



**Estudio acústico de la actividad de “FARMACIA”
situada en Calle Altamira, N°5.
Pueblo Nuevo de Guadiaro – San roque (Cádiz)**

Peticionario: Rosa María Pérez Nadal.

Entidad inspectora: T-Ingeniamos Engineering Management S.L.

Posgraduado Ingeniería Acústica: Jose Miguel Molina Magaña
Ingeniero Técnico de Telecomunicación
Esp. Imagen y Sonido
Colegiado (COITT): 12.278

Posgraduado Ingeniería Acústica: Jorge Martínez López
Ingeniero Técnico de Telecomunicación
Esp. Imagen y Sonido
Colegiado (COITT): 11.757

Málaga a 21 de Diciembre de 2016



ÍNDICE

1 ANTECEDENTES.....	3
2 LEGISLACIÓN APLICABLE.....	3
3 DESCRIPCIÓN DEL LOCAL EN EL QUE SE VA A DESARROLLAR LA ACTIVIDAD, USOS ADYACENTES Y SITUACIÓN RESPECTO A LA VIVIENDA U OTROS USOS SENSIBLES.....	4
3.1 Descripción del Área.....	4
3.2 Descripción del Tipo de Actividad.....	4
4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	6
4.1 Forjado.....	6
4.2 Fachada y Particiones Verticales.....	7
5 FUENTES RUIDOSAS DEL LOCAL.....	9
6. NIVELES MÁXIMOS DE RECEPCIÓN PERMITIDOS.....	10
7 CÁLCULO DE NIVELES TRANSMITIDOS.....	13
7.1 Nivel de ruido transmitido a la vivienda colindante.....	13
7.2 Nivel de Inmisión al Medio Ambiente Exterior.....	14
8 CONCLUSIONES.....	19
ANEXO I.- PLANOS Y CROQUIS.....	20

1 ANTECEDENTES

Se ha recibido la solicitud de realización de un estudio acústico, para la apertura de la actividad de FARMACIA, situada en Calle Altamira, N°5; en el Pueblo Nuevo de Guadiaro, San Roque (Cádiz).

2 LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la redacción del presente estudio se han considerado y aplicado las distintas legislaciones vigentes de aplicación para esta actividad, aplicando los valores límites más restrictivos de las distintas normas que se aplican:

- LEY 37/2003, DEL RUIDO, de 17 de noviembre, publicado el 18/11/2003 en el BOE num. 276.

- Código Técnico de la Edificación - Documento Básico - Protección Frente al Ruido. CTE-DB-HR.

- Real Decreto 1367/2007 que desarrolla la ley 37/2003 del ruido

- Decreto 6/2012 por el que se aprueba el reglamento de protección contra la contaminación acústica en Andalucía.

Con respecto a los colindantes la actividad presenta, tanto en su flanco izquierdo como derecho un local comercial; mientras que superiormente colinda con viviendas, tal y como se muestra en el siguiente esquema.

VIVIENDA	VIVIENDA	VIVIENDA
LOCAL COMERICAL	ACTIVIDAD	LOCAL COMERICAL

El local objeto del estudio prestará, previsiblemente, servicio tanto en horario diurno como nocturno, por lo que se han tomado los límites de valoración nocturna por ser más restrictivos.

Día (7:00 – 19:00)	Tarde (19:00 – 23:00)	Noche (23:00 – 7:00)
X	X	X

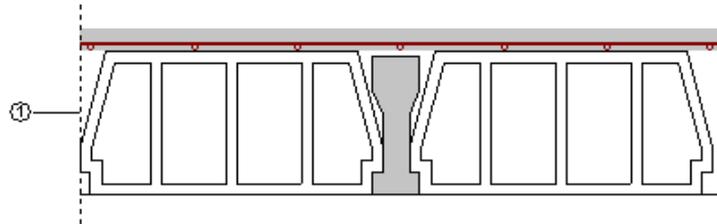
4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

El local cuenta con los siguientes elementos constructivos.

4.1 Forjado

El forjado será unidireccional con bovedillas cerámicas revestido en su cara superior por una solería de gres recibida con mortero de cemento. En la cara inferior se encuentra una cámara de aire y un falso techo de escayola continuo.

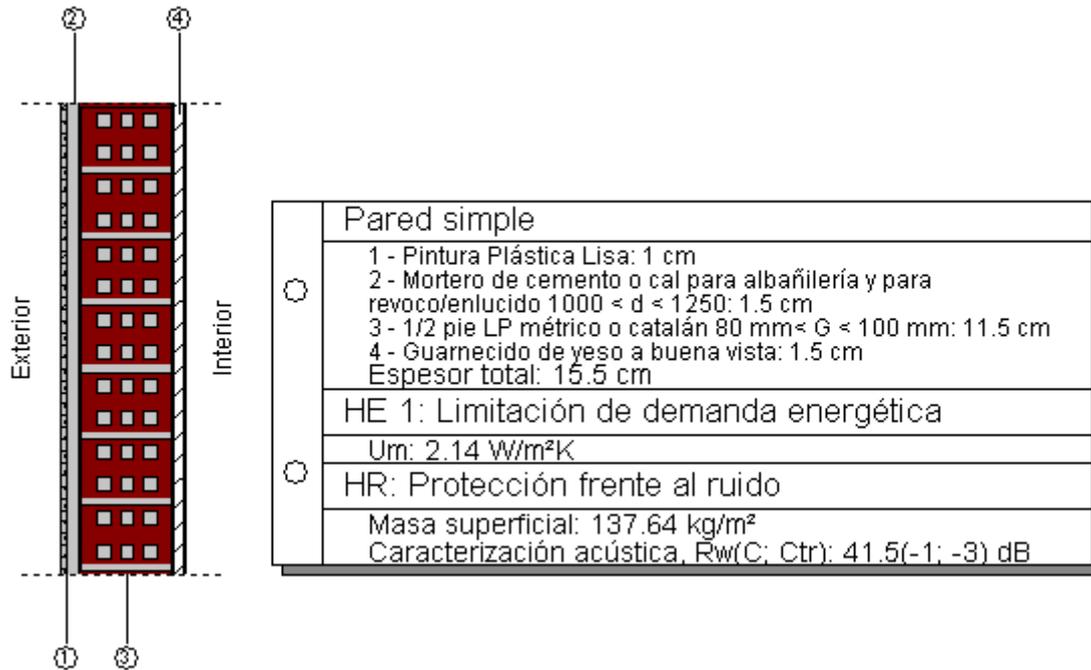
Esto dotará al local de una altura desde suelo a techo de 3,00 metros y de 2,75 m hasta falso techo. Dicho elemento tendrá una masa superficial de 313,17 Kg/m² y contará con un índice de reducción sonora aparente estimado de 52,6 dBA.



	Forjado unidireccional
	1 - Forjado unidireccional (Elemento resistente): 30 cm Espesor total: 30,0 cm
○	HE 1: Limitación de demanda energética (Superior) U refrigeración: 1,31 kcal/(h m ² °C) U calefacción: 1,66 kcal/(h m ² °C)
	HE 1: Limitación de demanda energética (Inferior) U refrigeración: 1,66 kcal/(h m ² °C) U calefacción: 1,31 kcal/(h m ² °C)
	HE 1: Limitación de demanda energética (Voladizo) U refrigeración: 1,87 kcal/(h m ² °C) U calefacción: 1,63 kcal/(h m ² °C)
○	HR: Protección frente al ruido Masa superficial: 313,17 kg/m ² Caracterización acústica, R _w (C; Ctr): 53,6(-1; -5) dB Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L _{n,w} : 76,6 dB

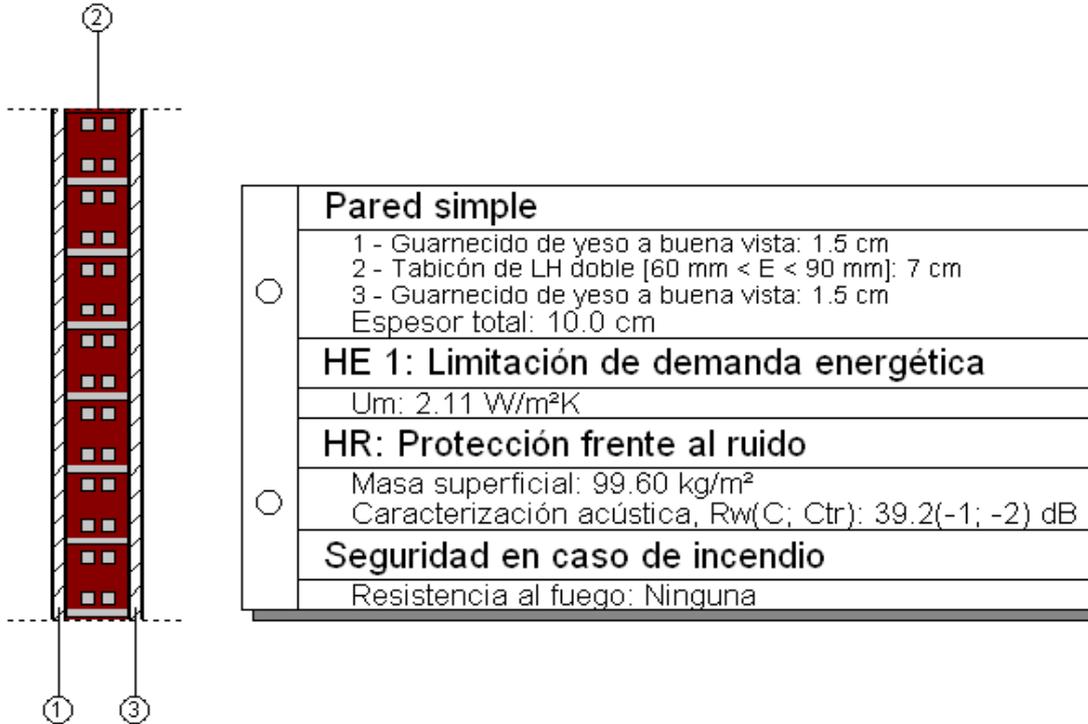
4.2 Fachada y Particiones Verticales.

El cerramiento perimetral se encuentra ejecutado con una fábrica de ladrillo perforado de medio pie recibido con mortero de cemento. Contando con una masa superficial de 137,64 Kg/m² y un índice de reducción sonora aparente estimado de 40,5 dBA

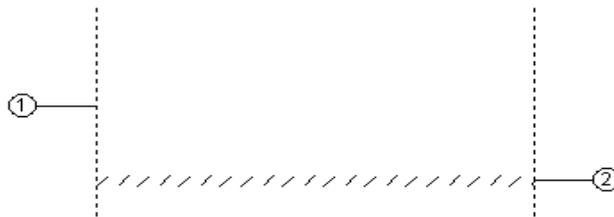


La fachada consta de carpintería metálica de aluminio y vidrio de seguridad de 4+4. Dicha carpintería y vidrio tendrán un índice de reducción sonora aparente de R_w (C, C_{tr}) de R_w = 34 (-1,-2).

Las particiones interiores se realizarán con tabiquería de ladrillo hueco perforado revestido con un revestimiento de guarnecido de yeso la masa superficial del elemento constructivo será de 99,60 Kg/m² y el índice de reducción sonora aparente será de 38,2 dBA.



En todas las dependencias se ejecutará un falso techo registrable de placas de escayola.



Capas	
○	1 - Cámara de aire sin ventilar: 23 cm
○	2 - Falso techo registrable de placas de escayola, con perfiles a vista: 1.6 cm
	Espesor total: 24.6 cm

El cual supondrá una mejora del índice de reducción acústica, ponderado A de ΔR_A: 4 dBA.

5 FUENTES RUIDOSAS DEL LOCAL

Las fuentes de contaminación acústica, tanto en el interior como en el medio ambiente exterior de la actividad, son una serie de equipos y maquinaria necesaria para el desarrollo de la actividad, tales como:

I.- Unidad Split con compresor. "KFHK 28"

Con las siguientes características:

UNIDAD INTERIOR Bomba de Calor		LFXO 10	LFXO 12	LFXO 16	LFHK 22	LFHK 24	LFHK 28
UNIDAD EXTERIOR Bomba de Calor		KFHK 10	KFHK 12	KFHK 16	KFHK 22	KFHK 24	KFHK 28
Capacidad frigorífica (1)	W	9.800	11.800	15.300	19.500	22.000	26.300
Capacidad calorífica (1)	W	10.000	12.000	15.500	20.200	22.500	27.000
Potencia absorbida en frío (1)	kW	3,69	4,58	6,41	8,1	9	10,38
Potencia absorbida en calor (1)	kW	3,16	4,11	5,6	6,74	8,6	9,2
Voltaje: 50 Hz + neutro + tierra	V/f	230/1 y 230-400/III	230-400/III	230-400/III	230-400/III	230-400/III	230-400/III
Intensidad máxima	A	24.3/22.4/12.9	25/14.4	31.7/18.3	37.2/21.5	39.8/23	44/25.4
Intensidad de arranque	A	99/96/47	102/54	148/77	193/110	181/109	183/83
UNIDAD INTERIOR Sólo Frío		LFXO 10	LFXO 12	LFXO 16	LFCK 22	LFCK 24	LFCK 28
UNIDAD INTERIOR Bomba de Calor		LFXO 10	LFXO 12	LFXO 16	LFHK 22	LFHK 24	LFHK 28
Potencia absorbida	kW	0,38	0,38	0,9	1,3	1,35	1,35
Voltaje: 50 Hz + neutro + tierra	V/f	230/1 y 230-400/III	230/1 y 230-400/III	230-400/III	230-400/III	230-400/III	230-400/III
Intensidad máxima	A	2,6	2,6	7/4	7.4/4.3	7.4/4.3	7.4/4.3
Intensidad de arranque	A	7,8	7,8	21/23	22/14	22/14	22/14
Caudal de aire Máx./Mín.	m³/h	2.350/1.500	2.300/1.650	3.700/2.400	5.350/3.200	6.300/4.000	6.000/4.250
Presión máxima disponible	Pa	120	110	160	180	240	200
Diámetro tubería de drenaje		3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
Dimensiones (AxLxP)	mm	495x1.250x430	495x1.250x430	595x1.300x500	595x1.450x620	645x1.500x775	645x1.500x775
Peso neto	kg	70	70	100	130	140	150
UNIDAD EXTERIOR Sólo Frío		KFCK 10	KFCK 12	KFCK 16	KFCK 22	KFCK 24	KFCK 28
UNIDAD EXTERIOR Bomba de Calor		KFHK 10	KFHK 12	KFHK 16	KFHK 22	KFHK 24	KFHK 28
Potencia absorbida en frío	kW	3,31	4,2	5,51	6,8	7,65	9,03
Potencia absorbida en calor	kW	2,78	3,73	4,70	5,44	7,25	7,85
Voltaje: 50 Hz+neutro+tierra	V/f	230/1 y 230-400/III	230/1 y 230-400/III	230-400/III	230-400/III	230-400/III	230-400/III
Intensidad máxima	A	21.7/19.8/10.3	22.4/11.8	24.7/14.3	29.8/17.2	33.4/19.3	36.6/21
Intensidad de arranque	A	99/96/47	102/54	148/77	193/110	181/109	183/83
Caudal de aire Máx./Mín.	m³/h	3.500/2.350	3.400/2.400	4.950/3.750	5.900/4.350	6.600/4.500	6.400/5.000
Presión máxima disponible	Pa	100	90	120	150	160	120
Diámetro tubería de drenaje		3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
Dimensiones (AxLxP)	mm	495x1.250x820	495x1.250x820	595x1.300x830	595x1.450x900	645x1.500x1.025	645x1.500x1.025
Peso F/B	kg	130/135	135/140	180/185	185/200	265/270	275/280

6. NIVELES MÁXIMOS DE RECEPCIÓN PERMITIDOS

La actividad se encuentra en un sector del territorio con predominio de suelo de uso residencial, y puesto que el desarrollo de la actividad se encuentra dentro de la franja diurna y de tarde, como nocturna, para los niveles máximos de recepción tendremos en cuenta los siguientes:

Según el decreto 6/2012, al ser los niveles emitidos por la actividad inferiores a 80 dBA, los aislamientos acústicos mínimos exigibles al local no vienen establecidos por el propio decreto 6/2012 sino por el DB-HR. Sabiendo que la unidad de uso que colinda verticalmente con el local donde se desarrollará la actividad se trata de una vivienda, y previendo que uno de los recintos que comparte superficie con el local puede tratarse de un dormitorio, establecemos el aislamiento mínimo requerido Dnt,A de 55 dBA entre el posible dormitorio (recinto protegido) y el local (recinto de actividad perteneciente a distinta unidad de uso que no comparte ni puertas ni ventanas).

Para cada uno de los tipos de recintos, el DB HR establece las siguientes exigencias en cuanto a aislamiento a ruido aéreo y aislamiento a ruido de impactos:

Aislamiento a ruido aéreo:

a) En los *recintos protegidos*:

a.2.- Protección frente al ruido generado en *recintos de instalaciones* y en *recintos de actividad*:

El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, DnT,A, entre un *recinto protegido* y un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que **55 dBA**.

Según la tabla VII del Decreto 6/2012, Niveles límite de inmisión de ruido aplicables a actividades y a infraestructuras portuarias de competencia autonómica o local:

Tipo de área acústica		Índices de ruido (dBA)		
		Día (7-19)	Tarde (19-23)	Noche (23-7)
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico o de otro uso terciario no contemplado en el tipo c	60	60	50
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40

Según la tabla VI del Decreto 6/2012, los niveles límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades e infraestructuras portuarias:

Uso del edificio	Tipo de recinto	Índices de ruido (dBA)		
		Día (7-19)	Tarde (19-23)	Noche (23-7)
Residencial	Zonas de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30

De acuerdo con el apartado 1.a.iii) del artículo 30 del Decreto 6/2012:

“En el caso de mediciones o de la aplicación de otros procedimientos de evaluación apropiados, se considerará que se respetan los valores límite de inmisión de ruido establecidos en el artículo 29, cuando los valores de los índices acústicos evaluados conforme a los procedimientos establecidos en la Instrucción Técnica 2, cumplan, para el periodo de un año, lo siguiente: Ningún valor medido del nivel de presión sonora corregido para el período de tiempo que se establezca (índice L_{K_{eq},T_i}) supera en 5 dB los valores fijados en la correspondiente tabla VI o VII.”

Por tanto tenemos que el límite de valoración de ruido transmitido **al medio ambiente exterior**:

Límite de valoración = 45 dBA

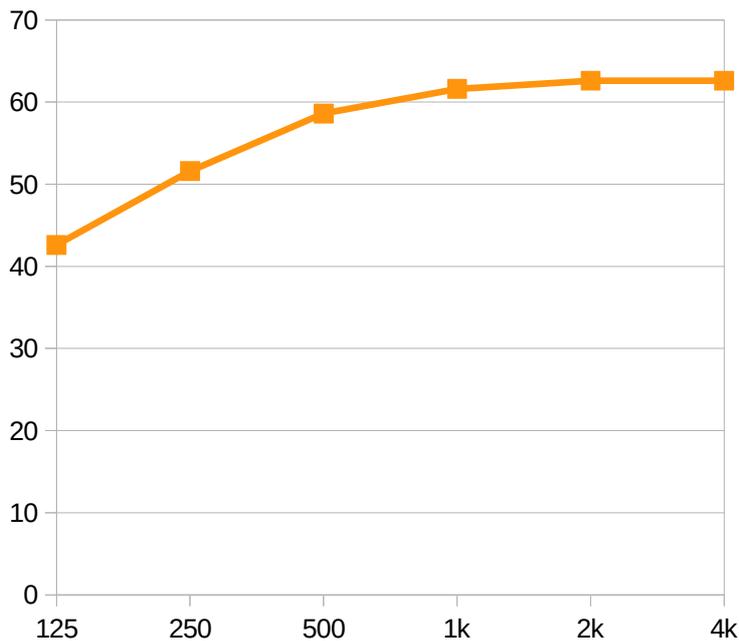
Por otro lado, tenemos que el límite de valoración de **ruido transmitido al local (vivienda)** en este caso es:

Límite de valoración = 25 dBA

7 CÁLCULO DE NIVELES TRANSMITIDOS

7.1 Nivel de ruido transmitido a la vivienda colindante

Dado que el aislamiento proyectado, para el divisorio entre la actividad y la vivienda, es de 58,6 dBA de valor global, para obtener el aislamiento a ruido aéreo en cada banda de octava tomamos el valor de R a 500 Hz como 58,6 dB y corregimos los valores a los demás frecuencias con los de la curva de referencia en la norma UNE-EN ISO 717-7. De este manera obtenemos los siguientes valores.



Por lo que el nivel sonoro transmitido a través de este paramento será:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
N. Emisión (dB)	72,22	72,22	72,22	72,22	72,22	72,22
Aisla. R (dB)	42,6	51,6	58,6	61,6	62,6	62,6
Resultante (dB)	29,62	20,62	13,62	10,62	9,62	9,62
Ponderación A	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1
Li (dBA)	13,52	12,02	10,42	10,62	10,82	10,62

Lo que supone un nivel global de ruido transmitido de:

$$NPS = 10 \log \left(\sum 10^{\frac{Li}{10}} \right) = 19,27 \text{ dBA}$$

7.2 Nivel de Inmisión al Medio Ambiente Exterior.

7.2.1 A través de Fachada.

La fachada que da a la Calle Altamira de la actividad objeto del estudio, presenta una parte ciega (elemento constructivo de fachada) y una parte hueca (carpinterías y ventanas), con las siguientes dimensiones y aislamiento:

	PARTE CIEGA	PARTE HUECA
Aislamiento	51,2 dBA	33 dBA
Superficie	8,76 m ²	12,83 m ²

Si aplicamos la siguiente fórmula y sustituimos en ella los valores de superficie y aislamiento, nos permitirá determinar el aislamiento del elemento mixto conformado por la parte hueca y ciega.

$$a_g = 10 \log \frac{(S_c + S_v)}{\left(\frac{S_c}{\frac{ac}{10^{10}}} + \frac{S_v}{\frac{av}{10^{10}}}\right)}$$

Siendo:

- Sc* : superficie de la parte ciega.
- Sv* : superficie de la parte hueca.
- Ac* : aislamiento de la parte ciega.
- Av* : aislamiento de la parte hueca.

Lo cual nos resulta un valor de aislamiento de **34,8 dBA**.

Considerando que el nivel máximo de presión sonora generado en el interior del local es de 78 dBA y cuyo espectro es:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
N. Emisión (dBA)	57,65	65,15	70,55	73,75	74,95	74,75

Y tomando en consideración el aislamiento de la fachada en cada banda de tercio de octava:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Aisla. R (dBA)	18,8	27,8	34,8	37,8	38,8	38,8

Realizando un resta entre el espectro de emisión y el del aislamiento de la fachada:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
N. Emisión (dBA)	57,65	65,15	70,55	73,75	74,95	74,75
Aisla. R (dBA)	18,8	27,8	34,8	37,8	38,8	38,8
Resultante (dBA)	38,85	37,35	35,75	35,95	36,15	35,95

Lo cual supone un nivel global de presión sonora en el punto exterior de la fachada de:

$$NPS = 10 \log \left(\sum 10^{\frac{L_i}{10}} \right) = 44,6 \text{ dBA}$$

Procedemos al cálculo de la inmisión al medio ambiente exterior a 1,5 metros del límite de la fachada del mismo, teniendo en cuenta para ello las siguientes formulas:

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi r^2} \right) - \Delta L_{(p \text{ aire})}$$

Siendo:

L_p = Nivel de potencia recibido [dB]

L_w = Nivel de potencia emitido [dB]

Q = Índice de directividad (2 para radiaciones hemiesféricas) [adimensional]

$\Delta L_{p \text{ aire}}$ = Nivel de potencia absorbido por el aire [dB]

r = distancia [m]

A su vez:

$$\Delta L_{(p \text{ aire})} = 7,4 \cdot \left(\frac{f^2 \cdot r}{HR} \right) \cdot 10^{-8}$$

Siendo

f = frecuencia [Hz]

r = distancia [m]

HR = humedad relativa [%]

Teniendo $Q = 2$ por considerar la fachada como una fuente radiando de forma hemiesférica, $r = 1,5$ metros y tomando como valor de humedad 85 % (un valor razonable para los meses más húmedos en la provincia de Cádiz).

Resultando un valor de emisión al exterior a 1,5 metros de la fachada de:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
N. Emisión (dB)	38,85	37,35	35,75	35,95	36,15	35,95
$L_{p\text{aire}}$	0,000020	0,000082	0,000326	0,001306	0,005224	0,020894
L_i (dBA)	27,35	25,85	24,25	24,45	24,64	24,43

Lo que resulta un nivel global de inmisión hacia el medio ambiente exterior a través de la fachada:

$$NPS = 10 \log \left(\sum 10^{\frac{L_i}{10}} \right) = 33,1 \text{ dBA}$$

7.2.1 A través de la Rejilla.

La fachada que da a la Calle Altamira de la actividad objeto del estudio, presenta una rejilla de expulsión de aire correspondiente al equipo climatizador.

Considerado un nivel global de emisión de la maquinaria de 65 dBA con el siguiente espectro:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
N. Emisión (dBA)	42,65	50,15	55,55	58,75	59,95	59,75

Y colocando una rejilla acústica en la salida de la misma con un valor de pérdida por inserción de 11 dBA, cuyo valor en cada banda de tercio de octava es:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Aisla. R (dBA)	0	4	11	14	15	15

Lo cual supone un nivel global de presión sonora en el punto exterior de la rejilla de:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
N. Emisión (dBA)	42,65	50,15	55,55	58,75	59,95	59,75
Aisla. R (dBA)	0	4	11	14	15	15
Resultante (dBA)	42,65	46,15	44,55	44,75	44,95	44,75

$$NPS = 10 \log \left(\sum 10^{\frac{L_i}{10}} \right) = 52,53 \text{ dBA}$$

Procedemos al cálculo de la inmisión al medio ambiente exterior a 1,5 metros del límite de la fachada del mismo, teniendo en cuenta para ello las siguientes formulas:

$$L_p = L_w + 10 \log\left(\frac{Q}{4\pi r^2}\right) - \Delta L_{(p\ aire)}$$

Siendo:

L_p = Nivel de potencia recibido [dB]

L_w = Nivel de potencia emitido [dB]

Q = Índice de directividad (2 para radiaciones hemiesféricas) [adimensional]

$\Delta L_{p\ aire}$ = Nivel de potencia absorbido por el aire [dB]

r = distancia [m]

A su vez:

$$\Delta L_{(p\ aire)} = 7,4 \cdot \left(\frac{f^2 \cdot r}{HR}\right) \cdot 10^{-8}$$

Siendo

f = frecuencia [Hz]

r = distancia [m]

HR = humedad relativa [%]

Teniendo $Q = 2$ por considerar la fachada como una fuente radiando de forma hemiesférica, $r = 1,5$ metros y tomando como valor de humedad 85 % (un valor razonable para los meses más húmedos en la provincia de Cádiz).

Resultando un valor de emisión al exterior a 1,5 metros de la rejilla de:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
N. Emisión (dB)	42,65	46,15	44,55	44,75	44,95	44,75
$L_{p\ aire}$	0,000020	0,000082	0,000326	0,001306	0,005224	0,020894
L_i (dBA)	31,15	34,65	33,05	33,25	33,44	33,23

Lo que resulta un nivel global de inmisión hacia el medio ambiente exterior a través de la rejilla:

$$NPS = 10 \log\left(\sum 10^{\frac{L_i}{10}}\right) = 41,02 \text{ dBA}$$

Finalmente si sumamos ambos espectros de emisión, tanto a través de la rejilla como a través de la fachada, obtendremos un valor global del nivel de inmisión al medio ambiente exterior:

Frecuencia (Hz)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Lfachada(dBA)	27,35	25,85	24,25	24,45	24,64	24,43
Lrejilla(dBA)	31,15	34,65	33,05	33,25	33,44	33,23
Ltotal(dBA)	32,66	35,18	33,58	33,78	33,98	33,76

Lo que supone un valor global de inmisión hacia el medio ambiente exterior por parte de la actividad:

$$NPS = 10 \log \left(\sum 10^{\frac{Li}{10}} \right) = 41,7 \text{ dBA}$$

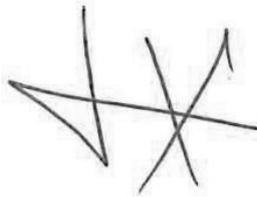
8 CONCLUSIONES

En virtud de los resultados obtenidos, elaboramos la siguiente tabla a modo de resumen con los niveles obtenidos del estudio y los máximos permitidos.

Índice	Valor estimado	Valor límite	Cumple
Aislamiento a Ruido Aéreo	58,6 dBA	≥ 55 dBA	
Inmisión al medio ambiente exterior.	41,7 dBA	≤ 45 dBA	
Ruido transmitido hacia local colindante (vivienda).	19,27 dBA	≤ 25 dBA	

Por lo que podemos concluir que siempre que la actividad no se generen niveles superiores a los contemplados en este estudio y no se modifiquen los elementos constructivos propuestos una vez ejecutados, los niveles de inmisión al medio ambiente exterior, los niveles de ruido transmitido y el aislamiento a ruido aéreo con respecto a la vivienda colindante cumple con lo establecido en el Decreto 6/2012.

Málaga, 21 de Diciembre de 2016

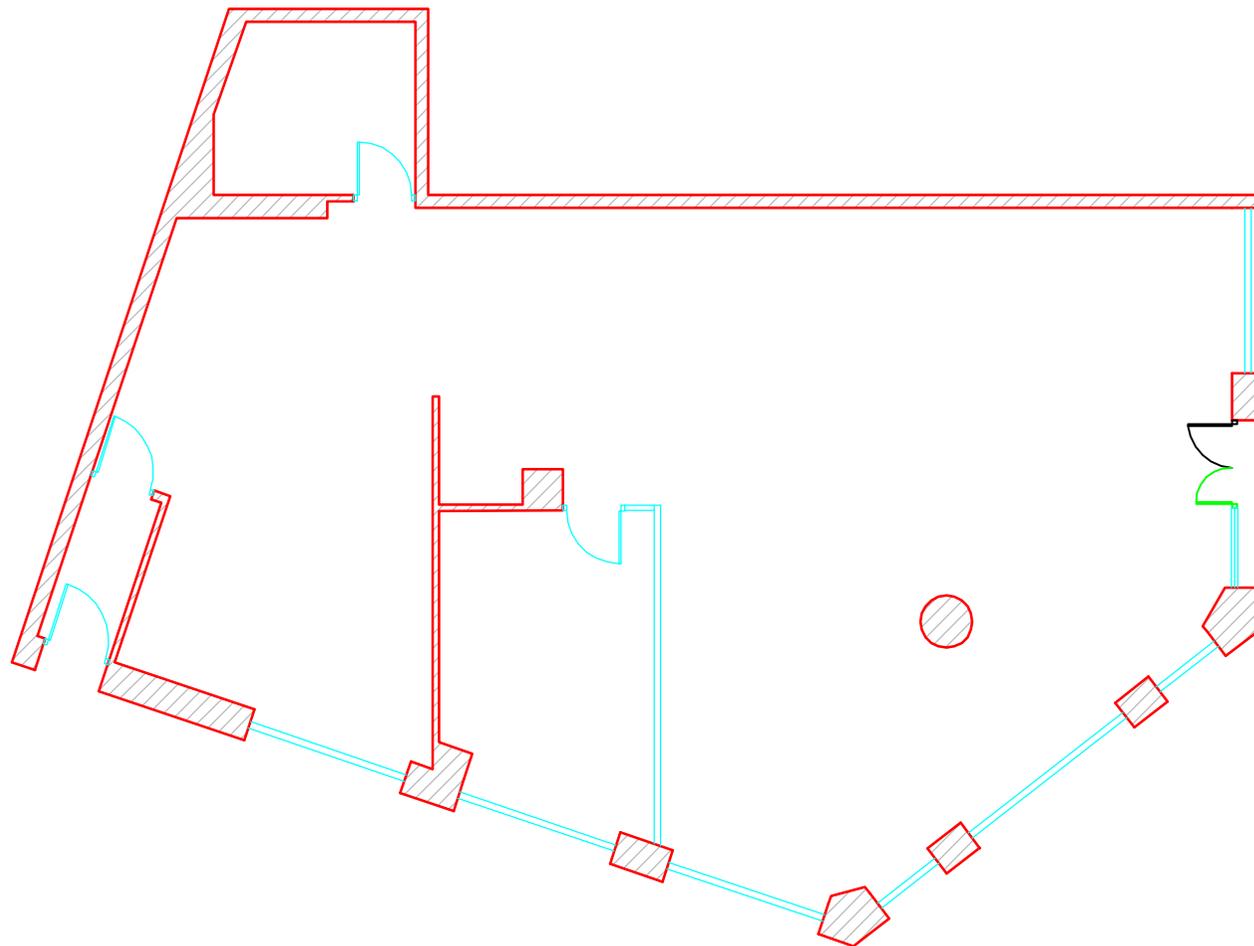


Jose Miguel Molina Magaña
Posgraduado Ingeniería Acústica
Ingeniero Técnico de Telecomunicación
Colegiado COITT nº 12.278



Jorge Martínez López
Posgraduado Ingeniería Acústica
Ingeniero Técnico de Telecomunicación
Colegiado COITT nº 11.757

ANEXO I.- PLANOS Y CROQUIS



Proyecto: Farmacia		
Propietario: Rosa María Pérez Nadal		
Dirección: C/ Altamira Nº 5. Local. Pueblo Nuevo de Guadiaro. San Roque		
Escala: S/E	Plano: 2 - Local	Fecha: 21/12/2016
Entidad Inspectora: T-Ingeniamos Engineering Management SL		
 Jose Miguel Molina Magaña (Colegiado Nº 12.278) Ing. Técn. Telecomunicación(Esp. Imagen y Sonido)	 Jorge Martínez López (Colegiado Nº 11.757) Ing. Técn. Telecomunicación(Esp. Imagen y Sonido)	



Anexo

Manual de buenas prácticas para la puesta en obra

ÍNDICE

1	PRODUCTO ACÚSTICO DESDE UN PUNTO DE VISTA PRÁCTICO.....	3
1.1	Lanas y fibras minerales.....	3
1.2	Elastómeros.....	5
1.3	Soluciones mixtas.....	5
1.4	Acabados acústicos.....	6
2	SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.....	7
2.1	Suelos.....	8
2.2	Techos.....	14
2.3	Particiones.....	15
2.4	Fachada y huecos.....	27
2.5	Consideraciones sobre las ventanas.....	29
2.6	Elección del vidrio.....	30
2.7	Recomendaciones de instalación.....	31
2.8	Aireadores integrados en ventanas.....	33
2.9	Capialzados.....	33

1 PRODUCTO ACÚSTICO DESDE UN PUNTO DE VISTA PRÁCTICO

Es importante el conocimiento de los materiales y sus características, para evitar confusiones y la utilización inadecuada de los productos.

Es común y frecuente la confusión de productos destinados al aislamiento térmico y/o impermeabilización, así como la confusión entre el concepto de aislamiento acústico y el acondicionamiento, técnicas con diferentes objetivos que implican soluciones acústicas distintas.

1.1 Lanás y fibras minerales

Son materiales porosos y flexibles, con elevada capacidad de absorción y amortiguamiento de la energética debido a su entramado de fibras minerales en medias y altas frecuencias.



Se utilizan principalmente:

En el aislamiento de trasdosados, para evitar las resonancias en la cámara y mermar la energía de la onda acústica que llega, participando en un gran aislamiento en combinaciones masa-muelle-masa en sistemas de dos hojas.

Como acondicionador acústico, debido a su alto coeficiente de absorción es un producto ideal para reducir las reflexiones en los recintos. Sus propiedades superficiales, disminuyen notablemente la energía reflejada. Es importante cuando el material trabaja

como acondicionador, que las ondas puedan entrar en contacto directo con las lanas, por lo que irá acompañado de cajones con aberturas, velos acústicos o elementos decorativos que posibilitan la absorción de la energía y la frecuencia de trabajo del material.

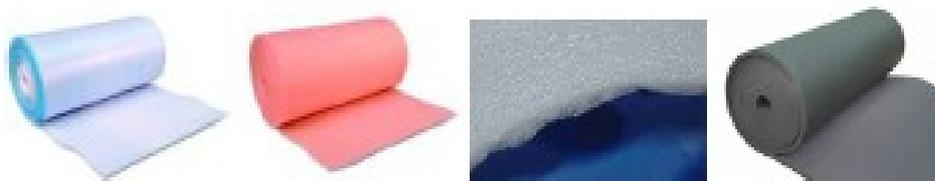
Sus propiedades significativas a la hora de valorar su comportamiento acústico serán:

- Densidad (kg/m³): este un parámetro que al incrementar, no refleja una mejora significativa en el incremento del aislamiento. Las diversas densidades, determinarán su uso, recomendando las lanas de alta densidad como uso en suelos flotantes (>100 kg/m³), las intermedias (40-70 kg/m³) para trasdosados de techo o pared, en el relleno de la cámara y las de menor densidad (10-30 kg/m³) se usarán en buhardillas, zonas perdidas de techos o cámaras.
- Espesor (mm): el aumento de espesor contribuirá a la mejora de su respuesta a bajas frecuencias hasta un límite. Para conseguir buena respuesta a frecuencias menores de 125Hz nos tendremos que valer de sistemas acústico como membranas, resonadores y demás, que junto con lanas minerales consiguen una gran absorción.
- Formato: encontraremos este producto en placas rígidas, semirrígidas y flexibles, además de en rollos flexibles. Su formato variado, responde a sus múltiples usos y formas de trabajar.

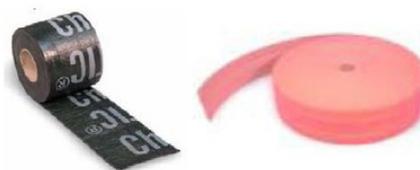


1.2 Elastómeros

Laminas antiimpactos, en rollo o en placas. Materiales elastómeros o viscoelásticos que incrementan el aislamiento a ruido de impactos, principalmente.



Bandas desolarizantes en perimetrales de particiones tanto de fabrica como tabiquería seca.

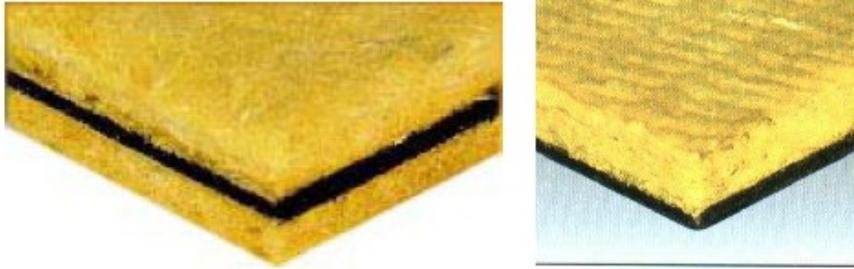


Bandas de estanqueidad, en ventanas, premarcos y puertas.



1.3 Soluciones mixtas

Existen soluciones mixtas compuestas por varias capas. La mayoría son combinaciones entre lanas o fibras minerales y elastómeros o bituminosos de alta densidad, con el fin de conseguir en poco espacio, soluciones con altas prestaciones acústicas, combinando alternancias de densidades, alta masa superficial y coeficiente de absorción. Combinaciones ideales para trasdosados en rehabilitaciones (donde se dispone de poco espacio) o en entornos de actividades ruidosas.



1.4 Acabados acústicos

Son muchos y variados los acabados que podemos utilizar tanto decorativa como acústicamente.

En definitiva nos encontraremos con materiales absorbentes o con propiedades difusoras, que nos ayudaran a disminuir la energía acústica dentro de los recintos y así disminuir el tiempo de reverberación, a la vez que se solucionan problemas en frecuencia. Es muy importante las dimensiones de los *plenum* y ranuras que se proyecten.



2 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Para conseguir un buen aislamiento, es imprescindible seguir las técnicas acústicas básicas en la edificación, que se resumen en:

Desolidarizar

Sellar

Ejecutar bien

Es importante tener claros los conceptos acústicos para evitar caer en frecuentes errores como son:

1- Confusión aislamiento acústico vs aislamiento acústico o impermeabilización.

Ejemplo: utilización de aislantes térmicos (espumas plásticas rígidas) como materiales acústicos

2- Confusión aislamiento acústico vs acondicionamiento acústico.

Ejemplo: presentación de un techo o un revestimiento absorbente como solución constructiva válida para proporcionar aislamiento acústico.

3- Las soluciones imposibles, cuyo planteamiento erróneo de la acústica de las soluciones constructivas, en el que la idea aditiva o sustractiva por analogía con el planteamiento térmico, causa una renuncia a la modificación de los elementos constructivos buscando incrementos del aislamiento acústico con la incorporación de soluciones que sólo (en el mejor de los casos) térmicamente eficaces.

Ejemplo: no es posible determinar que espesor de producto debo añadir a un cerramiento prefijado para obtener un determinado aislamiento acústico.

4- Ejecución inadecuada: Problemática asociada a la dificultad de ejecutar de manera rigurosa los proyectos. La ejecución acústica de los edificios es especialmente exigente por lo que el sin número de modificaciones que se realizan pueden alterar el comportamiento acústico proyectado, incluso a pesar de haber invertido tiempo y dinero en la incorporación de soluciones eficaces sobre el papel.

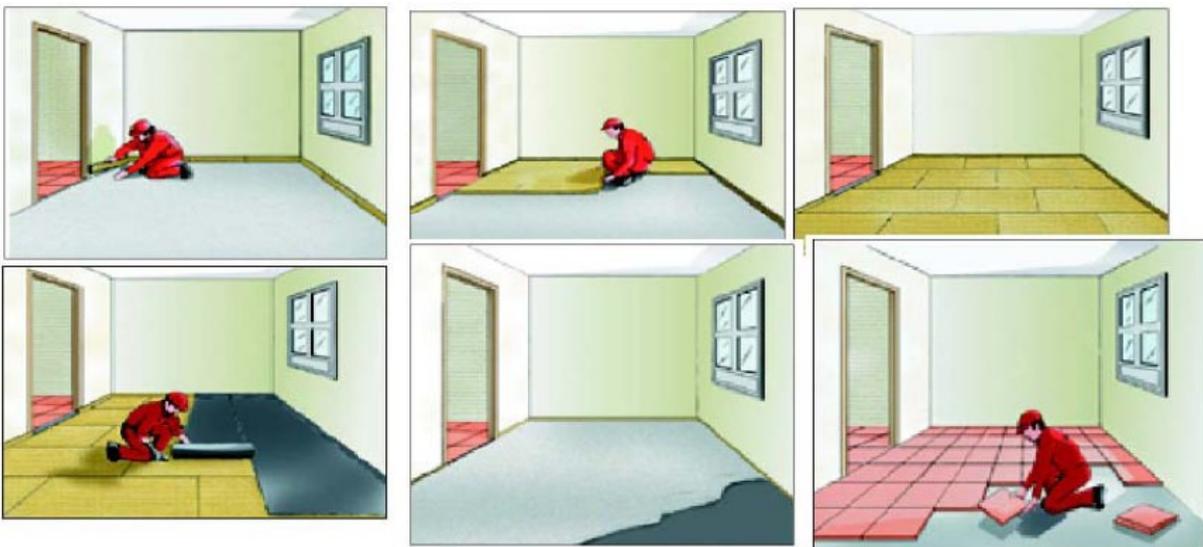
Ejemplo: Rigidización sistemática de elementos dobles en aras de incrementar su

estabilidad. Degradación del aislamiento por realización de pasos indebidos de canalizaciones, puentes acústicos, perforaciones, etc.

5- Mala interpretación / utilización de la ley de masas: La ley de masa es la única formulación teórica "universalmente" conocida: "El aumento de masa comporta un aumento de aislamiento "sin embargo pocas veces se cae en "el detalle" que es una ley logarítmica y que por tanto a partir de ciertos niveles los incrementos demás a que se necesitan son absolutamente imposibles para incrementos de aislamiento reducido La ley de masas no considera la transmisión por flancos que es básica en el cálculo del aislamiento y tienen numerosas "contraindicaciones"

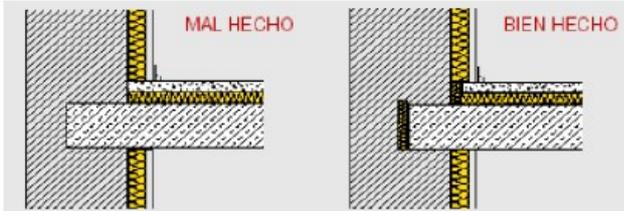
Ejemplo: propuesta de adición de capas ridículamente ligeras (en relación con la masa ya disponible) bajo el pretexto de incrementar el aislamiento acústico.

2.1 Suelos

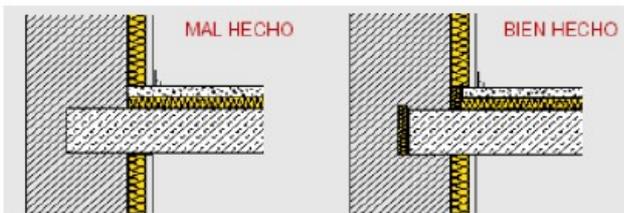


Pavimento flotante de mortero de hormigón de 50 mm, sobre lana mineral de 15 mm (100 kg/m²), forjado reticular de bovedilla de hormigón, (30 + 50) guarnecido de 15 mm, parte inferior del forjado (400 kg/m²)

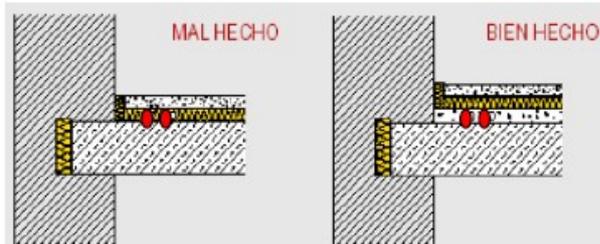
Consideraciones:



La losa flotante debe colocarse de modo que todo su perímetro quede separado de la pared para evitar puentes acústicos.



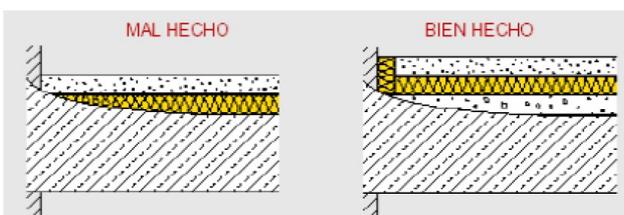
La losa flotante debe colocarse de modo que todo su perímetro quede separado de la pared para evitar puentes acústicos.



Las tuberías de servicios deben instalarse por debajo del aislamiento, colocarlas en el espesor aislante puede provocar puentes acústicos.



Los bajantes de aguas y las tuberías de calefacción que atraviesan el forjado deben aislarse del mismo mediante la instalación de un revestimiento en forma de coquilla en el caso de tuberías o con paneles en el caso de conductos rectangulares.

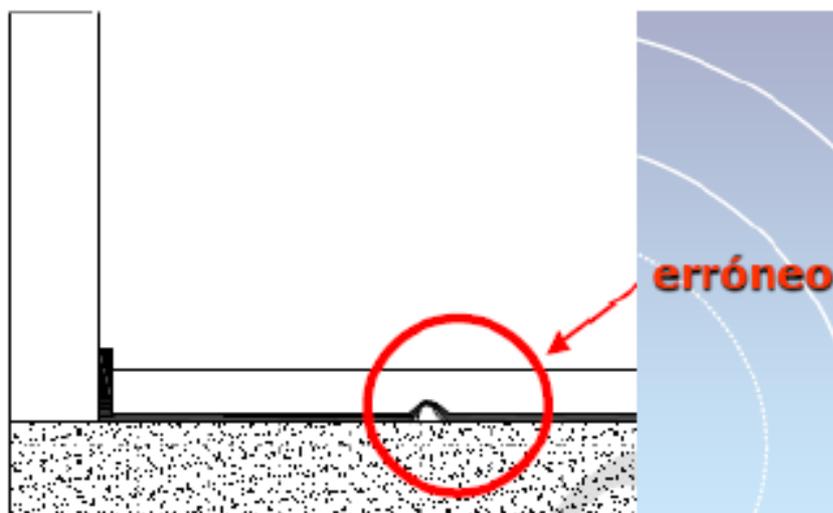


Los forjados sobre los que se asientan suelos flotantes, deben ser planos de modo que el aislamiento que se instala, pueda amortiguar uniformemente la energía mecánica.

Las instalaciones pueden ir por debajo del material aislante siempre que este sea flexible. Se protegerán los conductos con pasta (si fuera necesario por no realizarse la capa de mortero inmediatamente).



- El soporte debe de estar limpio y exento de cuerpos extraños ya que las imperfecciones o restos existentes sobre el forjado dañan la lámina.



- Los forjados deberán estar enlucidos por la parte inferior (salvo los forjados sanitarios).
- Las luces máximas no deberán superar los 5 m.



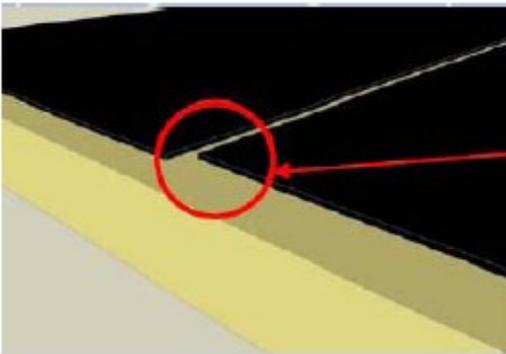
- Deben preverse esperas y siguiendo los criterios de solape vertical, es decir, deben subir suficientemente para envolver totalmente el mortero. Se recomienda un solape de 10-15cm.



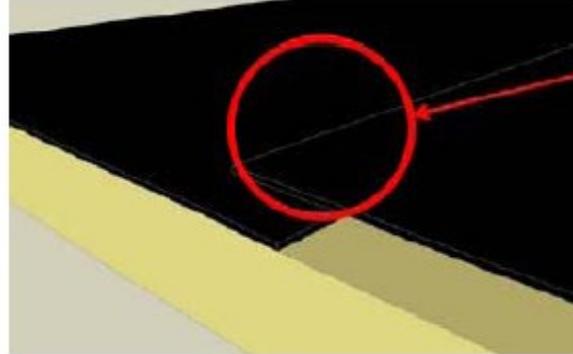
- Para realizar el suelo flotante se deberá prever un sistema de “pasa tubos” (tubo de mayor diámetro que el empleado para la instalación ($\text{Ø}+1'5$ cm).
- Se realizarán solapes y uniones según especificaciones de fabricantes y se elevará el producto perimetralmente para dejar desolidarizado el suelo flotante de su perímetro estructural.



- El material debe ser continuo en toda la superficie, mediante solapes, cintas adhesivas, recubrimientos, etc.

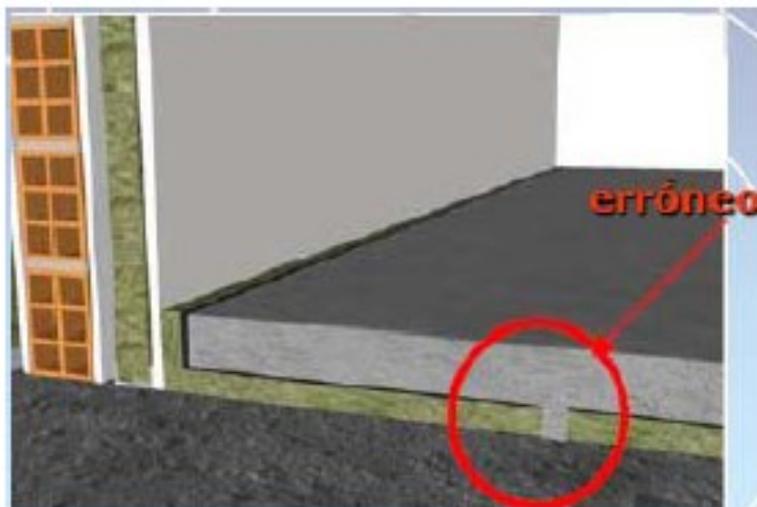


Incorrecto

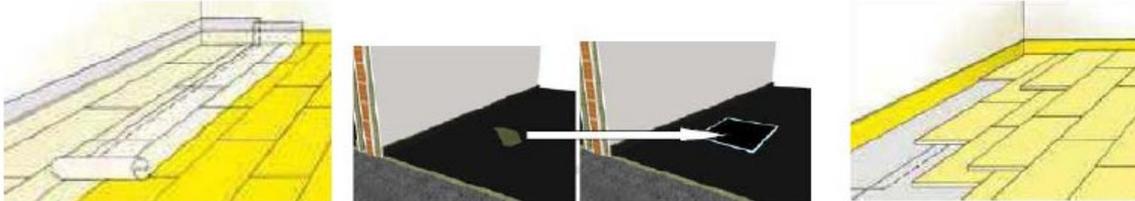


Correcto

- Si el material no es impermeable (lanas minerales y otros) deberá protegerse con una barrera antes del vertido de mortero (PE)



- Si se produce una rotura o desgarro del material aislante a ruido de impactos (MW, EEPs o multicapa) o del film plástico, se deberá cubrir con el mismo producto de forma que se evite la comunicación directa entre el suelo flotante y el forjado original.



- El vertido del mortero no debe rebasar los solapes verticales perimetrales y de pilares e instalaciones.

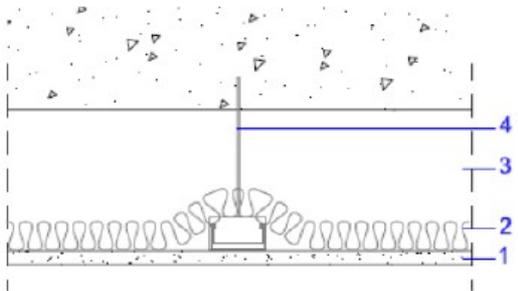


- Si se produce una rotura o desgarro de la lámina de impacto, ésta se deberá cubrir con el mismo producto, fijándolo con cinta adhesiva, de forma que se evite la comunicación directa entre el suelo flotante y el forjado original.
- Si existen instalaciones por el suelo, estas deben ejecutarse preferiblemente por encima de la lámina de impacto. En caso de imposibilidad, dichas instalaciones deberán estar revestidas de un material elástico que evite su contacto directo con el forjado.
- Es recomendable instalar un mallazo en la ejecución de la capa de mortero.
- Se recomienda que el espesor de la solera sea de al menos 5-6 cm. y adecuado a la lámina empleada.
- Se recomienda instalar la lámina anti-impacto en la fecha más próxima posible a la ejecución de la solera para evitar su deterioro por el paso de oficios, instalaciones y otras labores que se lleven a cabo en el edificio.

2.2 Techos

Techos suspendidos continuos PTC:

La estructura portante de la placa de yeso laminado está formada por los perfiles en forma de C. Pueden ser de tipo simple (una sola estructura) o compuestos (estructura primaria o secundaria). En el caso de techos compuestos, la estructura primaria puede realizarse bien con los propios perfiles de techos continuos o bien con perfiles primarios especiales.



1. Placas de yeso laminado.
Espesor mínimo 1x15mm o 2x12,5 mm
2. Material absorbente acústico.
Espesor mínimo 50mm y densidad (10 a 70 kg/m²).
3. Cámara de aire
Espesor superior a los 100mm.
4. Tirantes metálicos y anclaje al forjado o losa.

El material absorbente acústico será del tipo manta, que se colocará reposando sobre el dorso de las placas de yeso laminado y de la perfilaría portante. Las tuberías o conductos de instalaciones deben disponer de cierres herméticos que eviten el paso de la luz, aire o ruido a las zonas de registro. Las trampillas de registro de los techos deben disponer de cierres herméticos que eviten el paso de la luz, aire o ruido a las zonas de registro. En el caso de que el aislamiento acústico exigido sea mayor que el exigido entre unidades de uso diferentes, se utilizarán soportes antivibratorios.

Desmontable. Soluciones de acondicionamiento en techos técnicos:

El acabado de estos techos tiene propiedades fonoabsorbentes. Suelen ser techos desmontables que se instalan por debajo del techo aislante. Utilizando la cámara y diferentes paneles, se consiguen grandes índices de absorción acústica en distintas frecuencias, dependiendo de la cámara, superficie de perforación y características acústicas del material.

2.3 Particiones

Consideraciones sobre particiones interiores verticales y medianeras

Aislamiento a Ruido Aéreo complementario a la ley de masa:

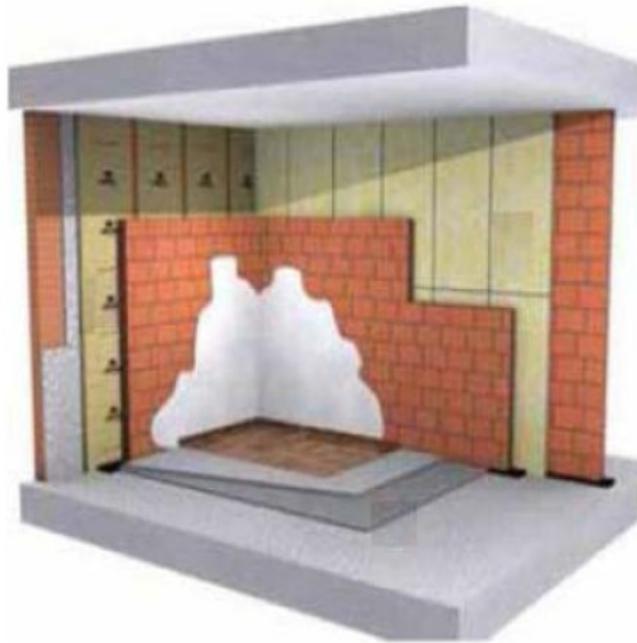
- Materiales blandos a la flexión (placas de yeso laminado)
- Materiales absorbentes flexibles de tipo fibroso (lanas minerales).

Las ventajas que aportan son una disminución de las cargas estructurales del edificio (baja densidad superficial) y una reducción de las pérdidas de aislamiento por transmisión indirecta.

Aislamiento a ruido de impacto:

- Losas flotantes de hormigón mas lanas minerales o elastómeros como elementos amortiguantes suelo/forjado
- Bandas elásticas perimetrales.

Tipologías albañilería húmedad



Estructura del sistema:

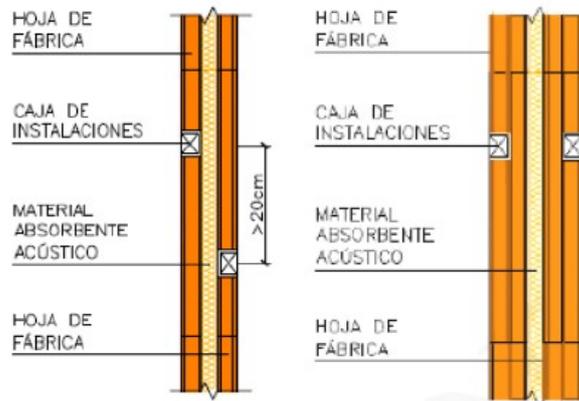
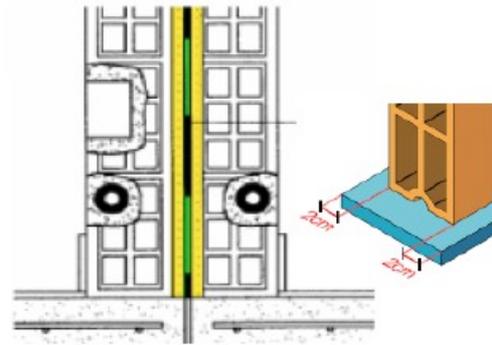
1. Tabiques de fábrica con juntas perimetrales elásticas.
2. Cerramientos dobles con aislante intermedio y juntas perimetrales elásticas.
3. Fachadas con aislamiento intermedio y tabique interior.
4. Ventanas calidad acorde al nivel de ruido exterior.
5. Forjados con suelo flotante.

Consideraciones



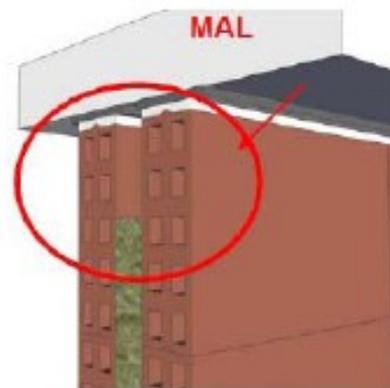
Detalle de replanteo y ejecución de particiones con bandas

- Los mecanismos no deben ser pasantes entre recintos, ni coincidentes en ambas caras.
- Una vez realizadas las rozas y colocadas las instalaciones se deben macizar totalmente con mortero para evitar pérdidas de aislamiento.
- Las juntas de las cajas para mecanismos deben ser estancas para lo cual deben sellarse.
- Debe garantizarse la máxima estanquidad de la pared rellenando las llagas y tendeles con mortero.



Si son de dos hojas:

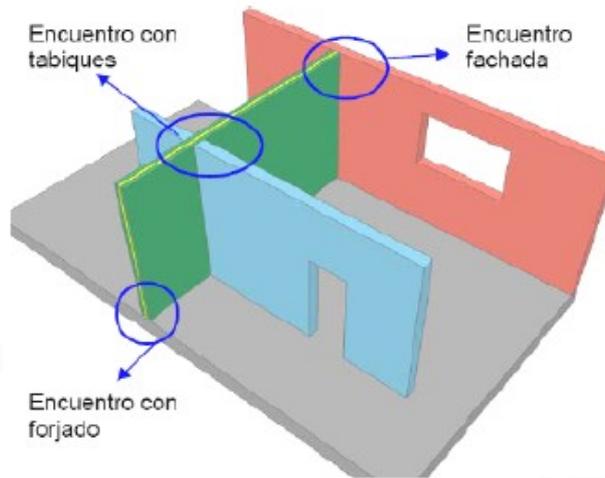
- Evitar que exista alguna unión rígida entre ellas como rebabas o sobrante de mortero que caiga en el interior de la cámara: puente acústico.
- El material absorbente deberá rellenar la cámara en toda su superficie.
- Si el espesor del material absorbente es inferior al de la cámara, deberá ir fijado a una de las hojas para evitar descuelgues.



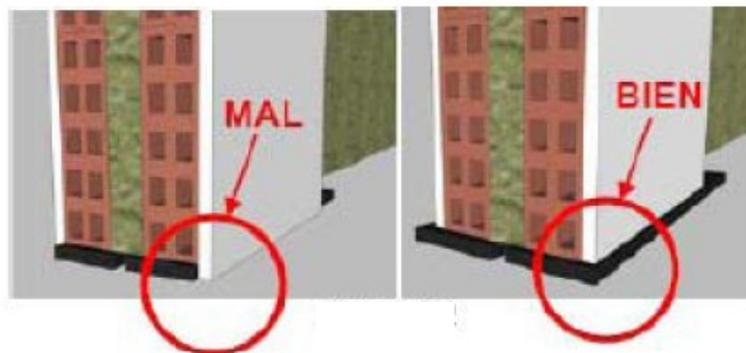
Encuentros relativos

- Si la hoja apoya sobre banda elástica, esta debe fijarse al forjado o al suelo flotante

con el material especificado por el fabricante.



- Se emplearan bandas elásticas con una rigidez dinámica $s' < 1000 \text{ MN/m}^3$.
- En la solución constructiva que una sola hoja lleva banda elástica, será la más ligera y con masa $m < 150 \text{ kg/m}^2$.

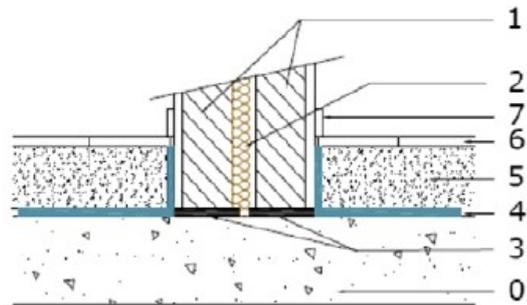


Encuentros con forjado inferior. Suelo.

- Las dos hojas deberán tener interpuesta una banda elástica en sus apoyos con el forjado.
- Se recomienda que el ancho de la banda sea mayor que el de las hojas de fábrica. Los revestimientos de dicho tabique pueden acometer a dicha banda elástica, por lo que su espesor será como mínimo el del ancho del tabique más el del revestimiento.

El suelo flotante no debe entrar en contacto con las hojas o pilares. Entre el suelo flotante y dichos paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos.

1. Forjado o losa
2. Hojas de fábrica
3. Material absorbente
4. Bandas elásticas perimetrales
5. Material aislante a ruido de impactos
6. Capa de mortero
7. Acabado de suelo
8. Rodapié



- El rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié (por ejemplo un cordón de silicona).
- Las tuberías que discurran por el suelo y lleguen a la partición estarán revestidas con coquillas de un material elástico (por ejemplo coquillas de espuma PE o espuma elastomérica)
- Evitar los puentes acústicos por los macizados y recubrimientos de las instalaciones que discurren por el suelo flotante o techo y las hojas del cerramiento.

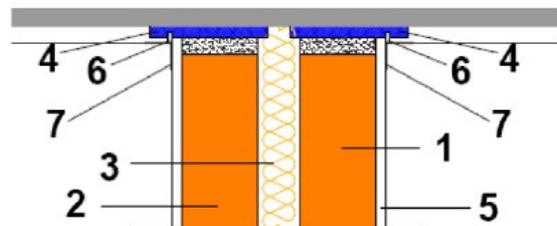
Deben evitarse estos contactos directos entre el mortero de protección de las instalaciones y las hojas de fábrica.



Encuentro con forjado superior. Techo.

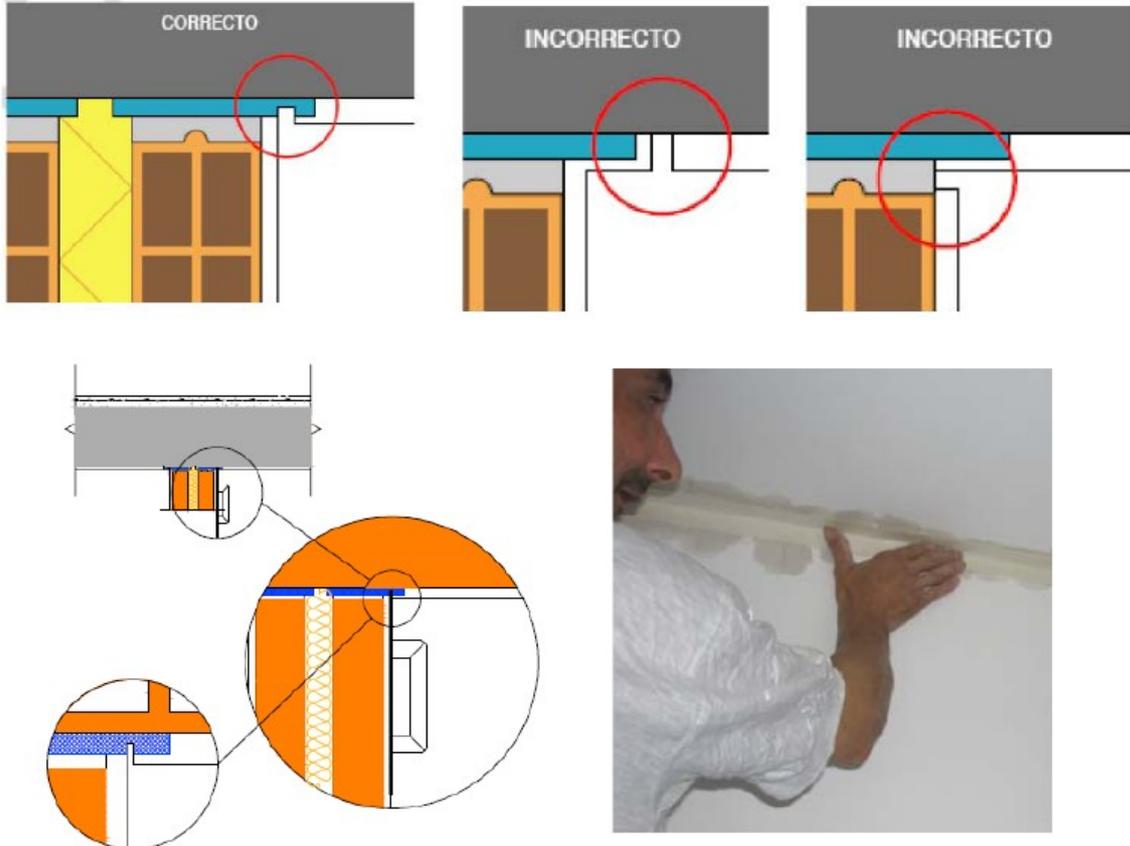
- En los encuentros con el forjado superior debe interponerse una banda elástica en ambas hojas.
- El ancho de la banda será mayor que el de las hojas de fábrica, especialmente cuando el acabado del techo sea un enlucido. Los revestimientos de dicho tabique pueden acometer a dicha banda elástica por lo que su espesor será como mínimo el del ancho del tabique junto con el del revestimiento.

1. Hoja de fábrica
2. Hoja de fabrica
3. Material absorbente acústico
4. Bandas de apoyo y remate superior
5. Enlucido de yeso
6. Separación del yeso
7. Banda de papel para remate del acabado

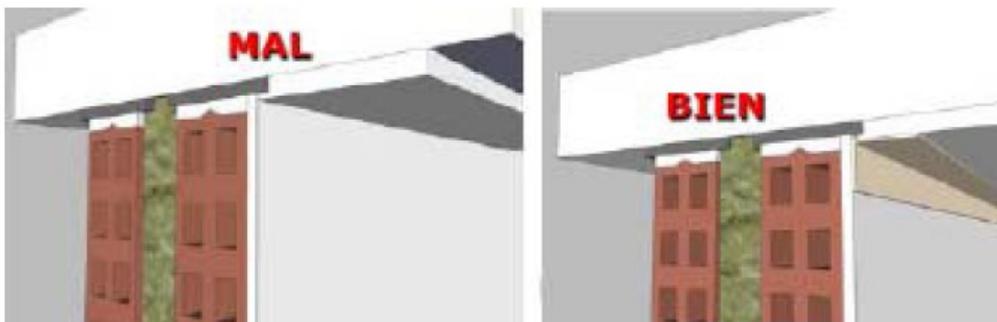


- Cuando el acabado del techo sea un enlucido, este enlucido no debe entrar en

contacto con el enlucido de las hojas de fábrica. Para ello debe efectuarse un corte con la llana en el mismo como se indica.

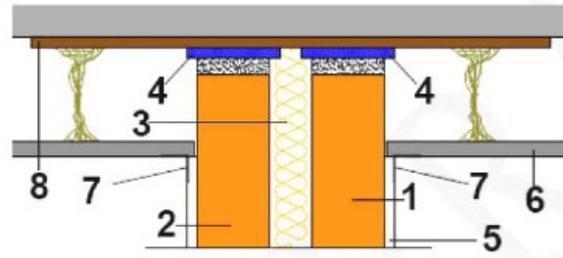


- La junta entre los enlucidos debe rematarse con cintas de micro celulosa micro perforada, papel o de materiales.

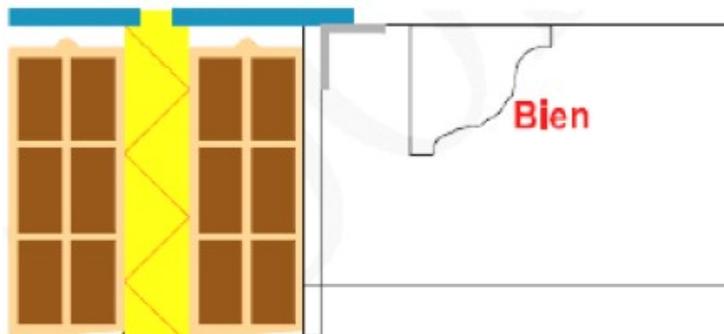


- Con los falsos techos, deberá ejecutarse primero el elemento de separación vertical y después el falso techo.

1. Hoja de fábrica
2. Hoja de fabrica
3. Material absorbente acústico
4. Bandas de apoyo y remate superior
5. Enlucido de yeso. No es necesaria la separación
6. Banda de papel para remate del acabado
7. Banda de papel para remate del acabado.
8. Elemento para sellar la cara inferior del forjado en el encuentro de la separadora(enlucido, enfoscado, etc.)

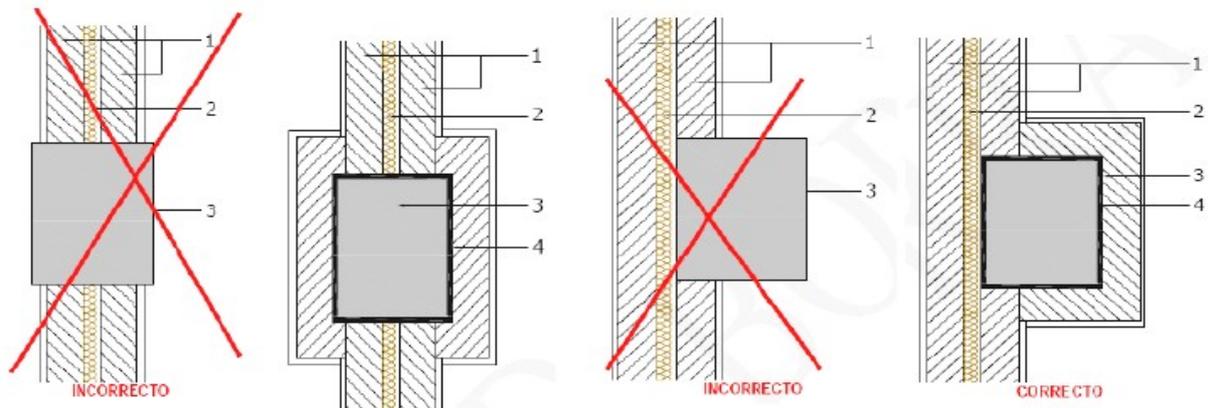


- En caso de que se coloque una moldura, ésta sólo debe fijarse al techo, evitando colocarla en el ángulo formado por el elemento de separación vertical y el techo.



Encuentro con los pilares

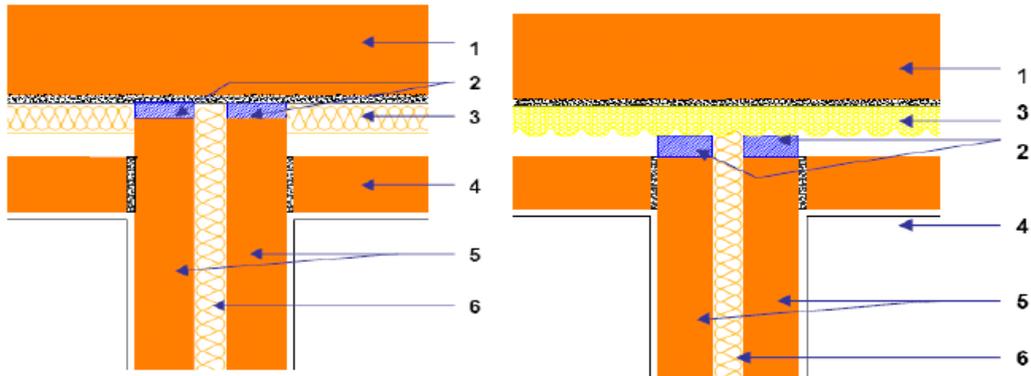
Cuando los pilares se adosen al elemento de dos hojas, se deben trasdosar e interponer bandas elásticas en los encuentros.



1. Hoja de fábrica del divisorio
2. Material absorbente acústico
3. Pilar
4. Bandas elásticas

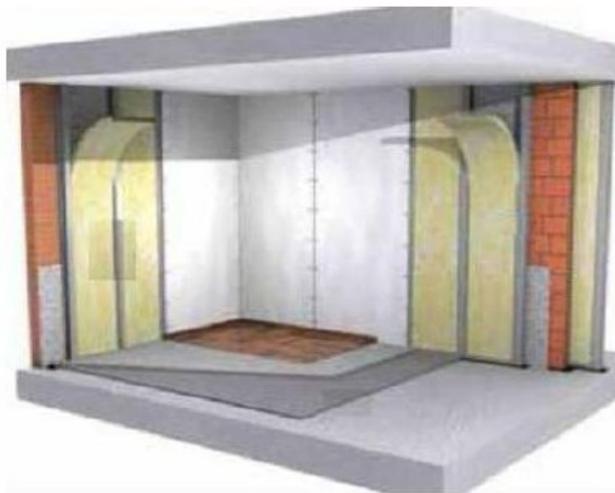
Encuentro con fachadas

- La cámara de la fachada puede estar rellena con cualquier material aislante. Entre las hojas de la fachada puede existir una cámara no ventilada.
- Debe interponerse una banda elástica en los encuentros entre las hojas del elemento separador y la hoja exterior de la fachada, con independencia de los otros materiales o impermeabilizantes
- La cámara se interrumpirá entre las dos unidades de uso. La hoja interior de la fachada no será continua y no conectará las dos unidades de uso.



1. Hoja exterior de la fachada
2. Bandas elásticas
3. Material aislante de fachada
 (a) lana roca (b) poliuretano proyectado XPS o EPS
4. Hojas interior de fábrica de la fachada
5. Hojas de fábrica del divisorio
6. Material absorbente acústico

Tipologías: Albañilería mixta y seca



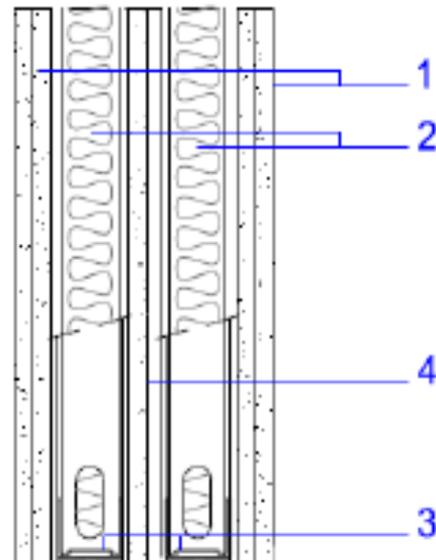
Estructura del sistema:

1. Tabiques de autoportantes con aislamiento acústico y juntas perimetrales elásticas.
2. Cerramientos dobles con aislante intermedio y juntas perimetrales elásticas.
3. Fachadas con aislamiento intermedio y tabique interior.
4. Ventanas calidad acorde al nivel de ruido exterior.
5. Forjados con suelo flotante.

Tipologías:

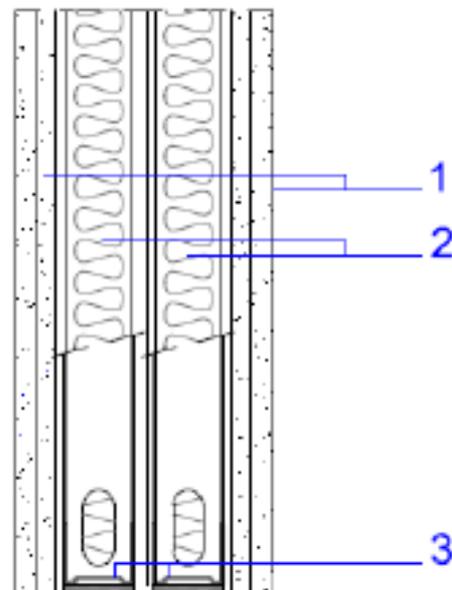
Doble perfilería de entramado metálico con placa intermedia

1. Placas de yeso laminado. Espesor mínimo 2x12,5mm
2. Material absorbente acústico. Espesor mínimo 4cm, densidad 10-70 kg/m³, $r > 5 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^2$
3. Perfilería. Canales y montantes. Espesor mínimo 48mm. Deben utilizarse bandas de estanquidad en el apoyo de los canales a los forjados y de los montantes a las particiones de fábrica, hormigón o pilares
4. Placa de yeso laminado intermedia. Espesor mínimo 12,5mm. Se atornillará a una de las perfillerías. Puede ser sustituida por una chapa metálica de 0,6mm

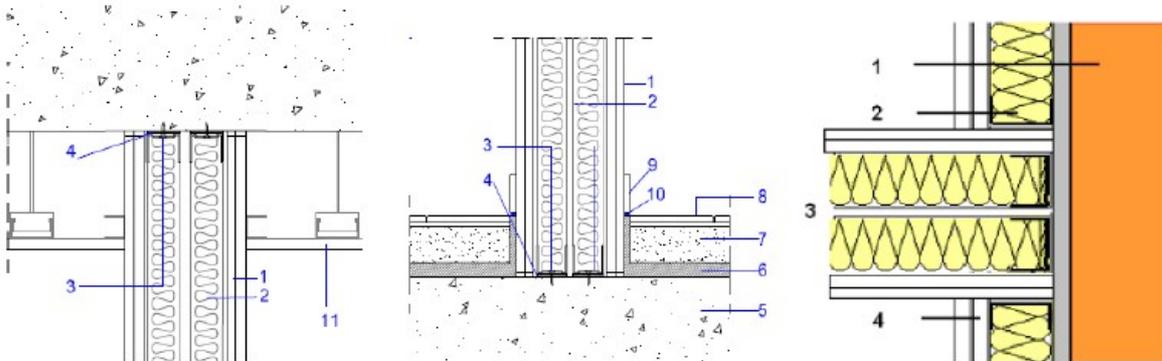


Doble perfilería de entramado metálico sin placa intermedia

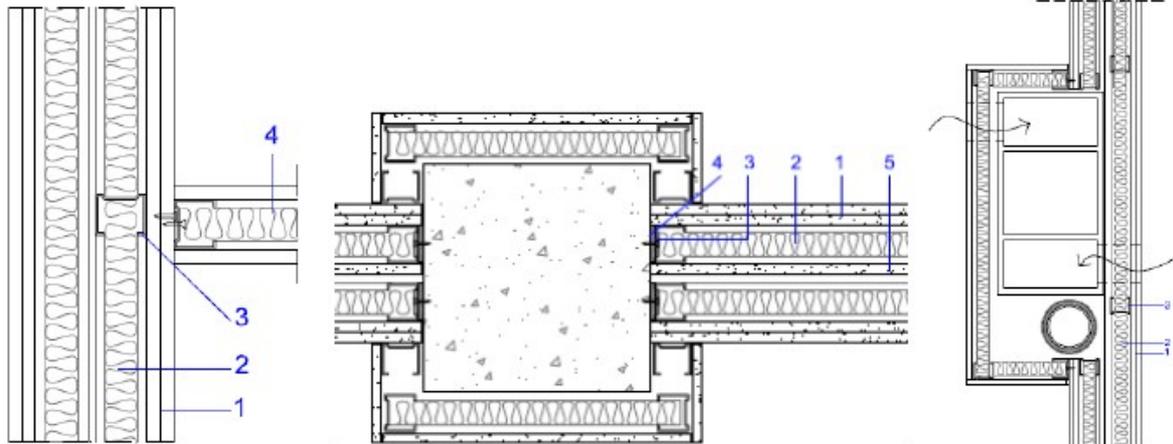
1. Placas de yeso laminado. Espesor mínimo 2x12,5mm
2. Material absorbente acústico. Espesor mínimo 4cm, densidad 10-70 kg/m³, $r > 5 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^2$
3. Perfilería. Canales y montantes. Espesor mínimo 48mm.
4. Deben utilizarse bandas de estanquidad en el apoyo de los canales a los forjados y de los montantes a las particiones de fábrica, hormigón o pilares.



Encuentros



1. Los elementos de entramado autoportante se montarán preferiblemente apoyados en el forjado.
2. El suelo flotante no deberá entrar en contacto con las particiones o pilares. Entre el suelo y los paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos.
3. Si el material aislante a ruido de impactos no es impermeable, debe interponerse una lámina impermeable entre el mortero y dicho material, a fin de que el mortero no entre en contacto con las placas de yeso laminado.
4. Si el solado se ejecuta después de la partición se interpondrá un film protector entre el solado y las placas de yeso laminado, de tal forma que se evite que la humedad entre en contacto con las placas de yeso.
5. El rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, ej: un cordón de silicona.
6. Las tuberías que discurran por el suelo y lleguen a la partición estarán revestidas con coquillas de un material elástico. Ej: coquillas de espuma PE o elastomérica.
7. Debe ejecutarse primero el elemento de separación vertical y luego el falso techo.
8. En fachada, es necesario el empleo de bandas de estanquidad en el encuentro entre los montantes y hoja exterior de fábrica.



con tabiquería de entramado

con pilares

con conductos instalaciones

2.4 Fachada y huecos

Consideramos las fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior, uno de los puntos débiles de los elementos constructivos.

El aislamiento del elemento base de la fachada, se ve reducido fuertemente por los elementos débiles de ésta (ventanas y aireadores). De ahí la importancia de la calidad de las ventanas, su correcto aislamiento y instalación.

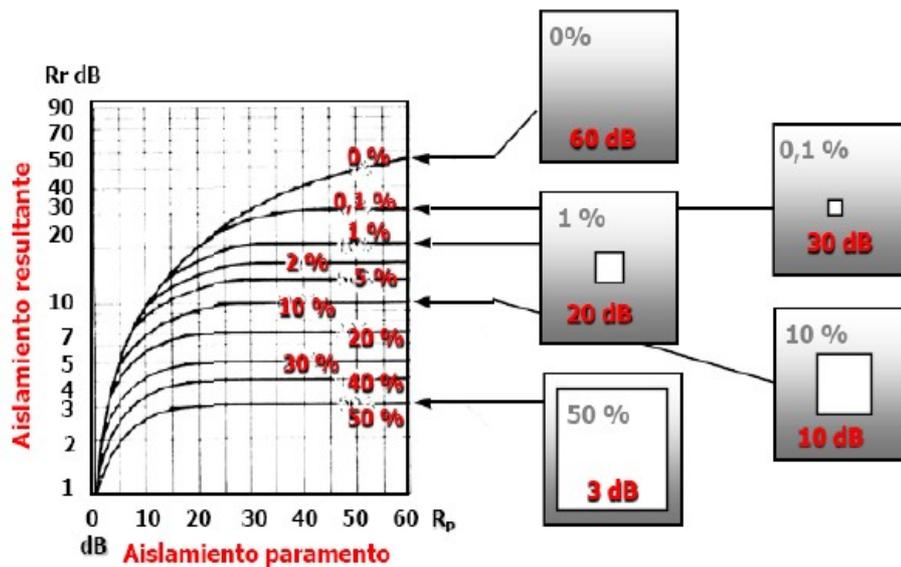


Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ ≠ 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(1)}$	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
$D_{2m,nT,Atr} = 41^{(1)}$	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
$D_{2m,nT,Atr} = 42$	44	50	37	40	42	43	44
		55	36	39	42	43	
		60	36	39	42	43	
$D_{2m,nT,Atr} = 46^{(1)}$	48	50	43	45	47	48	48
		55	41	44	46	47	
		60	40	43	46	47	
$D_{2m,nT,Atr} = 47$	49	55	42	45	47	48	49
		60	41	44	47	48	
$D_{2m,nT,Atr} = 51^{(1)}$	53	55	48	50	52	53	53
		60	46	49	51	52	

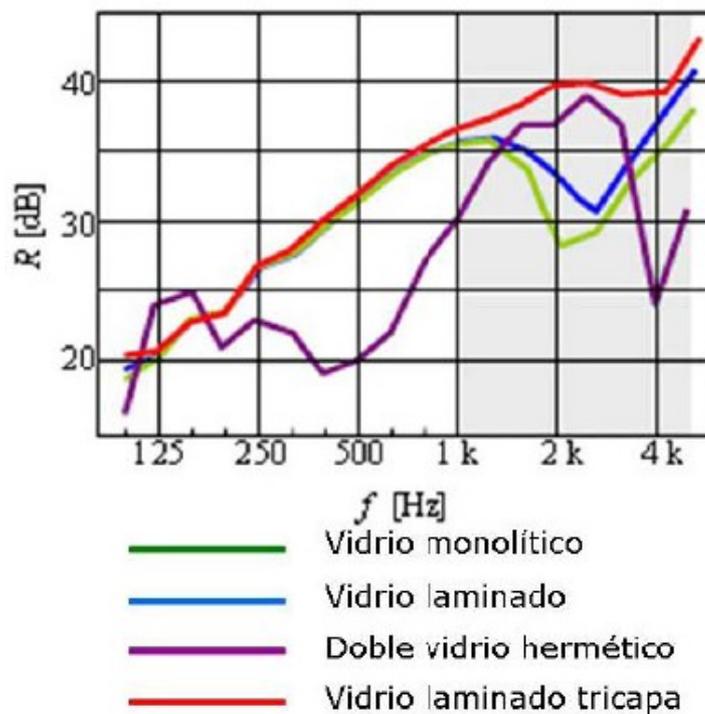
⁽¹⁾ Los valores de estos niveles límite se refieren a los que resultan de incrementar 4 dBA los exigidos en la tabla 2.1, cuando el ruido exterior dominante es el de aeronaves.

⁽²⁾ El índice $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco expresado en la tabla 3.4 se aplica a las ventanas que dispongan de aireadores, sistemas de microventilación o cualquier otro sistema de apertura de admisión de aire con dispositivos de cierre en posición cerrada.

2.5 Consideraciones sobre las ventanas

El acristalamiento de una ventana está condicionado por los siguientes aspectos:

1. Tipo de acristalamiento.
2. Área acristalada
3. Tipo de carpintería
4. Juntas y uniones
5. Sistema de apertura
6. Cajón de persiana



Tipo de acristalamiento	Espesor en mm	Masa unitaria en Kg/m ²	Clase de carpintería	Aislamiento acústico	
Sencillo	4	10	A-2	23	
			A-3	28	
	5	13	A-2	24	
			A-3	29	
	6	15	A-2	25	
			A-3	30	
	8	20	A-2	27	
			A-3	32	
	10	25	A-2	28	
			A-3	33	
	15	37	A-2	30	
			A-3	35	
	Doble (con cámara de espesor > 15mm)	4+4	20	A-2	27
				A-3	32
6+6		30	A-2	29	
			A-3	34	
15+5		37	A-2	30	
			A-3	35	
Laminara (varias hojas adheridas)	3+3	15	A-2	28	
			A-3	33	
	5+4	22	A-2	30	
			A-3	35	
	6+4	25	A-2	31	
			A-3	36	
	3+6+3	30	A-2	32	
			A-3	37	
	6+6+6	45	A-2	34	
			A-3	38	
	6+6+6+6	60	A-2	36	
			A-3	41	

Tabla del NBA CA-88

2.6 Elección del vidrio

En los vidrios monolíticos, el índice de aislamiento acústico a ruido aéreo aumenta con el espesor del vidrio. Aunque aumenta el peso del vidrio el aislamiento térmico prácticamente no varía.

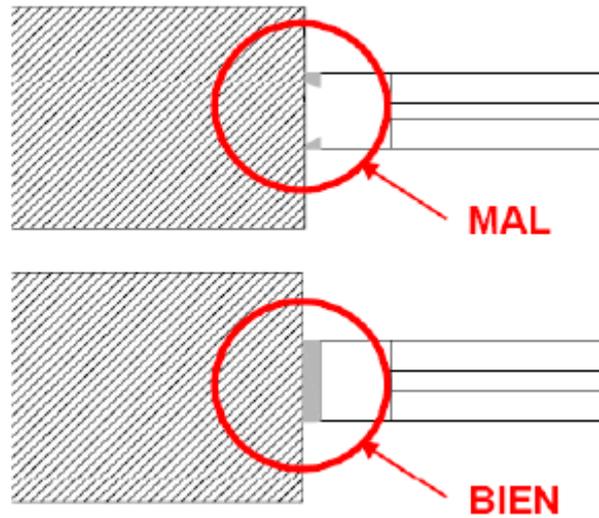
Los acristalamientos dobles tienen mejor aislamiento acústico cuando sus hojas son asimétricas y cuanto mayor es el espesor de los vidrios.

Los vidrios laminados tienen mayor aislamiento acústico que los vidrios monolíticos del mismo espesor.

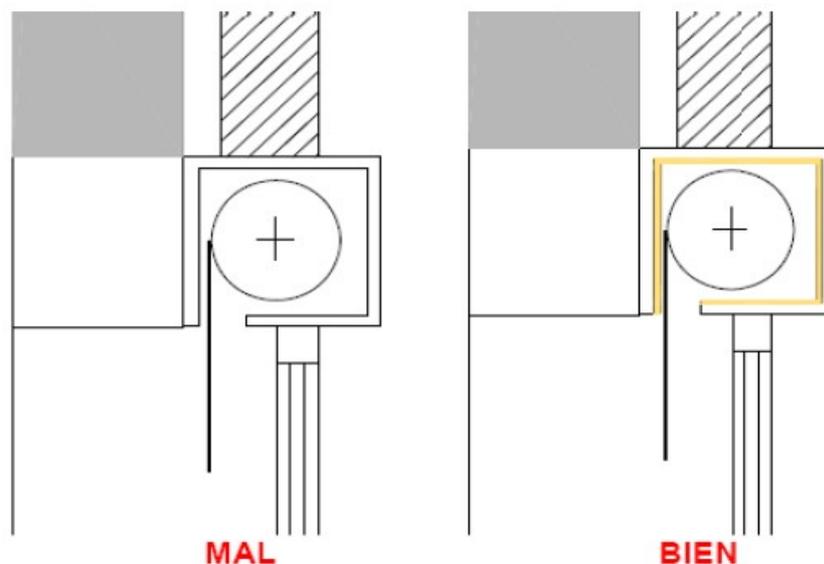
Los vidrios laminados acústicos tienen mejor aislamiento acústico que los vidrios laminados tradicionales de la misma composición.

2.7 Recomendaciones de instalación

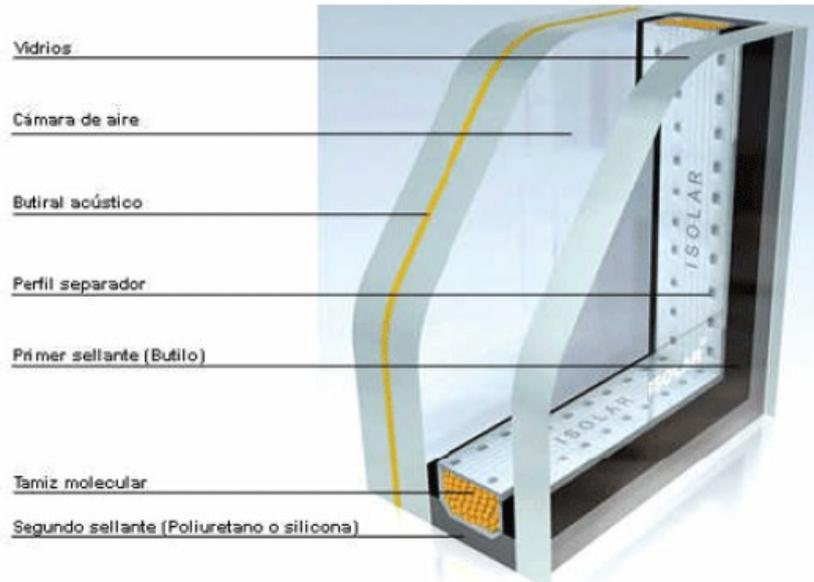
- No debe dejarse más holgura de la necesaria para su colocación entre la hoja de fachada-premarco/marco de la ventana.
- Se sellarán con un material adecuado todas las posibles holguras existentes entre el premarco y/o marco y el cerramiento ciego de la fachada, debiendo rellenarse completamente toda la holgura (espesor del cerramiento de fachada), no sólo superficialmente.
- Se sellarán las holguras entre el marco y el premarco con un material elástico cubriendo todo el espesor del marco.
- Estas mismas técnicas de sellado se aplicarán a las cajas de persianas.
- Las cajas de persiana instaladas por la hoja interior de la fachada tiene un aislamiento acústico bajo. (buscar dispositivos de control solar alternativo como *stores* o contraventanas.
- Es recomendable utilizar cajas de persiana prefabricadas con material absorbente acústico en la cámara (existen cajas de persianas con aislante térmico no acústico (EPS) en el tambor lo que no significa una mejora significativa del aislamiento acústico respecto a la solución sin material aislante.



- Estas mismas técnicas de sellado se aplicarán a las cajas de persianas.
- Las cajas de persiana instaladas por la hoja interior de la fachada tiene un aislamiento acústico bajo. (buscar dispositivos de control solar alternativo como stores o contraventanas.
- Es recomendable utilizar cajas de persiana prefabricadas con material absorbente acústico en la cámara (existen cajas de persianas con aislante térmico no acústico (EPS) en el tambor lo que no significa una mejora significativa del aislamiento acústico respecto a la solución sin material aislante.



- En las fachadas de dos hojas, es recomendable que la carpintería se apoye en una sola de las hojas.
- En el caso del acristalamiento doble deben considerarse las frecuencias críticas de cada uno de los vidrios y cavidad, recomendándose vidrios asimétricos.



2.8 Aireadores integrados en ventanas

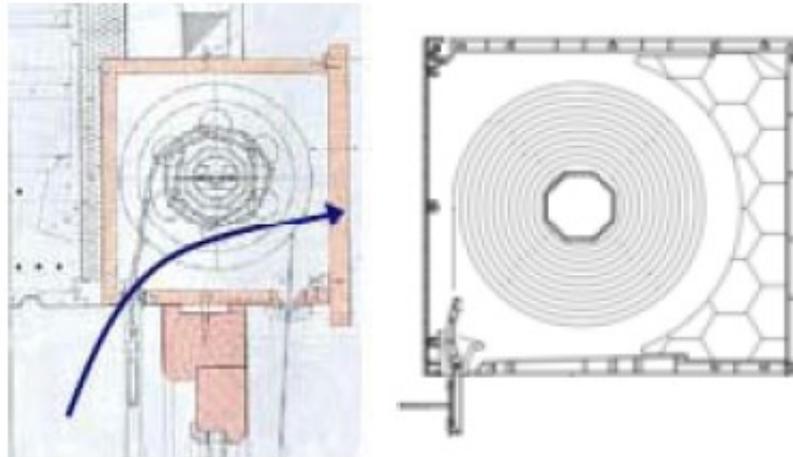
Los aireadores reducen el aislamiento global de las fachadas, por lo que para aumentar su aislamiento “individual”, es preciso actuar sobre la longitud de recorrido del aire (laberinto) y colocar revestimientos absorbentes en el interior del conducto.

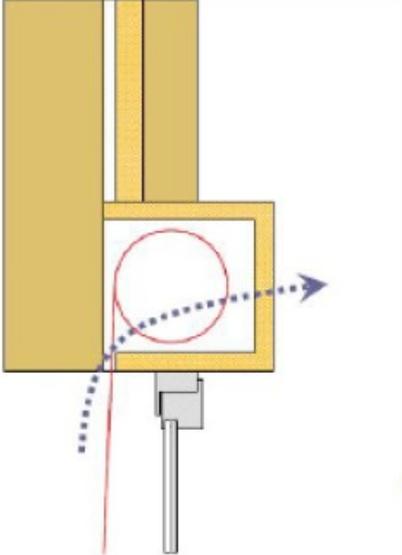
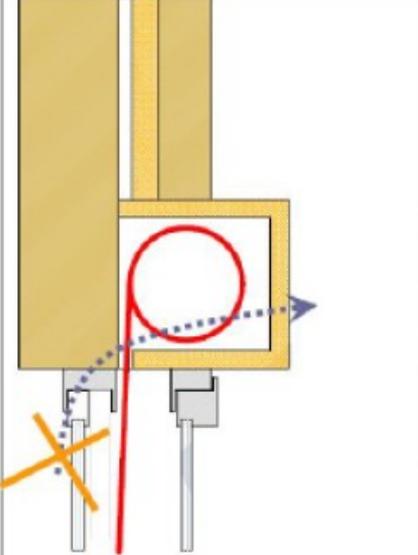
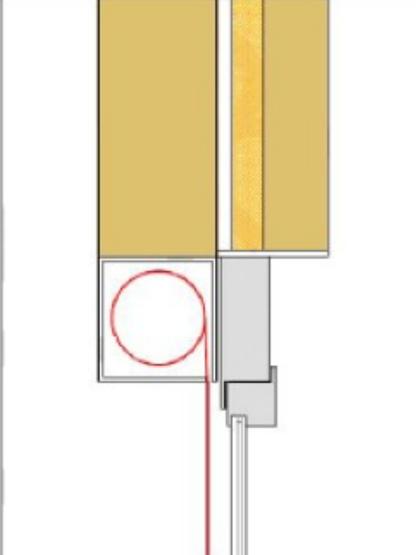
$$D_{n,e,w} > R_{\text{global fachada, A Tr}} + 6\text{dB}$$

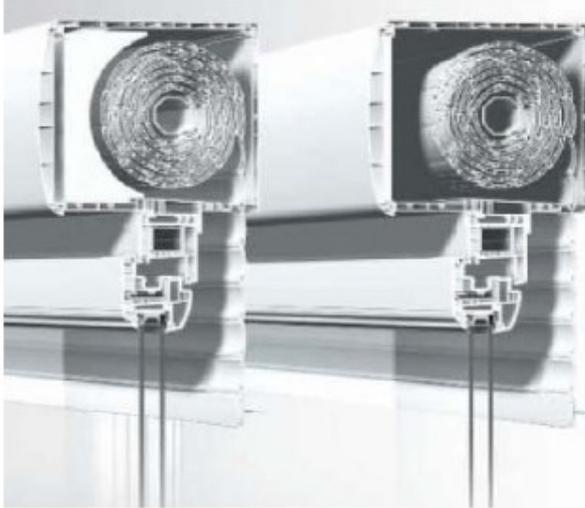
2.9 Capialzados

Un elemento crítico en el tratamiento acústico de las fachadas son las cajas de las persianas debido a su falta de estanquidad de los capialzados instalados en la hoja interior de la fachada que permite penetrar a través de ellos el aire y por tanto el ruido exterior.

Para mejorar este funcionamiento es imprescindible la instalación de bandas de estanquidad, reforzar la estructura de la caja, aumentar la masa de la tapa del registro y realizar un tratamiento absorbente en su interior.



Capialzado instalado por el interior de la fachada	Capialzados instalados que no afectan el aislamiento acústico de la fachada	
		
<p>En azul, la principal vía de penetración del sonido a través de los capialzados</p>	<p>En el caso de las ventanas dobles, esta vía queda eliminada</p>	<p>Un capialzado instalado por el exterior de la fachada no afecta el aislamiento acústico de la fachada.</p>



Soluciones no desolidarizadas, falta de tratamiento absorbente, débil aislamiento acústico de la tapa.