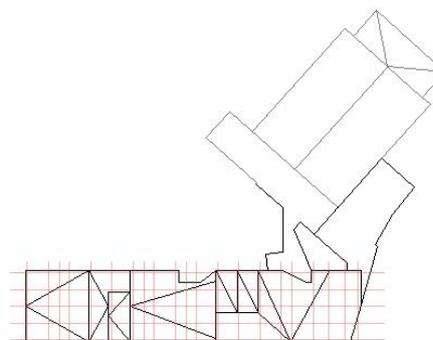




## MEMORIA TOMO II



### PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE NUEVO ESPACIO CULTURAL POLIVALENTE EN SEVILLA LA NUEVA - PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN NORMATIVA Y DE ACTUALIZACIÓN DE PRECIOS 28609 MADRID

EMPLAZAMIENTO: C/ VILLANUEVA, 18, SEVILLA LA NUEVA 28609 MADRID

PROPIEDAD:  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SEVILLA LA NUEVA

DICIEMBRE 2023

ARQUITECTOS:  
DAVID LANDÍNEZ GONZÁLEZ-VALCÁRCEL Col. COAM 13.366  
MÓNICA GONZÁLEZ REY Col. COAM 13.365  
EQUIPO L2G ARQUITECTOS ASOCIADOS, S.L.P. Col. 70.009



C/ ALBERTO AGUILERA 48, 5º D 28015 MADRID  
T.+34 915423254 F.+34 915592638 info@l2garquitectos.com



PROYECTO FINANCIADO AL AMPARO DEL PROGRAMA DE INVERSIÓN REGIONAL DE MADRID 2016-2019

En Sevilla la Nueva, a 15 de diciembre de 2023

Fdo: D. David Landínez González-Valcárcel  
Dña. Mónica González Rey  
EQUIPO L2G ARQUITECTOS ASOCIADOS, S.L.P.

**PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE NUEVO ESPACIO CULTURAL POLIVALENTE EN SEVILLA LA NUEVA - PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN NORMATIVA Y DE ACTUALIZACIÓN DE PRECIOS**  
**28609 MADRID**

Situación: c/ Villanueva, 18, Sevilla la Nueva 28609  
Propiedad: AYUNTAMIENTO DE SEVILLA LA NUEVA

DICIEMBRE 2023

**ÍNDICE:**

**MEMORIA TOMO II**

**4. Cumplimiento del CTE**

- 4.4 DB-HS Exigencias básicas de salubridad
- 4.5 DB-HR Exigencias básicas de protección contra el ruido
- 4.6 DB-HE0 Exigencias básicas de ahorro de energía  
Y HE1
- 4.7 ANEXO Exigencias de documentación de fin de la obra

**5. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA**

- 5.1 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
- 5.2 DB-HE EXIGENCIA BÁSICA DE AHORRO DE ENERGÍA

**ANEJOS**

## 4. CUMPLIMIENTO DEL CTE

### 4.4-DB HS | SALUBRIDAD

#### 4.4.3. DB HS 3. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Esta sección es de aplicación, en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes.

Dado que se trata de un proyecto de **uso docente**, no es de aplicación esta sección del CTE, por lo que es de aplicación el RITE. La justificación se encuentra en el apartado 'Ventilación' del Anexo de Cálculo de Instalaciones y en los planos I.CL\_1, I.CL\_2 e I.CL\_3.

#### 4.4.4. DB HS 4. SUMINISTRO DE AGUA

##### 4.4.4.1. Condiciones mínimas de suministro

##### Caudal mínimo para cada tipo de aparato.

Tabla 4.1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	<b>0,10</b>	<b>0,065</b>
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	<b>0,10</b>	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20	0,25	0,20

servicios)		
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

### Presión mínima.

En los puntos de consumo la presión mínima establecida en el CTE es:

100 KPa para grifos comunes.

150 KPa para fluxores y calentadores.

Con el objetivo de aumentar la calidad del servicio la instalación se ha calculado para una presión en los grifos de los lavabos de 150 kPa.

### Presión máxima.

Así mismo no se sobrepasan los 500 KPa, de acuerdo al CTE.

Para aumentar la calidad del servicio la instalación se ha calculado para una presión máxima en cualquier punto de consumo de 400 kPa.

#### 4.4.4.2. Diseño de la instalación.

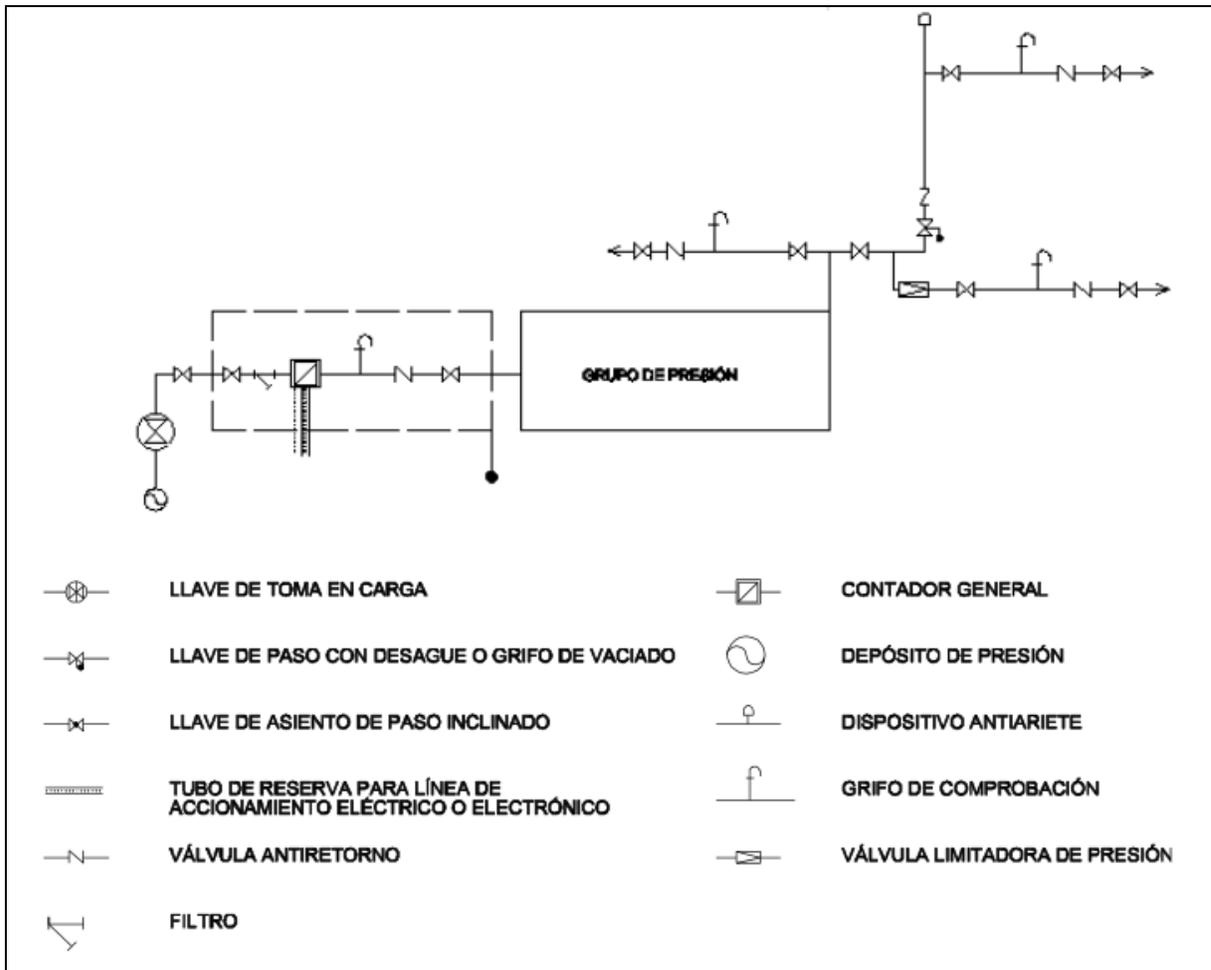
##### Instalación general de agua fría.

Tabla 4.2. Esquema general de la instalación de agua fría

<input checked="" type="checkbox"/>	Edificio con un solo titular. (Coincide en parte la Instalación Interior General con la Instalación Interior Particular).	<input type="checkbox"/>	Aljibe y grupo de presión.
		<input checked="" type="checkbox"/>	Depósito auxiliar y grupo de presión (Sólo presión insuficiente).
		<input type="checkbox"/>	Depósito elevado. Presión suficiente y suministro público insuficiente.
		<input type="checkbox"/>	Abastecimiento directo. Suministro público y presión suficientes.
<input type="checkbox"/>	Edificio con múltiples titulares.	<input type="checkbox"/>	Aljibe y grupo de presión. Suministro público discontinuo y presión insuficiente.

	<input type="checkbox"/>	Depósito auxiliar y grupo de presión. Sólo presión insuficiente.
	<input type="checkbox"/>	Abastecimiento directo. Suministro público continuo y presión suficiente.

### Edificio con un solo titular.



### Instalación interior particular.

Edificio con un solo titular.

Los esquemas de las redes de fontanería, incluyendo A.C.S., se pueden ver en el anejo 'Cálculo de Instalaciones' y en los planos I.FO\_1, I.FO\_2 e I.FO\_3.

#### **4.4.4.3. Dimensionado de las instalaciones.**

Según se indica en la página 135 de la Memoria TOMO I en el apartado Descripción de la Instalación, solo se dimensiona la instalación de fontanería del nuevo edificio de la EMMD, puesto que la actual instalación de fontanería del edificio existente de CI y sus ampliaciones no se ve afectada por la reforma. Se recoge último párrafo, de la página 133, en lo que se refiere a premisa de dimensionado de la instalación:

*“Cabe señalar, que no existiendo puntos de consumo de ACS en el CI, la caldera actual, situada en la planta baja del mismo (que da servicio a la actual instalación de calefacción del CI), es la que genera el calentamiento para el suministro de ACS de todos los puntos de consumo del Nuevo Edificio; y que para el dimensionamiento de la nueva instalación de fontanería del edificio de la EMMD, se incorpora, como previsión a futuro, el caudal necesario de suministro de agua fría del CI (instalación actual) y de suministro de A.C.S.”*

(El suministro de agua fría al nuevo conjunto edificatorio se realiza a partir de dos acometidas:

- Una nueva acometida (ver plano I.FO\_1), que da servicio al nuevo edificio de EMMD, situada en su planta sótano (en el armario de acometidas del cuarto de instalaciones).
- Una acometida existente (ver plano IFO\_2))

**Se realiza a continuación el dimensionado de las instalaciones de fontanería del edificio de EMMD:**

### **Reserva de espacio para el contador general**

El nuevo edificio de EMMD tiene un contador general único, situado en un armario en el límite de la parcela con el vial de acceso, cuyas dimensiones cumplen con las indicadas en la tabla 4.3. (El contador existente en el C.I., no se modifica al no modificarse la instalación en dicho edificio)

Tabla 4.3. Dimensiones del armario y de la cámara para el contador general

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	<b>40</b>	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	<b>1300</b>	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	<b>600</b>	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	<b>500</b>	700	700	800	900	1000	1000

### **Dimensionado de las redes de distribución**

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la red, obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos.

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles la calidad, el buen funcionamiento y la economía de la instalación.

El cálculo detallado de los caudales y diámetros se puede ver en el anejo 'Cálculo de Instalaciones' y en los planos I.FO\_1, I.FO\_2 e I.FO\_3.

### **Dimensionado de los tramos**

El dimensionado de la red se ha hecho a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito considerado como más desfavorable, es decir aquel que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

En el dimensionado de los tramos se ha seguido el procedimiento siguiente:

- a) *el caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1.*
- b) *establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.*
- c) *determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.*
- d) *elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:*
  - *tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s*
  - *tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s*
- e) *Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.*

El cálculo detallado de los caudales y diámetros se puede ver en el anejo 'Cálculo de Instalaciones' y en los planos I.FO\_1, I.FO\_2 e I.FO\_3.

### **Comprobación de la presión**

La información recibida, si bien no proporciona un dato preciso de la presión existente en el punto de acometida, apunta a que hay un exceso de presión en la red de suministro. Por ello se ha previsto la instalación de una válvula reductora cuyas características se afinarán en obra a partir de los datos que se tomen in-situ.

En la instalación se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- a) *determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.*
- b) *comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se verifica si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida, se revisarán las condiciones de la válvula reductora. En el caso de que la presión fuera*

insuficiente, la válvula reductora obviamente no sería necesaria y sería precisa la instalación de un grupo de presión.

Los cálculos justificativos se pueden ver en el anejo 'Cálculo de instalaciones'

### Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

Los ramales de enlace a los aparatos de tipo doméstico se han dimensionado conforme a lo que se establece en la tabla 4.4. En el resto, se han tomado en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato, dimensionándose en consecuencia.

Tabla 4.4. Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo		Diámetro nominal del ramal de enlace			
		Tubo de acero (")		Tubo de cobre o plástico (mm)	
		NORMA	PROYECTO	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/>	Lavamanos	½	-	12	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Lavabo, bidé	½	-	<b>12</b>	<b>16</b>
<input type="checkbox"/>	Ducha	½	-	12	16
<input type="checkbox"/>	Bañera <1,40 m	¾	-	20	-
<input type="checkbox"/>	Bañera >1,40 m	¾	-	20	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Inodoro con cisterna	½	-	<b>12</b>	<b>16</b>
<input type="checkbox"/>	Inodoro con fluxor	1- 1 ½	-	25-40	-
<input type="checkbox"/>	Urinario con grifo temporizado	½	-	12	-
<input type="checkbox"/>	Urinario con cisterna	½	-	12	-
<input type="checkbox"/>	Fregadero doméstico	½	-	12	16
<input type="checkbox"/>	Fregadero industrial	¾	-	20	-
<input type="checkbox"/>	Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	-	12	16
<input type="checkbox"/>	Lavavajillas industrial	¾	-	20	-
<input type="checkbox"/>	Lavadora doméstica	¾	-	20	-
<input type="checkbox"/>	Lavadora industrial	1	-	25	-
<input type="checkbox"/>	Vertedero	¾	-	20	-

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento anteriormente establecido, adoptándose como mínimo los valores de la tabla 4.5:

Tabla 4.5. Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado		Diámetro nominal del tubo de alimentación				
		Acero (")		Cobre o plástico (mm)		
		NORMA	PROYECTO	NORMA	PROYECTO	
<input checked="" type="checkbox"/>	Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	-	<b>20</b>	<b>20 - 25</b>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	-	<b>20</b>	<b>32 - 40 - 50</b>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Columna (montante o descendente)	¾	-	<b>20</b>	<b>50</b>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Distribuidor principal	1	-	<b>25</b>	<b>50</b>	
	Alimentación equipos de climatización	<input type="checkbox"/> < 50 kW	½	-	12	-
		<input type="checkbox"/> 50 - 250 kW	¾	-	20	-
		<input type="checkbox"/> 250 - 500 kW	1	-	25	-
		<input type="checkbox"/> > 500 kW	1 ¼	-	32	-

### Dimensionado de las redes de ACS

#### - Dimensionado de las redes de impulsión de ACS

Para las redes de impulsión o ida de ACS se ha seguido el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

#### - Dimensionado de las redes de retorno de ACS

La instalación de distribución de ACS se ha previsto con red de retorno, al superarse los 15 m desde el equipo auxiliar de producción térmica al punto más alejado y en cualquier caso para que la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del acumulador, un caudal recirculado del 10% (mínimo 250 l/h) y con el objetivo de aumentar el confort y el ahorro de agua en el proyecto.

#### - Cálculo del aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se ha dimensionado de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias IT.

- Cálculo de dilatadores

En los materiales metálicos se considera válido lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se adoptarán las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

El cálculo detallado de los caudales, diámetros y espesores se puede ver en el anejo 'Cálculo de Instalaciones' y en los planos I.FO\_1, I.FO\_2 e I.FO\_3.

### **Dimensionado de los equipos, elementos y dispositivos de la instalación**

- Dimensionado de los contadores

El calibre nominal del contador de agua fría se ha adecuado a los caudales nominales y máximos de la instalación.

- Cálculo del grupo de presión

El volumen del depósito se ha calculado para el caudal máximo simultáneo de la instalación con un tiempo estimado de utilización de 20 minutos. Si bien, considerando el reducido número de aseos y la experiencia de uso en otros edificios de esta tipología se reduce el depósito a una capacidad adecuada al uso.

- Cálculo de las bombas

Dado que se ha instalado un grupo de presión convencional el cálculo de las bombas se ha realizado en función del caudal y de las presiones de arranque y

parada de la bomba. Como la caudal punta es de 2,9 l/s, inferior a 10 l/s, se han instalado dos bombas mas una de reserva.

- Cálculo del diámetro nominal del reductor de presión

El diámetro nominal se ha establecido aplicando los valores especificados en la tabla 4.6 en función del caudal máximo simultáneo.

Tabla 4.6. Valores del diámetro nominal en función del caudal máximo simultáneo

Diámetro nominal	Caudal máximo simultáneo	
	dm <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h
15	0,5	1,8
20	0,8	2,9
25	1,3	4,7
32	2,0	7,2
<b>40</b>	<b>2,3</b>	<b>8,3</b>
<b>50</b>	<b>3,6</b>	<b>13,0</b>
65	6,5	23,0
80	9,0	32,0
100	12,5	45,0
125	17,5	63,0
150	25,0	90,0
200	40,0	144,0
250	75,0	270,0

- Dimensionado de los sistemas y equipos de tratamiento de agua

No es de aplicación dado que no hay tratamiento de agua en el edificio.

El cálculo detallado de los caudales, diámetros y espesores se puede ver en el anejo 'Cálculo de Instalaciones' y en los planos I.FO\_1, I.FO\_2 e I.FO\_3.

## 4.5-DB HR | PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

### 4.5.1. JUSTIFICACIÓN DE LA OPCIÓN GENERAL DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

Se presentan aquí los resultados más desfavorables de aislamiento acústico calculados en el edificio, clasificados de acuerdo con las distintas combinaciones de recintos emisores y receptores presentes en la normativa vigente.

En concreto, se comprueba el cumplimiento de las exigencias acústicas descritas en el Apartado 2.1 del CTE DB HR, sobre los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo interior y exterior, y de aislamiento acústico a ruido de impactos, para los recintos habitables y protegidos del edificio.

Los resultados finales mostrados se acompañan de los valores intermedios más significativos, presentando la justificación de resultados de los casos típicos más desfavorables en fichas detalladas en este mismo documento.

#### Aislamiento a ruido aéreo interior, mediante elementos de separación verticales

Id	Recinto receptor	Recinto emisor	$R_{A,Dd}$ (dBA)	$R'_A$ (dBA)	$S_s$ (m <sup>2</sup> )	$V$ (m <sup>3</sup> )	$D_{nT,A}$ (dBA)	
							exigido	proyecto
Protegido - Otra unidad de uso								
1	DANZA 2 (Planta baja)	DANZA 1	53.2	51.0	21.85	185.1	50	55
Protegido - Recinto fuera de la unidad de uso (Zona común)								
2	DANZA 2 (Planta baja)	CIRCULACION PB	48.3	47.1	29.73	185.1	50	50
Protegido - De instalaciones								
3	SALA REUNIONES (Planta baja)	SALA DE CALDERA	60.1	55.4	14.37	36.4	55	55
Habitable (Zona común) - De instalaciones								
4	VESTIBULO S.A. 2 (Planta baja)	SALA DE CALDERA	60.1	57.0	14.45	38.1	45	56

**Notas:**

*Id:* Identificador de la ficha de cálculo detallado para la entrada de resultados en la tabla

*$R_{A,Dd}$ :* Índice ponderado de reducción acústica para la transmisión directa

*$R'_A$ :* Índice de reducción acústica aparente

*$S_s$ :* Área compartida del elemento de separación

*$V$ :* Volumen del recinto receptor

*$D_{nT,A}$ :* Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A

### Aislamiento a ruido aéreo interior, mediante elementos de separación horizontales

Id	Recinto receptor	Recinto emisor	R <sub>A,Dd</sub> (dBA)	R' <sub>A</sub> (dBA)	S <sub>S</sub> (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	D <sub>nT,A</sub> (dBA)	
							exigido	
	Protegido - Otra unidad de uso							
5	MUSICA Y MOVIMIENTO (Planta 1)	DANZA 2	55.4	53.9	45.67	148.2	50	54
	Protegido - Recinto fuera de la unidad de uso (Zona común)							
6	INSTRUMENTOS 2 (Planta 1)	ASEOS/VEST. 2 pb	54.0	49.7	4.86	38.4	50	54
	Protegido - De instalaciones							
7	DANZA 2 (Planta baja)	CLIMATIZACIÓN	55.3	52.5	22.27	185.1	55	57
	Habitable (Zona común) - De instalaciones							
8	CIRCULACION PB (Planta baja)	CLIMATIZACIÓN	55.3	51.3	7.49	439.4	45	64

**Notas:**

*Id:* Identificador de la ficha de cálculo detallado para la entrada de resultados en la tabla

*R<sub>A,Dd</sub>:* Índice ponderado de reducción acústica para la transmisión directa

*R'<sub>A</sub>:* Índice de reducción acústica aparente

*S<sub>S</sub>:* Área compartida del elemento de separación

*V:* Volumen del recinto receptor

*D<sub>nT,A</sub>:* Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A

### Nivel de ruido de impactos

Id	Recinto receptor	Recinto emisor	L <sub>n,w,Dd</sub> (dB)	L <sub>n,w,Df</sub> (dB)	L' <sub>n,w</sub> (dB)	V (m <sup>3</sup> )	L' <sub>nT,w</sub> (dB)	
							exigido	proyecto
	Protegido - Otra unidad de uso							
1	INSTRUMENTOS 2 (Planta 1)	INSTRUMENTOS 3	---	57.7		38.4	65	57
	Protegido - Recinto fuera de la unidad de uso (Zona común)							
2	DANZA 2 (Planta baja)	CIRCULACION PB	---	72.4		185.1	65	65
	Protegido - De instalaciones							
3	SALA REUNIONES (Planta baja)	SALA DE CALDERA	---	49.3		36.4	60	49
	Habitable (Zona común) - De instalaciones							
4	VESTIBULO S.A. 2 (Planta baja)	SALA DE CALDERA	---	49.2		38.1	60	48

**Notas:**

*Id:* Identificador de la ficha de cálculo detallado para la entrada de resultados en la tabla

*L<sub>n,w,Dd</sub>:* Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado para la transmisión directa

*L<sub>n,w,Df</sub>:* Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado para la transmisión indirecta

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

*V:* Volumen del recinto receptor

*L'<sub>nT,w</sub>:* Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado

### Aislamiento a ruido aéreo exterior

Id	Recinto receptor	%	R <sub>Atr,Dd</sub>	R' <sub>Atr</sub>	S <sub>S</sub>	V	D <sub>2m,nT,Atr</sub> (dBA)
----	------------------	---	---------------------	-------------------	----------------	---	------------------------------

		huecos	(dBA)	(dBA)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	exigido	proyecto
1	INSTRUMENTOS 2 (Aula de música), Planta 1	12.2	39.2	36.2	31.41	38.4	30	32
2	SALA REUNIONES (Zona administrativa), Planta baja	6.4	45.2	43.4	37.90	36.4	32	38

**Notas:**

*Id:* Identificador de la ficha de cálculo detallado para la entrada de resultados en la tabla

*% huecos:* Porcentaje de área hueca respecto al área total

*R<sub>Atr,Dd</sub>:* Índice ponderado de reducción acústica para la transmisión directa

*R'<sub>Atr</sub>:* Índice de reducción acústica aparente

*S<sub>s</sub>:* Área total en contacto con el exterior

*V:* Volumen del recinto receptor

*D<sub>2m,nT,Atr</sub>:* Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A

La tabla siguiente recoge la situación exacta en el edificio de cada recinto receptor, para los valores más desfavorables de aislamiento acústico calculados ( $D_{nT,A}$ ,  $L'_{nT,w}$ , y  $D_{2m,nT,Atr}$ ), mostrados en las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico impuestos en el Documento Básico CTE DB HR, calculados mediante la opción general.

Tipo de cálculo	Emisor	Recinto receptor		
		Tipo	Planta	Nombre del recinto
Ruido aéreo interior entre elementos de separación verticales	Recinto fuera de la unidad de uso	Protegido	Planta baja	DANZA 2 (Aula de música)
	De instalaciones		Planta baja	SALA REUNIONES (Zona administrativa)
	De instalaciones	Habitable	Planta baja	VESTIBULO S.A. 2 (Zona de circulación)
Ruido aéreo interior entre elementos de separación horizontales	Recinto fuera de la unidad de uso	Protegido	Planta 1	MUSICA Y MOVIMIENTO (Aula de música)
	De instalaciones		Planta baja	DANZA 2 (Aula de música)
	De instalaciones	Habitable	Planta baja	CIRCULACION PB (Zona de circulación)
Ruido de impactos en elementos de separación horizontales	Recinto fuera de la unidad de uso	Protegido	Planta baja	DANZA 2 (Aula de música)
	De instalaciones		Planta baja	SALA REUNIONES (Zona administrativa)
	De instalaciones	Habitable	Planta baja	VESTIBULO S.A. 2 (Zona de circulación)
Ruido aéreo exterior en fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior		Protegido	Planta 1	INSTRUMENTOS 2 (Aula de música)
		Protegido	Planta baja	SALA REUNIONES (Zona administrativa)

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico, calculado mediante la opción general de cálculo

recogida en el punto 3.1.3 (CTE DB HR), correspondiente al modelo simplificado para la transmisión acústica estructural de la UNE EN 12354, partes 1, 2 y 3.

Elementos de separación verticales entre:							
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico			
				en proyecto	exigido		
<b>Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso<sup>(1)</sup></b> (si los recintos no comparten puertas ni ventanas)	Protegido	Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 298.8$	<b><math>D_{nt,A} = 50 \text{ dBA} \geq 50 \text{ dBA}</math></b>			
		P3b	$R_A \text{ (dBA)} = 51.9$				
		Trasdosado					
		<b>Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso<sup>(1)</sup></b> (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		<b><math>R_A = 39 \text{ dBA} \geq 30 \text{ dBA}</math></b>	
				Puerta de paso interior, de madera			
		<b>De instalaciones</b>		Cerramiento		<b><math>R_A = 50 \text{ dBA} \geq 50 \text{ dBA}</math></b>	
P1							
De actividad		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 284.3$	<b><math>D_{nt,A} = 55 \text{ dBA} \geq 55 \text{ dBA}</math></b>			
		ANT_F2-TAB + trasdosado	$R_A \text{ (dBA)} = 51.1$				
		Trasdosado					
		Elemento base		No procede			
		Trasdosado					
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso <sup>(1)</sup> (si los recintos no comparten puertas ni ventanas)	Habitable	Elemento base		No procede			
		Trasdosado					
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso <sup>(1)(2)</sup> (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		No procede			
		Cerramiento					
<b>De instalaciones</b>		Elemento base	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 284.3$	<b><math>D_{nt,A} = 56 \text{ dBA} \geq 45 \text{ dBA}</math></b>			
		ANT_F1-TAB + trasdosado	$R_A \text{ (dBA)} = 51.1$				
De instalaciones (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Trasdosado					
		Puerta o ventana		No procede			
De actividad		Cerramiento		No procede			
		Elemento base		No procede			
		Trasdosado					
De actividad (si		Puerta o ventana		No procede			

los recintos comparten puertas o ventanas)		
	Cerramiento	No procede

<sup>(1)</sup> Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad

<sup>(2)</sup> Sólo en edificios de uso residencial u hospitalario

Elementos de separación horizontales entre:					
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico	
				en proyecto	exigido
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso <sup>(1)</sup>	Protegido	Forjado	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 332.3$	<b><math>D_{nt,A} = 54 \text{ dBA} \geq 50 \text{ dBA}</math></b>	
		Losa maciza (eq. colaborante 6/12)	$R_A \text{ (dBA)} = 54.0$		
		Suelo flotante	$\Delta R_A \text{ (dBA)} = 0$		
		F2			
		Techo suspendido			
		Falso techo perforado Rigitone 8/18 Active Air + MW 50 CA media 50cm	$\Delta R_A \text{ (dBA)} = 0$		
		Forjado	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 372.3$		
Forjado sanitario	$L_{n,w} \text{ (dB)} = 74.0$				
Suelo flotante	$\Delta L_w \text{ (dB)} = 0$				
F1b					
De instalaciones		Forjado	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 372.3$	<b><math>D_{nt,A} = 57 \text{ dBA} \geq 55 \text{ dBA}</math></b>	
		Forjado unidireccional	$R_A \text{ (dBA)} = 55.3$		
		Suelo flotante	$\Delta R_A \text{ (dBA)} = 0$		
		Techo suspendido		<b><math>L'_{nt,w} = 49 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}</math></b>	
		Forjado	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 375.0$		
		Solera	$L_{n,w} \text{ (dB)} = 73.9$		
		Suelo flotante	$\Delta L_w \text{ (dB)} = 20$		
Suelo flotante con lámina de espuma de polietileno de alta densidad de 10 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas en capa fina					
Techo suspendido					
De actividad		Forjado		No procede	
		Suelo flotante			
		Techo suspendido			
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso <sup>(1)</sup>	Habitable	Forjado		No procede	
		Suelo flotante			

## 6. Cumplimiento del CTE

	Techo suspendido		
<b>De instalaciones</b>	Forjado	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 372.3$	<b><math>D_{nt,A} = 64 \text{ dBA} \geq 45 \text{ dBA}</math></b>
	Forjado unidireccional	$R_A \text{ (dBA)} = 55.3$	
	Suelo flotante F1b	$\Delta R_A \text{ (dBA)} = 0$	
	Techo suspendido		
	Forjado	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 375.0$	<b><math>L'_{nt,w} = 48 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}</math></b>
	Solera	$L_{n,w} \text{ (dB)} = 73.9$	
	Suelo flotante Suelo flotante con lámina de espuma de polietileno de alta densidad de 10 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas en capa fina	$\Delta L_w \text{ (dB)} = 20$	
	Techo suspendido		
De actividad	Forjado		No procede
	Suelo flotante		
	Techo suspendido		

<sup>(1)</sup> Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad

<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior:</b>				
<b>Ruido exterior</b>	<b>Recinto receptor</b>	<b>Tipo</b>	<b>Aislamiento acústico</b>	
			<b>en proyecto</b>	<b>exigido</b>
<b><math>L_d = 65</math> dBA</b>	<b>Protegido (Aula)</b>	Parte ciega: A1 - TR MW50/YL13+13  C1b (Nivel forjado virtual) - Falso techo perforado Rigitone 8/18 Active Air + MW 50 CA media 50cm  Huecos: Ventana de v1_44.2 si (16 air) 66.2 si	<b><math>D_{2m,nT,Atr} = 32</math> dBA <math>\geq 30</math> dBA</b>	
<b><math>L_d = 65</math> dBA</b>	<b>Protegido (Estancia)</b>	Parte ciega: A1 - TR MW50/YL13+13  C1 (Nivel forjado virtual) - Falso techo continuo liso "PLACO" de placas de yeso laminado, suspendido con estructura metálica CA 30cm  Huecos: Ventana de v1_44.2 si (16 air) 66.2 si	<b><math>D_{2m,nT,Atr} = 38</math> dBA <math>\geq 32</math> dBA</b>	

#### 4.5.2. FICHAS JUSTIFICATIVAS DEL MÉTODO GENERAL DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y DE LA ABSORCIÓN ACÚSTICA

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de tiempo de reverberación y de absorción acústica, calculados mediante el método de cálculo general recogido en el punto 3.2.2 (CTE DB HR), basado en los coeficientes de absorción acústica medios de cada paramento

Tipo de recinto: <b>DANZA 1</b> (Aula de música), Planta baja		Volumen, V (m <sup>3</sup> ): 268.26					
Elemento	Acabado	SÁrea, (m <sup>2</sup> )	Coeficiente de absorción acústica medio $\alpha_m$				Absorción acústica (m <sup>2</sup> )
			500	1000	2000	$\alpha_m$	$\alpha_m \cdot S$
			0.04	0.05	0.05	0.05	3.53
C1 (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	76.93	0.85	0.80	0.70	0.78	60.00
A1	Placa yeso laminado acabado	91.89	0.05	0.09	0.07	0.07	6.43
A2b	Placa yeso laminado acabado	7.52	0.05	0.09	0.07	0.07	0.53
A2c	Placa yeso laminado acabado	6.02	0.05	0.09	0.07	0.07	0.42
P3b	Placa yeso laminado acabado	3.44	0.05	0.09	0.07	0.07	0.24
P2	Placa yeso laminado acabado	16.06	0.05	0.09	0.07	0.07	1.12
Wn 6+6/100/4+4	Vidrio	6.19	0.05	0.04	0.03	0.04	0.25
Ventana	Ventana de v1_44.2 si (16 air) 66.2 si	8.27	0.18	0.12	0.05	0.12	0.99
Objetos <sup>(1)</sup>	Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, A <sub>o,m</sub> (m <sup>2</sup> )				A <sub>o,m</sub> · N	
			500	1000	2000	A <sub>o,m</sub>	
Absorción aire <sup>(2)</sup>			Coeficiente de atenuación del aire $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )				4 · $\bar{m}_m$ · V
			500	1000	2000	$\bar{m}_m$	
Sí, V > 250 m <sup>3</sup>			0.003	0.005	0.01	0.006	6.44
A, (m <sup>2</sup> )	Absorción acústica del recinto resultante					$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$	79.96
T, (s)	Tiempo de reverberación resultante					$T = \frac{0,16 V}{A}$	0.5
Absorción acústica resultante de la zona común	A (m <sup>2</sup> )=					≥	Absorción acústica exigida = 0.2 · V
<b>Tiempo de reverberación resultante</b>	<b>T (s)=</b>					<b>0.5 ≤ 0.7</b>	<b>Tiempo de reverberación exigido</b>

<sup>(1)</sup> Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m<sup>3</sup>

<sup>(2)</sup> Sólo para volúmenes superiores a 250 m<sup>3</sup>

Tipo de recinto:		<b>DANZA 2</b> (Aula de música), Planta baja		Volumen, V (m³): 185.10			
Elemento	Acabado	SÁrea (m²)	Coeficiente de absorción acústica medio $\alpha_m$				Absorción acústica (m²)
			500	1000	2000	$\alpha_m$	$\alpha_m \cdot S$
Forjado unidireccional	Pavimento PVC	25.71	0.04	0.05	0.05	0.05	1.29
Forjado sanitario	Pavimento PVC	24.19	0.04	0.05	0.05	0.05	1.21
C1 (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	10.20	0.85	0.80	0.70	0.78	7.95
Losa maciza (eq. colaborante)	FT Rigitone 8/18 AA	32.39	0.85	0.80	0.70	0.78	25.26
A1	Placa yeso laminado acabado	28.66	0.05	0.09	0.07	0.07	2.01
A2c	Placa yeso laminado acabado	3.50	0.05	0.09	0.07	0.07	0.24
P3b	Placa yeso laminado acabado	17.65	0.05	0.09	0.07	0.07	1.24
P5b sin cámara	Placa yeso laminado acabado	11.34	0.05	0.09	0.07	0.07	0.79
W3 6+6/24/4+4 (>4,6m²)	Vidrio	10.18	0.05	0.04	0.03	0.04	0.41
P1c	Placa yeso laminado acabado	11.41	0.05	0.09	0.07	0.07	0.80
P2	Placa yeso laminado acabado	17.78	0.05	0.09	0.07	0.07	1.24
Wn 6+6/100/4+4	Vidrio	5.98	0.05	0.04	0.03	0.04	0.24
Tabique PYL 146/600(48+48) 2LM, estructura sin arriostrar	Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	13.39	0.05	0.09	0.07	0.07	0.94
Ventana	Ventana de vl_44.2 si (16 air) 66.2 si	9.69	0.18	0.12	0.05	0.12	1.16
Objetos <sup>(1)</sup>	Tipo		Área de absorción acústica equivalente media, $A_{o,m}$ (m²)				$A_{o,m} \cdot N$
			500	1000	2000	$A_{o,m}$	
Absorción aire <sup>(2)</sup>			Coeficiente de atenuación del $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )				$4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$
			500	1000	2000	$\bar{m}_m$	
No, V < 250 m³			0.003	0.005	0.01	0.006	---
A, (m²)			$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				44.78
Absorción acústica del recinto resultante							
T, (s)			$T = \frac{0,16 V}{A}$				0.7
Tiempo de reverberación resultante							
Absorción acústica resultante de la zona común							Absorción acústica exigida
A (m²)=			≥				= 0.2 · V
<b>Tiempo de reverberación resultante</b>							<b>Tiempo de reverberación exigido</b>
<b>T (s)=</b>			<b>0.7</b>	<b>≤</b>		<b>0.7</b>	

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

Tipo de recinto:		<b>MUSICA Y MOVIMIENTO</b> (Aula de música), Planta 1		Volumen, V (m <sup>3</sup> ): 148.23			
Elemento	Acabado	SÁrea ,(m <sup>2</sup> )	Coeficiente de absorción acústica medio $\alpha_m$				Absorción acústica (m <sup>2</sup> )
			500	1000	2000	$\alpha_m$	$\alpha_m \cdot S$
Losa maciza (eq. colaborante 6/12)	Pavimento PVC	36.86	0.04	0.05	0.05	0.05	1.84
C1 (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	38.98	0.85	0.80	0.70	0.78	30.40
A1	Pintura (a.a. equivalente)	59.75	0.04	0.06	0.06	0.05	2.99
Wn 6+6/100/4+4	Pintura (a.a. equivalente)	8.03	0.04	0.06	0.06	0.05	0.40
P5b sin cámara	Pintura (a.a. equivalente)	7.86	0.04	0.06	0.06	0.05	0.39
W3 6+6/40/4+4 (>4.6m <sup>2</sup> )	Pintura (a.a. equivalente)	10.42	0.04	0.06	0.06	0.05	0.52
Tabique PYL 146/600(48+48) 2LM, estructura sin arriostrar	Pintura (a.a. equivalente)	17.44	0.04	0.06	0.06	0.05	0.87
Ventana	Ventana de v1_44.2 si (16 air)	66.2 9.92	0.18	0.12	0.05	0.12	1.19
Objetos <sup>(1)</sup>	Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, A <sub>O,m</sub> (m <sup>2</sup> )				A <sub>O,m</sub> · N	
		500	1000	2000	A <sub>O,m</sub>		
Absorción aire <sup>(2)</sup>		Coeficiente de atenuación del $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )				4 · $\bar{m}_m$ · V	
		500	1000	2000	$\bar{m}_m$		
No, V < 250 m <sup>3</sup>		0.003	0.005	0.01	0.006	---	
A, (m <sup>2</sup> )	Absorción acústica del recinto resultante	$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				38.61	
T, (s)	Tiempo de reverberación resultante	$T = \frac{0,16 V}{A}$				0.6	
Absorción acústica resultante de la zona común	Absorción acústica exigida	≥				= 0.2 · V	
A (m <sup>2</sup> )=							
<b>Tiempo de reverberación resultante</b>	<b>T (s)=</b>	<b>0.6 ≤ 0.7</b>				<b>Tiempo de reverberación exigido</b>	

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m<sup>3</sup>(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m<sup>3</sup>

Tipo de recinto:		<b>INSTRUMENTOS 1</b> (Aula de música), Planta 1		Volumen, V (m <sup>3</sup> ): 40.72			
Elemento	Acabado	SÁrea (m <sup>2</sup> )	Coeficiente de absorción acústica medio $\alpha_m$				Absorción acústica (m <sup>2</sup> )
			500	1000	2000	$\alpha_m$	$\alpha_m \cdot S$
Losa maciza (eq. colaborante 6/12)	Pavimento PVC	9.75	0.04	0.05	0.05	0.05	0.49
C1b (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	12.54	0.85	0.80	0.70	0.78	9.78
A1	Pintura (a.a. equivalente)	11.40	0.04	0.06	0.06	0.05	0.57
P1	Pintura (a.a. equivalente)	18.49	0.04	0.06	0.06	0.05	0.92
P2	Pintura (a.a. equivalente)	14.22	0.04	0.06	0.06	0.05	0.71
W3 6+6/40/4+4 (<2.7m2)	Pintura (a.a. equivalente)	1.46	0.04	0.06	0.06	0.05	0.07
Ventana	Ventana de v1_44.2 si (16 air) 66.2	3.83	0.18	0.12	0.05	0.12	0.46
Puerta interior	Puerta de paso interior, de	1.87	0.06	0.08	0.10	0.08	0.15
Objetos <sup>(1)</sup>	Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, A <sub>o,m</sub> (m <sup>2</sup> )				A <sub>o,m</sub> · N	
			500	1000	2000	A <sub>o,m</sub>	
Absorción aire <sup>(2)</sup>			Coeficiente de atenuación del $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )				4 · $\bar{m}_m$ · V
			500	1000	2000	$\bar{m}_m$	
No, V < 250 m <sup>3</sup>			0.003	0.005	0.01	0.006	---
A, (m <sup>2</sup> ) Absorción acústica del recinto resultante			$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				13.15
T, (s) Tiempo de reverberación resultante			$T = \frac{0,16 V}{A}$				0.5
Absorción acústica resultante de la zona común			Absorción acústica exigida				
A (m <sup>2</sup> )=			≥				= 0.2 · V
<b>Tiempo de reverberación resultante</b>			<b>Tiempo de reverberación exigido</b>				
<b>T (s)=</b>			<b>0.5 ≤ 0.7</b>				

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m<sup>3</sup>(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m<sup>3</sup>

Tipo de recinto:		<b>INSTRUMENTOS 2</b> (Aula de música), Planta 1		Volumen, V (m³): 38.37			
Elemento	Acabado	SÁrea (m²)	Coeficiente de absorción acústica medio $\alpha_m$				Absorción acústica (m²)
			500	1000	2000	$\alpha_m$	$\alpha_m \cdot S$
Losa maciza (eq. colaborante 6/12)	Pavimento PVC	9.78	0.04	0.05	0.05	0.05	0.49
C1b (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	12.61	0.85	0.80	0.70	0.78	9.84
A1	Pintura (a.a. equivalente)	14.98	0.04	0.06	0.06	0.05	0.75
P2	Pintura (a.a. equivalente)	26.38	0.04	0.06	0.06	0.05	1.32
P1	Pintura (a.a. equivalente)	5.20	0.04	0.06	0.06	0.05	0.26
W3 6+6/40/4+4 (<2.7m2)	Pintura (a.a. equivalente)	1.46	0.04	0.06	0.06	0.05	0.07
Ventana	Ventana de v1_44.2 si (16 air)	66.2	0.18	0.12	0.05	0.12	0.46
Puerta interior	Puerta de paso interior, de	1.89	0.06	0.08	0.10	0.08	0.15
Objetos <sup>(1)</sup>	Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, $A_{O,m}$ (m²)				$A_{O,m} \cdot N$	
		500	1000	2000	$A_{O,m}$		
Absorción aire <sup>(2)</sup>		Coeficiente de atenuación del $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )				$4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$	
		500	1000	2000	$\bar{m}_m$		
No, V < 250 m³		0.003	0.005	0.01	0.006	---	
A, (m²)	Absorción acústica del recinto resultante	$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				13.34	
T, (s)	Tiempo de reverberación resultante	$T = \frac{0,16 V}{A}$				0.5	
Absorción acústica resultante de la zona común	A (m²)=	≥				Absorción acústica exigida = 0.2 · V	
<b>Tiempo de reverberación resultante</b>	<b>T (s)=</b>	<b>0.5 ≤ 0.7</b>				<b>Tiempo de reverberación exigido</b>	

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

Tipo de recinto:		<b>INSTRUMENTOS 3</b> (Aula de música), Planta 1		Volumen, V (m <sup>3</sup> ): 52.40			
Elemento	Acabado	SÁrea ,(m <sup>2</sup> )	Coeficiente de absorción acústica medio $\alpha_m$				Absorción acústica (m <sup>2</sup> )
			500	1000	2000	$\alpha_m$	$\alpha_m \cdot S$
Losa maciza (eq. colaborante 6/12)	Pavimento PVC	10.29	0.04	0.05	0.05	0.05	0.51
C1b (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	12.01	0.85	0.80	0.70	0.78	9.37
A1	Pintura (a.a. equivalente)	19.40	0.04	0.06	0.06	0.05	0.97
P1	Pintura (a.a. equivalente)	28.12	0.04	0.06	0.06	0.05	1.41
P2	Pintura (a.a. equivalente)	12.18	0.04	0.06	0.06	0.05	0.61
W3 6+6/40/4+4 (<2.7m2)	Pintura (a.a. equivalente)	1.91	0.04	0.06	0.06	0.05	0.10
Ventana	Ventana de v1_44.2 si (16 air)	66.2	0.18	0.12	0.05	0.12	0.45
Puerta interior	Puerta de paso interior, de	1.89	0.06	0.08	0.10	0.08	0.15
Objetos <sup>(1)</sup>	Tipo	Área de absorción acústica equivalente media, A <sub>o,m</sub> (m <sup>2</sup> )				A <sub>o,m</sub> · N	
		500	1000	2000	A <sub>o,m</sub>		
Absorción aire <sup>(2)</sup>		Coeficiente de atenuación del $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )				4 · $\bar{m}_m$ · V	
		500	1000	2000	$\bar{m}_m$		
No, V < 250 m <sup>3</sup>		0.003	0.005	0.01	0.006	---	
A, (m <sup>2</sup> )	Absorción acústica del recinto resultante					13.57	
		$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$					
T, (s)	Tiempo de reverberación resultante					0.6	
		$T = \frac{0,16 V}{A}$					
Absorción acústica resultante de la zona común					Absorción acústica exigida		
A (m <sup>2</sup> )=	≥				= 0.2 · V		
<b>Tiempo de reverberación resultante</b>					<b>Tiempo de reverberación exigido</b>		
<b>T (s)=</b>	<b>0.6 ≤ 0.7</b>				<b>exigido</b>		

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m<sup>3</sup>(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m<sup>3</sup>

Tipo de recinto: <b>LENGUAJE MUSICAL</b> (Aula de música), Planta 1		Volumen, V (m <sup>3</sup> ): 102.49					
Elemento	Acabado	SÁrea (m <sup>2</sup> )	Coeficiente de absorción acústica medio $\alpha_m$				Absorción acústica (m <sup>2</sup> )
			500	1000	2000	$\alpha_m$	$\alpha_m \cdot S$
Losa maciza (eq. colaborante 6/12)	Pavimento PVC	27.46	0.04	0.05	0.05	0.05	1.37
C1 (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	30.00	0.85	0.80	0.70	0.78	23.40
A1b A1+cerámica	Placa yeso laminado acabado	16.43	0.05	0.09	0.07	0.07	1.15
A1	Placa yeso laminado acabado	16.75	0.05	0.09	0.07	0.07	1.17
A2c	Placa yeso laminado acabado	2.57	0.05	0.09	0.07	0.07	0.18
P1	Placa yeso laminado acabado	31.89	0.05	0.09	0.07	0.07	2.23
W3 6+6/40/4+4 (>4.6m <sup>2</sup> )	Vidrio	4.93	0.05	0.04	0.03	0.04	0.20
W5 4+4/10/3+3	Vidrio	7.16	0.05	0.04	0.03	0.04	0.29
Ventana	Ventana de v1_44.2 si (16 air) 66.2 16.39		0.18	0.12	0.05	0.12	1.97
Objetos <sup>(1)</sup>	Tipo		Área de absorción acústica equivalente media, A <sub>O,m</sub> (m <sup>2</sup> )				A <sub>O,m</sub> · N
			500	1000	2000	A <sub>O,m</sub>	
Absorción aire <sup>(2)</sup>			Coeficiente de atenuación del $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )				4 · $\bar{m}_m$ · V
			500	1000	2000	$\bar{m}_m$	
No, V < 250 m <sup>3</sup>			0.003	0.005	0.01	0.006	---
A, (m <sup>2</sup> )			$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				31.96
Absorción acústica del recinto resultante							
T, (s)			$T = \frac{0,16 V}{A}$				0.5
Tiempo de reverberación resultante							
Absorción acústica resultante de la zona común							Absorción acústica exigida
A (m <sup>2</sup> )=			≥				= 0.2 · V
<b>Tiempo de reverberación resultante</b>							<b>Tiempo de reverberación exigido</b>
<b>T (s)=</b>			<b>0.5</b>	<b>≤</b>		<b>0.7</b>	<b>exigido</b>

<sup>(1)</sup> Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m<sup>3</sup>

<sup>(2)</sup> Sólo para volúmenes superiores a 250 m<sup>3</sup>

Tipo de recinto: <b>CIRCULACIÓN P1, ESCALERA P1,</b> (Zona de circulación, Escaleras), Planta 1				Volumen, V (m <sup>3</sup> ): 187.65				
Elemento	Acabado	SÁrea,(m <sup>2</sup> )	Coeficiente de absorción acústica medio $\alpha_m$				Absorción acústica (m <sup>2</sup> )	
			500	1000	2000	$\alpha_m$	$\alpha_m \cdot S$	
Losa (eq. maciza)	Pavimento PVC	33.54	0.04	0.05	0.05	0.05	1.68	
C1 (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	38.25	0.85	0.80	0.70	0.78	29.84	
C1b (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	11.05	0.85	0.80	0.70	0.78	8.62	
C1 (Nivel forjado virtual)		12.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.12	
C1b (Nivel forjado virtual)		5.27	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	
A1	Placa yeso laminado acabado	4.35	0.05	0.09	0.07	0.07	0.30	
A3	Placa yeso laminado acabado	35.57	0.05	0.09	0.07	0.07	2.49	
A2c	Placa yeso laminado acabado	1.89	0.05	0.09	0.07	0.07	0.13	
P1	Placa yeso laminado acabado	68.15	0.05	0.09	0.07	0.07	4.77	
P2	Placa yeso laminado acabado	2.27	0.05	0.09	0.07	0.07	0.16	
W3 6+6/40/4+4 (>4.6m <sup>2</sup> )	Vidrio	33.80	0.05	0.04	0.03	0.04	1.35	
P5b sin cámara	Placa yeso laminado acabado	16.45	0.05	0.09	0.07	0.07	1.15	
W5 4+4/10/3+3	Vidrio	7.14	0.05	0.04	0.03	0.04	0.29	
W3 6+6/40/4+4 (<2.7m <sup>2</sup> )	Vidrio	3.69	0.05	0.04	0.03	0.04	0.15	
Ventana	Ventana de v1_44.2 si (16 air) 66.2 si	4.96	0.18	0.12	0.05	0.12	0.59	
Puerta interior	Puerta de paso interior, de madera	5.65	0.06	0.08	0.10	0.08	0.45	
A1b A1+cerámica	Placa yeso laminado acabado	7.41	0.05	0.09	0.07	0.07	0.52	
A2	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 10.59 50 mm		0.01	0.01	0.01	0.01	0.11	
Objetos <sup>(1)</sup>	Tipo		Área de absorción acústica equivalente media, A <sub>o,m</sub> (m <sup>2</sup> )				A <sub>o,m</sub> · N	
			500	1000	2000	A <sub>o,m</sub>		
Absorción aire <sup>(2)</sup>			Coeficiente de atenuación del aire $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )				4 · $\bar{m}_m$ · V	

6. Cumplimiento del CTE

	500	1000	2000	$\bar{m}_m$	
No, V < 250 m <sup>3</sup>	0.003	0.005	0.01	0.006	---
A, (m <sup>2</sup> ) Absorción acústica del recinto resultante	$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{o,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				52.77
T, (s) Tiempo de reverberación resultante	$T = \frac{0,16 V}{A}$				0.6
<b>Absorción acústica resultante de la zona común</b>				<b>Absorción acústica exigida</b>	
<b>A (m<sup>2</sup>)=</b>	<b>52.77</b>	<b>≥</b>	<b>37.53</b>	<b>= 0.2 · V</b>	
Tiempo de reverberación resultante				Tiempo de reverberación exigido	
T (s)=				<b>≤</b>	exigido

<sup>(1)</sup> Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m<sup>3</sup>

<sup>(2)</sup> Sólo para volúmenes superiores a 250 m<sup>3</sup>

Tipo de recinto:		<b>CIRCULACIÓN P1, ESCALERA P1</b> (Zona de circulación, Escaleras), Planta 1				Volumen, V (m³): 187.65	
Elemento	Acabado	SÁrea,(m²)	Coeficiente de absorción acústica medio $\alpha_m$				Absorción acústica $\alpha_m \cdot S$
			500	1000	2000	$\alpha_m$	
Losa maciza (eq. colaborante 6/12)	Pavimento PVC	33.54	0.04	0.05	0.05	0.05	1.68
C1 (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	38.25	0.85	0.80	0.70	0.78	29.84
C1b (Nivel forjado virtual)	FT Rigitone 8/18 AA	11.05	0.85	0.80	0.70	0.78	8.62
C1 (Nivel forjado virtual)		12.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.12
C1b (Nivel forjado virtual)		5.27	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05
A1	Placa yeso laminado acabado	4.35	0.05	0.09	0.07	0.07	0.30
A3	Placa yeso laminado acabado	35.57	0.05	0.09	0.07	0.07	2.49
A2c	Placa yeso laminado acabado	1.89	0.05	0.09	0.07	0.07	0.13
P1	Placa yeso laminado acabado	68.15	0.05	0.09	0.07	0.07	4.77
P2	Placa yeso laminado acabado	2.27	0.05	0.09	0.07	0.07	0.16
W3 6+6/40/4+4 (>4.6m²)	Vidrio	33.80	0.05	0.04	0.03	0.04	1.35
P5b sin cámara	Placa yeso laminado acabado	16.45	0.05	0.09	0.07	0.07	1.15
W5 4+4/10/3+3	Vidrio	7.14	0.05	0.04	0.03	0.04	0.29
W3 6+6/40/4+4 (<2.7m²)	Vidrio	3.69	0.05	0.04	0.03	0.04	0.15
Ventana	Ventana de v1_44.2 si (16 air) 66.2 si	4.96	0.18	0.12	0.05	0.12	0.59
Puerta interior	Puerta de paso interior. de madera	5.65	0.06	0.08	0.10	0.08	0.45
A1b A1+cerámica	Placa yeso laminado acabado	7.41	0.05	0.09	0.07	0.07	0.52
A2	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 10.59 50 mm	10.59	0.01	0.01	0.01	0.01	0.11
Objetos <sup>(1)</sup>	Tipo		Área de absorción acústica equivalente media, $A_{O,m}$ (m²)				$A_{O,m} \cdot N$
			500	1000	2000	$A_{O,m}$	
Absorción aire <sup>(2)</sup>			Coeficiente de atenuación del aire $\bar{m}_m$ (m <sup>-1</sup> )				$4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$
			500	1000	2000	$\bar{m}_m$	
No, V < 250 m³			0.003	0.005	0.01	0.006	---
A, (m²)			$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				52.77
Absorción acústica del recinto resultante							
T, (s)			$T = \frac{0,16 V}{A}$				0.6
Tiempo de reverberación resultante							

<b>Absorción acústica resultante de la zona común</b>			<b>Absorción acústica</b>
<b>A (m²)=</b>	<b>52.77</b>	<b>≥</b>	<b>37.53 = 0.2 · V</b>
Tiempo de reverberación resultante			Tiempo exigido
<b>T (s)=</b>		<b>≤</b>	

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

(2) Sólo para volúmenes superiores a 250 m³

### 4.5.3. NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE

En los recintos habitables y protegidos del edificio, se limitan los niveles de ruido y vibraciones que las instalaciones del edificio pueden transmitir a los mismos, de acuerdo a los límites fijados por los objetivos de calidad acústica expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

Para estimar los niveles de inmisión sonora de los recintos sensibles del edificio, producidos por las instalaciones del edificio, se procede a calcular los niveles de presión sonora de cada equipo o abertura del sistema de climatización, para, seguidamente, combinar los equipos según sus tiempos de funcionamiento para hallar el nivel sonoro continuo equivalente que soporta, en cada tramo horario, cada recinto receptor.

#### 4.5.3.1. Criterios de cálculo

##### Cálculo del nivel de presión sonora continuo equivalente producido por cada equipo

El cálculo del nivel de presión sonora,  $L_p$ , producido por cada equipo en funcionamiento, con independencia del perfil de uso horario del mismo, se calcula atendiendo a la siguiente formulación:

$$L_{p,A} = L_{w,A} + 10 \log \left( \frac{D}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) + \left\{ -D_{nT,A} + 10 \log \left( \frac{0.161V}{AT_0} \right) \right\}$$

La expresión depende de la potencia sonora de la fuente,  $L_w$ , de la directividad de la fuente y su distancia al receptor, de la reverberación que se produce en el recinto donde se produce la emisión sonora, si la fuente está confinada en un espacio cerrado, y del aislamiento acústico del elemento de separación entre recintos, cuando la fuente no se encuentra en el recinto receptor. La presencia del término logarítmico en la resta del aislamiento acústico responde a la necesidad de deshacer la estandarización (subíndice nT) de la diferencia de niveles calculada ( $D_{nT,A}$  ó  $D_{2m,nT,A}$ ).

### Cálculo del nivel de presión sonora producido por el sistema de climatización

Para las aberturas del sistema de climatización, se procesa cada camino sonoro desde cada uno de los equipos productores de ruido hasta cada abertura, calculando la atenuación sonora de cada tramo de la red, para cada una de las bandas centrales de octava, de 125Hz a 4kHz, según el método de cálculo expuesto en la Norma EN 12354-5. De esta forma, se calcula la potencia sonora resultante de cada elemento productor de ruido para cada frecuencia a la salida de cada abertura, según la expresión:

$$L_{w,o} = L_{w,i} - \sum_{j=1}^n (\Delta L_{w,j})$$

Cada potencia sonora resultante se suma a la salida, y se corrige con la atenuación producida en el recinto receptor, estimando así los niveles de presión sonora producidos por cada abertura, en bandas de octava y en variables globales ponderadas A, obteniendo también la clasificación según curvas NR de evaluación del ruido provocado por cada abertura.

### Cálculo del nivel sonoro continuo equivalente por intervalo horario

Se muestra en este apartado la composición de niveles de presión sonora continua equivalente de cada equipo y abertura de aire para los intervalos de uso horario establecidos, agrupados conforme a los periodos temporales de evaluación definidos en el Anexo I del Real Decreto 1367/2007 por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, calculados según:

$$L_{Aeq,T,i} = 10 \log \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{\frac{L_{p,i}}{10}} \right)$$

donde  $t_i$  representa las horas de funcionamiento del equipo en cada intervalo  $T$  considerado, siendo estos de 12 h para el día ( $T = d$ , de 7 h a 19 h), 4 h para la tarde ( $T = e$ , de 19 h a 23 h) y 8 h para la noche ( $T = n$ , de 23 h a 7 h).

Se muestra también el índice de ruido día-tarde-noche,  $L_{den}$ , asociado a la molestia global producida a lo largo del día por cada equipo y por el conjunto de los mismos, definido en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005 por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. La formulación utilizada para calcularlo, que realiza el ruido producido en el periodo nocturno, es la siguiente:

$$L_{den} = 10 \log \left( \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,d}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,e}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,n}+10}{10}} \right) \right)$$

La composición de niveles sonoros continuos equivalentes de varias fuentes se realiza como suma de niveles sonoros, y los resultados finales para el recinto receptor se comparan, si es necesario, con los valores límite  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$  fijados como objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable (tabla B, Anexo II, RD 1367/2007), o bien con los valores límite  $L_{K,d}$ ,  $L_{K,e}$  y  $L_{K,n}$ , para el ruido transmitido a locales colindantes por actividades (tabla B2, Anexo III, RD 1367/2007).

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{Aeq,T,i}}{10}} \right) \leq \begin{cases} L_T \\ L_{K,T} \end{cases}; T = \{d, e, n\}$$

#### 4.5.3.2. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A

Se presenta a continuación una tabla con los recintos con resultados más desfavorables de nivel de inmisión sonora producido por los equipos e instalaciones del edificio, clasificados de acuerdo a la normativa vigente.

En la tabla se presentan los niveles alcanzados de inmisión sonora continuos equivalentes para los intervalos horarios de día, tarde y noche, junto con los valores exigidos donde proceda, y el índice de ruido día-tarde-noche,  $L_{den}$ .

**Nivel de inmisión sonora producido por las instalaciones del edificio**

Id	Recinto receptor	Tipo de recinto receptor	L <sub>Aeq,d</sub> (dBA)		L <sub>Aeq,e</sub> (dBA)		L <sub>Aeq,n</sub> (dBA)		L <sub>den</sub> (dB)
			exigido	proyecto	exigido	proyecto	exigido	proyecto	
1	DANZA 2	Protegido	40	37.0	40	36.0	---	---	36.6
2	GRUPO DE PRESION	De instalaciones	---	93.0	---	93.0	---	---	93.1
3	CIRCULACION PB, VESTÍBULO Y SECRETARÍA, CIRCULACION SALA ACTOS, CIRCULACIÓN PASO, ESCALERA PB	Habitable (Zona común)	---	45.0	---	29.0	---	---	42.1

**Notas:**  
*L<sub>Aeq,T</sub>*: Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A de ruido aéreo en el intervalo T, dBA.  
*L<sub>den</sub>*: Índice de ruido día-tarde-noche, dB.

#### 4.5.4. COMENTARIOS SOBRE ALGUNOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

##### VIDRIOS INTERIORES DE SEPARACIÓN DE AULAS

Los vidrios laminados con función de aislamiento acústico deben llevar lámina stadip (o equivalente) con espesor mínimo 2-76.

Dado que cuanto más grandes sean los paños de vidrio menos aíslan, se recomienda que en la medida que lo permita el diseño del proyecto, estos paños sean lo menores posible. De acuerdo al Catálogo de Elementos Constructivos del CTE, sobre una solución constructiva de vidrios dada, superficies menores de 2,7 m<sup>2</sup> mantienen el aislamiento y mayores de 4,6 m<sup>2</sup> lo reducen 3 dB.

Por sencillez constructiva se ha partido de un vidrio doble 66/cámara/44, modificando el espesor de la cámara según el caso y según el espesor del tabique que lo contiene. Hasta 32 mm lo da el propio 'climalit' y los valores de aislamiento los da el fabricante hasta 24mm. Por encima de eso hay que construir la cámara y los valores de aislamiento son estimados, aunque se cuenta con referencias de diversos estudios para justificar los valores.

Las soluciones de vidrio se han definido para que encajen en los tabiques y cumplen con el aislamiento que exige el DB HR para aulas. Se ha tratado de aumentar todo lo posible el aislamiento dado que son aulas donde va a haber música, pero también de forma realista, se ha querido mantener dichas soluciones dentro de lo razonable económica y técnicamente. A modo orientativo y aproximado resaltar la importancia del espesor de la cámara de aire en el aislamiento acústico. Respecto a una cámara de 16mm, una de 20mm aumenta el aislamiento 1 dB; una de 24mm 2 dB. Aunque un decibelio parece poco, conviene recordar que un incremento de 3 dB es el doble de energía (p.e. 60 dB + 60 dB = 63 dB)

Las soluciones constructivas adoptadas en el proyecto son:

- Aulas con pasillos: Vidrio 66/40/44, con junquillos y galce de 20 mm.
- Entre aulas: Vidrio 66/100 a 150/44, con material absorbente en el perímetro de la cámara.

Las hojas apoyarán en material elástico tipo EEPS, respetándose las separaciones de tabiques (sin contacto rígido entre hojas de vidrio, con sellados tipo neopreno y en lo posible con elementos de madera, aunque también pueden ser metálicos.

### **TABIQUES DOBLES ENTRE AULAS**

En el caso de que en obra se decida poner mecanismos o se realice cualquier tipo de perforación en los tabiques dobles de separación entre aulas, se recomienda que se coloque una placa intermedia sobre la cara interior de una de las hojas, aparte de las dos placas a cada lado.

### **TECHOS DE ABSORCIÓN ACÚSTICA**

En las aulas se ha instalado en toda la superficie del techo un falso techo descolgado de absorción acústica de placa de yeso perforada con lana mineral en la cámara., excepto en las zonas donde se sitúan las unidades interiores del sistema de climatización, donde es liso. Con esta solución se cumple en todos los casos que el tiempo de reverberación es igual o inferior a 0.7 segundos, tal como se establece en el CTE DB HR, siendo el mínimo de 0.5 segundos.

De cara a la puesta en obra de los techos y en previsión de que fuera necesario incluir otras partes sin perforación, se indican a continuación la proporción mínima de techo perforado en cada aula para que se cumpla la exigencia de tiempo de reverberación máximo.

- Danza 1: 85%
- Danza 2: 95%
- Música y Movimiento: 80%
- Instrumental 1 y 2: 70%
- Instrumental 3: 80% (no estoy seguro de si el volumen interior es igual que en las otras, aunque la cubierta sea distinta. Si es igual 70%)
- Lenguaje musical: 70%

Los valores de tiempo de reverberación máximo del DB HR son adecuados sobre todo para aulas de docencia principalmente orientadas a la comunicación oral,

pero en el caso de las aulas de música y de danza pueden ser demasiado bajos, por lo que se recomienda quedar más bien cerca de 0.7 segundos que de valores inferiores.

En cuanto a las zonas comunes, se han calculado también con toda la superficie del techo con falso techo absorbente, si bien con alrededor del 75% de la superficie se cumpliría la condición exigida de  $A = 0.2 \text{ V}$ . En este caso se recomienda que se mantenga toda la absorción, ya que contribuirá a la reducción de ruido transmitido a las aulas.

.

## 4.6-DB HE | EXIGENCIAS BÁSICAS DE AHORRO DE ENERGÍA

### 4.6.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

Este apartado contiene la documentación justificación del cumplimiento del CTE-HE0 Y HE1 del Proyecto 'Nuevo Espacio Cultural Polivalente en la localidad de Sevilla la Nueva' de acuerdo a la normativa vigente.

Se trata de un proyecto de nueva planta de uso docente en el que la justificación del comportamiento energético del edificio se ha realizado con el programa oficial HULC, tratando de realizar un modelo lo más ajustado posible a la realidad.

Los datos de resultados de demanda y consumo se han extraído de los documentos de certificación y verificación obtenidos con el procedimiento reconocido de calificación energética con la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC) HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3 de Marzo de 2017.

Para la elaboración del certificado energético se ha contado con la documentación completa del Proyecto de Ejecución

La comprobación de condensaciones superficiales e intersticiales se ha realizado mediante un procedimiento de cálculo basado en la norma UNE EN ISO 13788: 2002 'Características higrotérmicas de los elementos y componentes de edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo'

El valor de los puentes térmicos se ha tomado del catálogo de HULC o calculado mediante procedimiento basado en UNE EN ISO 10211: 2012, según el caso.

Los datos de los equipos de climatización, ventilación y producción de ACS se han tomado de los catálogos técnicos de los fabricantes.

La producción térmica para climatización se realiza con una bomba de calor condensada por aire y la de agua caliente sanitaria con paneles solares térmicos y caldera de apoyo de gas natural, con dos depósitos acumuladores en serie.

El presente documento contiene la justificación de la respuesta del edificio con la que se obtiene una calificación A.

#### 4.6.2. SECCIÓN HE 0 LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

##### Caracterización y cuantificación de la exigencia

De acuerdo con lo especificado en el punto 2, apartado 2.2, subapartado 2.2.1 el consumo energético de energía primaria no renovable del edificio no debe superar el valor límite  $C_{ep,lim}$ , que viene obtenido por la expresión:

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

Donde:

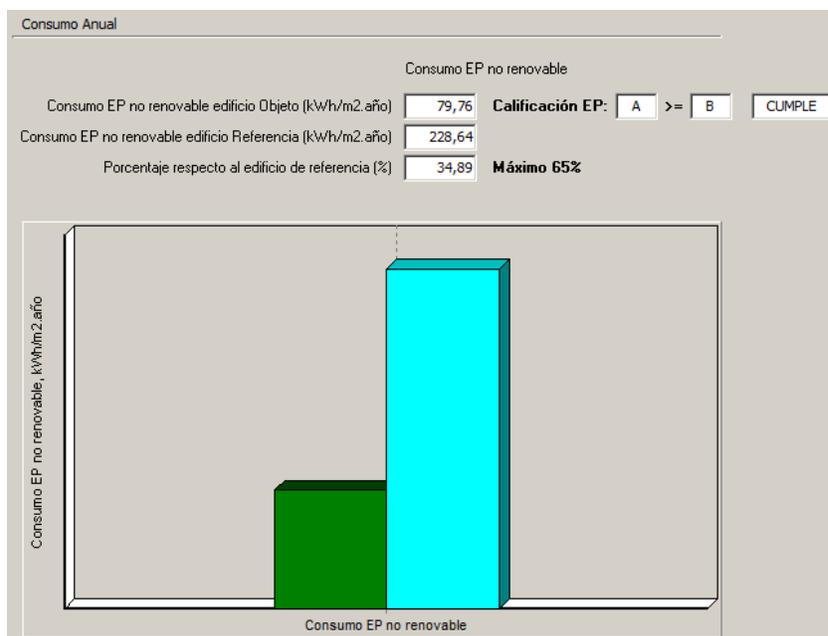
$C_{ep,lim}$  es el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, expresados en kWh/m<sup>2</sup>·año, considerada la superficie útil de los espacios habitables

$C_{ep,base}$  es el valor base del consumo energético de energía primaria no renovable dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio, que toma los valores de la tabla 2.1 expresados en kWh/m<sup>2</sup>·año

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

$S$  es la superficie útil de los espacios habitables del edificio en m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de los diferentes valores de consumo se ha utilizado el programa HULC, con el resultado siguiente:



**Consumo de energía primaria no renovable\*\***

Calificación ( $C_{ep}$ )	<input type="text" value="A"/>	Calificación mínima ( $C_{ep}$ )	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
$C_{ep}$	<input type="text" value="79,76"/>	kWh/m <sup>2</sup> año	$C_{ep,B-C}$	<input type="text" value="148,62"/>
Ahorro mínimo	Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE1			
$D_{cal(0,80),O}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80 ren/hora			
$D_{ref(0,80),O}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h			
$D_{G(0,80),O}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h			
$D_{cal(0,80),R}$	Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora			
$D_{ref(0,80),R}$	Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h			
$D_{G(0,80),R}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h			
$C_{ep}$	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto			
$C_{ep,B-C}$	Valor máximo de consumo de energía primaria no renovable para la clase B			

**Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia**

Con el fin de dar cumplimiento a la exigencia de este documento básico se adjunta la información solicitada en el apartado 3.2 "Justificación del cumplimiento de la exigencia"

a) *definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio, de acuerdo a la zonificación establecida en la sección HE1 de este DB*

El Proyecto está situado en el municipio de Sevilla la Nueva, en Madrid, a una altura de unos 674 metros sobre el nivel del mar, por lo que, de acuerdo con la tabla B.1 "Zonas climáticas de la Península Ibérica", le corresponde una zona Climática D3.

b) *procedimiento empleado para el cálculo de la demanda energética y el consumo energético*

Para el cálculo de la demanda energética y el consumo energético se ha utilizado la herramienta unificada HULC, válida desde el 14 de enero de 2016, en la última versión existente en el momento de realización de este documento, HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017

c) *demanda energética de los distintos servicios técnicos del edificio (calefacción, refrigeración, ACS y, en su caso, iluminación);*

Se adjuntan los datos de demanda y de consumos obtenidos a partir de la herramienta unificada HULC

Edificio Objeto		
* Demandas	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	47,0	21341,7
Refrigeración	17,5	7956,8

Edificio Objeto		
Consumos Energía Final	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	10,7	4861,6
Refrigeración	1,7	777,7
ACS	9,7	4399,6
Iluminación	0,0	0,0
Global	22,1	10038,9

Edificio Objeto		
Consumos Energía Primaria No Renovable	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	20,9	9499,6
Refrigeración	3,4	1519,7
ACS	11,5	5235,5
Iluminación	44,0	19952,6
Global	79,8	36207,4

Edificio Objeto		
Emisiones	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
Calefacción	3,5	1588,8
Refrigeración	0,6	272,4
ACS	2,4	1089,4
Iluminación	0,0	0,0
Global	6,5	2950,6

\* Estas demandas son de energía sensible y no incluyen las debidas a la ventilación en los sistemas

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	Edificio Objeto		
	6,5 A		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	C	47,0	21341,7
Demanda refrigeración	C	17,5	7956,8
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	A	20,9	9499,6
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	A	3,4	1519,7
Consumo energía primaria no renovable ACS	C	11,5	5235,5
Consumo energía primaria no renovable iluminación	B	44,0	19952,6
Consumo energía primaria no renovable totales	A	79,8	36207,4
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	A	3,5	1588,8
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	A	0,6	272,4
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	C	2,4	1089,4
Emisiones CO <sub>2</sub> iluminación	A	0,0	0,0
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	A	6,5	2950,6

d) descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos del edificio

Se adjunta tabla obtenida de la herramienta unificada (HULC)

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
RXYQ12	Unidad exterior en expansión directa	33,50	439,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
RXYQ12	Unidad exterior en expansión directa	33,50	1023,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS1_EQ1_EQ_Caldera-BajaTemperatura-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	56,23	93,00	GasNatural	Usuario

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m <sup>2</sup> )	VEEI (W/m <sup>2</sup> 100lux)	Iluminancia media (lux)
P02_E01	6,76	1,50	100,00
P02_E02	12,01	2,70	55,56
P04_E01	12,01	2,70	55,56
P04_E02	12,01	2,70	55,56
P04_E03	12,01	2,70	55,56
P05_E01	7,66	1,60	281,25
P05_E02	9,10	3,59	41,78
P06_E01	12,01	2,70	55,56
P06_E03	7,66	1,60	281,25
P07_E01	8,31	1,61	279,50
P08_E01	13,43	1,90	78,95
P08_E02	9,10	1,80	250,00
P08_E03	11,48	2,40	62,50
P08_E04	8,38	1,62	92,59
P03_E01	12,01	2,70	55,56

e) rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos del edificio

En la tabla anterior se incluyen los rendimientos de los distintos sistemas utilizados. Los datos se han tomado de las fichas técnicas de los fabricantes. Las curvas de los equipos de climatización del sistema VRV para la herramienta HULC se han obtenido del programa CALENER BD y para la caldera se han

dejado las que la herramienta proporciona por defecto para una caldera de baja temperatura con gas natural.

f) factores de conversión de energía final a energía primaria empleados;

Los que la herramienta unificada (HULC) considera y que se adjuntan a continuación:

Factores de paso de Energía Final			
Energético	a Energía Primaria Total (kWhEP/kWhEF)	a Energía Primaria No Renovable (kWhEPNR/kWhEF)	a Emisiones de CO2 (kgCO2/kWhEF)
Electricidad	2,368	1,954	0,331
Gasoleo calefaccion / Fuel-oil	1,182	1,179	0,311
GLP	1,204	1,201	0,254
Gas Natural	1,195	1,190	0,252
Carbon	1,084	1,082	0,472
Biomasa no densificada	1,037	0,034	0,018
Biomasa densificada (pelets)	1,113	0,085	0,018

g) para uso residencial privado consumo de energía procedente de fuentes de energía no renovables

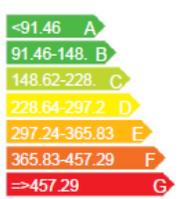
No es de aplicación

h) en caso de edificios de uso distinto al residencial privado, calificación energética para el indicador de energía primaria no renovable.

Se adjunta la certificación obtenida con HULC, que da como resultado calificación A (79.96 kWh/m<sup>2</sup>año)

## 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

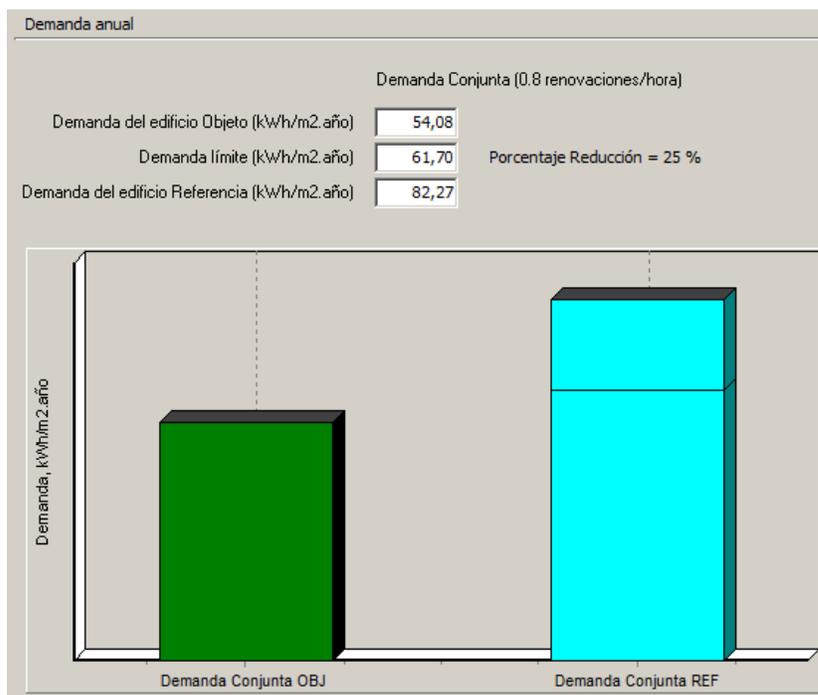
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
 <p>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m<sup>2</sup>año)<sup>1</sup></p>	79,76 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m <sup>2</sup> año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m <sup>2</sup> año)	C
		20,93		11,53	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m <sup>2</sup> año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m <sup>2</sup> año)	B
		3,35		43,96	

### 4.6.3. SECCIÓN HE 1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

## Caracterización y cuantificación de la exigencia

De acuerdo con lo especificado en el punto 2 "Cuantificación de la exigencia", apartado 2.2.1.1 "Limitación de la demanda energética del edificio" se deben cumplir las limitaciones de la demanda tanto para calefacción como para refrigeración

Para el cálculo de los diferentes valores de consumo se ha utilizado la herramienta unificada con el resultado siguiente



### Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta\* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h\*\*

Ahorro alcanzado (%)	34,26	Ahorro mínimo (%)	25,00	Sí cumple
$D_{ca(0,80),O}$	41,26 kWh/m <sup>2</sup> .año	$D_{ca(0,80),R}$	64,57 kWh/m <sup>2</sup> .año	
$D_{ref(0,80),O}$	18,32 kWh/m <sup>2</sup> .año	$D_{ref(0,80),R}$	25,29 kWh/m <sup>2</sup> .año	
$D_{G(0,80),O}$	54,08 kWh/m <sup>2</sup> .año	$D_{G(0,80),R}$	82,27 kWh/m <sup>2</sup> .año	

**Ahorro mínimo** Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE 1

$D_{ca(0,80),O}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),O}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),O}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{ca(0,80),R}$	Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),R}$	Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

$D_{G(0,80),R}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h
$C_{ep}$	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,B-C}$	Valor máximo de consumo de energía primaria no renovable para la clase B

### Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia

Con el fin de dar cumplimiento a la exigencia de este documento básico se adjunta la información solicitada en el apartado 3.2 "Justificación del cumplimiento de la exigencia"

*a) definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio, de acuerdo a la zonificación establecida en la sección HE1 de este DB*

El Proyecto está situado en el municipio de Sevilla la Nueva, en Madrid, a una altura de unos 674 metros sobre el nivel del mar, por lo que, de acuerdo con la tabla B.1 "Zonas climáticas de la Península Ibérica", le corresponde una zona Climática D3.

*b) descripción geométrica, constructiva y de usos del edificio: orientación, definición de la envolvente térmica, otros elementos afectados por la comprobación de la limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado, distribución y usos de los espacios, incluidas las propiedades higrotérmicas de los elementos.*

Se adjuntan los datos utilizados en la herramienta unificada HULC.

## Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Modo de obtención
FS1b	Fachada	22,81	0,37	Usuario
FS1b	Fachada	157,84	0,37	Usuario
F1	Fachada	212,48	0,26	Usuario
F1	Fachada	6,17	0,26	Usuario
F1	Fachada	117,12	0,26	Usuario
F1	Fachada	7,66	0,26	Usuario
F1	Fachada	66,36	0,26	Usuario
F1	Fachada	19,98	0,26	Usuario
F2	Fachada	6,15	0,34	Usuario
F2	Fachada	2,29	0,34	Usuario
F2	Fachada	40,42	0,34	Usuario
F2	Fachada	3,45	0,34	Usuario
F3	Fachada	21,85	0,25	Usuario
F3	Fachada	6,27	0,25	Usuario
C1a	Cubierta	101,70	0,19	Usuario
C1a	Cubierta	113,57	0,19	Usuario
C1a	Cubierta	18,65	0,19	Usuario
C1b	Cubierta	47,23	0,25	Usuario
C1b	Cubierta	14,55	0,25	Usuario
C1b	Cubierta	8,34	0,25	Usuario
C1b	Cubierta	6,02	0,25	Usuario
SOLERA	Suelo	119,80	3,20	Usuario
MURO SOTANO	Suelo	29,22	3,89	Usuario
MURO SOTANO	Fachada	3,42	3,89	Usuario
MURO SOTANO	Suelo	14,44	3,89	Usuario
MURO SOTANO	Suelo	30,17	3,89	Usuario
MURO SOTANO	Suelo	10,83	3,89	Usuario
MURO SOTANO	Suelo	4,94	3,89	Usuario
F SOT	Fachada	2,12	2,68	Usuario
F SOT	Fachada	10,97	2,68	Usuario
F SOT	Fachada	2,34	2,68	Usuario
FO1	Fachada	11,74	1,91	Usuario
F2b	Fachada	8,99	0,22	Usuario
F2b	Fachada	14,74	0,22	Usuario
F2b	Fachada	16,94	0,22	Usuario
F2c	Fachada	3,54	0,61	Usuario
F2c	Fachada	1,86	0,61	Usuario
F2c	Fachada	3,56	0,61	Usuario
F2c	Fachada	0,05	0,61	Usuario
F2c	Fachada	4,62	0,61	Usuario
F2c	Fachada	0,12	0,61	Usuario
C2	Cubierta	25,94	0,45	Usuario

## Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
V01	Hueco	4,09	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V01	Hueco	4,83	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V01	Hueco	5,54	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V01	Hueco	7,05	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V04	Hueco	11,07	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V05	Hueco	11,25	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V06	Hueco	5,64	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V07	Hueco	7,50	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V08	Hueco	12,16	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V09	Hueco	10,70	1,37	0,54	Usuario	Usuario
AV01	Hueco	12,09	1,42	0,53	Usuario	Usuario
AV02	Hueco	15,75	1,42	0,53	Usuario	Usuario
AV03	Hueco	3,60	1,42	0,53	Usuario	Usuario
AV04	Hueco	6,12	1,42	0,53	Usuario	Usuario
AV05	Hueco	16,35	1,42	0,53	Usuario	Usuario
AV08	Hueco	10,65	1,42	0,53	Usuario	Usuario
AV09	Hueco	11,48	1,42	0,53	Usuario	Usuario
AV10	Hueco	5,70	1,42	0,53	Usuario	Usuario
AV14	Hueco	6,72	1,42	0,53	Usuario	Usuario
V11	Hueco	2,20	1,37	0,54	Usuario	Usuario
V12	Hueco	4,62	1,37	0,54	Usuario	Usuario

c) perfil de uso y, en su caso, nivel de acondicionamiento de los espacios habitables.

Al tratarse de una escuela se ha elegido un perfil de uso de tipo 'no residencial' y '8 horas' excepto en los locales de instalaciones y el hueco del ascensor que se consideran como espacios 'no habitables'.

La intensidad de uso es 'Baja' en todos los locales excepto en las aulas de Danza 1, Danza 2 y Música y Movimiento donde se ha definido como 'Media'. Los locales destinados a aula, la secretaría y el vestíbulo principal del edificio se han considerado como 'Acondicionados', mientras que los aseos y pasillos se consideran como 'No acondicionados'.

Se adjuntan a continuación los datos utilizados en la herramienta unificada:

## 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Perfil de uso
P01_E01	119,80	perfildeusuario
P02_E01	45,67	noresidencial-8h-baja
P02_E02	13,36	noresidencial-8h-baja
P04_E01	11,79	noresidencial-8h-baja
P04_E02	4,04	noresidencial-8h-baja
P04_E03	10,03	noresidencial-8h-baja
P05_E01	45,77	noresidencial-8h-media
P05_E02	44,90	noresidencial-8h-baja
P06_E01	13,10	noresidencial-8h-baja
P06_E02	4,94	perfildeusuario
P06_E03	14,28	noresidencial-8h-media
P07_E01	81,03	noresidencial-8h-media
P08_E01	31,51	noresidencial-8h-baja
P08_E02	39,75	noresidencial-8h-media
P08_E03	37,35	noresidencial-8h-baja
P08_E04	38,53	noresidencial-8h-baja
P03_E01	22,81	noresidencial-8h-baja

d) procedimiento de cálculo de la demanda energética empleado para la verificación de la exigencia.

Para el cálculo de la demanda energética y el consumo energético se ha utilizado la herramienta unificada HULC, válida desde el 14 de enero de 2016, en la última versión existente en el momento de realización de este documento, HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017

e) valores de la demanda energética y, en su caso, porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia, necesario para la verificación de la exigencia

Se adjuntan los datos de demanda y de consumos obtenidos a partir de la herramienta unificada HULC

**Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta\* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h\*\***

Ahorro alcanzado (%)	<input type="text" value="34,26"/>	Ahorro mínimo (%)	<input type="text" value="25,00"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
$D_{cal(0,80),O}$	<input type="text" value="41,26"/> kWh/m <sup>2</sup> año	$D_{cal(0,80),R}$	<input type="text" value="64,57"/> kWh/m <sup>2</sup> año	
$D_{ref(0,80),O}$	<input type="text" value="18,32"/> kWh/m <sup>2</sup> año	$D_{ref(0,80),R}$	<input type="text" value="25,29"/> kWh/m <sup>2</sup> año	
$D_{G(0,80),O}$	<input type="text" value="54,08"/> kWh/m <sup>2</sup> año	$D_{G(0,80),R}$	<input type="text" value="82,27"/> kWh/m <sup>2</sup> año	

f) características técnicas mínimas que deben reunir los productos que se incorporen a las obras y sean relevantes para el comportamiento energético del edificio.

Según lo indicado en el resto de la documentación del proyecto.

g) Para justificar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de condensaciones intersticiales, los documentos de proyecto han incluir su verificación.

Se incluye a continuación la verificación de inexistencia de condensaciones intersticiales y superficiales en el edificio, calculada conforme a la norma EN ISO 13788, para las soluciones típicas del forjado sanitario, la fachada y la cubierta del edificio.

#### 4.6.4. CÁLCULO DE LAS CONDENSACIONES

De acuerdo al Documento de Apoyo al DB HE DA DB HE / 2 se han calculado para el mes de Enero con una temperatura interior de 20°C. Para el cálculo de la tasa de producción de humedad se ha considerado una higrometría de Clase 3.

En la tabla siguiente se indican los resultados resumidos. Los datos de  $f_{Rsi,mín}$  para la verificación de las condensaciones superficiales corresponden al mes más desfavorable y los de verificación de condensaciones intersticiales para la capa constructiva con resultados menos favorables.

En todos los casos se comprueba que no existen condensaciones superficiales ni intersticiales

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	CONDENSACIONES SUPERFICIALES	CONDENSACIONES INTERSTICIALES
Forjado sanitario	$f_{Rsi} = 0.920 \geq f_{Rsi,mín} = 0.626$	$P_{sat} = 962.080 > P_n = 792.601$
Fachada	$f_{Rsi} = 0.937 \geq f_{Rsi,mín} = 0.626$	$P_{sat} = 949.162 > P_n = 743.249$
Cubierta	$f_{Rsi} = 0.944 \geq f_{Rsi,mín} = 0.626$	$P_{sat} = 956.840 > P_n = 803.392$

$f_{Rsi}$ : Factor de resistencia superficial interior, calculado como  $(1 - U \cdot R_{si})$ , donde

Forjado sanitario:  $U = 0.332 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  y  $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Fachada:  $U = 0.254 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  y  $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

Cubierta:  $U = 0.223 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  y  $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

$f_{Rsi,mí}$  Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de  $\phi_{si,cr} \leq 0.8$ .

$P_{sat}$ : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

$P_n$ : Presión del vapor de agua, Pa.

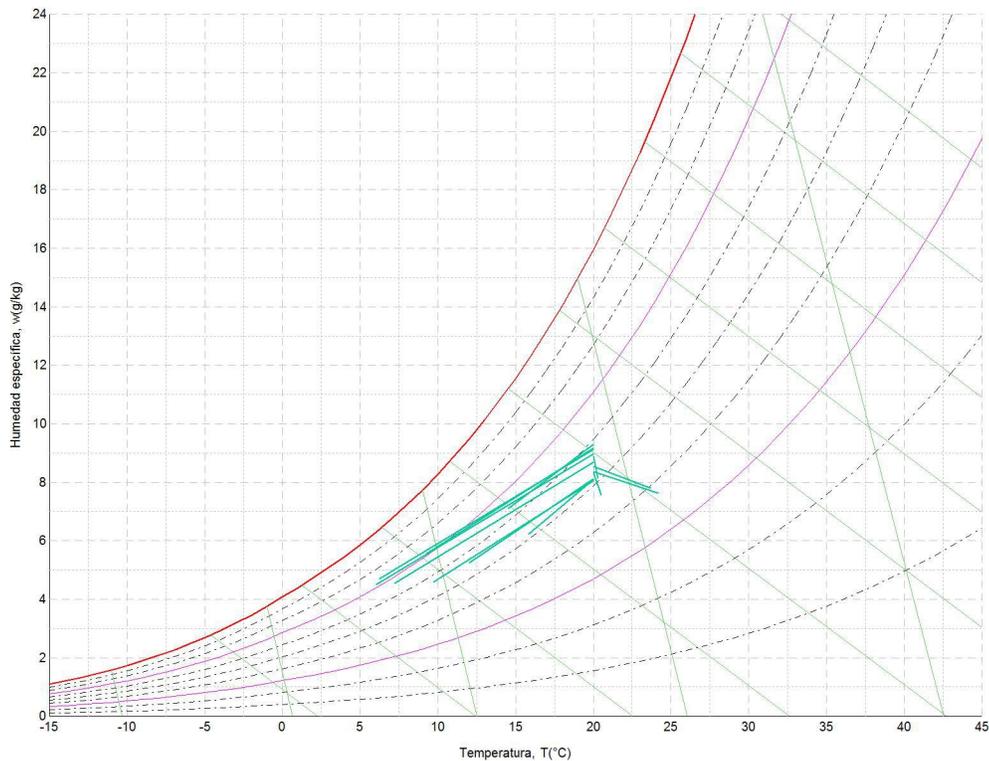
#### CONDICIONES HIGROTÉRMICAS DE CÁLCULO

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic

##### Condiciones exteriores

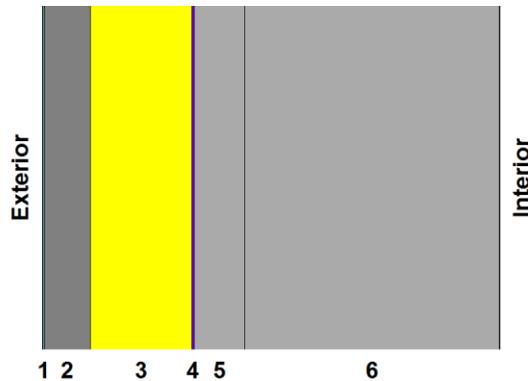
Temperatura, $\theta_e$	(°C)	6.0	7.2	9.7	12.0	15.8	20.5	24.2	23.7	20.3	14.5	9.2	6.2
Humedad relativa, $\varphi_e$	(%)	72	67	57	56	52	47	37	39	51	64	71	74
<b>Condiciones interiores</b>													
Temperatura, $\theta_i$	(°C)	20.0											
Clase de higrometría		3											

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **674 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



**CASO 1. FORJADO SANITARIO**

## DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO CONSTRUCTIVO



	<b>e</b> (cm)	<b>λ</b> (W/m·K)	<b>R</b> (m <sup>2</sup> ·K/W)	<b>μ</b>	<b>S<sub>a</sub></b> (m)
<b>R<sub>se</sub></b>			0.01		
1	0.1	0.170	0.00588	50000	50
2	4.5	1.000	0.04500	10	0.45
3	10.0	0.038	2.63158	20	2
4	0.2	0.330	0.00606	100000	200
5	5.0	2.500	0.02000	80	4
6	25.0	1.316	0.19000	80	20
<b>R<sub>si</sub></b>			0.17		

*e*: Espesor, cm.

*S<sub>a</sub>*: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.

*λ*: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

*R<sub>se</sub>*: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.

*R*: Resistencia térmica del material, m<sup>2</sup>·K/W.

*R<sub>si</sub>*: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.

*μ*: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.

Parámetros higrotérmicos del elemento:

<b>Magnitud</b>	<b>Uds.</b>	<b>Valor</b>
Espesor total del elemento, <i>e<sub>T</sub></i>	cm	44.8
Resistencia térmica total, <i>R<sub>T</sub></i>	m <sup>2</sup> ·K/W	3.1085
Espesor de aire equivalente total, <i>S<sub>d,T</sub></i>	m	276.45
Transmitancia térmica, <i>U</i>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0.322</b>
Factor de resistencia superficial interior, <i>f<sub>Rsi</sub></i>	--	<b>0.920</b>

*e<sub>T</sub>*: Espesor total del elemento, cm.

*R<sub>T</sub>*: Resistencia térmica total del elemento incluyendo *R<sub>se</sub>* y *R<sub>si</sub>*, m<sup>2</sup>·K/W.

*S<sub>d,T</sub>*: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.

*U*: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m<sup>2</sup>·K).

*f<sub>Rsi</sub>*: Factor de resistencia superficial interior, calculado como  $(1 - U \cdot R_{si})$ , donde  $U = 0.322$  W/m<sup>2</sup>·K y  $R_{si} = 0.25$  m<sup>2</sup>·K/W.

## CÁLCULO DEL FACTOR DE TEMPERATURA SUPERFICIAL INTERIOR PARA EVITAR LA HUMEDAD SUPERFICIAL CRÍTICA

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de  $\phi_{si,cr} \leq 0.8$ .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de  $f_{Rsi,min}$  queda como sigue:

	$\theta_e$ (°C)	$\phi_e$ (%)	$P_e$ (Pa)	$\Delta P$ (Pa)	$P_i$ (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$\theta_i$ (°C)	$\phi_i$ (%)	$f_{Rsi,min}$
<b>Enero</b>	6.0	71.9	672.83	596.64	1329.14	1661.42	14.6	20.0	56.9	0.614
<b>Febrero</b>	7.2	66.9	679.25	554.04	1288.70	1610.88	14.1	20.0	55.1	0.541
<b>Marzo</b>	9.7	56.7	682.70	465.29	1194.53	1493.16	13.0	20.0	51.1	0.316
<b>Abril</b>	12.0	55.7	781.22	383.64	1203.23	1504.04	13.1	20.0	51.5	0.133
<b>Mayo</b>	15.8	51.6	926.81	248.75	1200.43	1500.54	13.0	20.0	51.4	0.000
<b>Junio</b>	20.5	46.5	1122.47	100.00	1232.47	1540.59	13.4	20.0	52.7	--*
<b>Julio</b>	24.2	37.4	1130.17	100.00	1240.17	1550.22	13.5	20.0	53.1	--*
<b>Agosto</b>	23.7	39.4	1156.09	100.00	1266.09	1582.61	13.9	20.0	54.2	--*
<b>Septiembre</b>	20.3	50.6	1205.13	100.00	1315.13	1643.92	14.4	20.0	56.3	--*
<b>Octubre</b>	14.5	63.8	1053.21	294.89	1377.60	1722.00	15.2	20.0	58.9	0.118
<b>Noviembre</b>	9.2	70.9	825.18	483.05	1356.53	1695.66	14.9	20.0	58.0	0.529
<b>Diciembre</b>	6.2	74.0	701.40	589.54	1349.90	1687.38	14.8	20.0	57.8	0.626

\*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que  $\theta_e \geq \theta_i$ .

$\theta_e$ : Temperatura del aire exterior, °C.

$P_i$ : Presión de vapor en el ambiente interior, como suma de la presión exterior más el incremento de presión calculado, multiplicado por un coeficiente de seguridad de 1.10, Pa.

$\phi_e$ : Humedad relativa del aire exterior, %.

$P_{sat}(\theta_{si})$ : Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_i$ : Temperatura del aire interior, °C.

$\theta_{si,min}$ : Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.

$P_e$ : Presión de vapor en el ambiente exterior, Pa.

$\phi_i$ : Humedad relativa del aire interior calculada para las condiciones dadas, %.

$\Delta P$ : Incremento de presión de vapor en función de la clase de higrometría interior y de la temperatura exterior, conforme al Anexo A de la norma ISO 13788, Pa.

$f_{Rsi,min}$ : Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que  $f_{Rsi} = 0.920 > f_{Rsi,min} = 0.626$ , no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

## CÁLCULO DE CONDENSACIONES INTERSTICIALES EN EL MES DE ENERO

	$\theta$ (°C)	$P_{sat}$ (Pa)	$P_n$ (Pa)	$\varphi$ (%)	$g_c$ (g/(m <sup>2</sup> ·mes))	$M_a$ (g/m <sup>2</sup> )
Aire exterior	<b>6.01</b>	935.274	672.829	<b>71.9</b>		
Cara exterior	6.19	946.993	672.829	71.0	--	--
Interfase 1-2	6.22	948.728	791.532	83.4	--	--
Interfase 2-3	6.42	962.088	792.601	82.4	--	--
Interfase 3-4	18.26	2097.125	797.349	38.0	--	--
Interfase 4-5	18.29	2100.717	1272.161	60.6	--	--
Interfase 5-6	18.38	2112.608	1281.657	60.7	--	--
Cara interior	19.23	2228.542	1329.139	59.6	--	--
Aire interior	<b>20.00</b>	2336.951	1329.139	<b>56.9</b>		

$\theta$ : Temperatura, °C.

$\varphi$ : Humedad relativa, %.

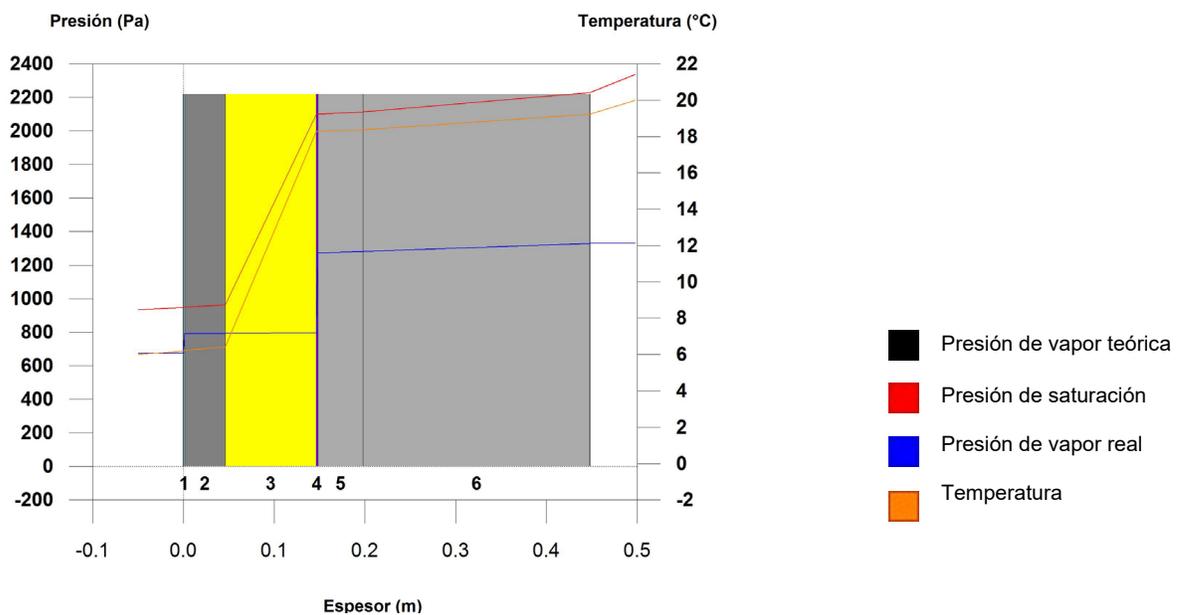
$P_{sat}$ : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

$g_c$ : Densidad de flujo de condensación, g/(m<sup>2</sup>·mes).

$P_n$ : Presión del vapor de agua, Pa.

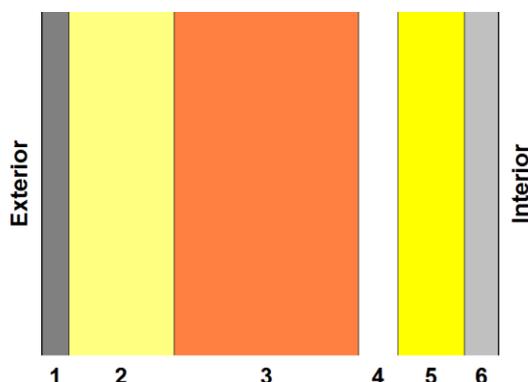
$M_a$ : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m<sup>2</sup>.

La presión de vapor de agua es siempre menor que la de saturación, por lo que no hay condensaciones intersticiales en el elemento.



**CASO 2. FACHADA**

## DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO CONSTRUCTIVO



	<b>e</b> (cm)	<b><math>\lambda</math></b> (W/m·K)	<b>R</b> (m <sup>2</sup> ·K/W)	<b><math>\mu</math></b>	<b>S<sub>a</sub></b> (m)	
<b>R<sub>se</sub></b>			0.01			
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	2.0	1.000	0.02000	10	0.2
2	Webertherm aislone	8.0	0.042	1.90476	1	0.08
3	BC con mortero convencional espesor 140 mm	14.0	0.438	0.32000	10	1.4
4	Cámara de aire sin ventilar	3.0		0.17000	1	0.03
5	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	5.0	0.040	1.25000	1	0.05
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.6	0.250	0.10400	4	0.104
<b>R<sub>si</sub></b>			0.13			

*e*: Espesor, cm.

*S<sub>a</sub>*: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.

*$\lambda$* : Conductividad térmica del material, W/(m·K).

*R<sub>se</sub>*: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.

*R*: Resistencia térmica del material, m<sup>2</sup>·K/W.

*R<sub>si</sub>*: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.

*$\mu$* : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.

Parámetros higrotérmicos del elemento:

<b>Magnitud</b>	<b>Uds.</b>	<b>Valor</b>
Espesor total del elemento, eT	cm	34.6
Resistencia térmica total, RT	m <sup>2</sup> ·K/W	3.9388
Espesor de aire equivalente total, S <sub>d,T</sub>	m	1.86
Transmitancia térmica, U	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0.254</b>
Factor de resistencia superficial interior, fR <sub>si</sub>	--	<b>0.937</b>

*E<sub>T</sub>*: Espesor total del elemento, cm.

*R<sub>T</sub>*: Resistencia térmica total del elemento incluyendo *R<sub>se</sub>* y *R<sub>si</sub>*, m<sup>2</sup>·K/W.

*S<sub>d,T</sub>*: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.

*U*: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m<sup>2</sup>·K).

*fR<sub>si</sub>*: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R<sub>si</sub>), donde U = 0.254 W/m<sup>2</sup>·K y R<sub>si</sub> = 0.25 m<sup>2</sup>·K/W.

## CÁLCULO DEL FACTOR DE TEMPERATURA SUPERFICIAL INTERIOR PARA EVITAR LA HUMEDAD SUPERFICIAL CRÍTICA

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de  $\phi_{si,cr} \leq$

### 0.8.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de  $f_{Rsi,min}$  queda como sigue:

	$\theta_e$	$\phi_e$	$P_e$	$\Delta P$	$P_i$	$P_{sat}(\theta_{si})$	$\theta_{si,min}$	$\theta_i$	$\phi_i$	$f_{Rsi,min}$
	(°C)	(%)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(°C)	(°C)	(%)	
<b>Enero</b>	6.0	71.9	672.83	596.64	1329.14	1661.42	14.6	20.0	56.9	0.614
<b>Febrero</b>	7.2	66.9	679.25	554.04	1288.70	1610.88	14.1	20.0	55.1	0.541
<b>Marzo</b>	9.7	56.7	682.70	465.29	1194.53	1493.16	13.0	20.0	51.1	0.316
<b>Abril</b>	12.0	55.7	781.22	383.64	1203.23	1504.04	13.1	20.0	51.5	0.133
<b>Mayo</b>	15.8	51.6	926.81	248.75	1200.43	1500.54	13.0	20.0	51.4	0.000
<b>Junio</b>	20.5	46.5	1122.47	100.00	1232.47	1540.59	13.4	20.0	52.7	--*
<b>Julio</b>	24.2	37.4	1130.17	100.00	1240.17	1550.22	13.5	20.0	53.1	--*
<b>Agosto</b>	23.7	39.4	1156.09	100.00	1266.09	1582.61	13.9	20.0	54.2	--*
<b>Septiembre</b>	20.3	50.6	1205.13	100.00	1315.13	1643.92	14.4	20.0	56.3	--*
<b>Octubre</b>	14.5	63.8	1053.21	294.89	1377.60	1722.00	15.2	20.0	58.9	0.118
<b>Noviembre</b>	9.2	70.9	825.18	483.05	1356.53	1695.66	14.9	20.0	58.0	0.529
<b>Diciembre</b>	6.2	74.0	701.40	589.54	1349.90	1687.38	14.8	20.0	57.8	0.626

\*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que  $\theta_e \geq \theta_i$

$\theta_e$ : Temperatura del aire exterior, °C.

$P_i$ : Presión de vapor en el ambiente interior, como suma de la presión exterior más el incremento de presión calculado, multiplicado por un coeficiente de seguridad de 1.10, Pa.

$\phi_e$ : Humedad relativa del aire exterior, %.

$P_{sat}(\theta_{si})$ : Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_i$ : Temperatura del aire interior, °C.

$\theta_{si,min}$ : Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.

$P_e$ : Presión de vapor en el ambiente exterior, Pa.

$\phi_i$ : Humedad relativa del aire interior calculada para las condiciones dadas, %.

$\Delta P$ : Incremento de presión de vapor en función de la clase de higrometría interior y de la temperatura exterior, conforme al Anexo A de la norma ISO 13788, Pa.

$f_{Rsi,min}$ : Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que  $f_{Rsi} = 0.937 > f_{Rsi,min} = 0.626$ , no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

## CÁLCULO DE CONDENSACIONES INTERSTICIALES EN EL MES DE ENERO

	$\theta$ (°C)	$P_{sat}$ (Pa)	$P_n$ (Pa)	$\phi$ (%)	$g_c$ (g/(m <sup>2</sup> ·mes))	$M_a$ (g/m <sup>2</sup> )
Aire exterior	<b>6.01</b>	935.274	672.829	<b>71.9</b>		
Cara exterior	6.15	944.512	672.829	71.2	--	--
Interfase 1-2	6.22	949.162	743.249	78.3	--	--
Interfase 2-3	12.99	1495.841	771.416	51.6	--	--
Interfase 3-4	14.13	1610.757	1264.353	78.5	--	--
Interfase 4-5	14.73	1674.900	1274.916	76.1	--	--
Interfase 5-6	19.17	2219.393	1292.521	58.2	--	--
Cara interior	19.54	2270.986	1329.139	58.5	--	--
Aire interior	<b>20.00</b>	2336.951	1329.139	<b>56.9</b>		

$\theta$ : Temperatura, °C.

$\phi$ : Humedad relativa, %.

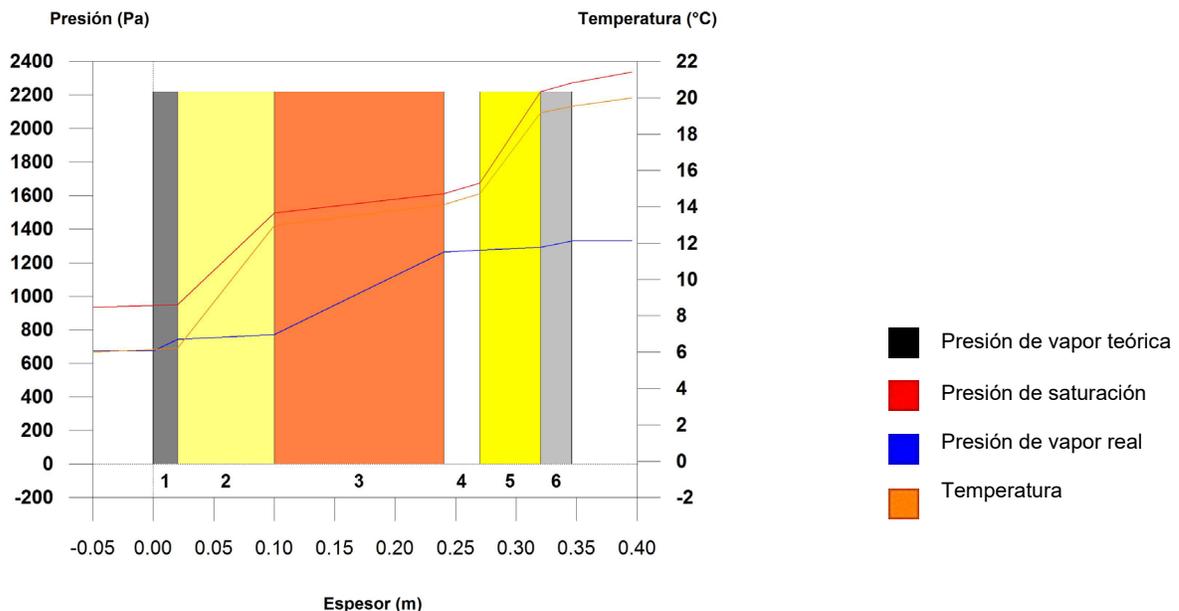
$P_{sat}$ : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

$g_c$ : Densidad de flujo de condensación, g/(m<sup>2</sup>·mes).

$P_n$ : Presión del vapor de agua, Pa.

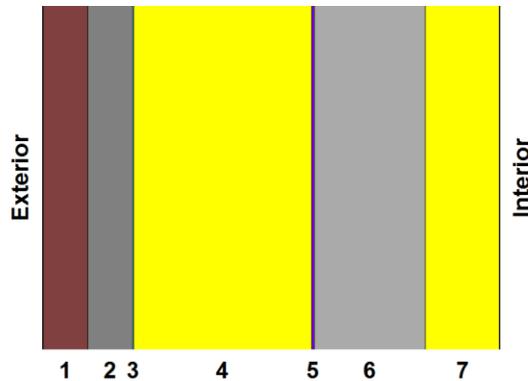
$M_a$ : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m<sup>2</sup>.

La presión de vapor de agua es siempre menor que la de saturación, por lo que no hay condensaciones intersticiales en el elemento.



**CASO 3. CUBIERTA**

## DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO CONSTRUCTIVO



		e (cm)	$\lambda$ (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\mu$	S <sub>d</sub> (m)
R <sub>se</sub>				0.01		
1	Plaqueta o baldosa cerámica	3.0	1.000	0.03000	30	0.9
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	3.0	1.000	0.03000	10	0.3
3	Cloruro de polivinilo [PVC]	0.1	0.170	0.00588	50000	50
4	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	12.0	0.040	3.00000	1	0.12
5	Polietileno baja densidad [LDPE]	0.2	0.330	0.00606	100000	200
6	Hormigón armado d > 2500	7.5	2.500	0.03000	80	6
7	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	5.0	0.040	1.25000	1	0.05
R <sub>si</sub>				0.10		

e: Espesor, cm.

S<sub>d</sub>: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.

$\lambda$ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).

R<sub>se</sub>: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.

R: Resistencia térmica del material, m<sup>2</sup>·K/W.

R<sub>si</sub>: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.

$\mu$ : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.

Parámetros higrrotérmicos del elemento:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e <sub>T</sub>	cm	30.8
Resistencia térmica total, R <sub>T</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	4.4919
Espesor de aire equivalente total, S <sub>d,T</sub>	m	257.37
Transmitancia térmica, U	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0.223</b>
<b>Factor de resistencia superficial interior, f<sub>Rsi</sub></b>	--	<b>0.944</b>

e<sub>T</sub>: Espesor total del elemento, cm.

R<sub>T</sub>: Resistencia térmica total del elemento incluyendo R<sub>se</sub> y R<sub>si</sub>, m<sup>2</sup>·K/W.

S<sub>d,T</sub>: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.

U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m<sup>2</sup>·K).

f<sub>Rsi</sub>: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R<sub>si</sub>), donde U = 0.223 W/m<sup>2</sup>·K y R<sub>si</sub> = 0.25 m<sup>2</sup>·K/W.

## CÁLCULO DEL FACTOR DE TEMPERATURA SUPERFICIAL INTERIOR PARA EVITAR LA HUMEDAD SUPERFICIAL CRÍTICA

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de  $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$ .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de  $f_{Rsi,min}$  queda como sigue:

	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_e$ (%)	$P_e$ (Pa)	$\Delta P$ (Pa)	$P_i$ (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$\theta_i$ (°C)	$\varphi_i$ (%)	$f_{Rsi,min}$
<b>Enero</b>	6.0	71.9	672.83	596.64	1329.14	1661.42	14.6	20.0	56.9	0.614
<b>Febrero</b>	7.2	66.9	679.25	554.04	1288.70	1610.88	14.1	20.0	55.1	0.541
<b>Marzo</b>	9.7	56.7	682.70	465.29	1194.53	1493.16	13.0	20.0	51.1	0.316
<b>Abril</b>	12.0	55.7	781.22	383.64	1203.23	1504.04	13.1	20.0	51.5	0.133
<b>Mayo</b>	15.8	51.6	926.81	248.75	1200.43	1500.54	13.0	20.0	51.4	0.000
<b>Junio</b>	20.5	46.5	1122.47	100.00	1232.47	1540.59	13.4	20.0	52.7	--*
<b>Julio</b>	24.2	37.4	1130.17	100.00	1240.17	1550.22	13.5	20.0	53.1	--*
<b>Agosto</b>	23.7	39.4	1156.09	100.00	1266.09	1582.61	13.9	20.0	54.2	--*
<b>Septiembre</b>	20.3	50.6	1205.13	100.00	1315.13	1643.92	14.4	20.0	56.3	--*
<b>Octubre</b>	14.5	63.8	1053.21	294.89	1377.60	1722.00	15.2	20.0	58.9	0.118
<b>Noviembre</b>	9.2	70.9	825.18	483.05	1356.53	1695.66	14.9	20.0	58.0	0.529
<b>Diciembre</b>	6.2	74.0	701.40	589.54	1349.90	1687.38	14.8	20.0	57.8	0.626

\*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que  $\theta_e \geq \theta_i$ .

$\theta_e$ : Temperatura del aire exterior, °C.

$P_i$ : Presión de vapor en el ambiente interior, como suma de la presión exterior más el incremento de presión calculado, multiplicado por un coeficiente de seguridad de 1.10, Pa.

$\varphi_e$ : Humedad relativa del aire exterior, %.

$P_{sat}(\theta_{si})$ : Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_i$ : Temperatura del aire interior, °C.

$\theta_{si,min}$ : Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.

$P_e$ : Presión de vapor en el ambiente exterior, Pa.

$\varphi_i$ : Humedad relativa del aire interior calculada para las condiciones dadas, %.

$\Delta P$ : Incremento de presión de vapor en función de la clase de higrometría interior y de la temperatura exterior, conforme al Anexo A de la norma ISO 13788, Pa.

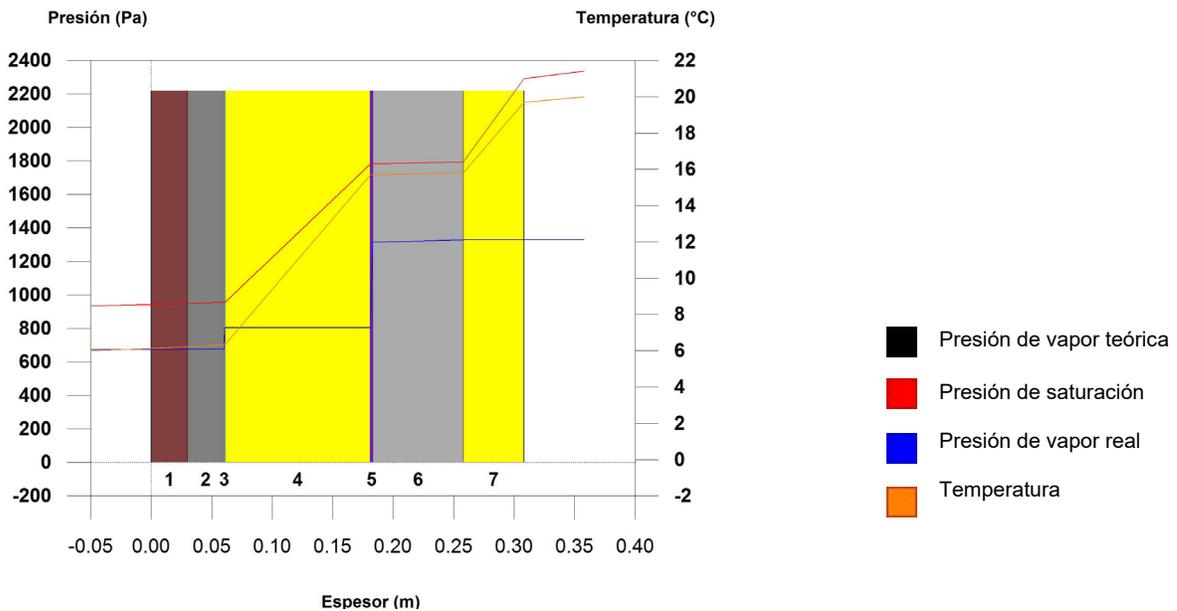
$f_{Rsi,min}$ : Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que  $f_{Rsi} = 0.944 > f_{Rsi,min} = 0.941$ , no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

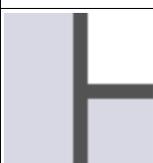
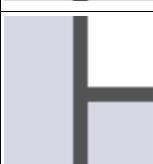
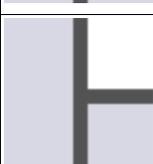
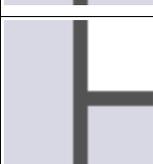
## CÁLCULO DE CONDENSACIONES INTERSTICIALES EN EL MES DE ENERO

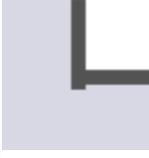
	$\theta$ (°C)	$P_{sat}$ (Pa)	$P_n$ (Pa)	$\varphi$ (%)	$g_c$ (g/(m <sup>2</sup> ·mes))	$M_a$ (g/m <sup>2</sup> )
Aire exterior	<b>6.01</b>	935.274	672.829	<b>71.9</b>		
Cara exterior	6.13	943.370	672.829	71.3	--	--
Interfase 1-2	6.23	949.483	675.124	71.1	--	--
Interfase 2-3	6.32	955.630	675.889	70.7	--	--
Interfase 3-4	6.34	956.840	803.392	84.0	--	--
Interfase 4-5	15.68	1780.828	803.698	45.1	--	--
Interfase 5-6	15.70	1782.982	1313.711	73.7	--	--
Interfase 6-7	15.80	1793.675	1329.011	74.1	--	--
Cara interior	19.69	2292.277	1329.139	58.0	--	--
Aire interior	<b>20.00</b>	2336.951	1329.139	<b>56.9</b>		

La presión de vapor de agua es siempre menor que la de saturación, por lo que no hay condensaciones intersticiales en el elemento.

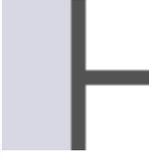
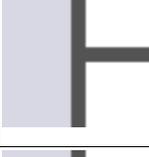
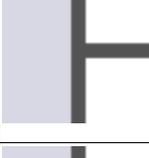


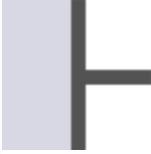
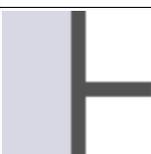
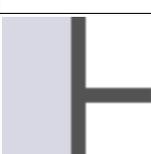
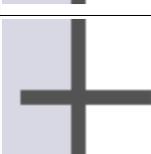
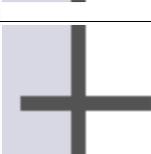
**DESCRIPCIÓN DE LOS PUENTES TÉRMICOS**

Encuentro de fachada con suelo	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
 <p>Suelos en contacto con el terreno sin continuidad entre el aislamiento de fachada y de solera</p>	3.89	0.21
 <p>Suelos en contacto con el terreno sin continuidad entre el aislamiento de fachada y de solera</p>	36.01	0.27
 <p>Suelos en contacto con el terreno sin continuidad entre el aislamiento de fachada y de solera</p>	2.37	0.31
 <p>Suelos en contacto con el terreno sin continuidad entre el aislamiento de fachada y de solera</p>	42.33	0.32
 <p>Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada</p>	13.51	0.29
 <p>Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada</p>	8.78	0.31
 <p>Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada</p>	0.95	0.32
 <p>Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada</p>	22.33	0.36
 <p>Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada</p>	23.91	0.37

	Forjado inferior en contacto con el aire exterior * Transmitancia del elemento U: 0.2731 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	2.35	0.10
---	--	------	------

\* Cálculo efectuado conforme a la norma UNE EN ISO 10211

Encuentro de fachada con forjado intermedio		Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2526 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	0.20	0.21
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2526 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	1.10	0.32
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2527 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	0.89	0.27
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2527 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	2.60	0.29
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2535 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	13.50	0.11
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2537 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	3.75	0.43
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2537 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	13.50	0.01
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2537 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	20.37	0.08

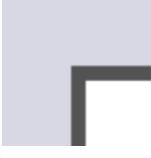
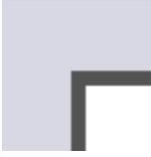
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2537 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	4.67	0.10
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.3101 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	0.20	0.33
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.3101 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	1.10	0.21
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.5540 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	3.75	0.10
	Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada	5.59	0.37
	Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada	0.56	1.04
	Frente de forjado * Transmitancia del elemento U: 0.2537 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	2.33	0.05
	Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada	6.16	0.38

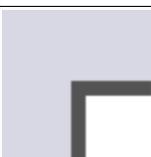
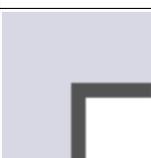
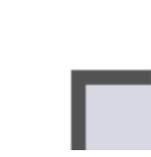
\* Cálculo efectuado conforme a la norma UNE EN ISO 10211

Encuentro de fachada con cubierta	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
 C.P. HULC	212.10	0.29
 Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.1926 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	0.57	0.26
 Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.2065 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	1.21	0.11
 Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.2066 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	5.96	0.11
 Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.2170 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	11.90	0.10
 Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.2608 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	0.38	0.14
 Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.2910 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	4.59	0.32
 Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.2920 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	9.55	0.30
 Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.3541 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	3.69	0.19

	Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.3578 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	11.95	0.21
	Cubierta plana * Transmitancia del elemento U: 0.3990 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	3.89	0.51

\* Cálculo efectuado conforme a la norma UNE EN ISO 10211

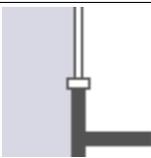
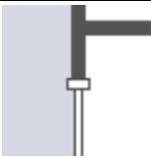
Encuentro entre fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
 E.EXT. HULC	16.98	0.04
 Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.2388 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	1.09	0.07
 Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.2532 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	5.01	0.06
 Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.2535 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	10.04	0.06
 Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.2537 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	45.05	0.06
 Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.3890 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	3.66	0.08

	Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.4039 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	6.06	0.08
	Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.4039 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	7.89	0.09
	Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.4103 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	0.30	0.10
	Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.4110 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	5.13	0.12
	Esquina saliente * Transmitancia del elemento U: 0.5540 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	5.95	0.05
	Esquinas salientes (al exterior)	4.67	0.08
	Esquinas salientes (al exterior)	26.98	0.09
	E.INT. HULC	5.70	-0.06
	Esquina entrante * Transmitancia del elemento U: 0.2536 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	2.91	-0.12
	Esquina entrante * Transmitancia del elemento U: 0.2536 W/(m <sup>2</sup> ·K) Salto térmico: 25.00 °C	2.84	-0.12

 <p>Esquina entrante *</p> <p>Transmitancia del elemento U: 0.2537 W/(m<sup>2</sup>·K) Salto térmico: 25.00 °C</p>	14.87	-0.12
 <p>Esquina entrante *</p> <p>Transmitancia del elemento U: 0.3320 W/(m<sup>2</sup>·K) Salto térmico: 25.00 °C</p>	4.00	-0.07
 <p>Esquina entrante *</p> <p>Transmitancia del elemento U: 0.3320 W/(m<sup>2</sup>·K) Salto térmico: 25.00 °C</p>	4.00	-0.07
 <p>Esquina entrante *</p> <p>Transmitancia del elemento U: 0.4039 W/(m<sup>2</sup>·K) Salto térmico: 25.00 °C</p>	2.82	-0.08
 <p>Esquina entrante *</p> <p>Transmitancia del elemento U: 0.4039 W/(m<sup>2</sup>·K) Salto térmico: 25.00 °C</p>	6.26	-0.08
 <p>Esquina entrante *</p> <p>Transmitancia del elemento U: 0.5540 W/(m<sup>2</sup>·K) Salto térmico: 25.00 °C</p>	27.68	-0.09
 <p>Esquinas entrantes (al interior)</p>	3.21	-0.47
 <p>Esquinas entrantes (al interior)</p>	7.73	-0.41
 <p>Esquinas entrantes (al interior)</p>	24.17	-0.14
 <p>Esquinas entrantes (al interior)</p>	3.66	-0.13

 <p>Esquinas entrantes (al interior)</p>	7.99	-0.11
---	------	-------

\* Cálculo efectuado conforme a la norma UNE EN ISO 10211

Encuentro de fachada con carpintería	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
 <p>ALF. HULC</p>	70.72	0.09
 <p>DINT. HULC</p>	70.72	0.16
 <p>JAMB. HULC</p>	162.26	0.08

#### **4.6-DB HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas**

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE.

Para el presente proyecto de ejecución es de aplicación el RITE, ya que las instalaciones térmicas del edificio son instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS (agua caliente sanitaria) que están destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

**FICHA JUSTIFICATIVA DEL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS. Real Decreto 1027/2007.**

**DATOS DEL PROYECTO**

Obra:	NUEVO ESPACIO CULTURAL POLIVALENTE EN LA LOCALIDAD DE SEVILLA LA NUEVA (MADRID)		
Emplazamiento:	Calle Villanueva, 18		
Localidad:	Sevilla la Nueva, Madrid	C.P.:	28609
Promotor:	Excmo. Ayuntamiento de Sevilla la Nueva	CIF:	P2814100J
Arquitecto / Sociedad:	EQUIPO L2G ARQUITECTOS ASOCIADOS, S.L.P.	CIF:	B-85181303

**ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO**

- Edificio de nueva planta.
- Reforma por incorporación de nuevos sistemas de climatización o de producción de agua caliente sanitaria.
- Reforma por modificación de los sistemas de climatización o de producción de agua caliente sanitaria existentes.
- Reforma por sustitución de los sistemas generadores de frío o de calor por otros de diferentes características.
- Reforma por el cambio en el tipo de energía utilizada o por la incorporación de energías renovables.
- Reformar por cambio de uso del edificio.

La producción de agua caliente sanitaria se realiza en el edificio existente situado junto al edificio nuevo objeto del proyecto. El sistema de producción de ACS se compone de un sistema de producción principal nuevo con paneles solares térmicos y de un sistema auxiliar con una caldera de baja temperatura con gas natural existente (Roca G100). Esta caldera da también servicio de calefacción al edificio

existente. Por este motivo la potencia que se considera utilizada para el servicio del edificio nuevo es exclusivamente la de producción de ACS, que una vez realizados los cálculos para la situación más desfavorable sin aporte solar, para un volumen de acumulación de 500 litros a 60°C, con un tiempo de preparación de 2 horas y un rendimiento de transferencia de calor de 0.90, resulta de 16 kW.

La producción térmica de climatización es exclusiva del edificio nuevo objeto del proyecto.

## TIPO DE INSTALACIÓN PREVISTA EN EL PROYECTO

### INSTALACIONES INDIVIDUALES

#### Generadores de calor:

#### Generadores de frío:

ACS (kW)	56.2 kW	Refrigeradores (kW)	33.5 kW
Caldera de baja temperatura		Bomba de calor por aire	
Calefacción (kW)	33.5 kW		
Bomba de calor por aire			
Mixtos (kW)			
PRODUCCIÓN TOTAL DE CALOR:	89.7 kW		
POTENCIA TÉRMICA NOMINAL TOTAL (kW):			89.7 kW

### INSTALACIONES COLECTIVAS CENTRALIZADAS

Tipo de instalación: -

Nº de calderas	-	Potencia calorífica total	-
Nº de máquinas frigoríficas	-	Potencia frigorífica total	-
POTENCIA TÉRMICA NOMINAL TOTAL (Kw):			-

### OTRAS INSTALACIONES

Tipo de instalación: -

Características	-
POTENCIA TÉRMICA NOMINAL TOTAL (Kw):	
-	

**DOCUMENTACIÓN TÉCNICA EXIGIDA**

- Instalaciones de generación de frío o calor (P, potencia
- térmica nominal a instalar):
- $P > 70 \text{ kW}$  PROYECTO redactado y firmado por técnico competente (según artículo 16) Cuando estos sean distintos del autor del Proyecto de Edificación, deben actuar coordinadamente con este.
  - $70 \text{ kW} \geq P \geq 5 \text{ kW}$  MEMORIA TÉCNICA elaborada por instalador autorizado o por técnico competente (sobre impreso según modelo de la Comunidad Autónoma, según artículo 17)
  - $P < 5 \text{ kW}$  No es preceptiva la presentación de documentación ante la Comunidad Autónoma.

- Instalaciones de producción de agua caliente sanitaria por
- medio de calentadores instantáneos, calentadores acumuladores o termos eléctricos.

$P^* \leq 70 \text{ kW}$  No es preceptiva la presentación de documentación ante la Comunidad Autónoma.

\* De cada uno de los aparatos por separado o la suma.

- Sistemas solares consistentes en un único elemento prefabricado.
- No es preceptiva la presentación de documentación ante la Comunidad Autónoma.

**INSTALACIONES ESPECÍFICAS**

- Producción de ACS por colectores solares planos. (ITE 10.1)

**Tipo de instalación:** -

Superficie total de colectores	7.09 m <sup>2</sup>	Número de colectores	3 en serie
Caudal de diseño	440 l/h	Volumen del acumulador	477 litros

POTENCIA DEL EQUIPO CONVENCIONAL AUXILIAR (Kw): 16 kW

## VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE NIVEL SONORO EN AMBIENTE INTERIOR PRODUCIDOS POR LA INSTALACIÓN.

Valores máximos de niveles sonoros de dBA según tabla 3 ITE 02.2.3.1				
	DIA		NOCHE	
Tipo de local	V <sub>max</sub> Admisible	Valor de Proyecto	V <sub>max</sub> Admisible	Valor de Proyecto

### CHIMENEAS.

- Instalaciones individuales, según lo establecido en la NTE-ISH.
- Generadores de calor de sistemas de climatización con potencias menores de 10 Kw.
- Generadores de calor de sistemas de climatización con potencias mayores de 10 Kw, según norma UNE 123.100.

### PRESCRIPCIONES

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente al edificio llevarán el marcado CE siempre que se haya establecido su entrada en vigor, y la certificación de conformidad de los equipos y materiales se realizará mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente y según las prescripciones del artículo 18.

La ejecución de las instalaciones se realizará por empresas instaladoras autorizadas, y bajo la dirección de un técnico titulado competente si la instalación ha requerido la realización de un proyecto.

El instalador autorizado o el director de la instalación, en su caso, realizará los controles relativos a:

- Control de recepción en obra de los equipos y materiales.
- Control de la ejecución de la instalación.
- Control de la instalación terminada.

Una vez finalizada la instalación, se realizarán las pruebas de servicio exigidas, y si éstas ofrecen un resultado satisfactorio, el instalador autorizado y el director de la instalación, en su caso, suscribirán el certificado de la instalación según modelo facilitado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

#### **4.6-DB HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria**

De acuerdo al DB HE 4, en el proyecto se han incorporado paneles solares térmicos para la producción de ACS. La justificación de la instalación proyectada (Ver Anexo de Cálculo de Instalaciones y plano I.ES\_1) se ha realizado con la herramienta CHEQ4, con los siguientes resultados.

# CHEQ4



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

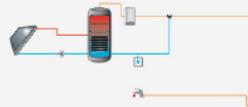
## Datos del proyecto

Nombre del proyecto	NUEVO ESPACIO CULTURAL POLIVALENTE
Comunidad	Madrid
Localidad	Sevilla la Nueva
Dirección	Calle Villanueva, 18

## Datos del autor

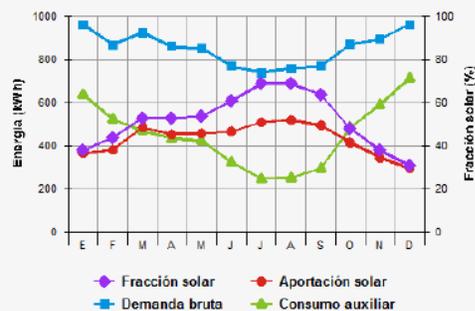
Nombre	
Empresa o institución	EQUIPO L2G ARQUITECTOS ASOCIADOS, SLP
Email	estudio@l2garquitectos.com
Teléfono	915423254

## Características del sistema solar



Localización de referencia	Sevilla la Nueva (Madrid)											
Altura respecto la referencia [m]	5											
Sistema seleccionado	Instalación de consumidor único con interacumulador											
Demanda [l/día a 60°C]	480											
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

## Resultados



Fracción solar [%]	51
Demanda neta [kWh]	9.575
Demanda bruta [kWh]	10.260
Aporte solar [kWh]	5.203
Consumo auxiliar [kWh]	5.411
Reducción de emisiones de [kg de CO <sub>2</sub> ]	1.123

# CHEQ4



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Parámetros del sistema		Verificación en obra
<b>Campo de captadores</b>		
Captador seleccionado	EKSV 26P ( Daikin )	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	NP-28310 - Verificar vigencia	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	3,0	<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	3,0	<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	0,3	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	0,0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	50,0	<input type="checkbox"/>
<b>Circuito primario/secundario</b>		
Caudal circuito primario [l/h]	440,0	<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante [%]	0,0	<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	28,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	12,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	30,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>
<b>Sistema de apoyo</b>		
Tipo de sistema	Caldera de baja temperatura	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Gas natural	<input type="checkbox"/>
<b>Acumulación</b>		
Volumen [l]	477,0	<input type="checkbox"/>
<b>Distribución</b>		
Longitud del circuito de distribución [m]	94,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	32,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>
Temperatura de distribución [°C]	50,0	<input type="checkbox"/>

# CHEQ4



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

## Cálculo del sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	9.575
Demanda ACS de referencia [kWh]	4.372
Demanda calefacción CALENER [kWh]	20.100
Consumo energía primaria [kWh]	28.462
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> ]	5.742

### 4.6-DB HE 4. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

No procede, el proyecto se encuentra fuera del ámbito de aplicación de esta sección.

#### **4.7-ANEXO | EXIGENCIAS DE DOCUMENTACIÓN DE FIN DE LA OBRA**

Para asegurar el cumplimiento del requisito de protección frente al ruido se ha hecho uso de la Normativa Básica vigente.

En la documentación de fin de la obra se dejará constancia de:

1. Las verificaciones y pruebas de servicio realizadas para comprobar las prestaciones finales del edificio.
2. Las modificaciones autorizadas por el director de obra.

Asimismo, se incluirán:

3. La relación de controles efectuados durante la dirección de obra y sus resultados.
4. Las instrucciones de uso y mantenimiento.

Sevilla la Nueva, 15 de diciembre de 2023

Exmo Ayto de Sevilla la Nueva

EQUIPO L2G ARQUITECTOS ASOCIADOS, SLP  
D. David Landínez González-Valcárcel, arquitecto  
Dña. Mónica González Rey, arquitecto