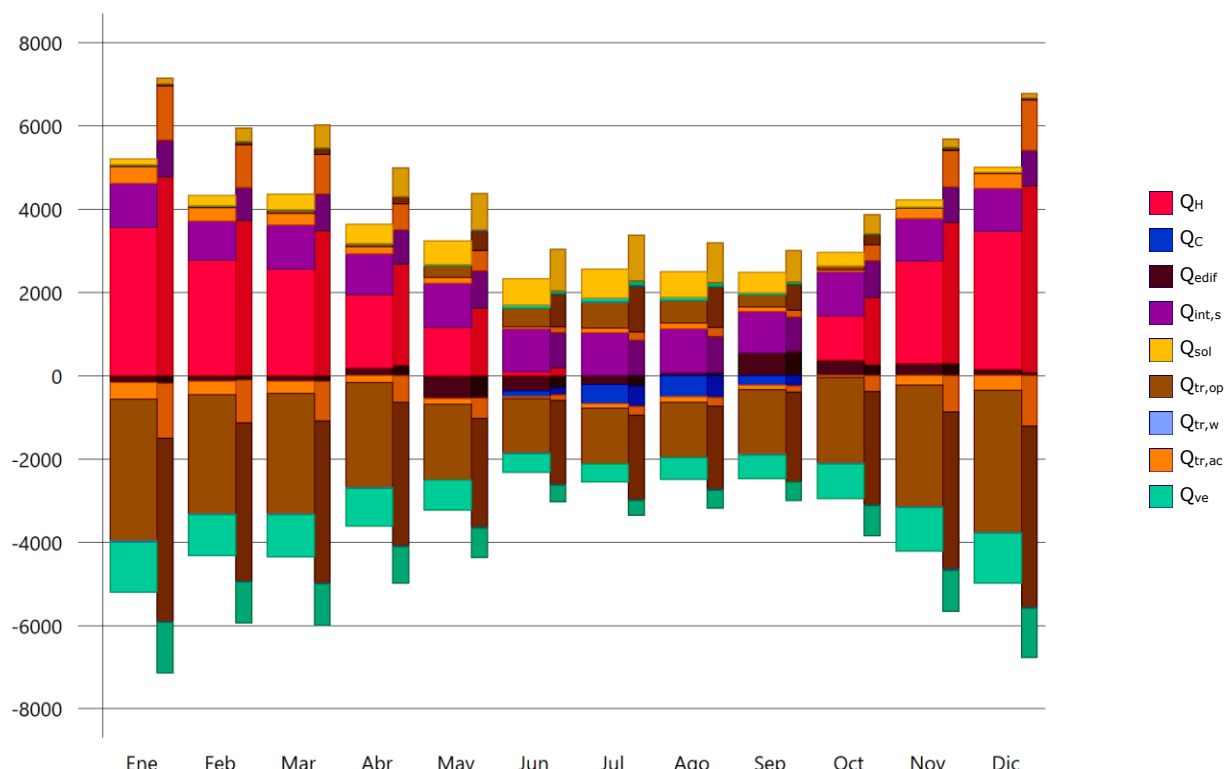
**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.6. Ahorro de energía

Fecha 15/11/2021

Energía (kWh/mes)



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh /año) (kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	
<b>Balance energético anual del edificio.</b>														
$Q_{tr,op}$	27.2	40.6	67.5	70.5	275.5	446.1	624.1	539.9	294.9	81.5	27.0	22.3	-24916.3	-42.9
$Q_{tr,w}$	--	--	0.1	0.2	1.2	2.8	4.2	3.8	2.1	0.4	0.0	0.0	-173.0	-0.3
$Q_{tr,ac}$	407.1	319.2	281.8	164.1	142.3	47.1	105.7	127.6	110.2	52.5	231.9	357.5		
$Q_{ve}$	9.7	14.1	19.9	11.9	31.3	69.7	104.5	81.8	46.0	6.4	5.6	3.9	-9449.9	-16.3
$Q_{int,s}$	1067.4	948.8	1067.4	988.3	1067.4	1027.8	1027.8	1067.4	988.3	1067.4	1027.8	1027.8	12372.7	21.3
$Q_{sol}$	136.8	240.6	376.3	453.5	569.4	640.9	694.0	619.0	493.3	318.2	171.4	118.8	4831.3	8.3
$Q_{edif}$	-168.6	-137.5	-143.5	181.9	-550.8	-370.9	-221.1	59.6	542.7	368.3	292.1	147.9		
$Q_H$	<b>3550.3</b>	<b>2762.2</b>	<b>2547.2</b>	<b>1755.2</b>	<b>1151.6</b>	<b>92.5</b>	--	--	--	<b>1056.8</b>	<b>2457.8</b>	<b>3318.1</b>	<b>18691.8</b>	<b>32.2</b>

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))	
<b>Q<sub>c</sub></b>	--	--	--	--	--	-145.5	-464.3	-513.1	-233.7	--	--	--	-1356.6	-2.3
<b>Q<sub>HC</sub></b>	3550.3	2762.2	2547.2	1755.2	1151.6	238.0	464.3	513.1	233.7	1056.8	2457.8	3318.1	20048.4	34.5

donde:

$Q_{tr,op}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{tr,w}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{tr,ac}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{ve}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{int,s}$ : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{sol}$ : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{edif}$ : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

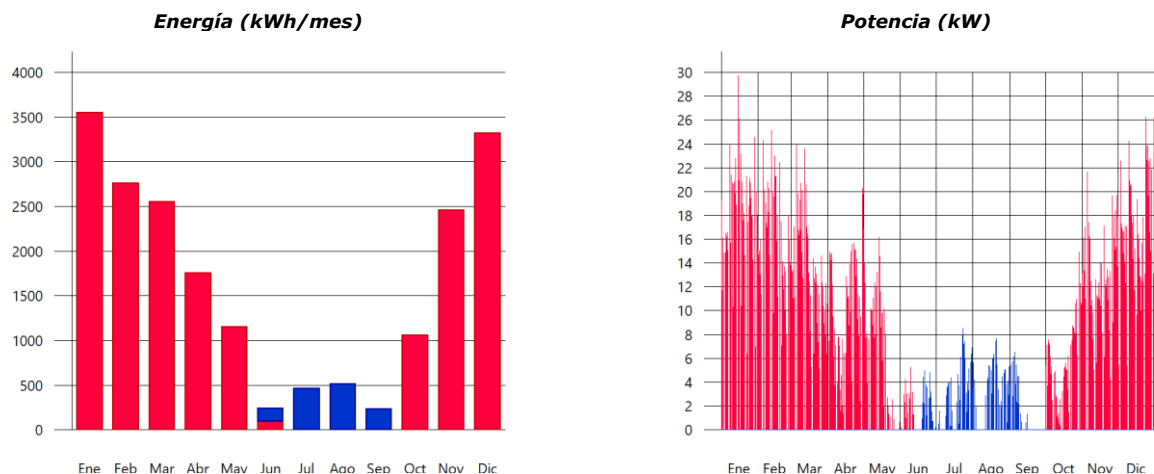
$Q_H$ : Energía aportada de calefacción, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_C$ : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$Q_{HC}$ : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

### 3.6.1.1.3.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



A continuación, en los gráficos siguientes, se muestran las potencias útiles instantáneas por superficie acondicionada de aporte de calefacción y refrigeración para cada uno de los días de la simulación en los que se necesita aporte energético para mantener las condiciones interiores impuestas, mostrando cada uno de esos días de forma superpuesta en una gráfica diaria en horario legal, junto a una curva típica obtenida mediante la ponderación de la energía aportada por día activo, para cada día de cálculo:

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

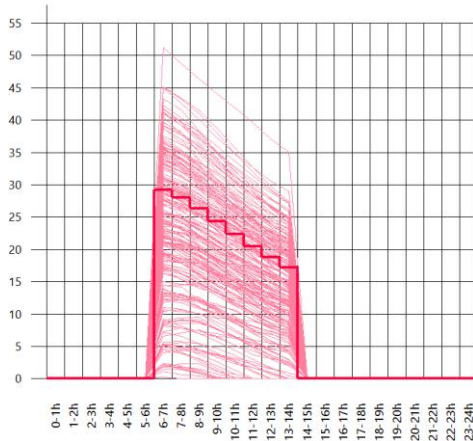
**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

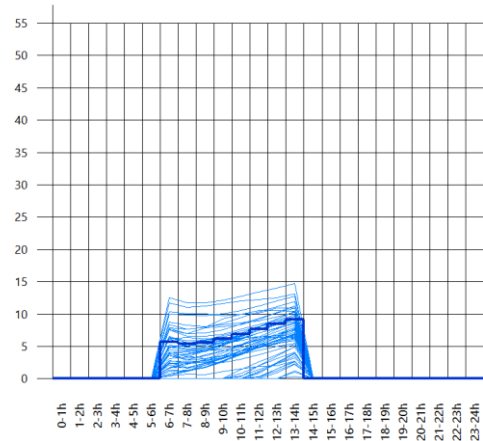
3.6. Ahorro de energía

Fecha 15/11/2021

**Demanda diaria superpuesta de calefacción (W/m<sup>2</sup>)**



**Demanda diaria superpuesta de refrigeración (W/m<sup>2</sup>)**



La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

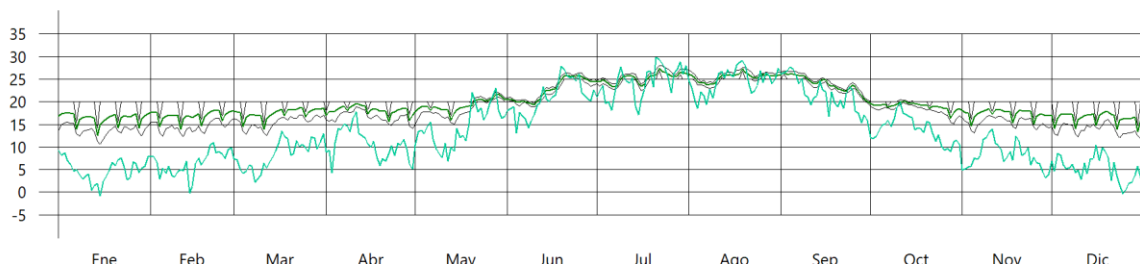
	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m <sup>2</sup> )	Demanda típica por día activo (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>Calefacción</b>	214	214	1654	7	19.44	0.1502
<b>Refrigeración</b>	60	60	408	6	5.72	0.0389

### 3.6.1.1.3.3. Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, junto a la temperatura exterior media diaria, en cada zona:

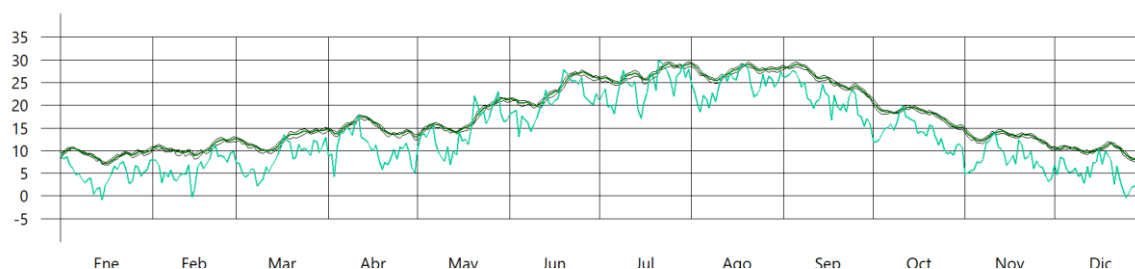
#### **Acondicionada**

Temperatura (°C)



#### **no acondicionada**

Temperatura (°C)



### 3.6.1.1.3.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total y ganancias solares, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

Las ganancias solares e internas muestran los valores de ganancia energética bruta mensual, junto a la pérdida directa debida al calor que escapa de la zona de cálculo a través de los elementos ligeros, conforme al método de cálculo utilizado.

Se muestra también el calor neto mensual almacenado o cedido por la masa térmica de cada zona de cálculo, de balance anual nulo.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))	
<b>Acondicionada</b> ( $A_f = 261.96 \text{ m}^2$ ; $V = 981.05 \text{ m}^3$ ; $A_{tot} = 1116.79 \text{ m}^2$ ; $C_m = 122752.949 \text{ kJ/K}$ ; $A_m = 1012.79 \text{ m}^2$ )														
$Q_{tr,op}$	--	--	6.1	16.7	129.7	300.9	452.7	408.6	230.0	45.7	2.1	0.2	-17968.0	-68.6
$Q_{tr,w}$	--	--	0.1	0.2	1.2	2.8	4.2	3.8	2.1	0.4	0.0	0.0	-173.0	-0.7
$Q_{tr,ac}$	--	--	--	0.0	2.0	45.6	105.7	127.6	110.2	6.4	--	--	-1552.0	-5.9
$Q_{ve}$	--	--	--	0.3	8.6	37.2	72.2	62.3	35.2	1.8	--	--	-5707.2	-21.8
$Q_{int,s}$	481.0	427.5	481.0	445.3	481.0	463.1	463.1	481.0	445.3	481.0	463.1	463.1	5574.6	21.3
$Q_{sol}$	72.8	129.0	200.1	235.3	287.3	320.5	347.6	315.7	258.7	170.4	90.7	63.1	2490.5	9.5
$Q_{edif}$	-72.7	-28.5	-40.7	91.4	-174.6	-144.8	-79.4	17.1	232.9	78.3	81.4	39.6		
$Q_H$	<b>3550.3</b>	<b>2762.2</b>	<b>2547.2</b>	<b>1755.2</b>	<b>1151.6</b>	<b>92.5</b>	--	--	--	<b>1056.8</b>	<b>2457.8</b>	<b>3318.1</b>	<b>18691.8</b>	<b>71.4</b>
$Q_C$	--	--	--	--	--	<b>-145.5</b>	<b>-464.3</b>	<b>-513.1</b>	<b>-233.7</b>	--	--	--	<b>-1356.6</b>	<b>-5.2</b>
$Q_{HC}$	<b>3550.3</b>	<b>2762.2</b>	<b>2547.2</b>	<b>1755.2</b>	<b>1151.6</b>	<b>238.0</b>	<b>464.3</b>	<b>513.1</b>	<b>233.7</b>	<b>1056.8</b>	<b>2457.8</b>	<b>3318.1</b>	<b>20048.4</b>	<b>76.5</b>

**no acondicionada** ( $A_f = 319.40 \text{ m}^2$ ;  $V = 1196.19 \text{ m}^3$ ;  $A_{tot} = 1653.01 \text{ m}^2$ ;  $C_m = 163418.314 \text{ kJ/K}$ ;  $A_m = 1440.44 \text{ m}^2$ )

$Q_{tr,op}$	27.2	40.6	61.4	53.8	145.8	145.2	171.4	131.3	65.0	35.8	24.9	22.0	-6948.2	-21.8
$Q_{tr,ac}$	407.1	319.2	281.8	164.1	140.3	1.5	--	--	--	46.2	231.9	357.5	1552.0	4.9
$Q_{ve}$	9.7	14.1	19.9	11.6	22.7	32.5	32.2	19.6	10.8	4.6	5.6	3.9	-3742.7	-11.7
$Q_{int,s}$	586.4	521.3	586.4	543.0	586.4	564.7	564.7	586.4	543.0	586.4	564.7	564.7	6798.1	21.3
$Q_{sol}$	64.0	111.6	176.2	218.1	282.2	320.3	346.5	303.3	234.6	147.7	80.6	55.7	2340.8	7.3
$Q_{edif}$	-95.9	-109.1	-102.8	90.4	-376.2	-226.0	-141.6	42.5	309.7	290.0	210.6	108.3		

donde:

$A_f$ : Superficie útil de la zona térmica, m<sup>2</sup>.

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.6. Ahorro de energía

Fecha 15/11/2021

$V$ : Volumen interior neto de la zona térmica,  $m^3$ .

$A_{tot}$ : Área de todas las superficies que revisten la zona térmica,  $m^2$ .

$C_m$ : Capacidad calorífica interna de la zona térmica calculada conforme a la Norma ISO 13786:2007 (método detallado),  $kJ/K$ .

$A_m$ : Superficie efectiva de masa de la zona térmica, conforme a la Norma ISO 13790:2011,  $m^2$ .

$Q_{tr,op}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

$Q_{tr,w}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

$Q_{tr,ac}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

$Q_{ve}$ : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

$Q_{int,s}$ : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

$Q_{sol}$ : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

$Q_{edif}$ : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica de la zona,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

$Q_H$ : Energía aportada de calefacción,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

$Q_C$ : Energía aportada de refrigeración,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

$Q_{HC}$ : Energía aportada de calefacción y refrigeración,  $kWh/(m^2 \cdot año)$ .

### 3.6.1.2. Modelo de cálculo del edificio.

#### 3.6.1.2.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Zaragoza (provincia de Zaragoza)**, con una altura sobre el nivel del mar de **200 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **D3**. La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de demanda energética, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

#### 3.6.1.2.2. Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.

##### 3.6.1.2.2.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio. Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus **condiciones operacionales** conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE DB HE 1, su **acondicionamiento térmico**, y sus **solicitaciones interiores** debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación.

	S ( $m^2$ )	V ( $m^3$ )	$b_{ve}$	$ren_h$ (1/h)	$\Sigma Q_{ocup,s}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{equip}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{ilum}$ (kWh/año)	T° calef. media (°C)	T° refrig. media (°C)
<b>Acondicionada</b> (Zona habitable, Perfil: <b>Baja, 8 h</b> )									
Clase 2	46.16	172.86	1.00	0.80	231.2	173.4	577.9	20.0	25.0
Clase 3	46.04	172.44	1.00	0.80	230.6	172.9	576.4	20.0	25.0
Comedor	76.19	285.34	1.00	0.80	381.6	286.2	953.9	20.0	25.0
Psicomotricidad	46.95	175.85	1.00	0.80	235.1	176.3	587.8	20.0	25.0
Aministración	21.54	80.65	1.00	0.80	107.9	80.9	269.7	20.0	25.0
Reuniones	25.08	93.92	1.00	0.80	125.6	94.2	314.0	20.0	25.0
	<b>261.96</b>	<b>981.05</b>	<b>1.00</b>	<b>0.80/0.229*</b>	<b>1311.9</b>	<b>983.9</b>	<b>3279.7</b>	<b>20.0</b>	<b>25.0</b>





**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.6. Ahorro de energía







Fecha 15/11/2021

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Temp. Consigna Baja (°C)</b>																								
Laboral	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Ocupación sensible (W/m<sup>2</sup>)</b>																								
Laboral	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Iluminación (%)</b>																								
Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Equipos (W/m<sup>2</sup>)</b>																								
Laboral	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ventilación (%)</b>																								
Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3.6.1.2.3. Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.

#### 3.6.1.2.3.1. Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-35.5 kWh/(m<sup>2</sup>·año)) supone el **82.3%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-43.2 kWh/(m<sup>2</sup>·año)).

Tipo	S (m <sup>2</sup> )	χ (kJ/(m <sup>2</sup> ·K))	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	ΣQ <sub>tr</sub> (kWh/año)	α	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh,o</sub>	ΣQ <sub>sol</sub> (kWh/año)	
<b>Acondicionada</b>										
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		14.61	109.18	0.52	-391.4	0.4	V	E(112.8)	0.71	60.1
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		25.09	109.18	0.52	-672.3	0.4	V	22.8	0.91	29.0
Tabique de dos hojas, con revestimiento		76.94	84.76	0.41	-557.5	Hacia 'no acondicionada'				
Tabique de dos hojas, con revestimiento		137.23	84.73	0.41	-994.5	Hacia 'no acondicionada'				
Solera		261.96	97.31	0.07	-877.5					
Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida. Impermeabilización con láminas asfálticas.		261.96	165.11	0.20	-2767.4	0.6	H	1.00	1474.4	

	Tipo	S (m <sup>2</sup> )	$\chi$ (kJ/ (m <sup>2</sup> ·K))	U (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	$\Sigma Q_{tr}$ (kWh /año)	$\alpha$	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh,o</sub>	$\Sigma Q_{sol}$ (kWh /año)
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		25.80	109.18	0.52	-691.2	0.4	V	E(112.8)	1.00	150.3
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		25.04	109.18	0.52	-670.9	0.4	V	22.8	0.91	29.0
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		42.63	109.18	0.52	-1142.5	0.4	V	-67.2	0.41	61.1
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		42.63	109.18	0.52	-1142.5	0.4	V	E(112.8)	1.00	248.4
Tabique de una hoja, con revestimiento		23.39	37.17	2.48	-2994.7					
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		26.25	109.18	0.52	-703.3	0.4	V	E(112.8)	0.17	26.1
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		25.09	109.18	0.52	-672.3	0.4	V	-157.2	0.82	141.5
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		26.02	109.18	0.52	-697.3	0.4	V	-67.2	1.00	92.0
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		25.13	109.18	0.52	-673.3	0.4	V	22.8	0.49	15.6
Tabique de una hoja, con revestimiento		50.25	37.17							
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		25.13	109.18	0.52	-673.3	0.4	V	-157.2	0.95	163.7
					<b>-14770.0</b>	<b>-1552.0*</b>				<b>2491.3</b>

#### no acondicionada

Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		25.09	109.18	0.52	-439.9	0.4	V	22.8	0.49	15.5
Tabique de dos hojas, con revestimiento		205.07	84.76							
Tabique de dos hojas, con revestimiento		205.07	84.73							
Solera		319.41	97.31	0.07	-700.1					
Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida. Impermeabilización con láminas asfálticas.		319.41	165.11	0.20	-2208.0	0.6	H		1.00	1797.8
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		25.09	109.18	0.52	-439.9	0.4	V	-157.2	0.92	158.9
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		15.58	109.18	0.52	-273.2	0.4	V	-67.2	0.61	33.6
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		15.59	109.18	0.52	-273.3	0.4	V	E(112.8)	1.00	90.8
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.23	109.18	0.52	-144.3	0.4	V	-157.2	0.16	9.3
Tabique de dos hojas, con revestimiento		137.23	84.76	0.41	994.5					<i>Desde 'Acondicionada'</i>
Tabique de dos hojas, con revestimiento		76.93	84.73	0.41	557.5					<i>Desde 'Acondicionada'</i>
Tabique de una hoja, con revestimiento		220.45	37.17							
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		11.36	109.18	0.52	-199.2	0.4	V	-67.2	0.60	24.0
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.28	109.18	0.52	-145.1	0.4	V	22.8	0.77	8.1
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.30	109.18	0.52	-145.5	0.4	V	22.8	0.77	8.1
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.24	109.18	0.52	-144.5	0.4	V	-157.2	0.91	51.4
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.89	109.18	0.52	-33.1	0.4	V	-67.2	0.22	1.5
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.24	109.18	0.52	-144.5	0.4	V	-157.2	0.86	48.5
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		9.46	109.18	0.52	-165.8	0.4	V	-67.2	0.92	30.8
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		4.46	109.18	0.52	-78.1	0.4	V	-67.2	0.97	15.3
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		11.36	109.18	0.52	-199.2	0.4	V	-67.2	0.99	39.8
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.28	109.18	0.52	-145.1	0.4	V	22.8	0.69	7.2
					<b>-5879.0</b>	<b>+1552.0*</b>				<b>2340.8</b>

donde:

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.6. Ahorro de energía

**Fecha** 15/11/2021

*S:* Superficie del elemento.

*χ:* Capacidad calorífica por superficie del elemento.

*U:* Transmitancia térmica del elemento.

*Q<sub>tr</sub>:* Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.

*\**: Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.

*α:* Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.

*I.:* Inclinación de la superficie (elevación).


*O.:* Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).

*F<sub>sh,o</sub>:* Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.

*Q<sub>sol</sub>:* Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

### 3.6.1.2.3.2. Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-0.3 kWh/(m<sup>2</sup>·año)) supone el **0.7%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-43.2 kWh/(m<sup>2</sup>·año)).

Tipo	S (m <sup>2</sup> )	U <sub>g</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	F <sub>F</sub> (%)	U <sub>f</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	ΣQ <sub>tr</sub> (kWh /año)	g <sub>gl</sub>	α	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh,gl</sub>	F <sub>sh,o</sub>	ΣQ <sub>sol</sub> (kWh /año)
<b>Acondicionada</b>												
Puerta de paso interior, de madera		1.68		1.00	2.02	-173.0						
						<b>-173.0</b>						

donde:

*S:* Superficie del elemento.

*U<sub>g</sub>:* Transmitancia térmica de la parte translúcida.

*F<sub>F</sub>:* Fracción de parte opaca del elemento ligero.

*U<sub>f</sub>:* Transmitancia térmica de la parte opaca.

*Q<sub>tr</sub>:* Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.

*g<sub>gl</sub>:* Transmitancia total de energía solar de la parte transparente.

*α:* Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la parte opaca del elemento ligero.

*I.:* Inclinación de la superficie (elevación).

*O.:* Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).

*F<sub>sh,gl</sub>:* Valor medio anual del factor reductor de sombreado para dispositivos de sombra móviles.



*F<sub>sh,o</sub>:* Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.



*Q<sub>sol</sub>:* Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

### 3.6.1.2.3.3. Composición constructiva. Puentes térmicos.




La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-7.3 kWh/(m<sup>2</sup>·año)) supone el **17.0%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-43.2 kWh/(m<sup>2</sup>·año)).

Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-42.9 kWh/(m<sup>2</sup>·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el **17.1%**.

Tipo	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ <sub>tr</sub> (kWh /año)	
<b>Acondicionada</b>				
Esquina entrante		11.23	-0.178	103.1
Esquina saliente		14.98	0.102	-78.9

	Tipo	L (m)	$\psi$ (W/(m·K))	$\Sigma Q_{tr}$ (kWh/año)
Suelo en contacto con el terreno		80.73	0.500	-2080.3
Cubierta plana		80.73	0.274	-1142.0
				<b>-3198.1</b>

#### no acondicionada

Esquina entrante		18.73	-0.178	112.5
Suelo en contacto con el terreno		45.25	0.500	-762.9
Cubierta plana		45.25	0.274	-418.8
				<b>-1069.3</b>

donde:

$L$ : Longitud del puente térmico lineal.

$\psi$ : Transmitancia térmica lineal del puente térmico.

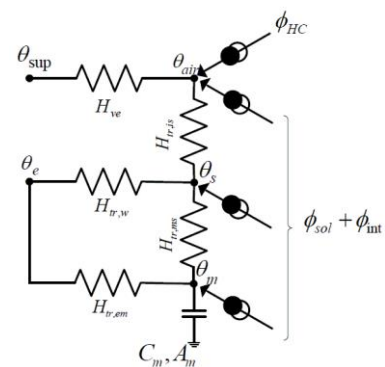
$n$ : Número de puentes térmicos puntuales.

$X$ : Transmitancia térmica puntual del puente térmico.

$Q_{tr}$ : Calor intercambiado en el puente térmico a lo largo del año.

#### 3.6.1.2.4. Procedimiento de cálculo de la demanda energética.

El procedimiento de cálculo empleado consiste en la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cuya implementación ha sido validada mediante los tests descritos en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures). Este procedimiento de cálculo utiliza un modelo equivalente de resistencia-capacitancia (R-C) de tres nodos en base horaria. Este modelo hace una distinción entre la temperatura del aire interior y la temperatura media radiante de las superficies interiores (revestimiento de la zona del edificio), permitiendo su uso en comprobaciones de confort térmico, y aumentando la exactitud de la consideración de las partes radiantes y convectivas de las ganancias solares, luminosas e internas.



La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;
- el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas;
- las solicitaciones interiores, solicitaciones exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 de CTE DB HE 1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;
- las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;
- las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación;
- las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

Permitiendo, además, la obtención separada de la demanda energética de calefacción y de refrigeración del edificio.

#### 3.6.2. HE 2 Condiciones de las instalaciones térmicas

**Proyecto** Escuela abierta en Montecanal

**Situación** Montecanal, calle San Juan Bautista de la Salle

**Promotor** Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza. Trabajo Fin de Master.

3. Cumplimiento del CTE

3.6. Ahorro de energía

**Fecha** 15/11/2021

---

### 3.6.3. HE 5 Generación mínima de energía eléctrica

El edificio es de uso residencial por lo que, según el punto 1.1 (ámbito de aplicación) de la Exigencia Básica HE 5, no necesita instalación solar fotovoltaica.

Por lo tanto, para este proyecto, no es de aplicación.

## **4.MEDICIONES Y PRESUPUESTO DE OBRA (ESTRUCTURA)**

**Proyecto:** Escuela abierta Montecanal

**Promotor:** Unizar

**Situación:** Calle San Juan Bautista de la Salle

Arquitecto: Carlos Anadón Mozás

## Mediciones y Presupuesto

### Capítulo nº 1 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>1.1.- Regularización</b>					
1.1.1	M <sup>2</sup>	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>2.843,320</b>	<b>7,90 €</b>	<b>22.462,23 €</b>
<b>1.2.- Superficiales</b>					
1.2.1	M <sup>3</sup>	Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 46 kg/m <sup>3</sup> ; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso armaduras para formación de foso de ascensor, refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, alambre de atar y separadores. Incluye: Replanteo y trazado de la losa y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en la misma. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Conexionado, anclaje y emboquillado de las redes de instalaciones proyectadas. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.			
<b>Total m<sup>3</sup> :</b>			<b>1.941,196</b>	<b>183,83 €</b>	<b>356.850,06 €</b>
1.2.2	M <sup>3</sup>	Zapata corrida de cimentación, de hormigón armado, realizada en excavación previa, con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 49,2 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera de los pilares u otros elementos, alambre de atar y separadores. Incluye: Replanteo y trazado de las vigas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.			
<b>Total m<sup>3</sup> :</b>			<b>3,390</b>	<b>190,16 €</b>	<b>644,64 €</b>

**Proyecto:** Escuela abierta Montecanal  
**Promotor:** Unizar  
**Situación:** Calle San Juan Bautista de la Salle

Arquitecto: Carlos Anadón Mozás

## Mediciones y Presupuesto

### Capítulo nº 1 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.2.3	M³	<p>Zapata corrida de cimentación de sección en "T" invertida, de hormigón armado, realizada en excavación previa, con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 61,8 kg/m³. Incluso armaduras de espera de los pilares u otros elementos, alambre de atar y separadores.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las vigas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p>			
<b>Total m³ :</b>			<b>3,140</b>	<b>212,90 €</b>	<b>668,51 €</b>
<b>Parcial nº 1 Cimentaciones :</b>					<b>380.625,44 €</b>



**Proyecto:** Escuela abierta Montecanal

**Promotor:** Unizar

**Situación:** Calle San Juan Bautista de la Salle

Arquitecto: Carlos Anadón Mozás

## Mediciones y Presupuesto

### Capítulo nº 2 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.1.- Hormigón armado</b>					
2.1.1	M <sup>2</sup>	<p>Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de viga descolgada, recta, de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos; estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y apuntalamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Humectación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie de encofrado en contacto con el hormigón, medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de encofrado en contacto con el hormigón realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>688,595</b>	<b>25,98 €</b>	<b>17.889,70 €</b>
2.1.2	M <sup>3</sup>	<p>Viga de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/I fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 90 kg/m<sup>3</sup>. Incluso alambre de atar y separadores.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p>			
<b>Total m<sup>3</sup> :</b>			<b>202,190</b>	<b>310,48 €</b>	<b>62.775,95 €</b>
2.1.3	M <sup>2</sup>	<p>Losa maciza de hormigón armado, horizontal, con altura libre de planta de hasta 3 m, canto 20 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 17,5 kg/m<sup>2</sup>; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos; estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso nervios y zunchos perimetrales de planta y huecos, alambre de atar y separadores.</p> <p>Incluye: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los pilares.</p>			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>1.894,711</b>	<b>88,77 €</b>	<b>168.193,50 €</b>

**Proyecto:** Escuela abierta Montecanal  
**Promotor:** Unizar  
**Situación:** Calle San Juan Bautista de la Salle

Arquitecto: Carlos Anadón Mozás

## Mediciones y Presupuesto

### Capítulo nº 2 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1.4	M <sup>2</sup>	<p>Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado y vigas de 0,067 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, en zona de paños, vigas y zunchos, cuantía 2,4 kg/m<sup>2</sup>, constituida por: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 26 cm, intereje de 70 cm; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; semivigueta armada con zapatilla de hormigón GALLIZO 22+4x70, 22+4, De hormigón; bovedilla de hormigón; capa de compresión de 4 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.</p> <p>Incluye: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de viguetas y bovedillas. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>. Se consideran incluidos todos los elementos integrantes de la estructura señalados en los planos y detalles del Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los pilares.</p>			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>1.395,500</b>	<b>55,34 €</b>	<b>77.226,97 €</b>
2.1.5	M <sup>2</sup>	<p>Montaje y desmontaje en una cara del muro, de sistema de encofrado a dos caras con acabado tipo industrial para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos, para formación de muro de hormigón armado, de hasta 3 m de altura y superficie plana, para contención de tierras. Incluso pasamuros para paso de los tensores, elementos de sustentación, fijación y apuntalamiento necesarios para su estabilidad; y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Colocación de pasamuros para paso de los tensores. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y apuntalamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie de encofrado en contacto con el hormigón, medida según documentación gráfica de Proyecto, sin deducir huecos menores de 1 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de encofrado en contacto con el hormigón realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir huecos menores de 1 m<sup>2</sup>.</p>			
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>1.817,400</b>	<b>15,30 €</b>	<b>27.806,22 €</b>
2.1.6	M <sup>3</sup>	<p>Muro, núcleo o pantalla de hormigón armado, de 30 cm de espesor medio, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 49,8 kg/m<sup>3</sup>, ejecutado en condiciones complejas. Incluso alambre de atar y separadores.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación de la armadura con separadores homologados. Formación de juntas. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Resolución de juntas de construcción. Limpieza de la superficie de coronación del muro.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre la sección teórica de cálculo, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p>			
<b>Total m<sup>3</sup> :</b>			<b>435,423</b>	<b>219,16 €</b>	<b>95.427,30 €</b>

**Proyecto:** Escuela abierta Montecanal

**Promotor:** Unizar

**Situación:** Calle San Juan Bautista de la Salle

Arquitecto: Carlos Anadón Mozás

## Mediciones y Presupuesto

### Capítulo nº 2 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.2.- Estructura Fábrica</b>					
<b>2.2.1</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	Muro de carga de 12 cm de espesor de fábrica de ladrillo cerámico cara vista macizo de elaboración mecánica, color rojo, 25x12x5 cm, resistencia a compresión 30 N/mm <sup>2</sup> , con juntas horizontales y verticales de 20 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo, planta a planta. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Repaso de juntas y limpieza del paramento. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m <sup>2</sup> . Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m <sup>2</sup> . Criterio de valoración económica: El precio no incluye los zunchos horizontales ni la formación de los dinteles de los huecos del paramento.			
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>2.357,540</b>	<b>67,74 €</b>	<b>159.699,76 €</b>
<b>2.2.2</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	Bóveda estructural de cañón, de directriz recta, realizada con fábrica de 1/2 pie de ladrillo cerámico cara vista macizo de elaboración mecánica, color rojo, 25x12x5 cm, junta enrasada, recibido con mortero de cemento industrial, color blanco, con aditivo hidrófugo, M-5, suministrado a granel; montaje y desmontaje de cimbras y apeos. Incluye: Montaje de cimbras y apeos. Replanteo y marcado del aparejo en la cimbra. Marcado en los muros del perímetro de la bóveda. Ejecución de la bóveda de fábrica. Resolución de encuentros. Desmontaje de cimbras y apeos. Rejuntado. Limpieza final. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo las partes que se introducen en las rozas, remates de base y coronación si los hubiera. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo las partes que se introducen en las rozas y los remates de base y coronación, si los hubiera.			
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>2.059,486</b>	<b>154,50 €</b>	<b>318.190,59 €</b>
		<b>Parcial nº 2 Estructuras :</b>			<b>927.209,99 €</b>

**Proyecto:** Escuela abierta Montecanal  
**Promotor:** Unizar  
**Situación:** Calle San Juan Bautista de la Salle

Arquitecto: Carlos Anadón Mozás

## Mediciones y Presupuesto

### Presupuesto de ejecución material

<b>1 Cimentaciones</b>	<b>380.625,44 €</b>
1.1.- Regularización	22.462,23 €
1.2.- Superficiales	358.163,21 €
<b>2 Estructuras</b>	<b>927.209,99 €</b>
2.1.- Hormigón armado	449.319,64 €
2.2.- Estructura Fábrica	477.890,35 €
<b>Total .....</b>	<b>1.307.835,43 €</b>
<b>IVA ( 21 % )</b>	<b>274.645,44 €</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS SIETE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Zaragoza  
Arquitecto  
Carlos Anadón Mozás