

ACÚSTICA EN LA EDIFICACIÓN

Alejandro J. Sansegundo Sierra
Especialista Acústico en la Construcción.

COLABORADOR EN CURSOS DEL COAM.

**PONENTE DE CURSOS DE FORMACIÓN PERMANENTE DEL
C.S.C.A.E.**

**Miembro de la SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE ACÚSTICA**

www.acusticasansegundo.com

Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

PROTECCIÓN INICIAL: RELACIÓN CON EL EXTERIOR

ENTERRADOS



HUECOS MÍNIMOS



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

ESTRUCTURA Y HUECOS RELACIONADOS



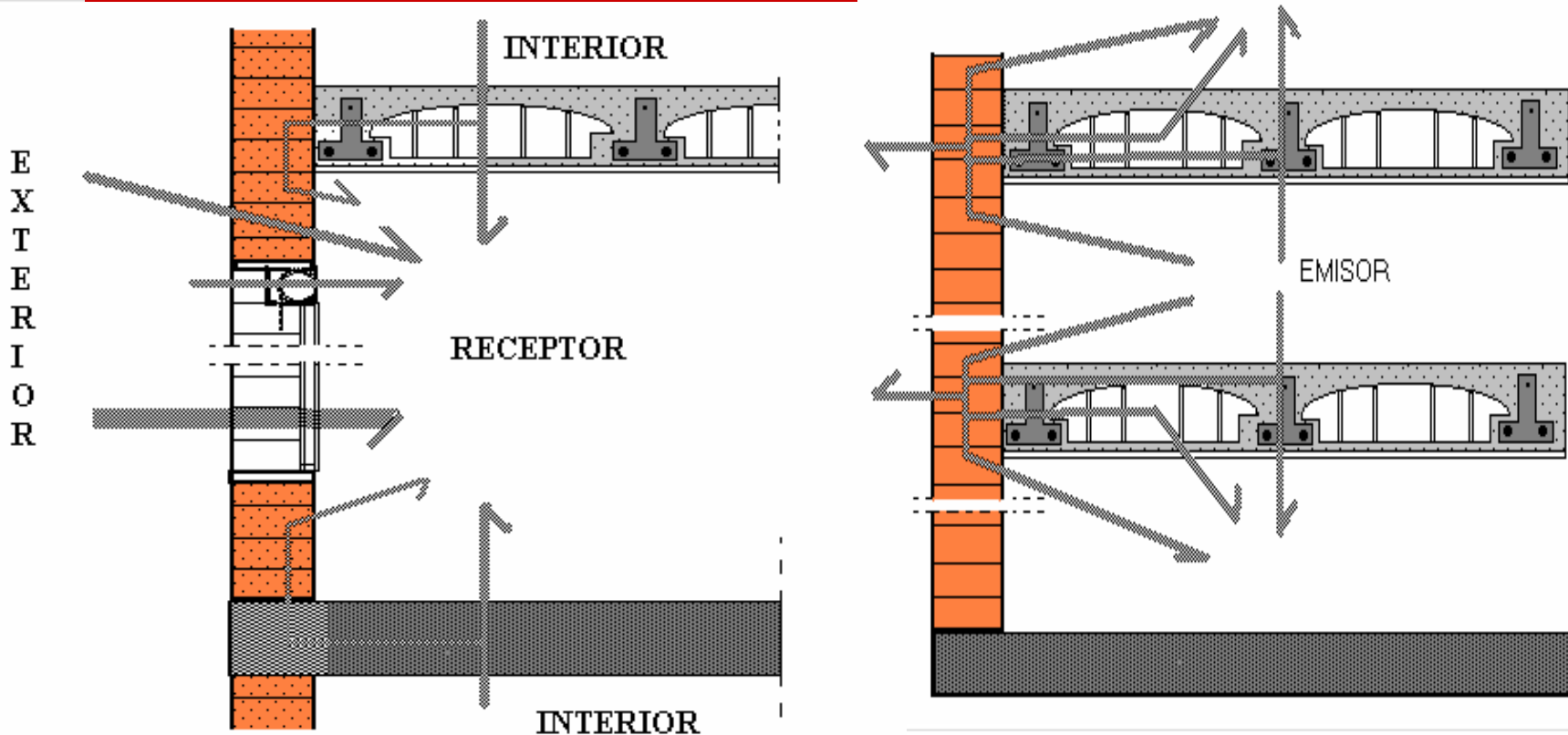
Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

INDEPENDENCIA ESTRUCTURA - HUECOS



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

PROTECCIÓN DEL RUIDO EXTERIOR - INTERIOR



PROBLEMÁTICA ACTUAL

- ❑ FORJADOS Y MEDIANERAS **R<45 dBA**
- ❑ AISLAMIENTO EN FACHADA **Rg<30 dBA**
- ❑ SEPARACIÓN CUARTO DE **MÁQUINAS**
- ❑ INFLUENCIA DE LAS **ROZAS**
- ❑ RUIDOS DE LAS **INSTALACIONES**
- ❑ **ANCLAJES** Y APOYOS DE INSTALACIONES
- ❑ AISLAMIENTO ENTRE **VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS** CONTIGUOS

NORMA **BÁSICA** DE LA EDIFICACIÓN NBE CA 88

$R = 16,6 \log m + 2$, en dBA; (1) $m \leq 150 \text{ Kg/m}^2$

$R = 36,5 \log m - 41,5$, en dBA;(2) $m \geq 150 \text{ Kg/m}^2$

Aplicando la
fórmula,
**necesitaríamos
multiplicar su
masa por 8.**

*¿Cómo puedo
incrementar
el aislamiento
de una pared
en
18 dB ?*

dB HR

MINISTERIO DE VIVIENDA

18400 *REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.*

23 de octubre; BOE N° 254

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

- **Limitar**, a los usuarios, **el riesgo de molestias o enfermedades** que el ruido “(interior o exterior)” pueda producir.
- Que los elementos constructivos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido **aéreo**, del ruido de **impactos** y del ruido y vibraciones **de las instalaciones propias del edificio**, y para limitar el ruido **reverberante** de los *recintos*.

PROTECCIÓN ACÚSTICA: EXIGENCIAS BÁSICAS DB HR

- Para **elementos constructivos totalmente acabados**, es decir, albergando las instalaciones del edificio.
- Incluyendo cualquier actuación que pueda **modificar** las características acústicas de dichos elementos.

VALORES LÍMITE DE AISLAMIENTO

Art. 2.1

- **2.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo**
- **2.1.2 Aislamiento acústico a ruido de impactos**
- **2.2 Valores límite de tiempo de reverberación**
- **2.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones**

RECINTO HABITABLE

Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran *recintos habitables* los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (**dormitorios, comedores, bibliotecas, salones**, etc.) en edificios residenciales;
- b) **aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;**
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de **uso sanitario;**
- d) **oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;**
- e) **cocinas, baños, aseos, pasillos** y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

RECINTO NO HABITABLE

- Se consideran *recintos no habitables* aquellos **no destinados al uso permanente** de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los **garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.**

RECINTO PROTEGIDO

- *Recinto habitable* con mejores características acústicas. Se consideran *recintos protegidos* **los recintos habitables de los casos a), b), c), d).**

RECINTO DE ACTIVIDAD

- *Recinto* en el que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los *recintos* del edificio en el que se encuentra integrado, por ejemplo, **actividad comercial, administrativa, lúdica, industrial, garajes y aparcamientos** (excluyéndose aquellos situados en espacios exteriores del entorno de los edificios aunque sus plazas estén *cubiertas*), etc., **en edificios de vivienda, hoteles, hospitales**, etc., siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del *recinto* sea **mayor que 70 dBA y no sea recinto ruidoso.**

RECINTO RUIDOSO

Recinto de **uso generalmente industrial**, cuyas actividades producen un nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, en el del recinto, **mayor que 80 dBA**, no compatible con el requerido en los *recintos protegidos*.

R'_A

- **Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, de un elemento constructivo, R'_A:**

Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica aparente, R', para un ruido incidente rosa, normalizado, ponderado A.

$$R'_A = -10 \cdot \lg \left(10^{-0,1R_{Dd,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{F1,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \frac{A_0}{S_0} \sum_{s1=e1,s2} 10^{-0,1D_{n,s1,A}} \right) [\text{dBA}]$$

$$R'_w$$

□ **Índice global de reducción acústica aparente, R'_w :**

Valor en decibelios de la curva de referencia, a 500 Hz, ajustada a los valores experimentales del índice de reducción acústica aparente, R' .

R_A

□ **Índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo, RA:**

Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A.

Los índices de reducción acústica se determinarán mediante **ensayo en laboratorio**. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones (ley de masa) que determinan el aislamiento RA, en función de la masa por unidad de superficie, m, expresada en kg/m²
(**Formulación para $m > 0 < 150 \text{ kg/m}^2$**)

DnT,A

□ 3.1.3.3 Método de cálculo de *aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos interiores*:

La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, DnT,A, utilizada para *recintos interiores*.

$$D_{nT,A} = R'_A + 10 \cdot \lg \left(\frac{0,32 - V}{S_s} \right)$$

D2m,nT

- **Diferencia de niveles estandarizada en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior, D2m,nT:**
Aislamiento acústico a ruido aéreo de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior, en dB, cuando la medida del nivel de ruido exterior, L1,2m, se hace a 2 metros frente a la fachada o la cubierta.

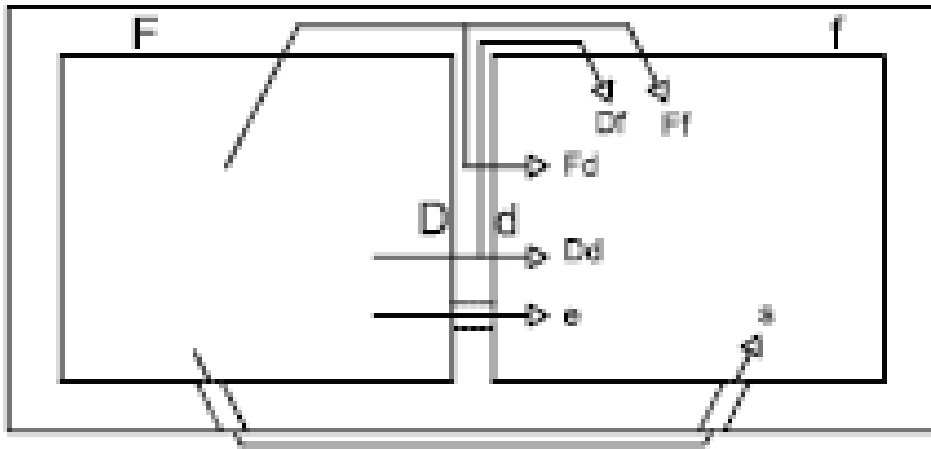
$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}]$$

L'nT

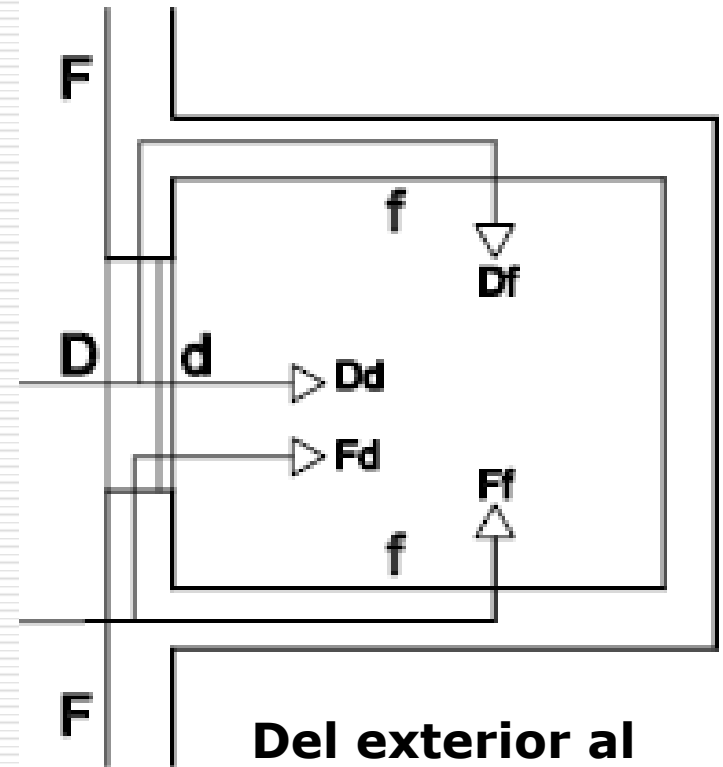
Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado: Nivel de presión sonora medio, en dB, en el *recinto* receptor normalizado a un *tiempo de reverberación* de 0,5 s, cuando el elemento constructivo de separación respecto al *recinto* emisor es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia.

$$L'_{nT} = L - 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}]$$

CAMINOS DE TRANSMISIÓN SONORA

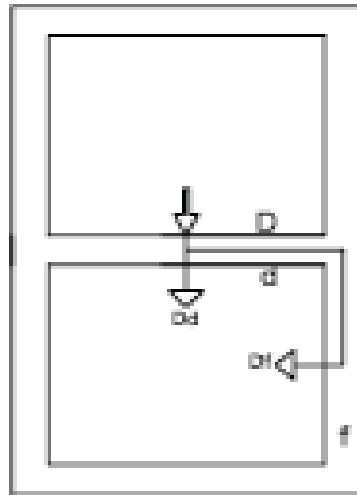


Entre recintos

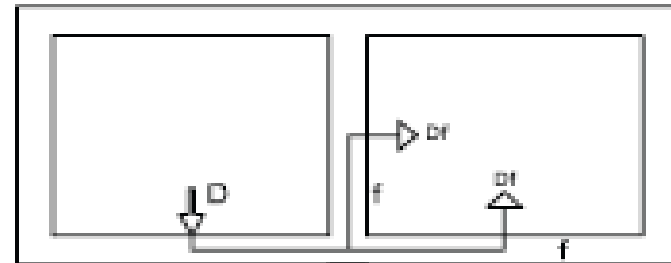


Del exterior al recinto

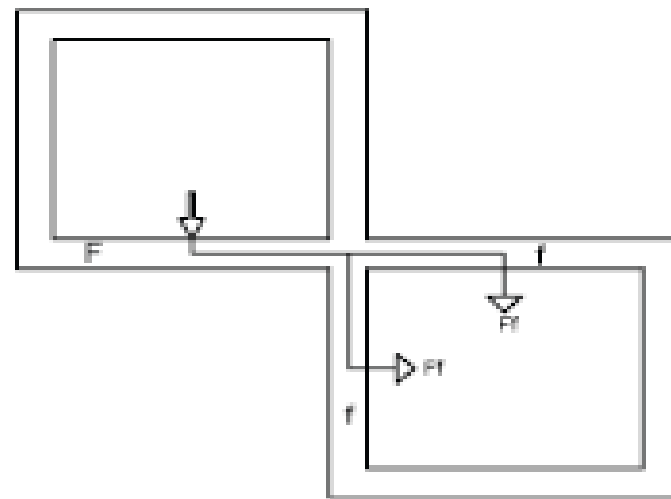
CAMINOS DE TRANSMISIÓN SONORA (Impacto)



Recintos superpuestos



Recintos adyacentes



Recintos con una arista horizontal común

VALORES LÍMITE DE AISLAMIENTO

AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO				
RECINTOS PROTEGIDOS - RECINTOS HABITABLES				
PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO GENERADO DESDE:				
	RA	DnTA	D2m,nT,Atr	L'nT,w
LA MISMA UNIDAD DE USO	33 - 33			
UNIDADES DE USO DIFERENTE		50 - 45		65
ZONAS COMUNES (puertas - muro)	30 - 50	50		65 *
ZONAS COMUNES (puertas - muro)	20 - 50	45		
INSTALACIONES		55 - 45		60
RECINTOS DE ACTIVIDAD		55 - 45		60
EL EXTERIOR (en función Ld y uso)			Tablas	
Decreto 1523/2005 del 16/12; Anexo1				
MEDIANERAS ENTRE EDIFICIOS		Los dos: 50	De cada: 40	

* no exigible en recintos protegidos colindantes horizontalmente con escalera en zona común

Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

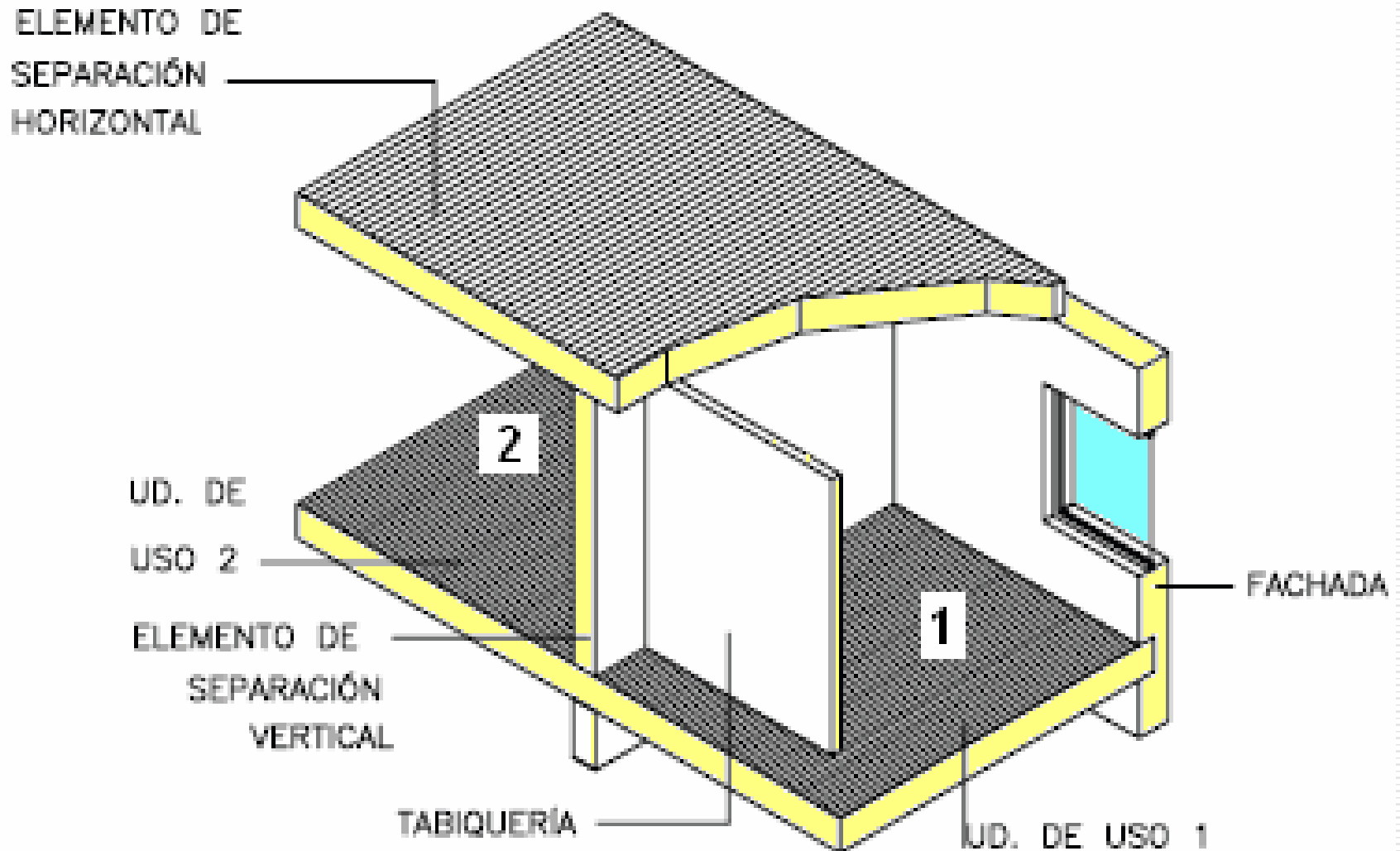
Art. 3.1.2.3 DISEÑO Y DIMENSIONADO DE ELEMENTOS DE SEPARACIÓN. CASOS:

- SEPARACIÓN VERTICAL
- SEPARACIÓN HORIZONTAL A RUIDO AEREO
- SEPARACIÓN HORIZONTAL A RUIDO DE IMPACTO
- SEPARACIÓN INTERIOR – EXTERIOR
- SEPARACIÓN INSTALACIONES

OPCIÓN SIMPLIFICADA DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO

- ❑ SOLUCIONES QUE DAN CONFORMIDAD A LAS EXIGENCIAS
- ❑ PARA EL CONJUNTO DE TODOS LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS
- ❑ SE ESTABLECEN TABLAS CON VALORES MÍNIMOS + LAS CONDICIONES DE DISEÑO DE UNIONES DEL punto 3.1.4
=> ALCANZAR LOS VALORES EXIGIDOS

ELEMENTOS QUE COMPONEN DOS RECINTOS 3.1.2



CONDICIONES DE APLICACIÓN

- ❑ VÁLIDA PARA EDIFICIOS USO RESIDENCIAL
- ❑ PARA UNIFAMILIAR ADOSADA: ANEJO J
- ❑ VÁLIDA PARA ESTRUCTURA HORIZONTAL RESISTENTE:
 - F. DE HORMIGÓN MACIZOS
 - O CON ELEMENTOS ALIGERANTES
 - MIXTOS DE CHAPA DE ACERO + HORMIGÓN

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN 3.1.2.2

- ❑ **TABIQUERÍA**
- ❑ **ELEM. DE SEPARACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL (3.1.2.3)**
- ❑ **UNIDADES DE USO DIFERENTES, MISMO USO, ZONAS COMUNES, RECINTOS DE ACTIVIDAD, RECINTOS DE INSTALACIONES**
- ❑ **MEDIANERÍAS (3.1.2.4)**
- ❑ **FACHADAS, CUBIERTAS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL EXTERIOR (3.1.2.5)**

ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICAL

Son aquellas particiones verticales que separan:

- Unidades de uso diferentes**
- O una unidad de uso de una zona común, de un recinto de instalaciones o de un recinto de actividad. (Véase figura 3)**

PARÁMETROS ACÚSTICOS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

3.1.2.3.2 Parámetros acústicos de los elementos constructivos

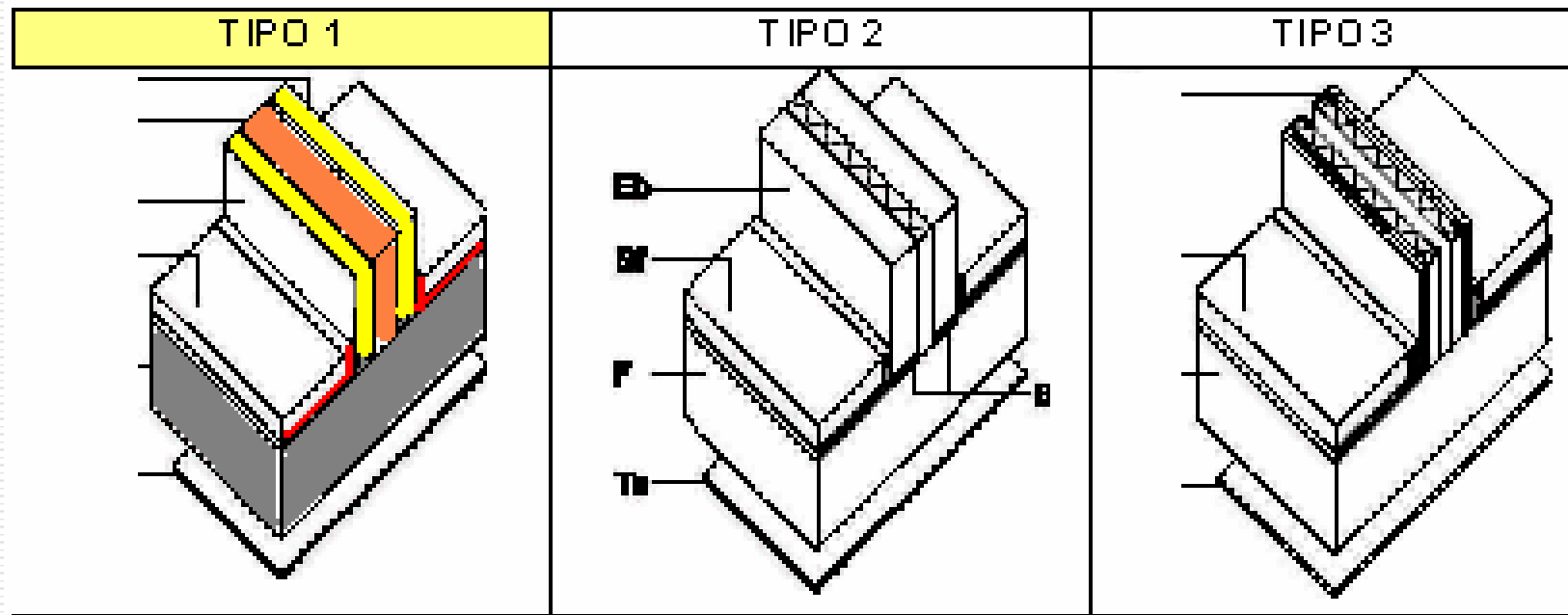
Los parámetros que definen cada elemento constructivo son los siguientes:

- a) Para el elemento de separación vertical, la tabiquería y la *fachada*:
 - i) m , masa por unidad de superficie del elemento base, en kg/m^2 ;
 - ii) R_A , índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento base, en dBA;
 - iii) ΔR_A , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al *trasdoso*.

- b) Para el elemento de separación horizontal:
 - i) m , masa por unidad de superficie del forjado, en kg/m^2 , que corresponde al valor de masa por unidad de superficie de la sección tipo del forjado, excluyendo ábacos, vigas y macizados;
 - ii) R_A , índice global de reducción acústica, ponderado A, del forjado, en dBA;
 - iii) ΔL_W , reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB, debida al *suelo flotante*;
 - iv) ΔR_A , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al *suelo flotante* o al techo suspendido.

PARTICIONES INTERIORES ENTRE UNIDADES DE USO DIFERENTE O ZONA COMÚN; ELEMENTO BASE + TRASDOSADO

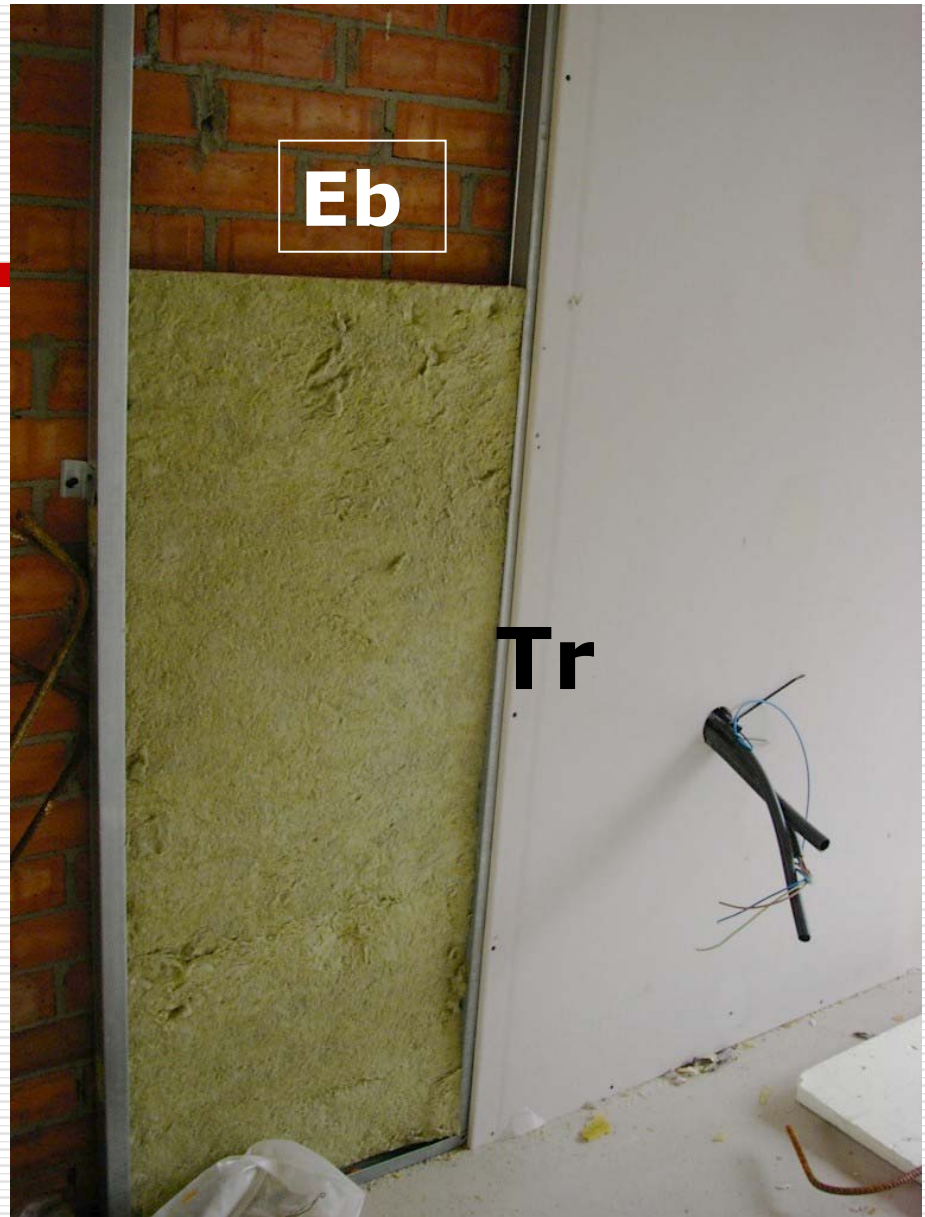
Art. 3.1.2.3.1; figura 3.2



CT HR, 3.1.2.3 tipo 1 ELEMENTOS DE SEPARACIÓN

**1. ELEMENTO BASE
(Eb) = Elemento
pesado**

**2. TRASDOSADO
(Tr) por ambos
lados**



PARTICIONES INTERIORES ENTRE UNIDADES DE USO DIFERENTE O ZONA COMÚN; 2 HOJAS DE ELEMENTO BASE + BANDA APOYO

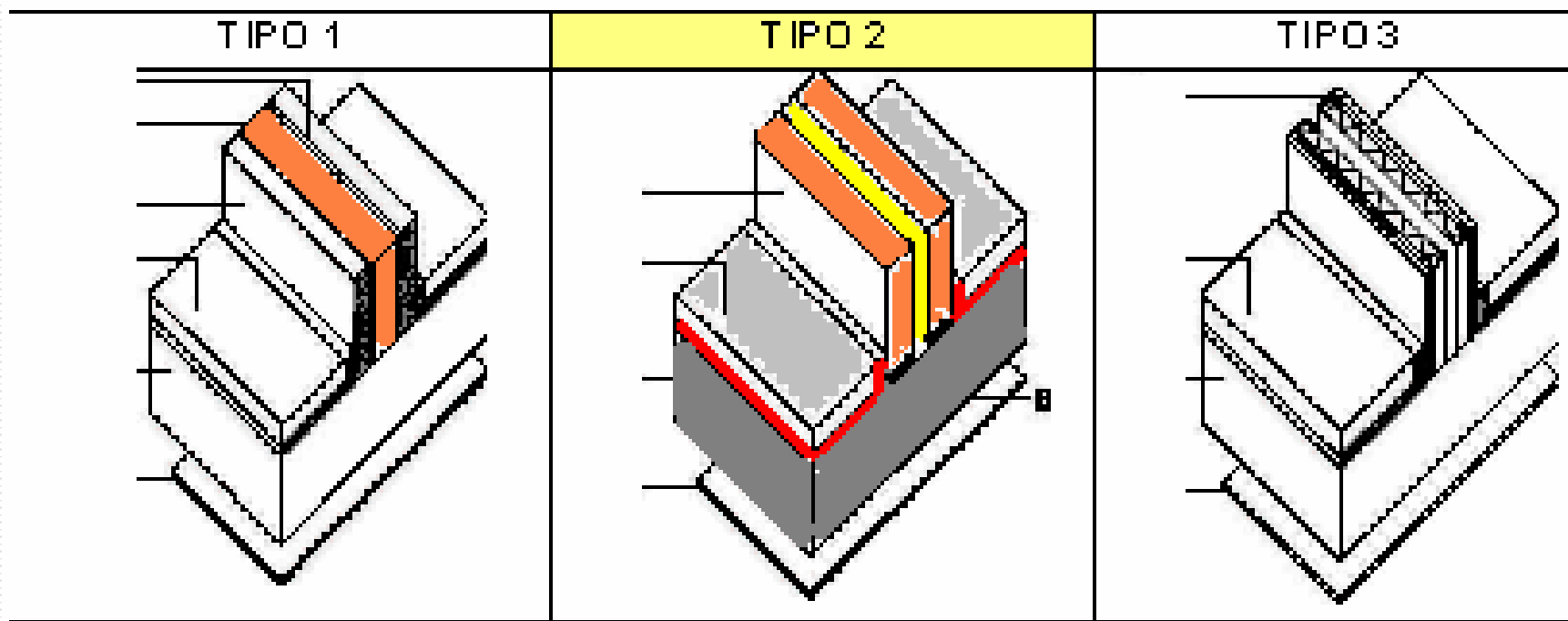
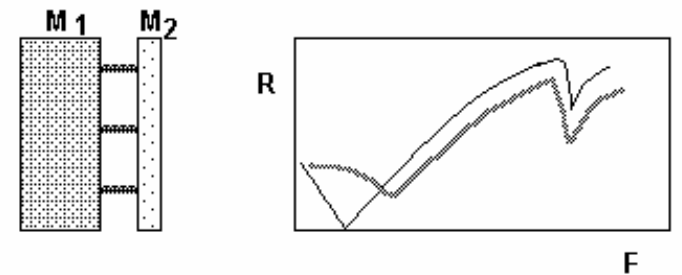
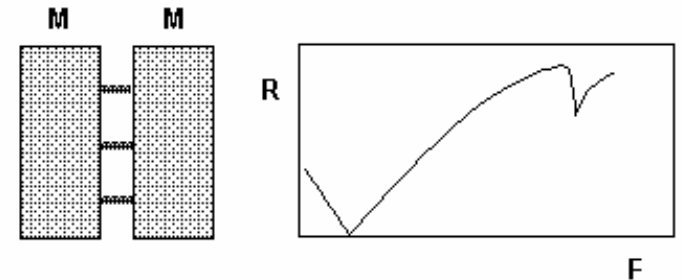


Figura 3.2

SEPARACIÓN VERTICAL

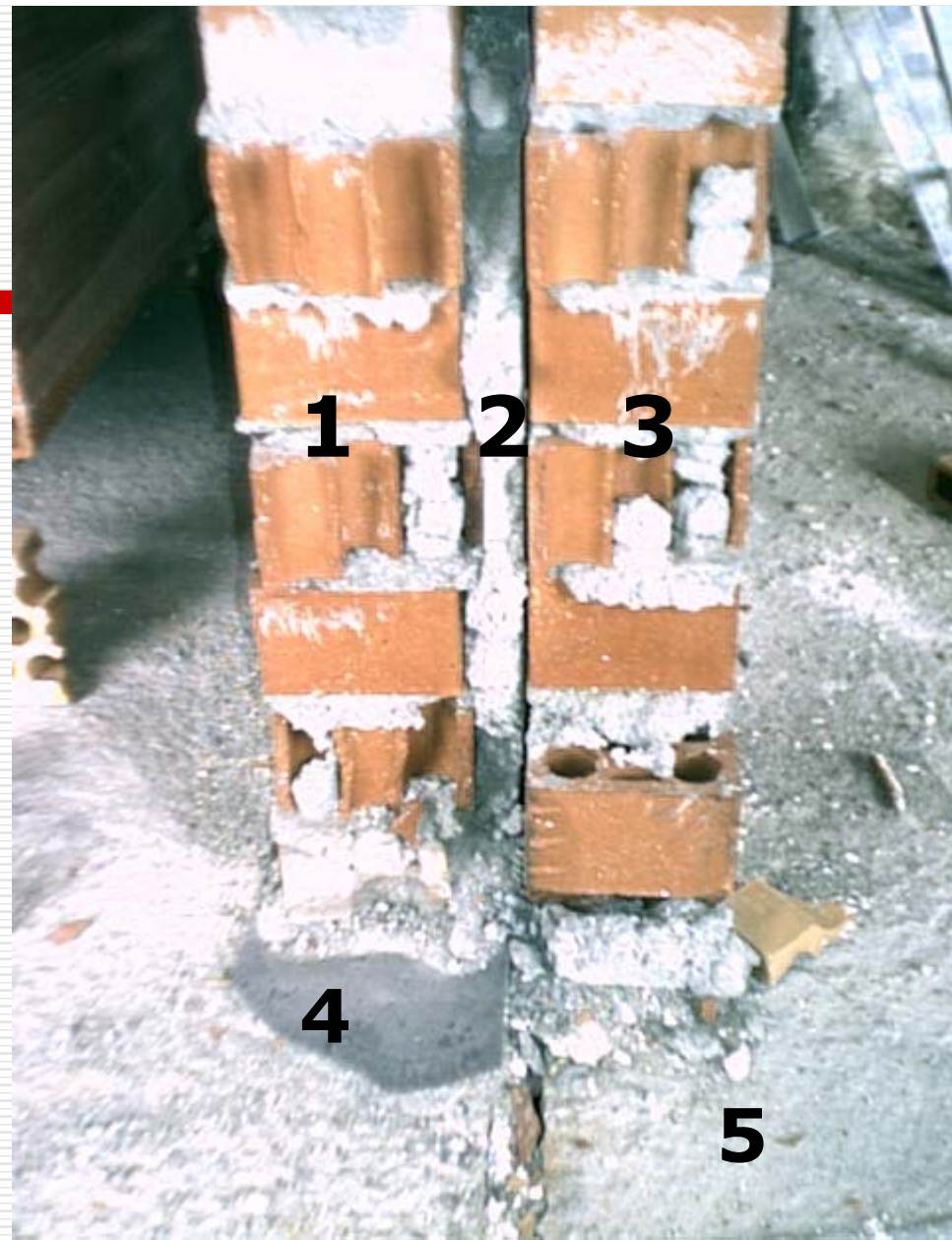
Consiste en dos elementos constructivos paralelos y separados una distancia

- ❑ MASAS **DIFERENTES**
- ❑ **CÁMARAS** DE SEPARACIÓN ENTRE MATERIALES
- ❑ MATERIALES **ABSORBENTES** EN LA CÁMARA
- ❑ UNIONES **ELÁSTICAS** ENTRE ELEMENTOS
- ❑ **TRASDOSADOS** CON PLACA DE YESO LAMINADO



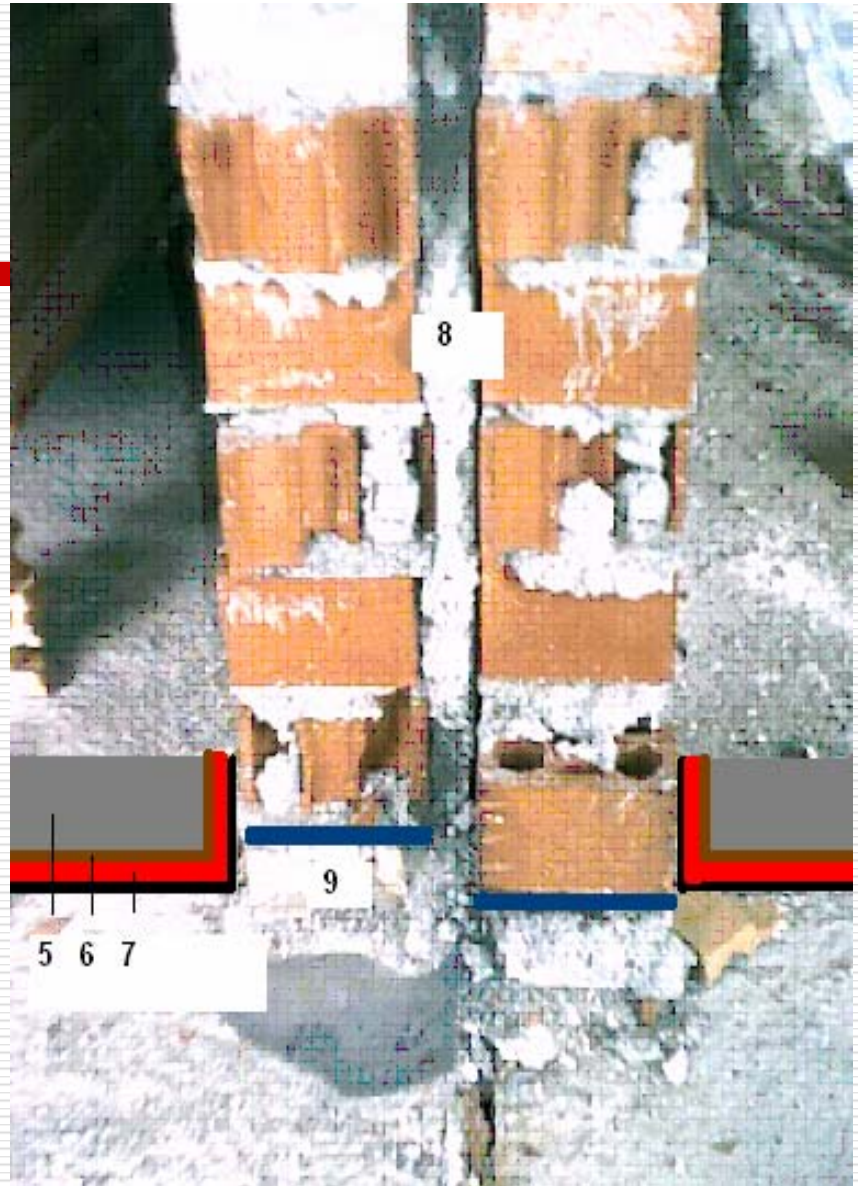
DOBLE TABIQUE: EJECUCIÓN

1. $\frac{1}{2}$ pie
2. Cámara + mortero
3. $\frac{1}{2}$ pie
4. Lámina de apoyo en tabique
5. FORJADO - LOSA



CT HR, 3.1.2.3 tipo 2 ELEMENTOS DE SEPARACIÓN

- Losa de hormigón 5
- Lámina impermeable 6
- Material elástico 7
- Material absorbente 8
- Banda elástica en el perímetro 9



BANDA ELÁSTICA

- Banda de material elástico de al menos **10 mm** de espesor utilizada para interrumpir la transmisión de vibraciones en los encuentros de una partición con suelos, techos y otras particiones. Se consideran materiales adecuados para las bandas aquellos que tengan una rigidez dinámica, s' , menor que 100 MN/m^3 tales como el **poliestireno elastificado, el polietileno y otros materiales con niveles de prestación análogos.**

MINORACIÓN DEL AISLAMIENTO: TABIQUERÍA



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

PARTICIONES INTERIORES ENTRE UNIDADES DE USO DIFERENTE O ZONA COMÚN; ENTRAMADO AUTOPORTANTE

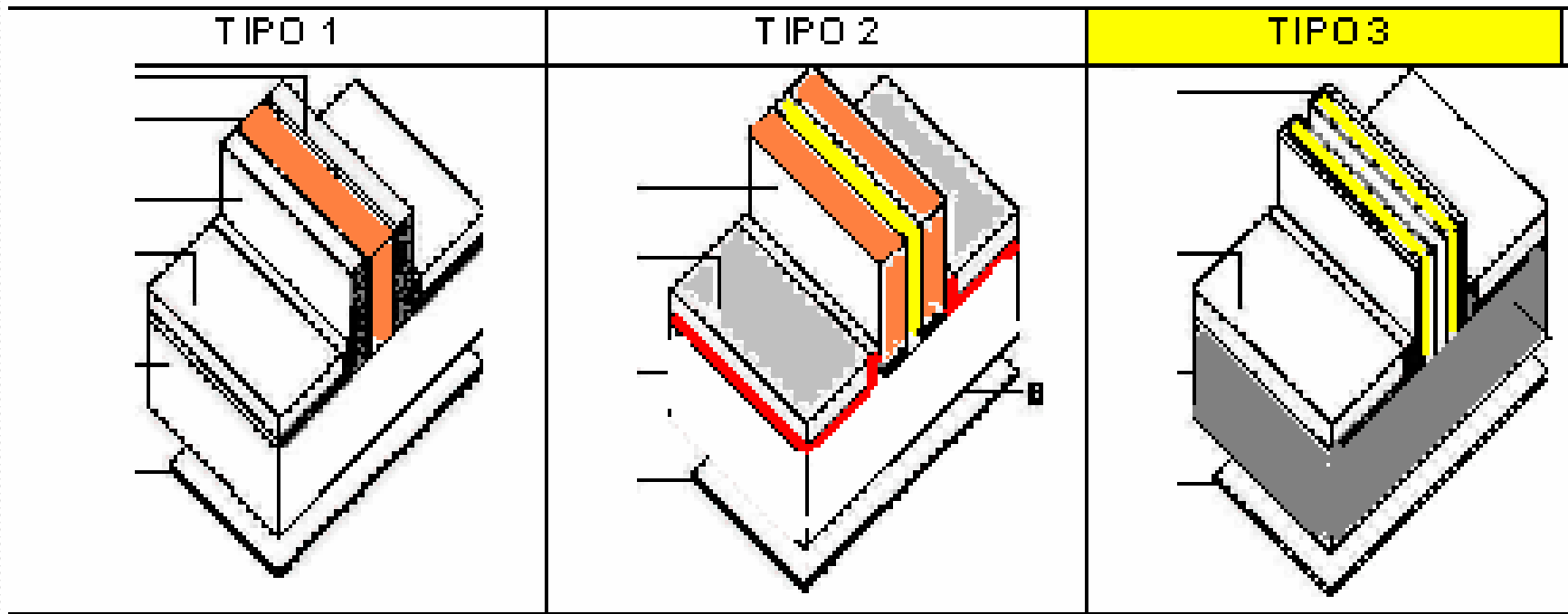


Figura 3.2

3.1.2.3.4 CONDICIONES MÍNIMAS. ELEMENTOS SEPARACIÓN VERTICAL

3.1.2.3.4 Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales

- 1 En la tabla 3.2 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación verticales entre *unidades de uso* diferentes o entre una *unidad de uso* y una *zona común*. Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que delimitan un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*. Las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con quión se refieren a elementos de separación verticales que no necesitan *trasdosados*.
- 2 En el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el *trasdosado* debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base. Si no fuera posible trasdosar por ambas caras y la transmisión de ruido se produjera principalmente a través del elemento de separación vertical, como es el caso de cajas de escaleras o de ascensores, podrá trasdosarse el elemento constructivo base solamente por una cara, incrementándose en 4 dBA la mejora ΔR_A del *trasdosado* especificada en la tabla 3.2.
- 3 En el caso de que una *unidad de uso* no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación vertical de la tabla 3.2.
- 4 De acuerdo con lo establecido en el apartado 2.1.1, las puertas que comunican un *recinto protegido* de una *unidad de uso* con una *zona común*, deben tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , no menor que 30 dBA y si comunican un *recinto habitable* de una *unidad de uso* con una *zona común*, su índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A no será menor que 20 dBA.

3.1.2.3.4 CONDICIONES MÍNIMAS. ELEMENTOS SEPARACIÓN VERTICAL

- 5 Con objeto de limitar las transmisiones indirectas por flancos y en el caso de que algún elemento de separación vertical acometiera a una *medianería* o a una *fachada* de dos hojas, la hoja exterior de la misma debe tener una masa por unidad de superficie mayor que 130 kg/m^2 .

Con objeto de limitar las transmisiones indirectas por flancos y en el caso de que algún elemento de separación vertical acometiera a una *medianería* o a una *fachada* de una hoja, ventilada o *fachada* con el aislamiento por el exterior, debe cumplirse:

- a) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la *medianería* o la *fachada* debe ser al menos 41 dBA y su masa por unidad de superficie, m , al menos 130 kg/m^2 ;
- b) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 2 cuya masa por unidad de superficie, m , sea menor que 170 kg/m^2 , no está permitido que éstos acometan a *medianerías* o a *fachadas* de una sola hoja, ventiladas o que tengan el aislamiento por el exterior;
- c) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 2 cuya masa por unidad de superficie, m , sea mayor que 170 kg/m^2 , el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la *medianería* o la *fachada* a la que acometen debe ser al menos 50 dBA y su masa por unidad de superficie, m , al menos 225 kg/m^2 ;
- d) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 3, índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la *medianería* o la *fachada* a la que acometen debe ser al menos 50 dBA y su masa por unidad de superficie, m , al menos 225 kg/m^2 .

Independientemente de lo expresado en las notas 3 y 4, las *medianerías* y las *fachadas* deben cumplir lo establecido en los apartados 3.1.2.4 y 3.1.2.5, respectivamente.

CT HR, 3.1.2.3 tipo 3 ELEMENTOS DE SEPARACIÓN

- ENTRAMADO
AUTOPORTANTE:
PLACAS DE YESO
LAMINADO (PYL)
- DOBLE PERFILERÍA:
MONTANTES M2 Y M3
- LANA MINERAL EN
LA CÁMARA
- TRASDOSADO PARA
INSTALACIONES 4

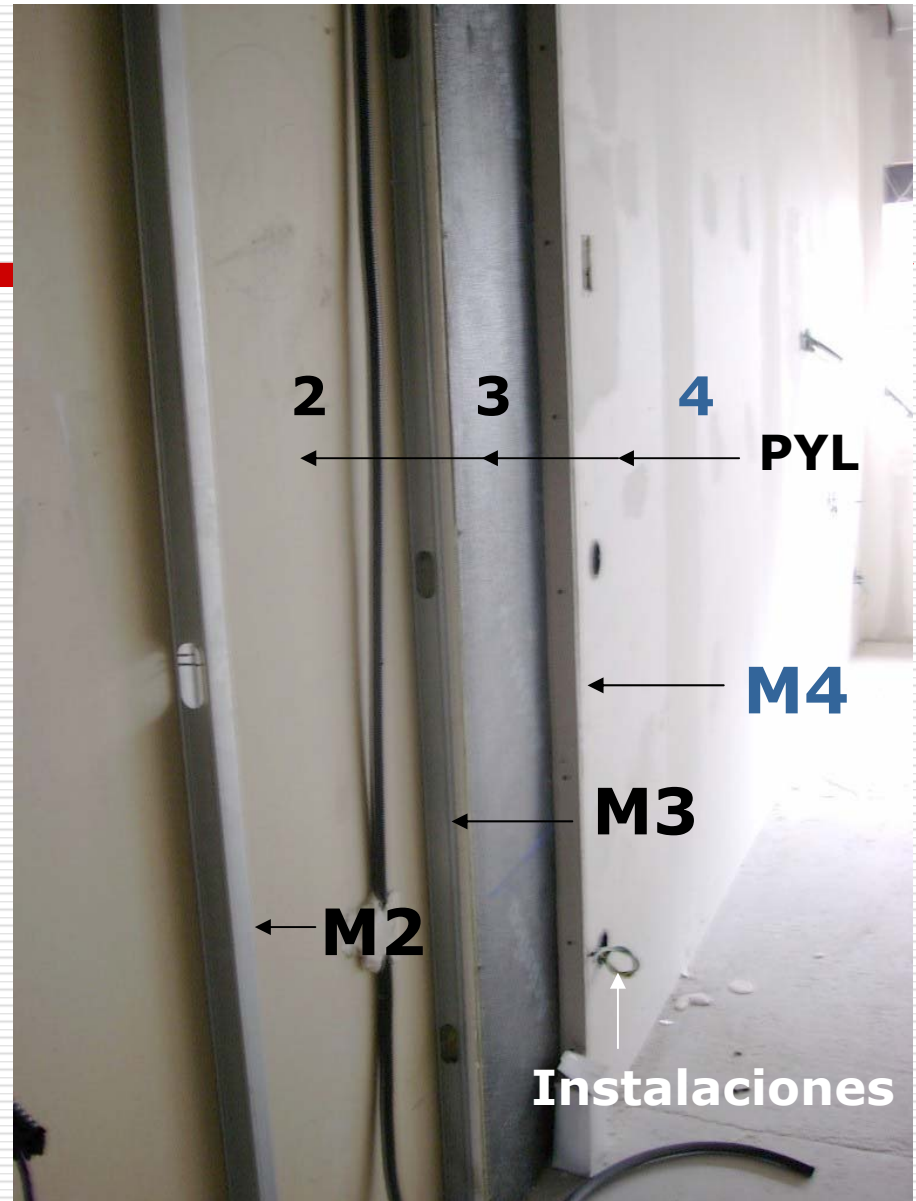


TABLA 3.2

PARÁMETROS ACÚSTICOS DE LOS COMPONENTES DE ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICAL TABLA 3.2

TIPO	Elemento base ⁽¹⁾⁽²⁾ (Eb - Ee)		Trasdosado (3) (Tr) (en función de la tabiquería)	
			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados. Apoyo directo	Tabiquería de entramado autoportante
TIPO 1 Una hoja o dos hojas de fábrica con trasdosado	m	R_A	ΔR_A	ΔR_A
	kg/m²	dBA	dBA	dBA
	160	41	27	10
	180	45	13	7
	200	46	10	5(12)
	250	49	6	3(10)
	300	52	4(16)	1(7)
	300 ⁽⁶⁾	55 ⁽⁶⁾	-	-
	350	55	3(9)	1(5)
	400	57	-6	-3
TIPO 2 ⁽⁴⁾ Dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimétricas	(130) ⁽⁴⁾	(54) ⁽⁴⁾	-	-
	(170) ⁽⁴⁾	(54) ⁽⁴⁾	-	-
	(200) ⁽⁵⁾	(61) ⁽⁵⁾	-	-
TIPO 3 Entramado autoportante	49	65		
	(60) ⁽⁷⁾	(68) ⁽⁷⁾		
	(117) ⁽⁸⁾	(68) ⁽⁸⁾		

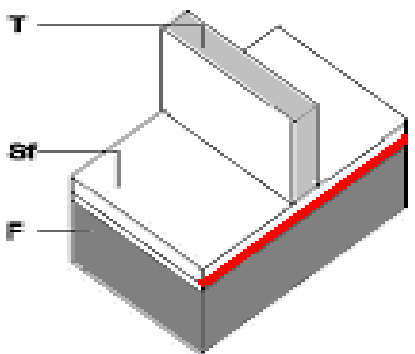
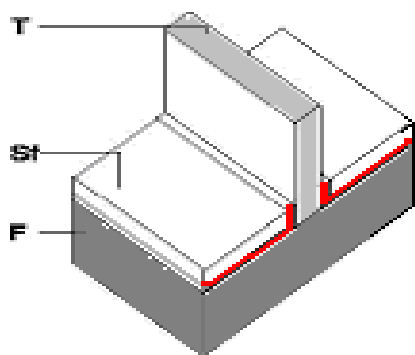
CONSIDERACIONES:

- (1) En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica, el valor de m corresponde al de la suma de las masas por unidad de superficie de las hojas y el valor de R_A corresponde al del conjunto.
- (2) Los elementos de separación verticales deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A .
- (3) El valor de la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A , corresponde al de un *trasdoso* instalado sobre un elemento base de masa mayor o igual a la que figura en la tabla 3.2.
- (4) La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga *bandas elásticas* perimétricas no será mayor que 150 kg/m^2 y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan *bandas elásticas* perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de al menos 42 dBA.
- (5) Esta solución es válida únicamente para tabiquería de *entramado autoportante* o de fábrica o *paneles prefabricados pesados con bandas elásticas* en la base, dispuestas tanto en la tabiquería del *recinto de instalaciones*, como en la del *recinto protegido* inmediatamente superior. Por otra parte, esta solución no es válida cuando acometan a *medianerías* o *fachadas* de una sola hoja ventiladas o que tengan en aislamiento por el exterior.
La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga *bandas elásticas* perimétricas no será mayor que 150 kg/m^2 y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan *bandas elásticas* perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de al menos 45 dBA.
- (6) Esta solución es válida si se disponen *bandas elásticas* en los encuentros del elemento de separación vertical con la tabiquería de fábrica que acomete al elemento, ya sea ésta con apoyo directo o con *bandas elásticas*.
- (7) Esta solución es válida si el forjado que separa el *recinto de instalaciones* o *recinto de actividad* de un *recinto protegido* o *recinto habitable* tiene una masa por unidad de superficie mayor de 400 kg/m^2 .
- (8) Esta solución es válida si el forjado que separa el *recinto de instalaciones* o *recinto de actividad* de un *recinto protegido* o *recinto habitable* tiene una masa por unidad de superficie mayor que 350 kg/m^2 .

TABIQUERÍAS: PARTICIONES INTERIORES DE UNA UNIDAD DE USO. Art. 3.1.2.3.1 Fig 3.3

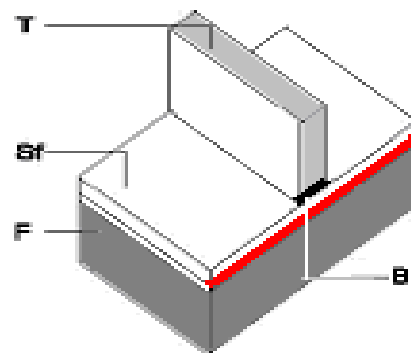
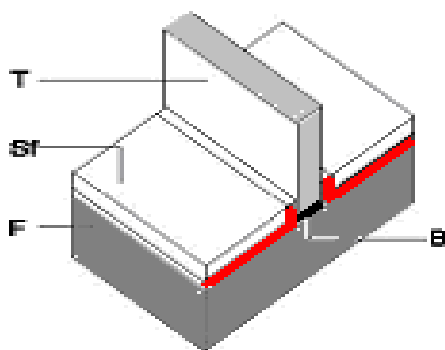
Tabiquería

1°



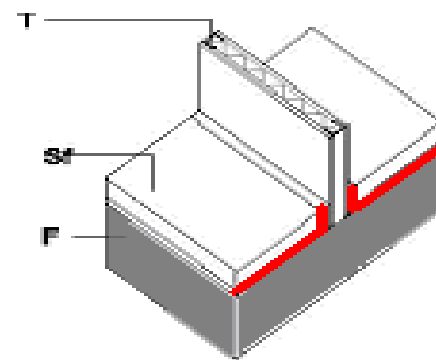
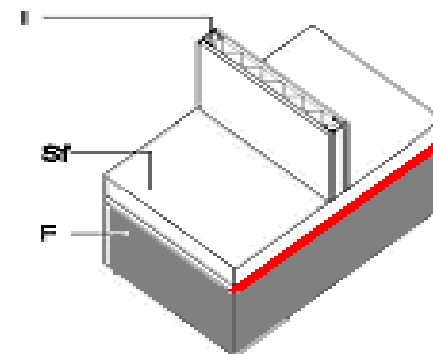
Tabiquería + B

2°



Ent. Autoportante

3°



PARÁMETROS DE TABIQUERÍA

La tabiquería está formada por el conjunto de particiones interiores de una *unidad de uso*. En esta opción se contemplan los tipos siguientes (Véase figura 3.3):

- tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con apoyo directo en el forjado o en el *suelo flotante*, sin interposición de *bandas elásticas*;
- tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas* dispuestas al menos en los encuentros inferiores con los forjados;
- tabiquería de *entramado autoportante*.

Tabla 3.1. Parámetros de la tabiquería

Tipo	m Kg/m ²	R _A dBA
1º. <i>Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo</i>	70	35
2º. <i>Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas</i>	65	33
3º. <i>Entramado autoportante</i>	25	43

RESUMEN DE CONDICIONES CONSTRUCTIVAS VERTICALES

- ❑ TABIQUERÍAS INDEPENDIENTES
- ❑ PLACAS DE YESO LAMINADO con estructura independiente
- ❑ MATERIAL ABSORBENTE en la cámara
- ❑ ENCHUFES, INTERRUPTORES, CAJAS DE REGISTRO, NO PASANTES
- ❑ SELLADOS Y RETACADOS

FORJADO: DEFICIENCIAS

□ INSUFICIENTE AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO:

- FALTA DE ESTANQUEIDAD, HUECOS, PATINILLOS
 - MASA INSUFICIENTE
 - NIVEL EMISOR ELEVADO

□ NIVEL SONORO DE **IMPACTO** ELEVADO:

- AUSENCIA DE "FLOTABILIDAD"
- ACTIVIDADES DE PÚBLICA CONCURRENCIA

SEPARACIÓN HORIZONTAL: FORJADO



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

AISLAMIENTO FORJADO EN RECINTOS PROTEGIDOS Y **HABITABLES** VALORES LÍMITE Art. 2.1.1. (II y IV)

- **SEGÚN TIPO DE RECINTO EMISOR:**
- **DnTA > 50-45 dBA**
(otra U. de uso)
- **DnTA > 55-45 dBA**
(Rec. de instalaciones y
Rec. de actividad)



RESUMEN CONDICIONES CONSTRUCTIVAS HORIZONTALES

- ❑ **SUELOS FLOTANTES**
- ❑ **UNIÓN ELÁSTICA** ENTRE EL SUELO Y LAS PAREDES APOYADAS EN EL FORJADO
- ❑ **PAREDES** DE USUARIOS DISTINTOS APOYADOS EN SUELOS FLOTANTES DISTINTOS
- ❑ **RODAPIÉ** INDEPENDIENTE DEL SUELO
- ❑ **FALSOS TECHOS** INTERRUMPIDOS POR LA TABIQUERÍA, NO PASANTES.

ESQUEMA SECCIÓN VERTICAL. SUELOS FLOTANTES. FIG 3.4



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

CONDICIONES MÍNIMAS ELEMENTOS SEPARACIÓN HORIZONTAL

3.1.2.3.5 Condiciones mínimas de los elementos de separación horizontales

- 1 En la tabla 3.3 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación horizontales.
- 2 Los forjados que delimitan superiormente una *unidad de uso* deben disponer de un *suelo flotante* y, en su caso, de un techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A y de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w especificados en la tabla 3.3.
- 3 Los forjados que delimitan inferiormente una *unidad de uso* y la separan de una *zona común*, un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad* deben disponer de una combinación de *suelo flotante* y techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A .
- 4 Además, para limitar la transmisión de ruido de impactos, en el forjado de una *unidad de uso*, de un *recinto de actividad* o de instalaciones o una *zona común* colindantes horizontalmente con *unidades de uso* diferentes o con una arista horizontal común con las mismas deben disponerse *suelos flotantes* cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , sea la especificada en la tabla 3.3. (Véase figura 3.4)

CONDICIONES MÍNIMAS ELEMENTOS SEPARACIÓN HORIZONTAL

- 4 Además, para limitar la transmisión de ruido de impactos, en el forjado de una *unidad de uso*, de un *recinto de actividad* o de instalaciones o una *zona común* colindantes horizontalmente con *unidades de uso* diferentes o con una arista horizontal común con las mismas deben disponerse *suelos flotantes* cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , sea la especificada en la tabla 3.3. (Véase figura 3.4)
- 5 En el caso de que una *unidad de uso* no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación horizontal de la tabla 3.3.
- 6 Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación horizontales entre una *unidad de uso* y un *recinto de instalaciones* o de actividad.

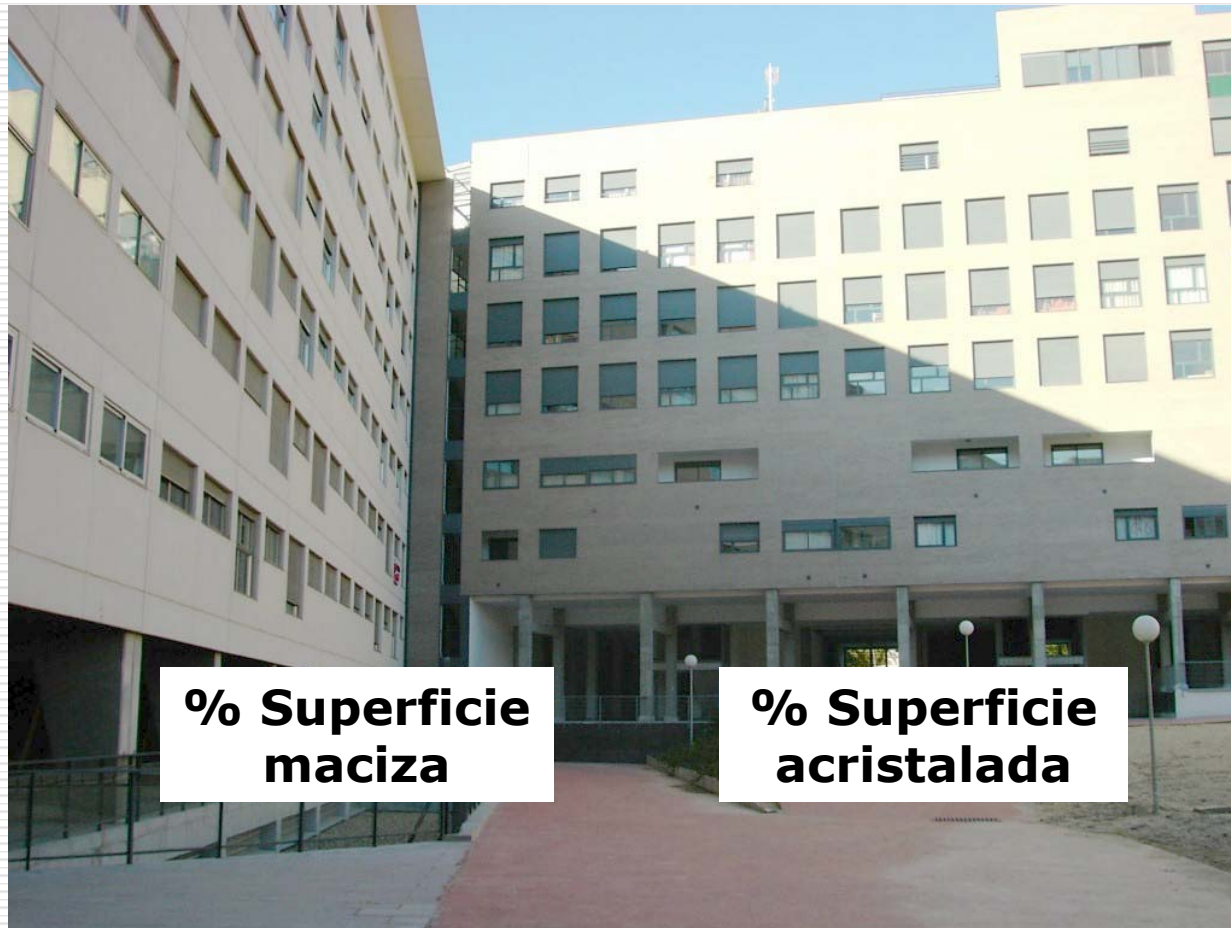
Tabla 3.3. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería del recinto receptor								
		Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas			Tabiquería de entramado autoportante		
		Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁴⁾	Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁴⁾	Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁵⁾		Techo suspendido ⁽⁴⁾⁽⁵⁾
m kg/m ²	R _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA
300	52	27	18 (18)	0 (18)	23	11 (11)	0 (14)	16	6 (6)	0 (9)
		(32)	(18)	(18)	(28)	(11)	(14)	(21)	(6) (11)	(9) (0)
350	54	25	13 (13)	0 (11)	21	8 (8)	0 (10)	14	5 (5)	0 (7)
		(30)	(13)	(11)	(26)	(8)	(10)	(19)	0 (5) (10)	4 (7) (0)
400	57	23	9 (9)	0 (11)	18	6 (6)	0 (9)	12	4 (4)	0 (7)
		(28)	(9)	(11)	(23)	(6)	(9)	(17)	(4) (9)	(7) (0)
450	58	22	8 (8)	0 (10)	16	7 (7)	0 (8)	10	3 (3)	0 (6)
		(27)	(8) (13)	(10) (0)	(21)	(7)	(8)	(15)	(3) (8)	(6) (0)
500	60	21	7 (7)	0 10	14	6 (6)	0 (8)	8	2 (2)	0 (6)
		(26)	(7) (12)	(10) (0)	(19)	(6)	(8)	(13)	(2) (7)	(6) (0)

CONSIDERACIONES:

- (1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A , R_A .
- (2) Los *suelos flotantes* deben cumplir simultáneamente los valores de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , y de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A , ΔR_A .
- (3) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A , y de reducción de ruido de impactos, ΔL_w , corresponden a un único *suelo flotante*; la adición de mejoras sucesivas, una sobre otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.
- (4) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A , corresponden a un único techo suspendido; la adición de mejoras sucesivas, una bajo otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.
- (5) Las soluciones con paréntesis en ΔR_A del *suelo flotante* y del techo suspendido son de aplicación para *recintos de instalaciones o recintos de actividad*, colindantes inferiormente con *recintos protegidos*.
Las soluciones con paréntesis en ΔL_w y ΔR_A del *suelo flotante* y ΔR_A del techo suspendido son de aplicación para *recintos de instalaciones o recintos de actividad*, superpuestos a *recintos protegidos*.

SEPARACIÓN DEL EXTERIOR: FACHADA



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA) entre RECINTO PROTEGIDO Y EXTERIOR

En función del ruido día L_d (dBA) (Tabla 2.1)	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias y salas de lectura	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

CONSIDERACIONES:

- El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.
- Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. Para el resto de áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Cuando se prevea que algunas *fachadas*, tales como *fachadas* de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como *fachadas* exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día, L_d , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.
- Cuando en la zona donde se ubique el edificio el *ruido exterior dominante* sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,nT,Atr}$, obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 dBA.

USO PREDOMINANTE DE SUELO

Nota:
**EN AUSENCIA
DE DATOS
OFICIALES SE
UTILIZARÁN
LOS VALORES**

**Ld dBA,
según donde
esté el
edificio:**

**Ley 37/2003
del 17 Nov.**

Tipo de Área Acústica ⁽¹⁾		L_d dBA
E	Uso sanitario, docente y cultural	55
A	Uso residencial	60
D	Uso terciario distinto del contemplado en C	65
C	Uso recreativo y de espectáculos	68
B	Uso industrial	70
F	Infraestructuras de transporte y otro equipamiento público similar	-

PARAMENTROS ACÚSTICOS

Tabla 3.4

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 dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ $\neq 100$ % R_A dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos				
			$R_{A,tr}$ de la ventana y de la caja de persiana y $D_{n,e,Atr}$ del aireador 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	
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(2)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(2)}$	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	

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 dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ $\neq 100$ % R_A dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos				
			$R_{A,tr}$ de la ventana y de la caja de persiana y $D_{n,e,Atr}$ del aireador dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
$D_{2m,nT,Atr} = 41^{(2)}$	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	
$D_{2m,nT,Atr} = 46^{(2)}$	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	
$D_{2m,nT,Atr} = 51^{(2)}$	53	55	48	50	52	53	53
		60	46	49	51	52	

VALORACIÓN DE NIVELES SONOROS EXTERIORES

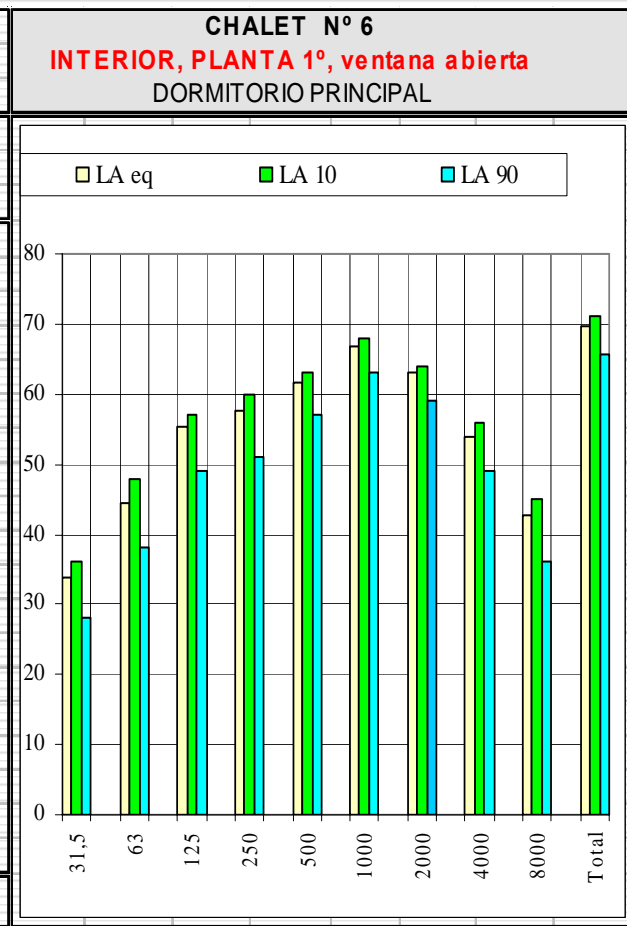
EMISOR	Tráfico ferroviario. Velocidad normal.									
RECEPTOR	Primera línea de viviendas. A.G. - 7. A 5m. de la valla.									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	TOTAL
LA eq	34,6	53,7	65,5	59,1	59,6	57,6	55,7	58,4	53,2	69
LA 5	40	59	70	63	65	62	60	64	59	73
LA 90	19	36	39	39	45	44	42	32	15	50
B (nivel ambiental)										39
LA max										76

1. Calcular el **Aislamiento global** en fachada
2. Diseño interior adecuado para **$L2 < 30$ dBA.**
3. Selección vidrios, carpinterías, persianas...

RUIDO DE TRÁFICO

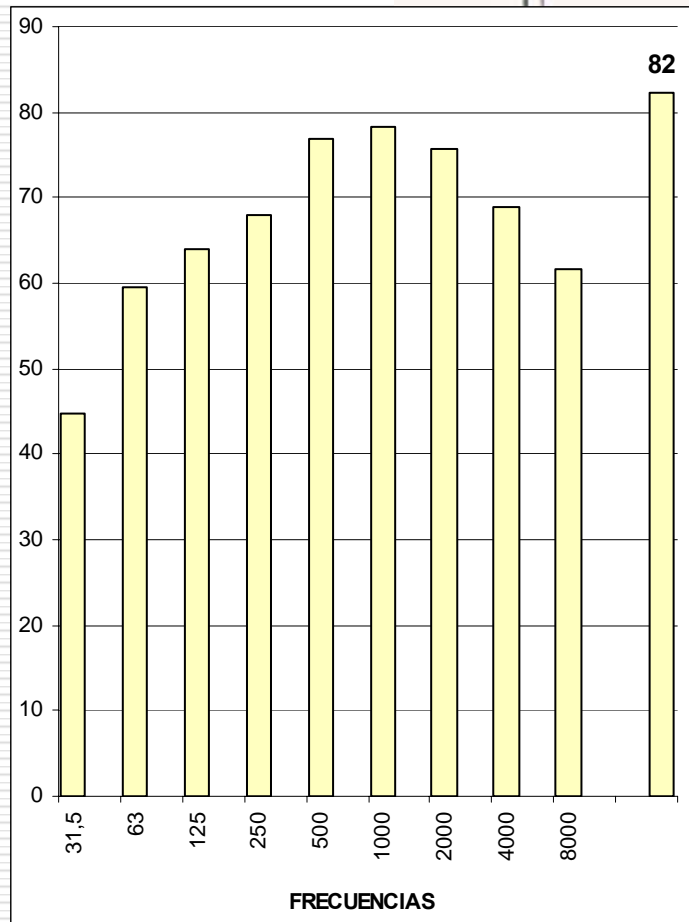


Fr	L2	L2	L2
Hz	dBA	dBA	dBA
	LA eq	LA 10	LA 90
31,5	33,7	36	28
63	44,5	48	38
125	55,2	57	49
250	57,6	60	51
500	61,7	63	57
1000	66,7	68	63
2000	63	64	59
4000	53,9	56	49
8000	42,7	45	36
Total	70	71	66



Alejandro J. Sansegundo Sierra
 Arquitecto Especialista Acústico

NIVELES SONOROS IN SITU DE VÍAS FÉRREAS



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

CORRECCIÓN ACÚSTICA INTERIOR. ($L_2 < 30$ dBA)

CUANDO:

$L_1 > 70$ dBA

- VIDRIOS LAMINARES ESPECIALES COMPUESTOS
- DOBLES VENTANAS
- VENTANAS ABATIBLES SI (CORREDERAS NO)

TIPO:		63	125	250	500	1000	2000	4000	TOTAL
STADIP									
SILENCE									
 AISLAMIENTO 		28	27	36	43	52	55	59	45
dBA	EMISIÓN TIPO	44	68	68	74	75	74	71	80
dBA	RECEPTOR	16	41	32	31	23	19	12	42

$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA) entre recinto protegido y el exterior. Casos singulares:

- *En fachadas de patios de manzana cerrados o patios interiores, **Ld=10 dB menor** que el índice de ruido día de la zona.*
- **Cuando el ruido exterior dominante sea el de aeronaves, $D_{2m,nT,Atr} = \text{tabla 2.1} + 4 \text{ dBA}$.**

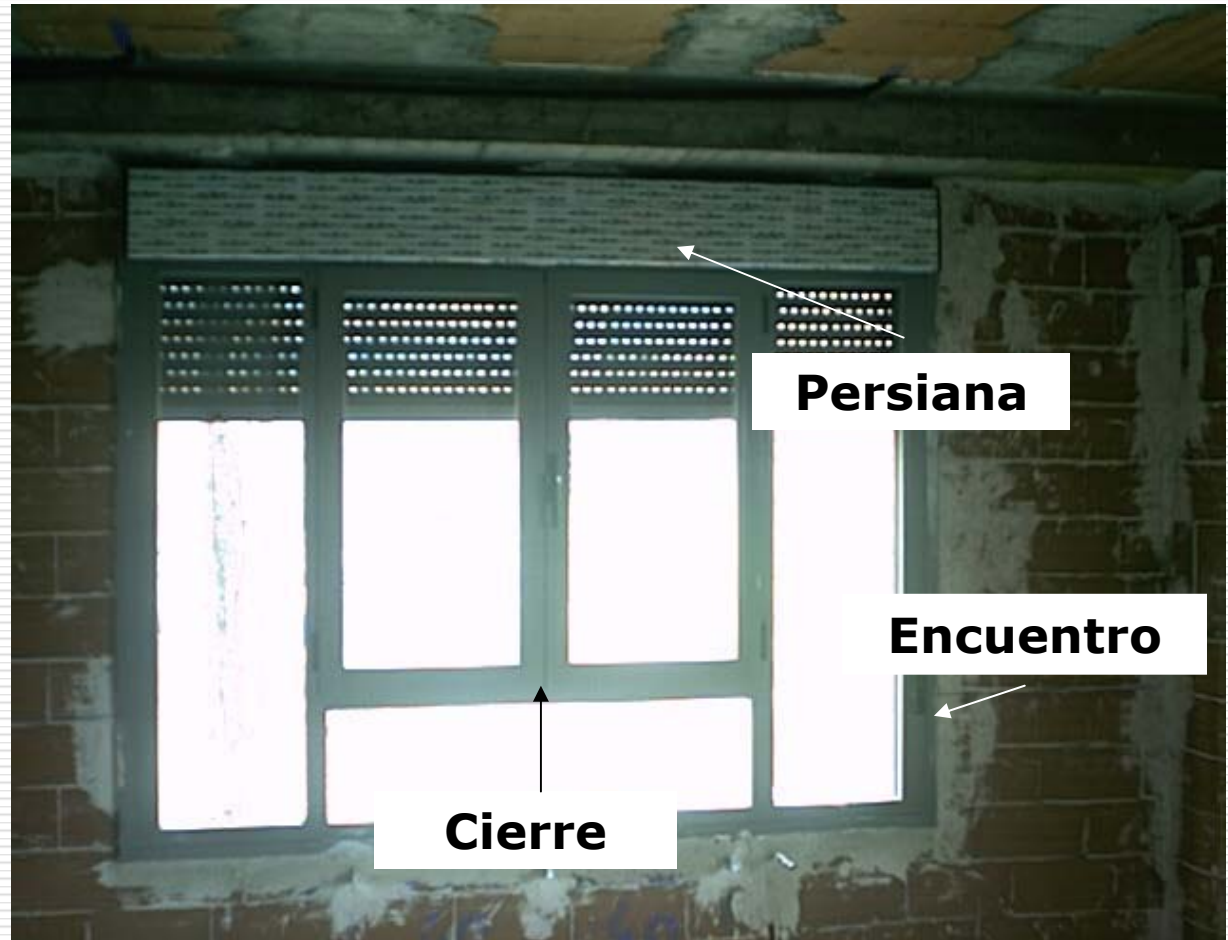
MINORACIÓN DEL AISLAMIENTO: FACHADA



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

CARPINTERÍA DE FACHADA

**SEGUIMIENTO
DE LA
EJECUCIÓN DE
OBRA PARA LA
CORRECTA
INSTALACIÓN**



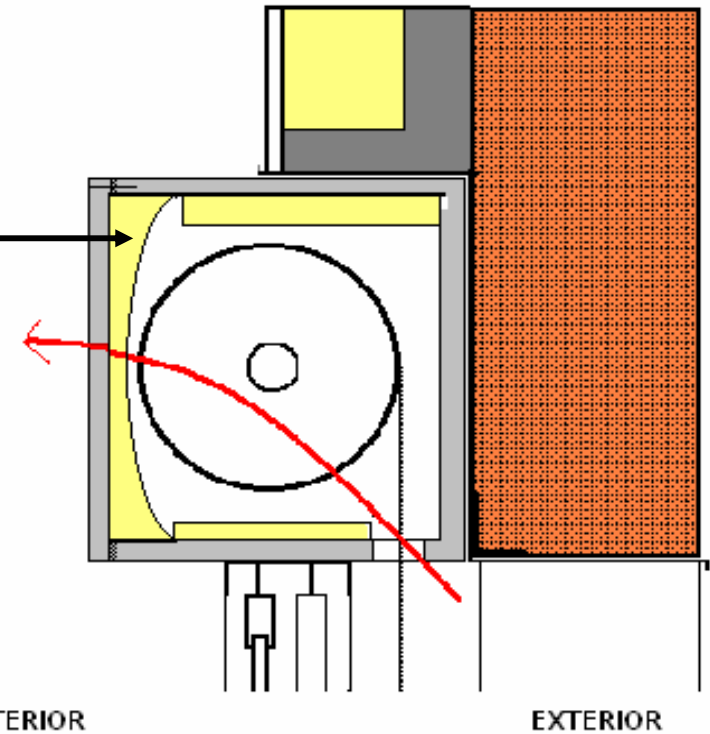
Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

CAJÓN PERSIANA

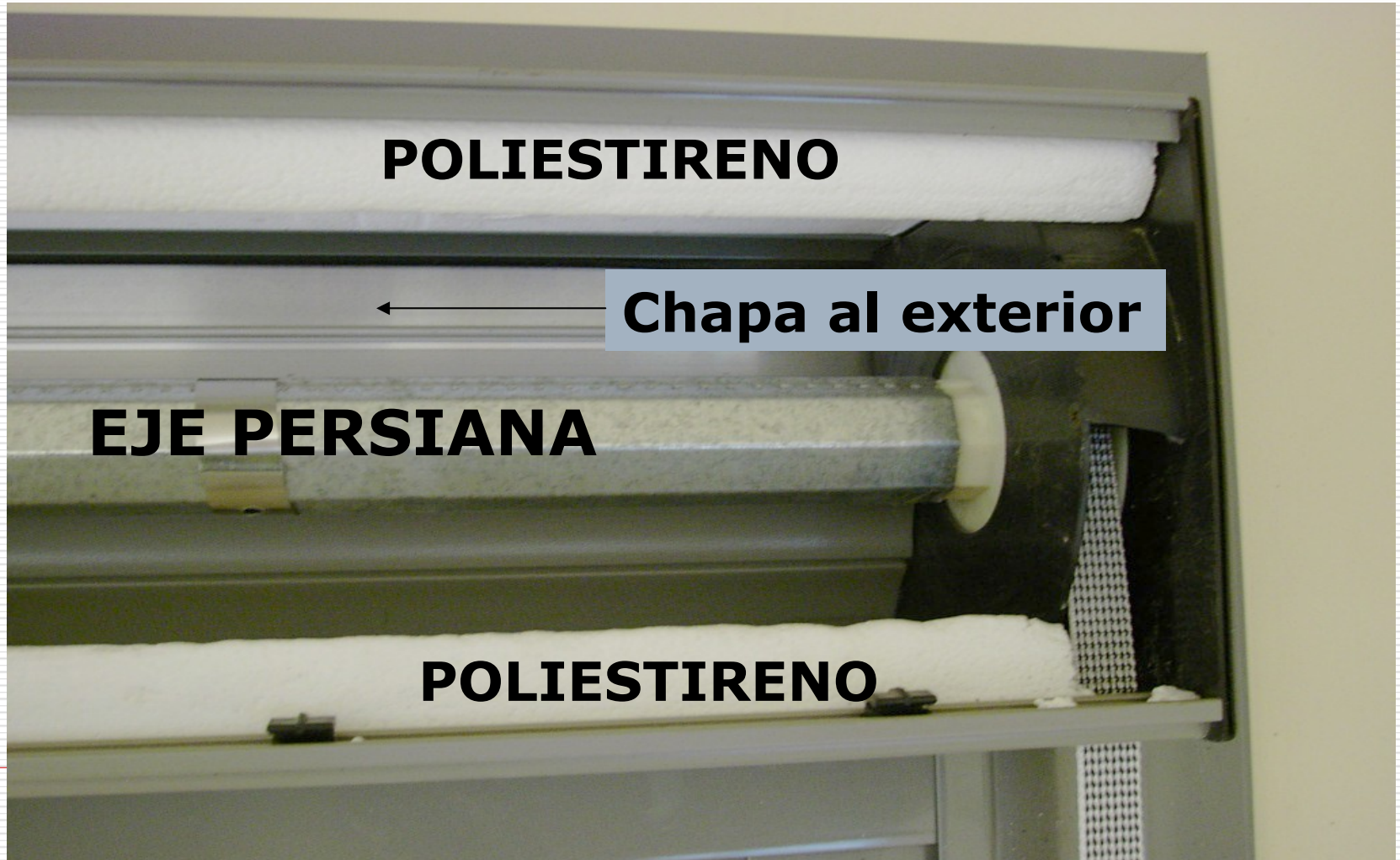
**Poliestireno
expandido**



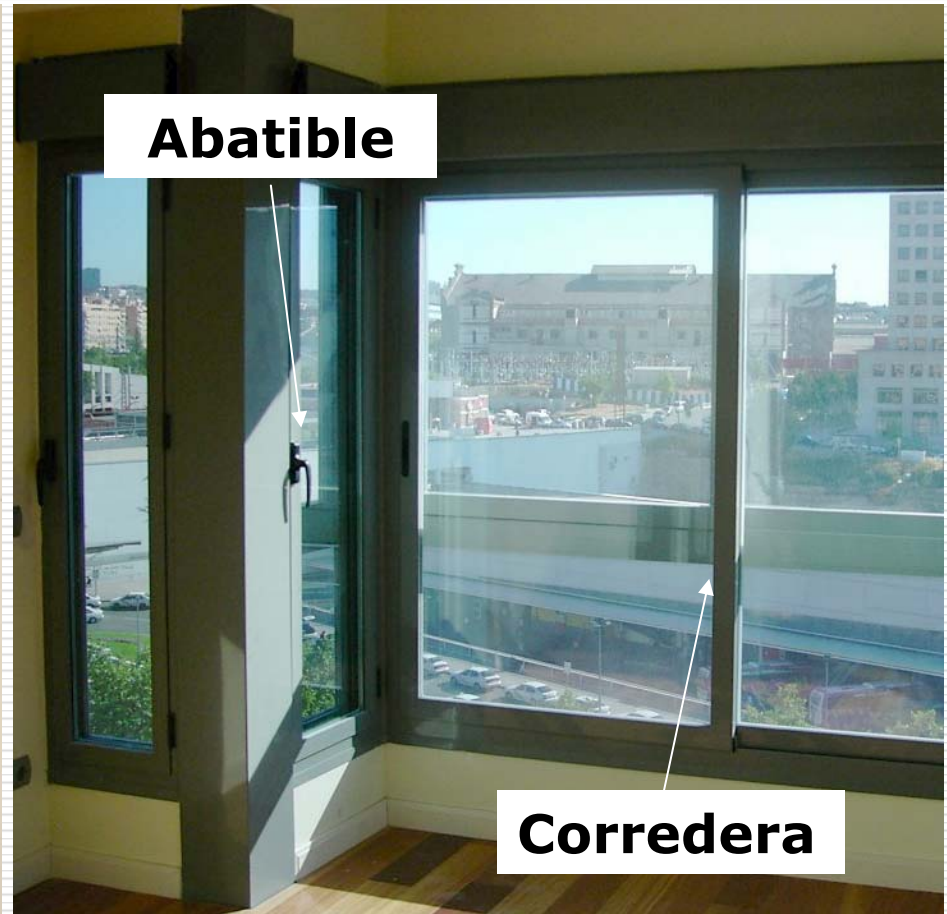
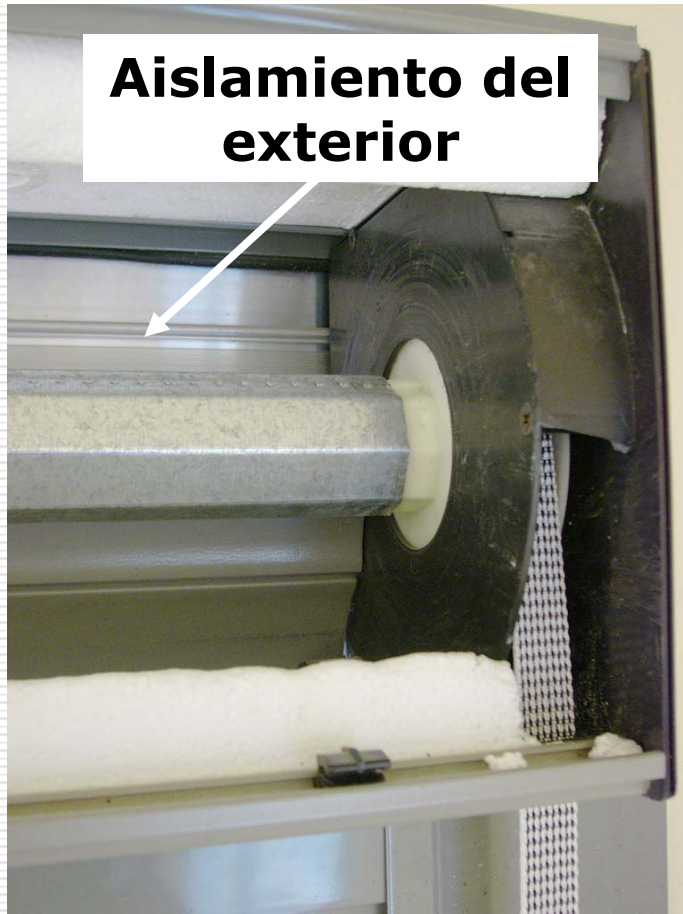
Tratamiento TÉRMICO



AISLAMIENTO PERSIANA



CAJÓN PERSIANA; SUPERFICIE ACRISTALADA; TIPO DE CARPINTERÍA; AJUSTE DE CIERRE



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

VIDRIO

□ **AISLAMIENTO
TRADICIONAL:**
35

□ **ACUSTIGLASS:**
40

□ **ACUSTIGLASS
CON GAS
INTERIOR:**
50

Tabla comparativa vidrios

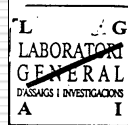
TIPO DE VIDRIO	ESPEJOR (mm)	PESO (Kg./m ²)	DECIBELIOS
Float 4 mm.	4	10	27
Float 6 mm.	6	15	29
Laminar 3+3	6	15	31
Laminar 4+5	9	22,5	33
Laminar 6+6+6	18	45	36
Laminar 6+6+6+6	24	61	38
Doble acristalamiento 4/12/4	20	21	28
Doble acristalamiento 4/12/6	22	26	30
Doble acristalamiento 6/12/6	24	26	32
Doble acristalamiento 4/6/3+3	16	31	33
Doble acristalamiento 4/6/4+4	18	31	36
ACUSTIGLASS 4-1-4	9	21	38
ACUSTIGLASS 4-1-8	13	31	39
ACUSTIGLASS 4-1-4/6/4 (Doble acrist.)	19	32	41
ACUSTIGLASS 4-1-4/12/6 (Doble acrist.)	27	37	42
ACUSTIGLASS 4-1-4/12G/4 (Doble acrist.)*	25	32	43
ACUSTIGLASS 3-1,5-4/20G/5-1,5-6 (Doble acrist.)*	41	49	51

VIDRIO LAMINAR

COMPOSICIÓN:

4/1.5/5 - 10 - 4/1.5/6

Rw = 43 dB



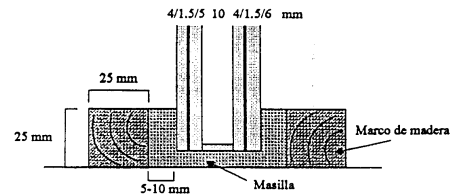
Expediente número : 98.017.934

Hoja número : 2

Muestra ensayada :

Doble acristalamiento cuya sección es la siguiente :
 - Vidrio monolítico 4/1.5/5 laminado con resina formado por un vidrio de 4 mm, capa de resina de 1.5 mm y vidrio de 5 mm.
 - Cámara de aire de 10 mm.
 - Vidrio monolítico laminado con resina formado por un vidrio de 4 mm, capa de resina de 1.5 mm y vidrio de 6 mm.

La superficie de la muestra ensayada es de 1230 x 1480 mm.



Indice de aislamiento R, por frecuencias.

f (Hz)	100	125	160	200	250	315
R (dB)	26.5	19.5	25	28.5	34.5	33

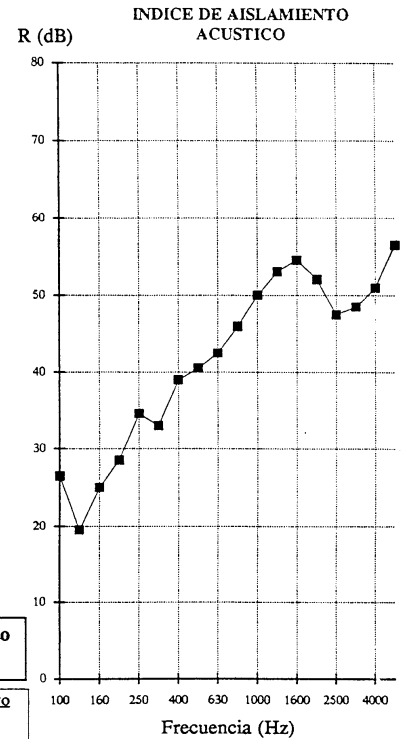
f (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
R (dB)	39	40.5	42.5	46	50	53

f (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	54.5	52	47.5	48.5	51	56.5

Indice de aislamiento global al ruido rosa : 41.2 dBA

Indice de aislamiento Rw : 43 dB

Condiciones Ambientales		Volumen de las salas de ensayo	
Temperatura :	23.5 °C	Emisora :	57.5 m ³
Humedad relativa :	79 %	Receptora :	49.8 m ³



Método de ensayo ME-03.009 del LGAI, basado en la norma UNE 74040-1:1984, UNE-EN 20140-2:1994 (equivalente a ISO 140-2:1991), UNE-EN ISO 140-3:1995 (equivalente a ISO 140-3:1995), y la norma internacional ISO 717, parte 1. Las actividades a las que se refiere este expediente han sido realizadas bajo la responsabilidad del Sr. Xavier Costa i Guallar.

Bellaterra, el 8 de Octubre de 1998

Visto Bueno

El Director Técnico

Ramon Capellades i Font

Generalitat de Catalunya
 Departament d'Indústria i Energia
 Laboratori General d'Assaigs i Investigacions

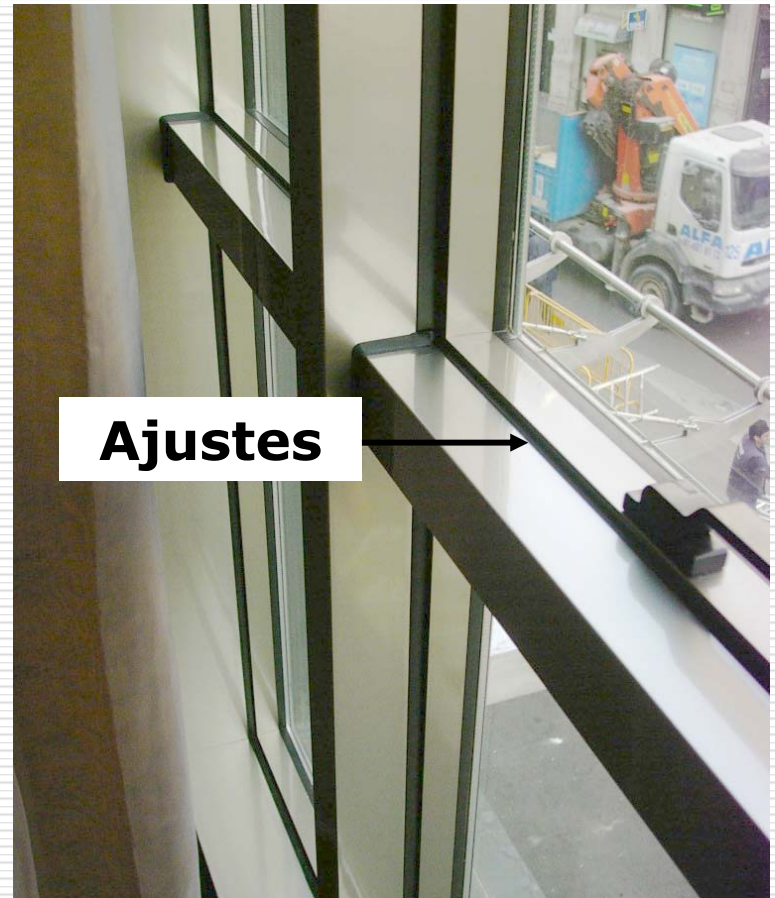
Responsable de la Divisió de Mesures Físiques

Josep Gorchs i Cobes

Los resultados se refieren exclusivamente a la solución constructiva ensayada en el Laboratorio, tal como se indica en el apartado correspondiente a la descripción de la muestra recibida, y ensayada en las condiciones indicadas en este documento.



SELLADOS, BURLETES Y AJUSTES PERIMETRALES



FACHADA DOBLE HOJA

Solución tradicional:

1. Cara vista
- 2. Cámara de aire**
3. Tabique de fábrica



CONTROL DE EJECUCIÓN



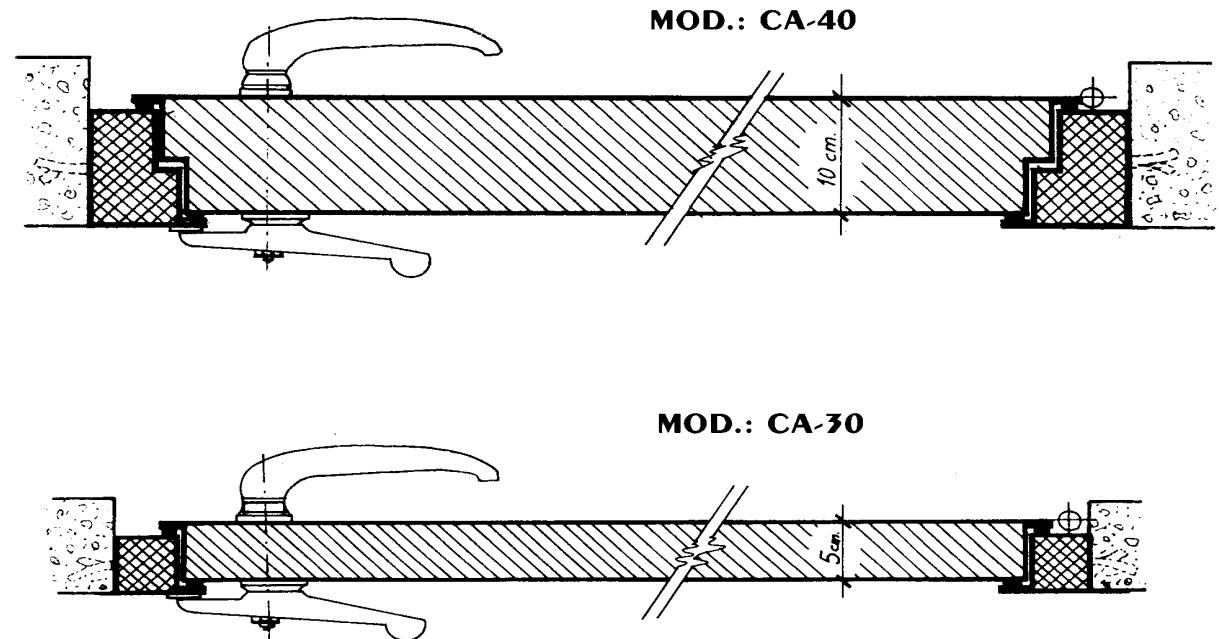
Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

PUERTA

Para casos
específicos
según el
uso del
recinto.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- MARCO EN TODO EL PERÍMETRO AISLADO EN SU INTERIOR.
- COMPOSICIÓN INTERNA FORMADA POR SUCEVAS CAPAS DE MATERIAL FONÓ-ABSORBENTE.
- HOJA CON PLANCHA NEGRA PULIDA DE 1,5 MM Y ESTRUCTURA METÁLICA DE 2 MM.
- DOBLE BURLETE EN TODO SU PERÍMETRO EN FORMA DE 1/2 CAÑA, CON GOMA ESPONJOSA PARA LOGRAR LA MÁXIMA ESTANQUEIDAD.
- CIERRE DE PRESIÓN CON MANETA EN DURALUMINIO CROMADO.
- CUÑA INTERIOR DE APRIETE.
- POSIBILIDAD DE ACOPLAR SISTEMA ANTIPÁNICO, VISORES, MONTANTES CENTRALES DESMONTABLES (VARIAS HOJAS), CERRADURAS, ETC.
- FABRICACIÓN ESPECIAL BAJO PEDIDO DE CUALQUIER TIPO Y MEDIDA.



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

CASO ESPECIAL: VESTÍBULO ACÚSTICO (Ordenanzas Municipales)

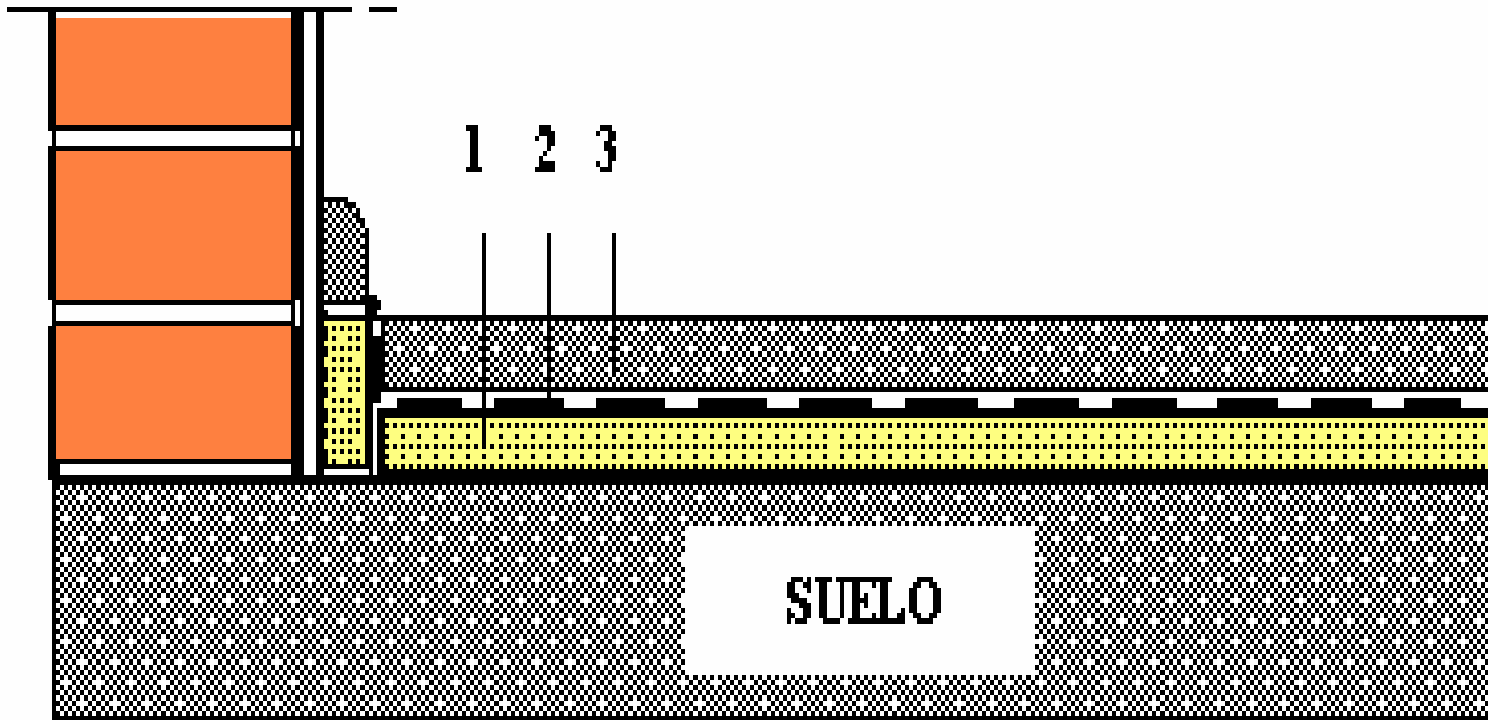
**NECESARIO
SEGÚN LA
ACTIVIDAD Y
ZONA**



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

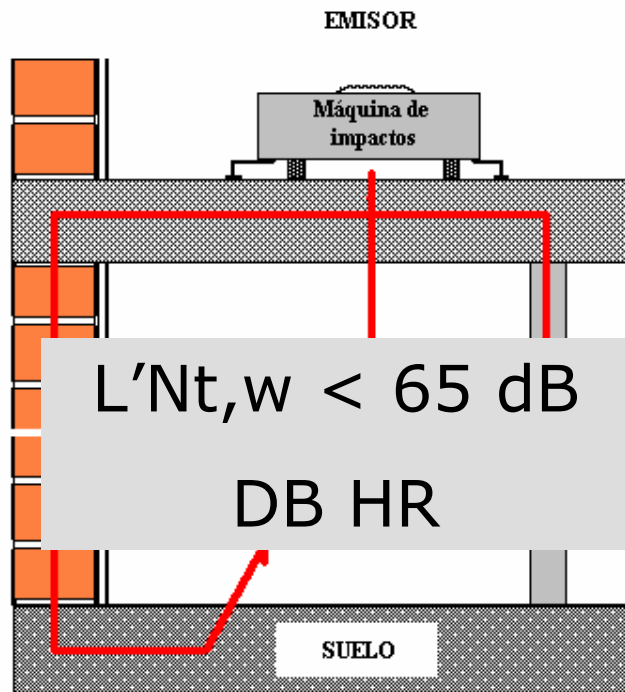
FLOTABILIDAD HORIZONTAL

NIVEL SONORO DE IMPACTO



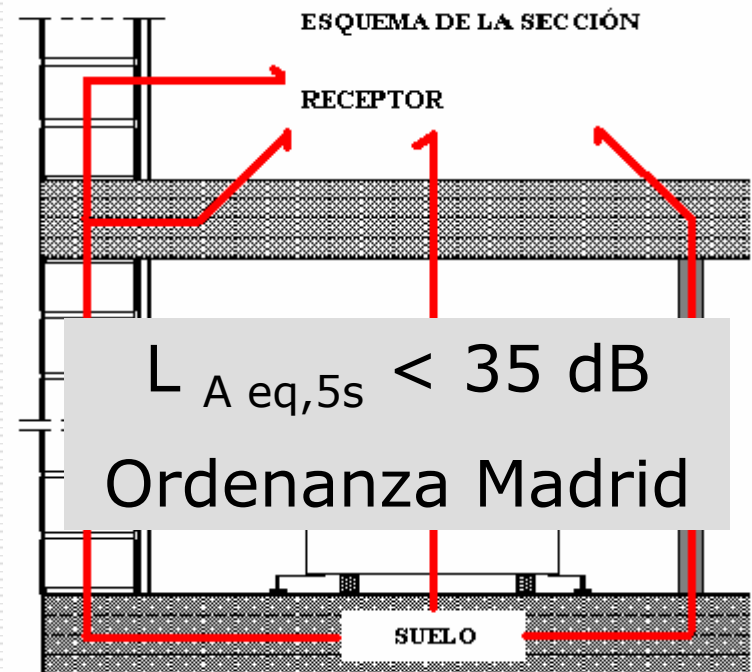
CASOS DE FLOTABILIDAD

ENTRE UNIDADES DE MISMO USO CT HR



ESQUEMA DE LA SECCIÓN

ENTRE RECINTO DE ACTIVIDAD Y R.HABITABLE



VALORES DE RUIDO DE IMPACTO

- a) Protección frente al ruido procedente de otras *unidades de uso*:

El *nivel global de presión de ruido de impactos*, $L'_{nT,w}$, en un *recinto protegido* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con cualquier otro que pertenezcan a una *unidad de uso* diferente, no será mayor que 65 dB.

- b) Protección frente al ruido procedente de *zonas comunes*:

El *nivel global de presión de ruido de impactos*, $L'_{nT,w}$, en un *recinto protegido* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con una *zona común* del edificio no será mayor que 65 dB.

Esta exigencia no es de aplicación en el caso de *recintos protegidos* colindantes horizontalmente con una escalera situada en una *zona común*.

- c) Protección frente al ruido procedente de *recintos de instalaciones* o de *recintos de actividad*

El *nivel global de presión de ruido de impactos*, $L'_{nT,w}$, en un *recinto protegido* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un *recinto de actividad* o con un *recinto de instalaciones* no será mayor que 60 dB.

SEPARACIÓN HORIZONTAL: SUELO FLOTANTE



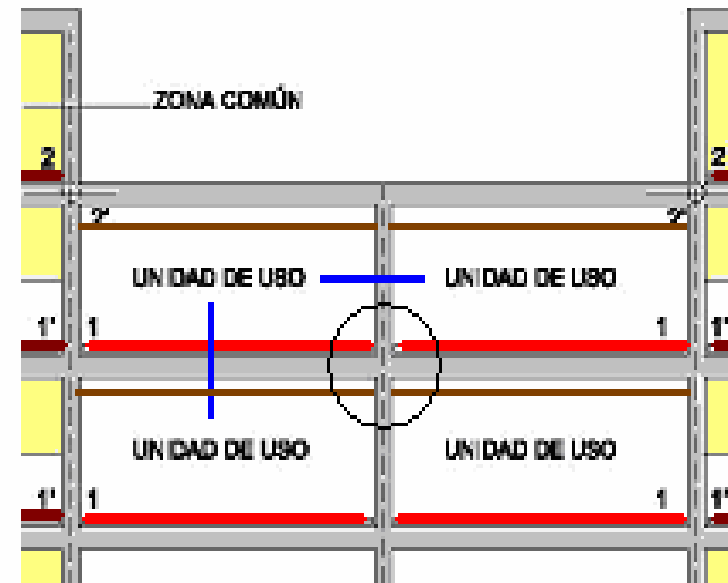
CASO EN PLANTA BAJA: SOLERA



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

Art. 2.3 RUIDO Y VIBRACIÓN DE LAS INSTALACIONES; → Art. 3.3

- Art. 3.1.4.2 Elementos de separación horizontales sin contacto con los verticales
- Los techos suspendidos o los suelos registrables no serán continuos entre dos *recintos* pertenecientes a unidades de uso diferentes
- Se sellarán elásticamente los huecos de forjado debido al paso de las instalaciones.
- El **suelo flotante sin contacto** con el paso de instalaciones que discurran bajo él.



Art. 3.3 RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES: DATOS

- **L_w** nivel de potencia sonora (bombas, rejillas A.A, calderas, quemadores)
- Rigidez dinámica **s'** y carga máxima **m** del lecho elástico
- Amortiguamiento **C**, transmisibilidad **ζ**, carga máxima **m**
- **α_w** coef. Abs. Acústica ponderado en los conductos
- **D** atenuación conductos y silenciadores

EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO Art. 3.3.2

- Bombas de impulsión**
- Quemadores**
- Calderas**
- Maquinaria de ascensores**
- Compresores**
- Climatización**

UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS

1. En RECINTO DE **INSTALACIONES**
2. En RECINTOS **PROTEGIDOS**
3. En CUBIERTA Y ZONAS **EXTERIORES**
4. CONDICIONES DE **MONTAJE**

Art. 3.3.2.1

EQUIPOS EN RECINTO DE INSTALACIONES

1. No deben colindar con recintos protegidos y habitables

- K y ζ , en la tabla 3.6

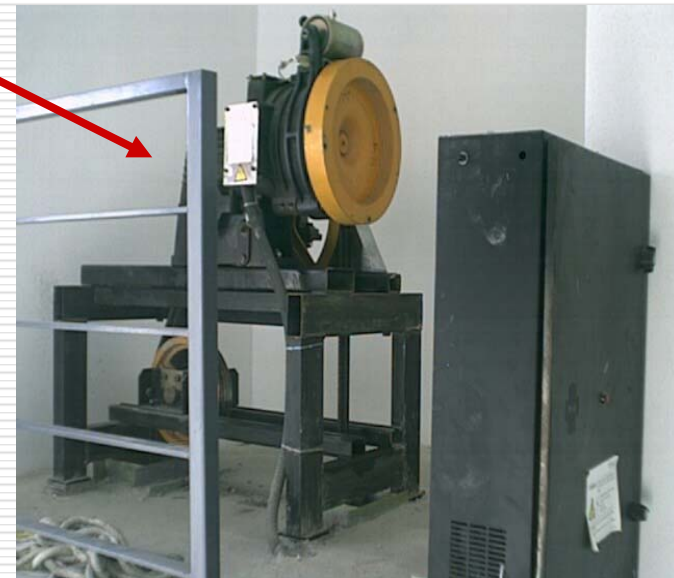


$$\bullet Lw \leq 70 + 10 \cdot \log V - 10 \log T + K \cdot \zeta^2$$

Art. 3.3.2.1 SISTEMAS ANTIVIBRATORIOS

Tabla 3.6 Valores de K y τ de los sistemas antivibratorios

Tipo de equipo	K	Valor de la transmisibilidad, τ , máximo del sistema antivibratorio
Calderas	12,5	0,15
Bombas de impulsión	12,5	0,10
Maquinaria de los ascensores	1000	0,01



Art. 3.3.2.1

EQUIPOS EN RECINTO PROTEGIDO

- 2. 3.8 Nivel de potencia sonora, de las unidades interiores de aire acondicionado, limitada.
- $LeqA,T$ en la Tabla 3.6
- \emptyset en la Tabla

• **Nota:** $LW \leq LeqA,T - 10 \cdot \log(\emptyset / 4\pi r^2 + 4/A)$ dB



Art. 3.3.2.2; VALORES TABLAS

Tabla 3.6 Valores del <i>nivel sonoro continuo equivalente estandarizado</i> , ponderado A, $L_{eqA,T}$			Valores del factor de directividad Φ	
Uso del edificio	Tipo de recinto	$L_{eqA,T}$ (dBA)	Situación del equipo en el <i>recinto</i>	Φ
Sanitario	Estancias	35	En el centro del <i>recinto</i>	1
	Dormitorios y quirófanos	30		
	Zonas comunes	40		
Residencial	Dormitorios y estancias	30	En el suelo, techo o partición	2
	Zonas comunes y servicios	50		
Administrativo	Despachos profesionales	40	En la arista	4
	Oficinas	45		
	Zonas comunes	50		
Docente	Aulas	40	En un rincón	8
	Sala lectura y conferencias	35		
	Zonas comunes	50		
Cultural	Cines y teatros	30		
	Salas de exposiciones	45		
Comercial		50		

Art. 3.3.2.3 EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO DE RUIDO ESTACIONARIO

**EQUIPOS EN
CUBIERTA O
ZONA
EXTERIOR
ANEJA**



CERRAMIENTOS ACÚSTICOS EXTERIORES

Art. 3.3.2.3

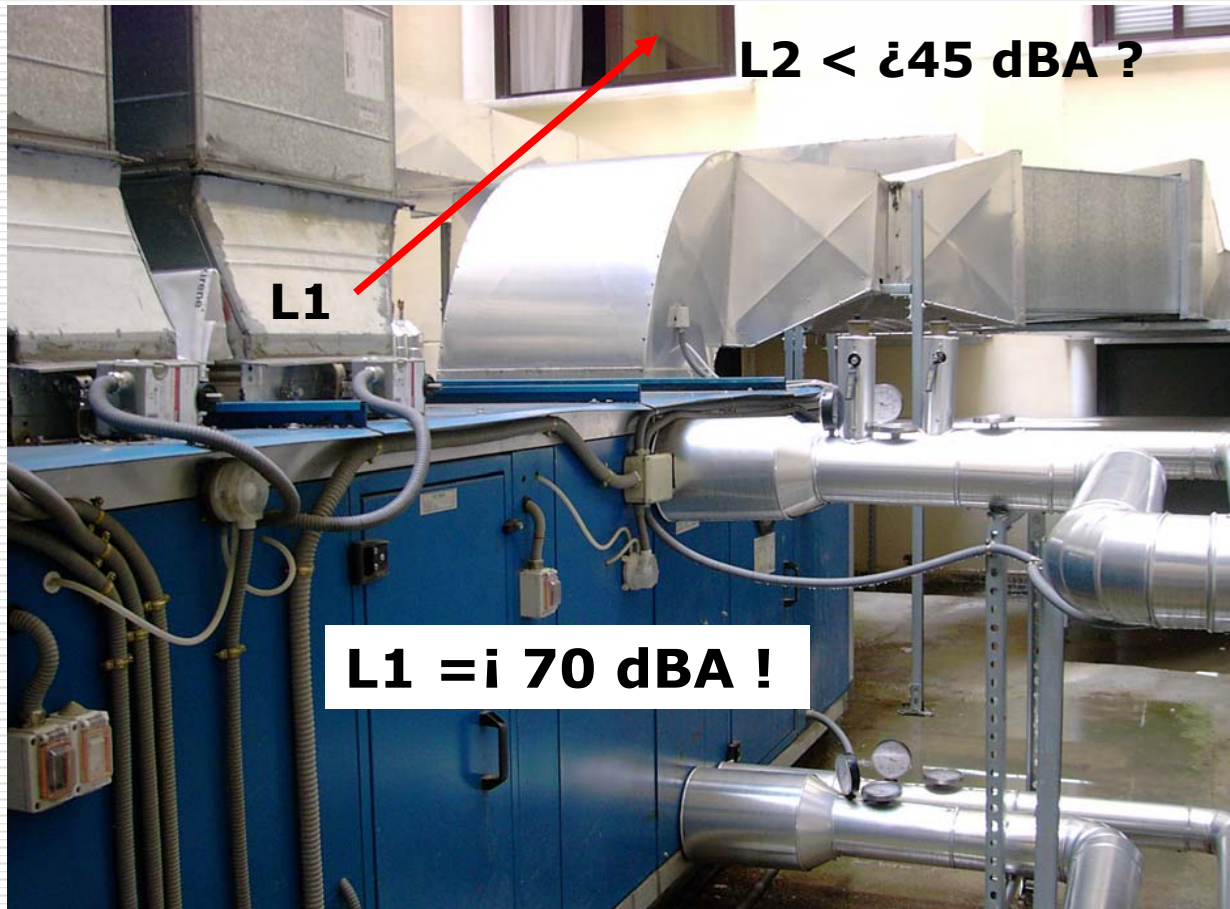


**ENCAPSULAMIENTO
O CERRAMIENTO**

$L_2 < 45$ dBA

UBICACIÓN EXTERIOR INCORRECTA

Art. 3.3.2.3



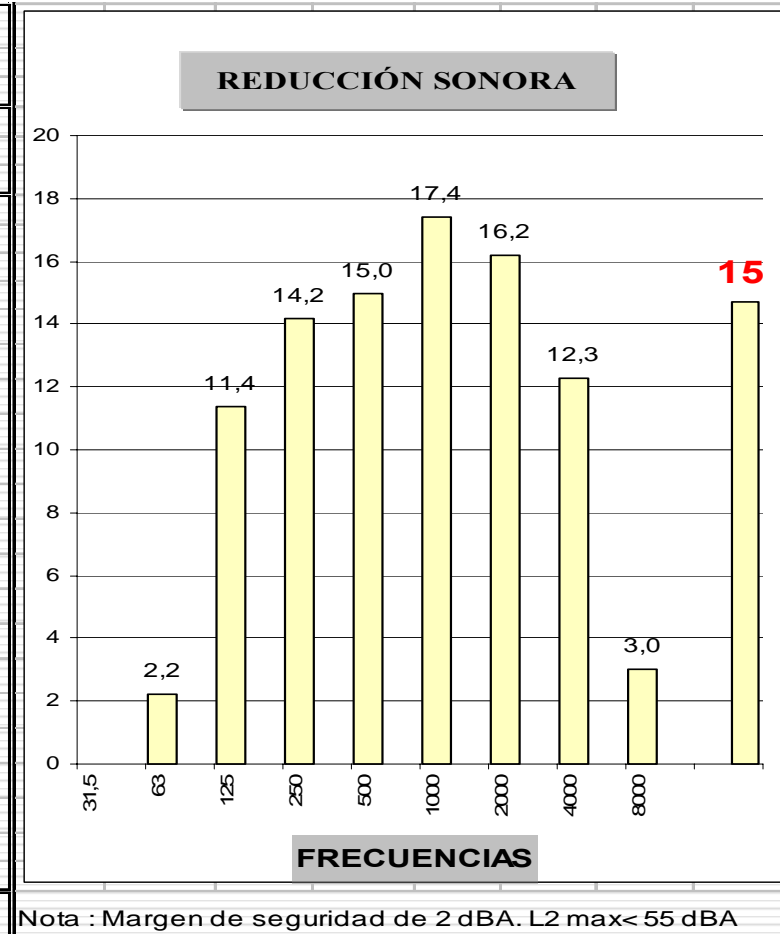
SILENCIADOR: ANEJO A

□ **Silenciador o unidad de atenuación:** Dispositivo capaz de reducir el nivel de presión sonora entre su entrada y su salida que se acopla al conducto de **salida de gases de equipos o redes de instalaciones** para atenuar el ruido.

CURVAS NC PARA NIVELES DE INMISIÓN L2 NC final



Fr	L2	NC	R
Hz	dBA	45 dBA	dBA
	LA eq		
31,5	32,9		
63	43,2	41	2,2
125	55,4	44	11,4
250	59,2	45	14,2
500	61	46	15,0
1000	63,4	46	17,4
2000	61,2	45	16,2
4000	56,3	44	12,3
8000	44	41	3,0
Total	68	53	15



Datos: L2_{inicial} y L2(NC)_{final}

Objetivo: CÁLCULO
Aislamiento R del
silenciador

Art. 3.3.3.3; SILENCIADOR EN FACHADA

Ejemplo: Si **L1 = 60 dBA**
(aprox)

L2 en Zona **Residencial**:

* **L2 < 45 dBA día**

* **L2 < 55 dBA noche**

**Atenuación silenciador
entre 5 y 15 dBA según
periodo horario**



Art. 3.3.2.4 CONDICIONES DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO

- 1. SOPORTES ANTIVIBRATORIOS ELÁSTICOS DIRECTOS EN LOS APOYOS



Art. 3.3.2.4 CONDICIONES DE MONTAJE

DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO

- 2. EN LAS BANCADAS DE INERCIA

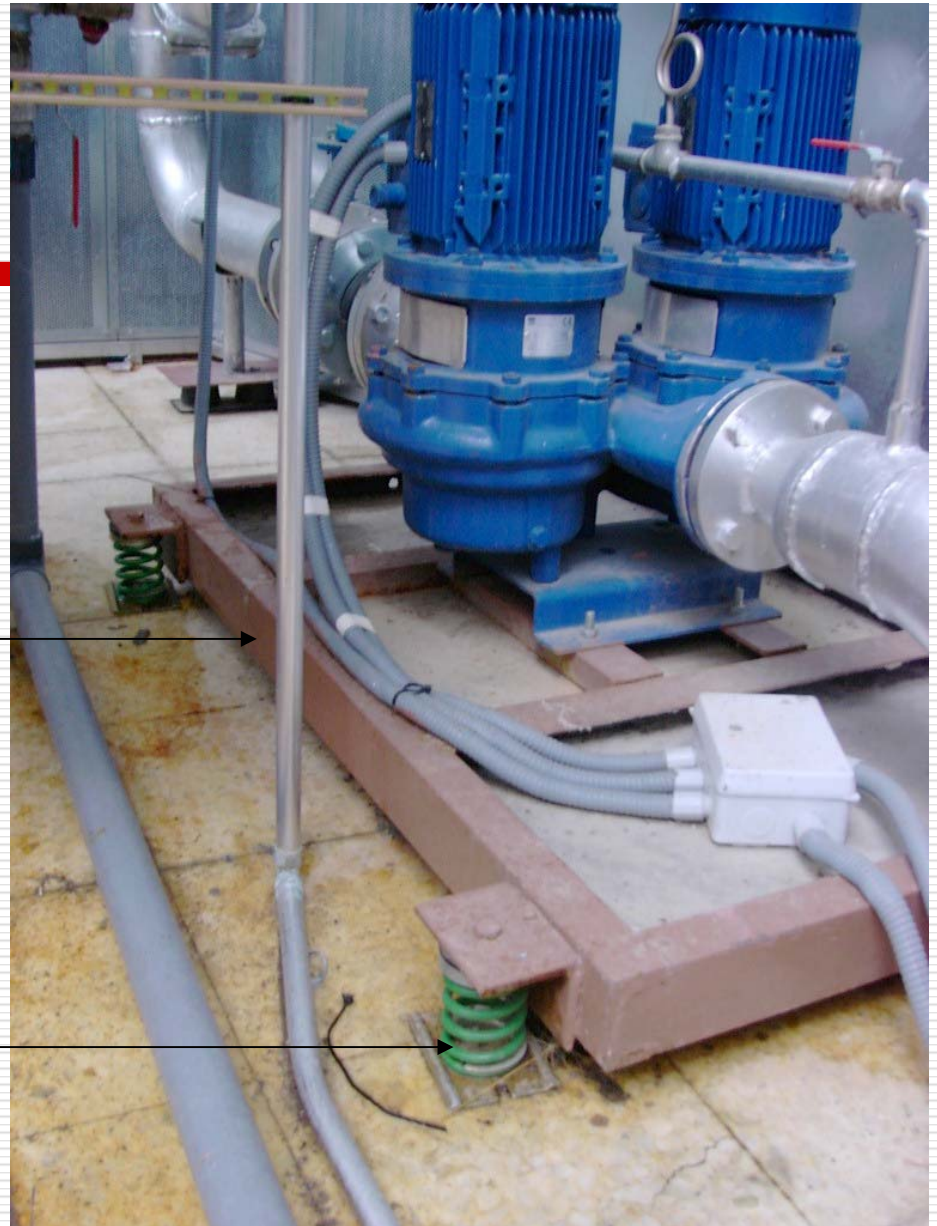


ANTIVIBRADORES

Art. 3.3.2.4

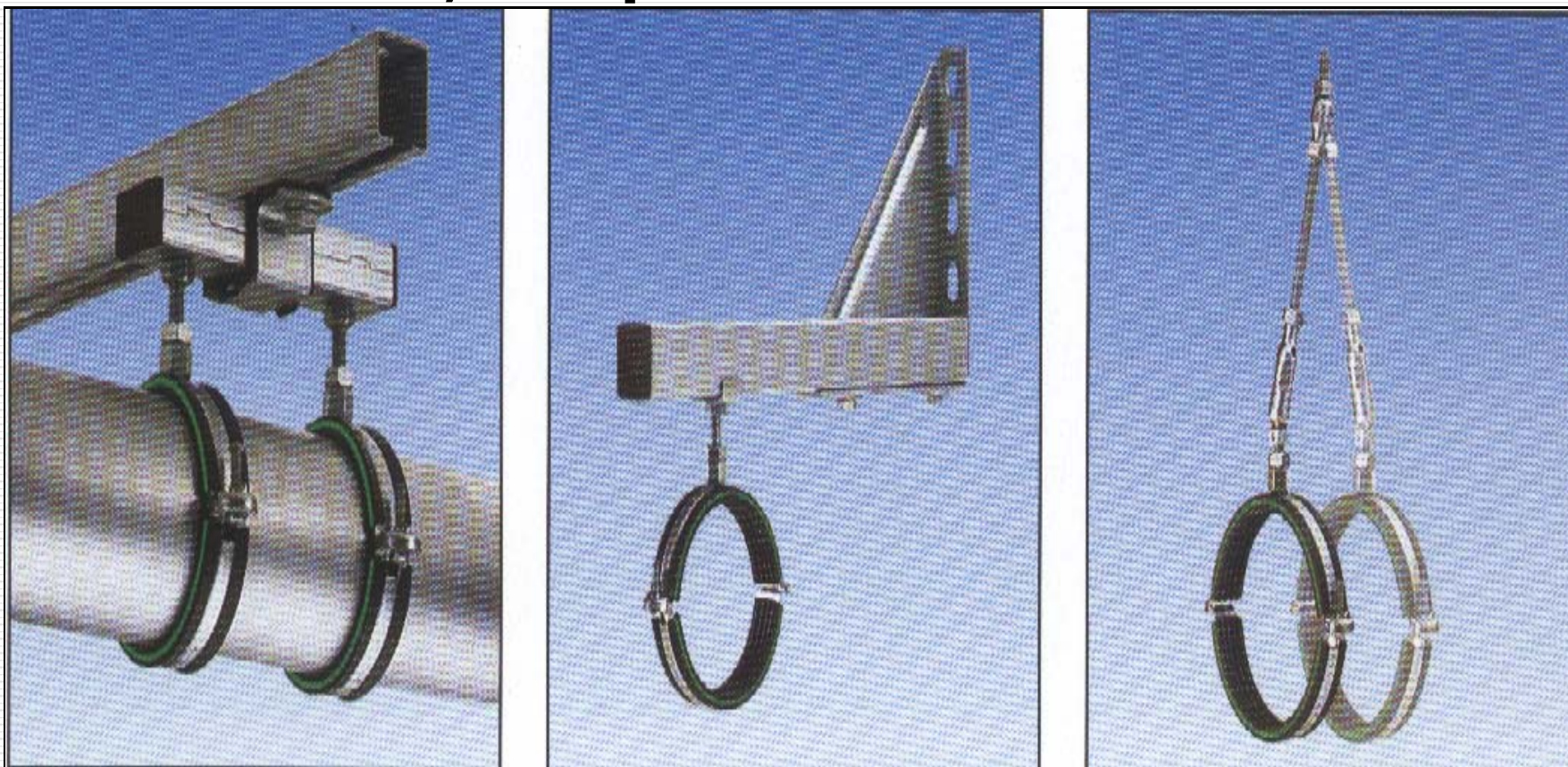
**Bancada de
inercia**

Amortiguadores



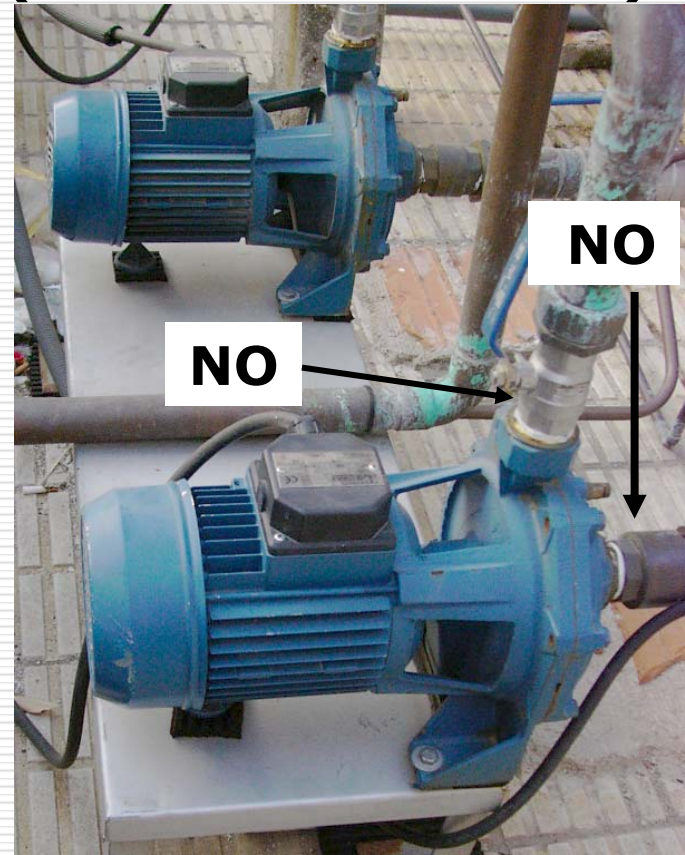
Art. 3.3.2.4 CONDICIONES DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO

- 3. Los soportes antivibratorios y soportes flexibles, cumplirán la UNE 100153 IN



Art. 3.3.2.4 CONDICIONES DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO

- 4. CONECTORES FLEXIBLES (ENTRADA Y SALIDA)



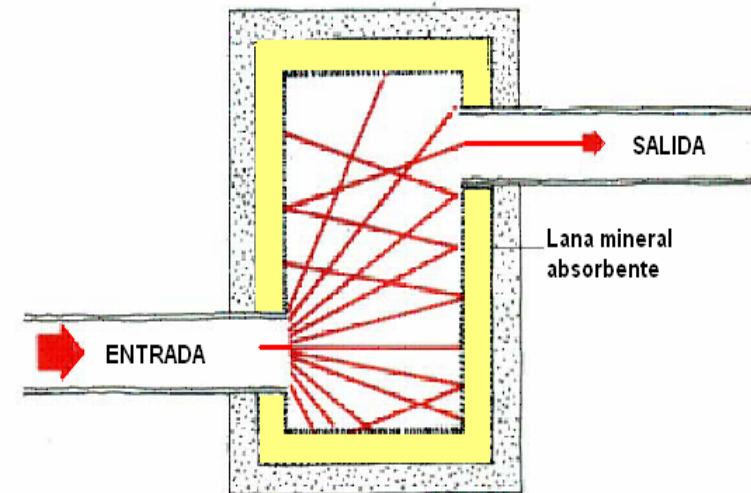
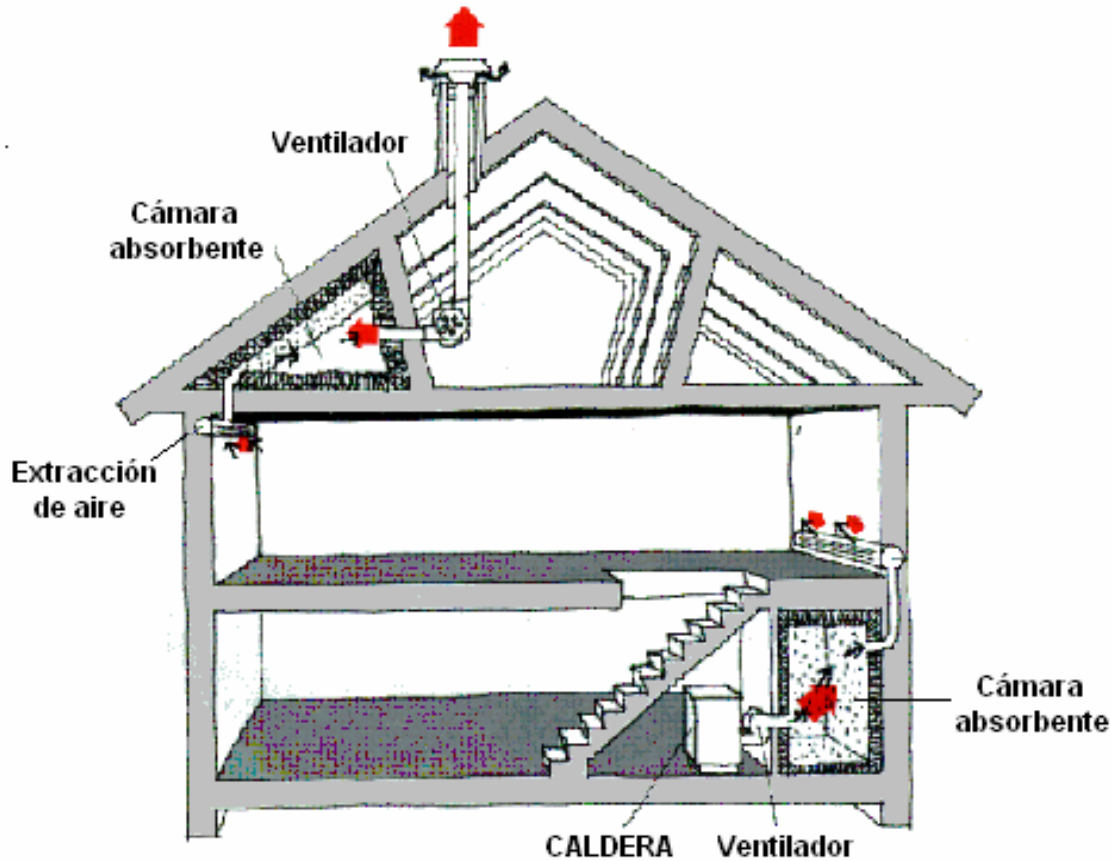
Art. 3.3.2.4 CONDICIONES DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO



**- 5.
SILENCIA
DORES EN
LAS
SALIDAS -
TOMAS DE
HUMO**



Art. 3.3.2.4 CONDICIONES DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO



Art. 3.3.2.4 CONDICIONES DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO

-6.

**-LAS BOMBAS DE
IMPULSIÓN
PREFERIBLEMENTE
SUMERGIDAS**



Art. 3.3.3

CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

- Hidráulicas**
- Aire acondicionado**
- Ventilación**
- Eliminación de residuos**
- Ascensores y montacargas**

Art. 3.3.3

CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

Art. 3.3.3.1 HIDRAÚLICAS

- ❑ **Conducciones colectivas:** patinillos aislados
- ❑ **Paso de tuberías:** manguitos elásticos, pasamuros, coquillas
- ❑ **Tuberías empotradas:** envolventes elásticas. Las plásticas con coef. amortiguamiento $\eta > 0,06$
- ❑ **Anclaje de tuberías colectivas:** a una MASA $> 150 \text{ kg/m}^2$

PASO DE INSTALACIONES



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

Art. 3.3.3

CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

Art. 3.3.3.1 HIDRAÚLICAS

- ❑ Evacuación de aguas descolgada del forjado en cuarto húmedo: **techo suspendido+absorbente**
- ❑ **V** del agua en calefacción y radiadores: < 1 m/s
- ❑ Tipo de grifería espacios habitables: **Grupo II (Norma UNE EN 200)**
- ❑ Uso de cisternas elevadas, descarga al aire: **NO**
- ❑ Bañeras, platos de ducha, hidromasaje: **apoyos amortiguados** (suelos y paredes)
- ❑ Apoyo de radiador a pared y suelo a la vez: **NO**

Art. 3.3.3

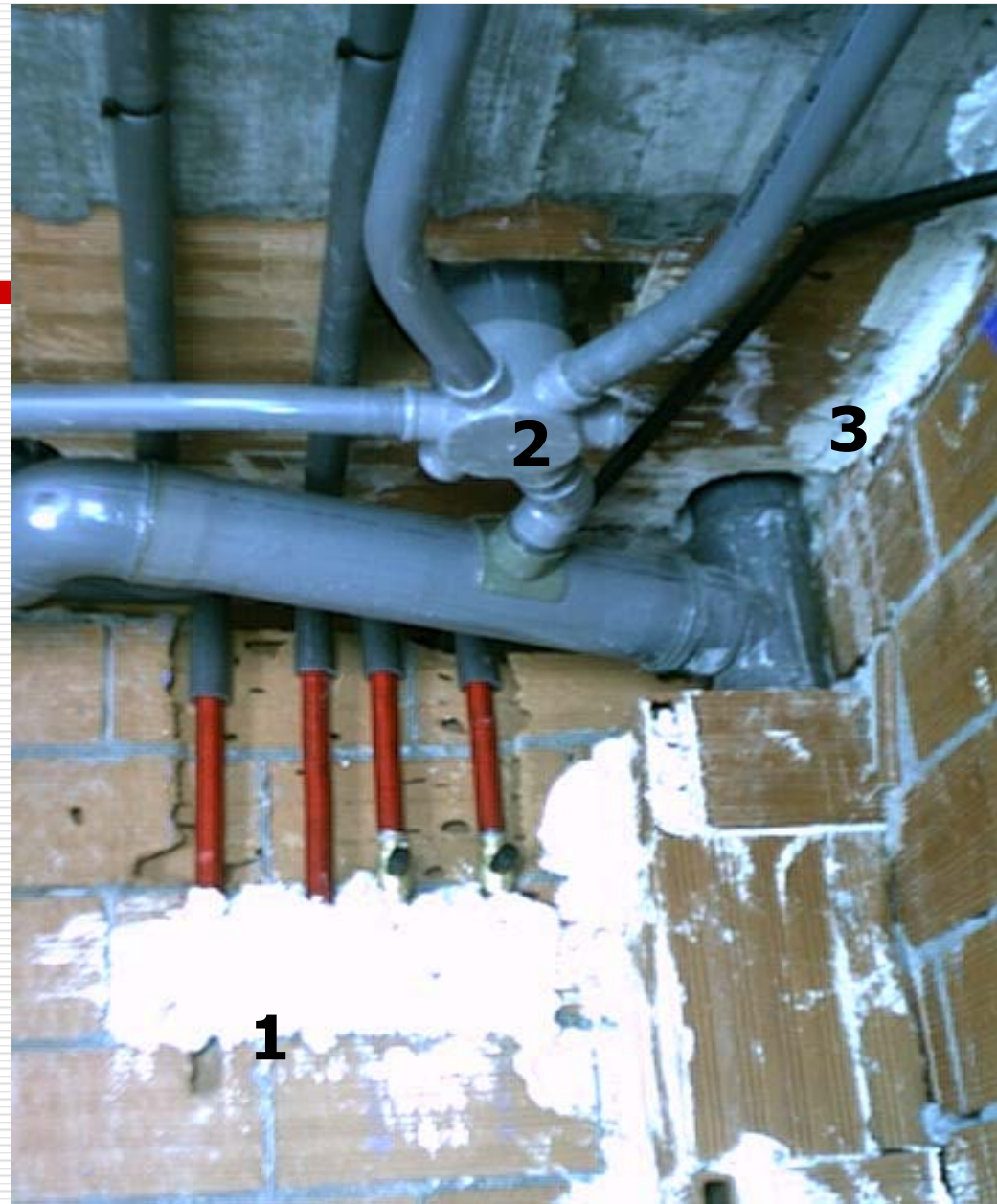
CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

1. Bañeras platos de ducha, hidromasaje: apoyos amortiguados
2. Evacuación de agua descolgada del forjado. Cuarto húmedo



Art. 3.3.3

1. Fontanería
2. Bote sifónico
3. Bajante
4. Falta de sellados



PATINILLOS DE INSTALACIONES PÉRDIDA DE AISLAMIENTO

**Conductos sin
revestimiento**



**Abrazadera
elástica**

**Huecos sin
sellar**

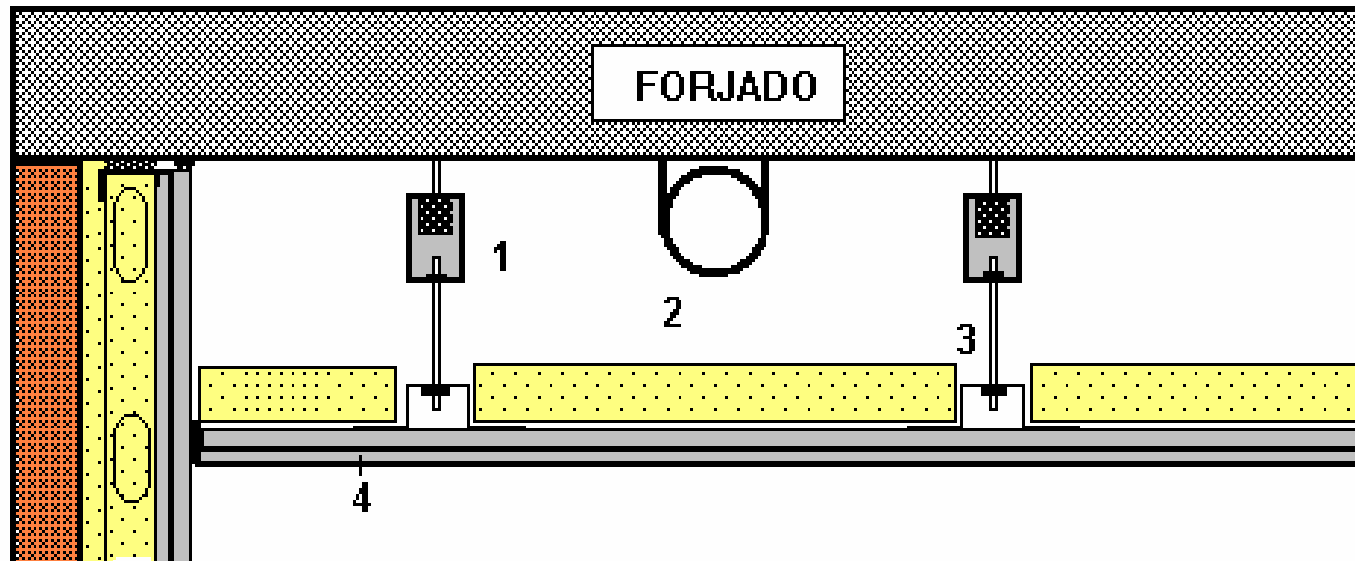
HUECOS DE INSTALACIONES PÉRDIDA AISLAMIENTO

- IMPREVISIÓN DE HUECOS
- CORTES Y ROTURAS DEL FORJADO
- COINCIDENCIAS CON BOVEDILLAS Y/O ESTRUCTURA
- AUSENCIA PASATUBOS ELÁSTICOS
- FALTAS DE SELLADO FINAL



MEDIDAS CORRECTORAS: SISTEMA DESCOLAGADO

Art. 3.1.4.2 Elementos de separación horizontales



Los techos suspendidos no serán continuos entre dos *recintos* pertenecientes a unidades de uso diferentes

Art. 3.3.3

CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

Art. 3.3.3.2 AIRE ACONDICIONADO

- ❑ **Conductos aislados** de recinto protegido y habitable. Revestidos con material absorbente
- ❑ Conductos **absorbentes**
- ❑ **Silenciadores** con atenuación
- ❑ **Antivibratorios**, abrazaderas, manguitos, suspensiones elásticas.
- ❑ **Rejillas y difusores** terminales ($L_{eqA,T}$ tabla 3.7)

$$L_w \leq L_{eqA,T} + 10 \cdot \log V - 10 \cdot \log T - 14 \text{ dB}$$

Art. 3.3.3

CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

- 1. Amortiguadores**
- 2. Conducto absorbente**
- 3. Rejillas y nivel de máxima inmisión**
- 4. Silenciador**



Art. 3.3.3

CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

Art. 3.3.3.3 VENTILACIÓN

- ❑ Conductos verticales de **ventilación** aislados (en recintos protegidos y habitables dentro de una unidad de uso)
- ❑ Especialmente la extracción humos de garajes
- ❑ Admisión de **aire por impulsión mecánica**, L_w limitada según tabla 3.6

Ventilador para impulsar o expulsar aire

Ha de contar con:

- Silenciadores o conductos absorbentes
- Lonas flexibles
- Amortiguamiento



Art. 3.3.3

CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

Art. 3.3.3.4 Eliminación RESIDUOS por bajante

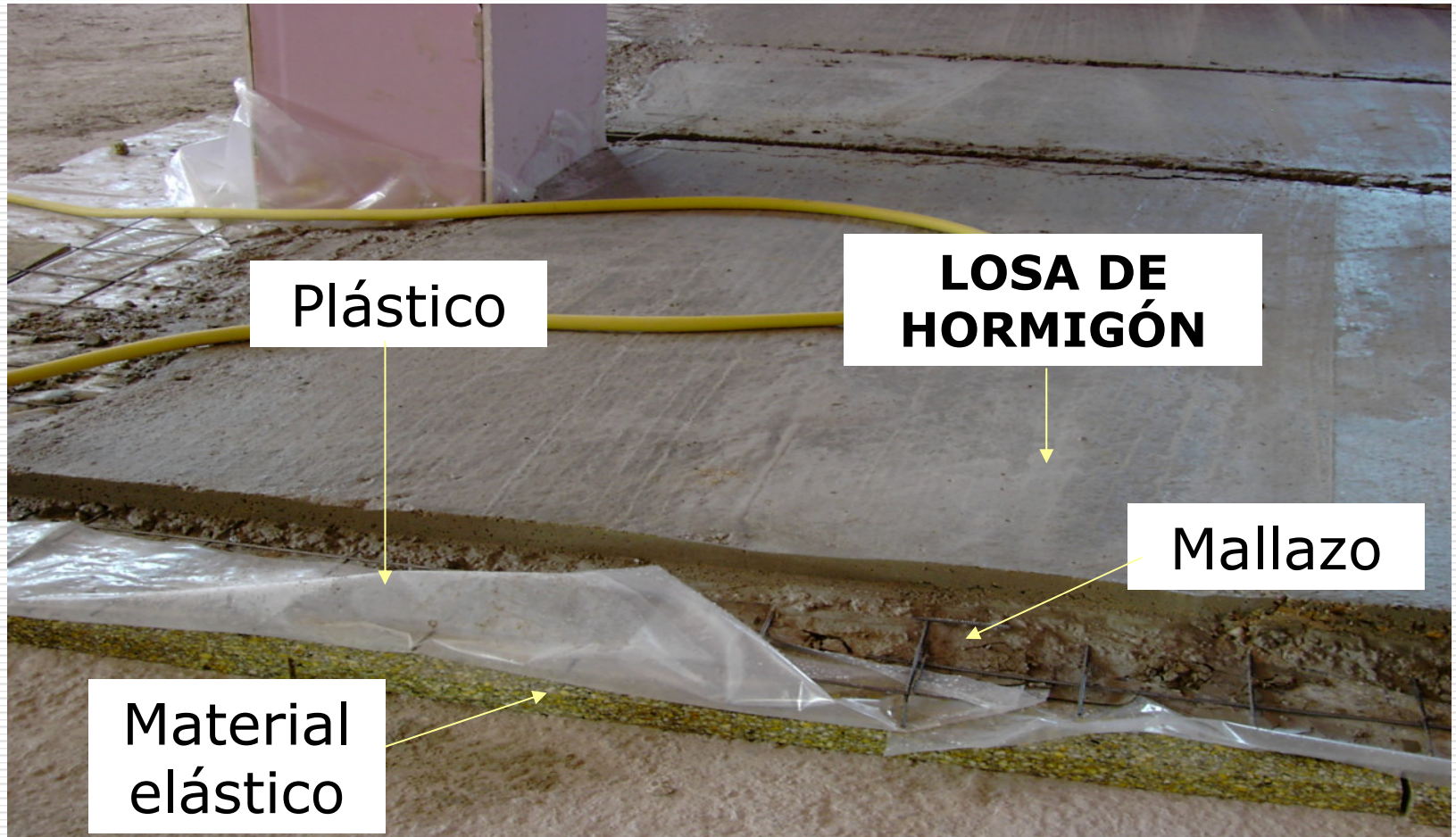
- Unión de los conductos prefabricados a la estructura con **bridas** F_0 del conjunto < 30 Hz
El suelo del almacén = **suelo flotante** con frecuencia de resonancia $F_0 < 50$ Hz

$$\longrightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k'}{m}}$$

Zona de frecuencia donde la vibración se amortigua, el sistema sólo es efectivo para estas frecuencias.

$$\longrightarrow f > \sqrt{2}f_0$$

Art. 3.3.3 SUELO FLOTANTE



INFLUENCIA DEL FALSO TECHO EN RUIDOS DE IMPACTO

FORJ. + FALSO TEC. N13 +L.M		AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO															
REFERENCIA	AC3-D3-97-XI	<p>Diagrama que muestra un falso techo con una fuente de ruido L1 y un receptor L2. El falso techo está compuesto por un perfil T-47 con horquilla, placas de lana mineral y una estructura de chapa de acero galvanizada.</p>															
Techo continuo	TC - 47+N-13 L.M.																
DENSIDAD	20,6 kg/m ²																
ESPESOR cámara	280 mm																
COMPOSICIÓN		<p>Gráfico de línea que muestra la reducción de ruido de impacto (ΔLn) en dB a diferentes frecuencias (Fr). El eje X representa la frecuencia (Fr) en Hz (125, 250, 500, 1000, 2000, 4000) y el eje Y representa la reducción de ruido (ΔLn) en dB (0 a 16). La línea muestra una tendencia general de aumento de la reducción de ruido con la frecuencia.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fr (Hz)</th> <th>ΔLn (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>125</td> <td>5,4</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>3,6</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>5,7</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>8,7</td> </tr> <tr> <td>4000</td> <td>14,8</td> </tr> </tbody> </table>		Fr (Hz)	ΔLn (dB)	125	5,4	250	3,6	500	5,7	1000	7	2000	8,7	4000	14,8
Fr (Hz)	ΔLn (dB)																
125	5,4																
250	3,6																
500	5,7																
1000	7																
2000	8,7																
4000	14,8																
Perfil T-47 + horquilla																	
Placas de:	13 mm																
Lana mineral	50 mm																
Lana mineral	12 kg/m ³																
Estructura de chapa de acero galvanizada	46 mm																
REDUCCIÓN NIVEL RUIDO DE IMPACTO		Fr (Hz)															
	9 dB ISO 717 ΔL_w	125	250	500	1000	2000	4000										
ΔL_n	8,3 dBA	5,4	3,6	5,7	7	8,7	14,8										
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>Ensayo de laboratorio: Leonardo Torres Quevedo:</p> <p>ΔL_n es la reducción del nivel de ruido de impacto.</p> <p>La cámara del techo continuo dispone de lana mineral</p>																	

Art. 3.3.3

CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

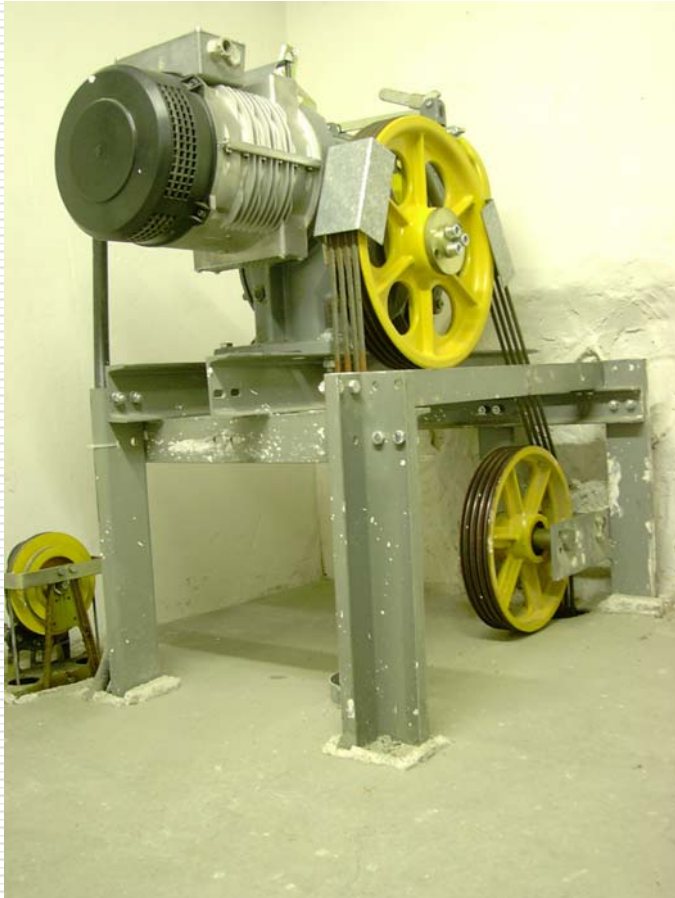
Art. 3.3.3.5 ASCENSORES Y MONTACARGAS

1. **Las guías:** anclajes elásticos a forjados
2. **La maquinaria:** desolidarizada de la estructura. Si está en una cabina=recinto de instalaciones
3. **Las puertas del ascensor:** topes elásticos; evitar el impacto del cierre contra marco
4. **Cuadro de mandos:** montaje elástico (relés de arranque y parada)

RECINTO DE INSTALACIONES: MAQUINARIA Y CUADRO DE MANDOS



RECINTO DE INSTALACIONES: MAQUINARIA Y CUADRO DE MANDOS



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

CUADRO DE MANDOS

Sin arriostramiento rígido a los paramentos del recinto de instalaciones



MAQUINARIA Y GUÍAS ANCLADAS EN PARED MEDIANERA CON VIVIENDA



MAQUINARIA Y GUÍAS ANCLADAS EN PARED MEDIANERA CON VIVIENDA



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

EQUIPOS SITUADOS EN RECINTOS PROTEGIDOS

Tabla 3.6 Valores del *nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A*, $L_{eqA,T}$

Uso del edificio	Tipo de recinto	Valor de $L_{eqA,T}$ (dBA)
Sanitario	Estancias	35
	Dormitorios y quirófanos	30
	Zonas comunes	40
Residencial	Dormitorios y estancias	30
	Zonas comunes y servicios	50
Administrativo	Despachos profesionales	40
	Oficinas	45
	Zonas comunes	50
Docente	Aulas	40
	Sala lectura y conferencias	35
	Zonas comunes	50
Cultural	Cines y teatros	30
	Salas de exposiciones	45
Comercial		50

NIVELES DE LOS EQUIPOS

3.3.2.3 Equipos situados en *cubiertas* y zonas exteriores anejas

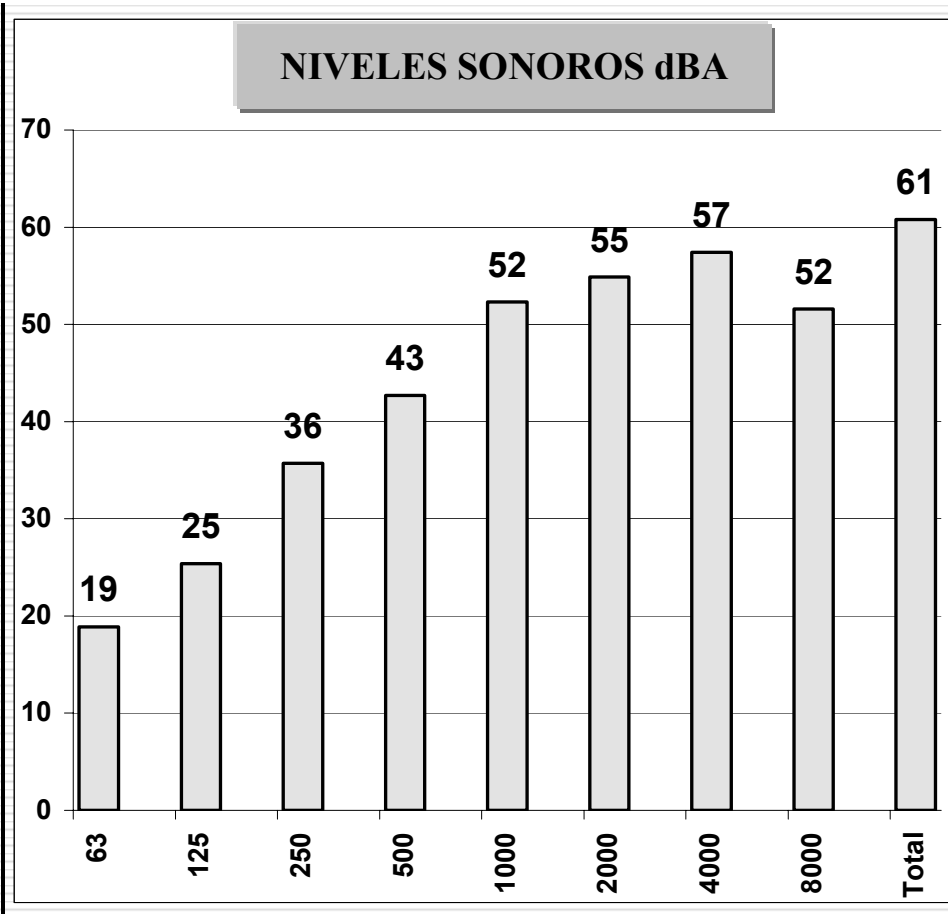
El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en *cubiertas* y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los *recintos habitables* y *protegidos* no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

3.3.2.3 Equipos situados en *cubiertas* y zonas exteriores anejas

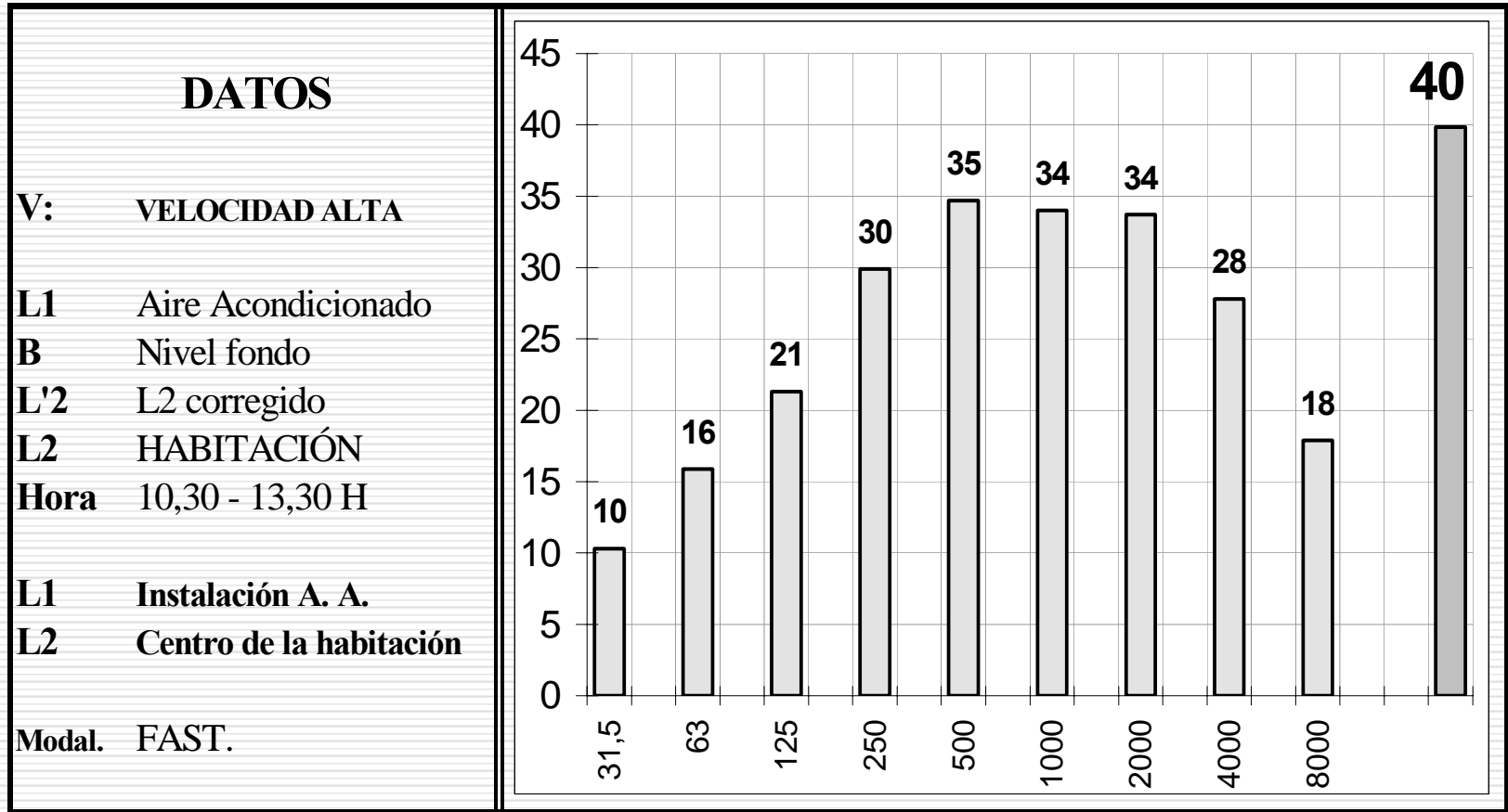
El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en *cubiertas* y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los *recintos habitables* y *protegidos* no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

Nivel sonoro de cisterna de planta superior en planta inferior

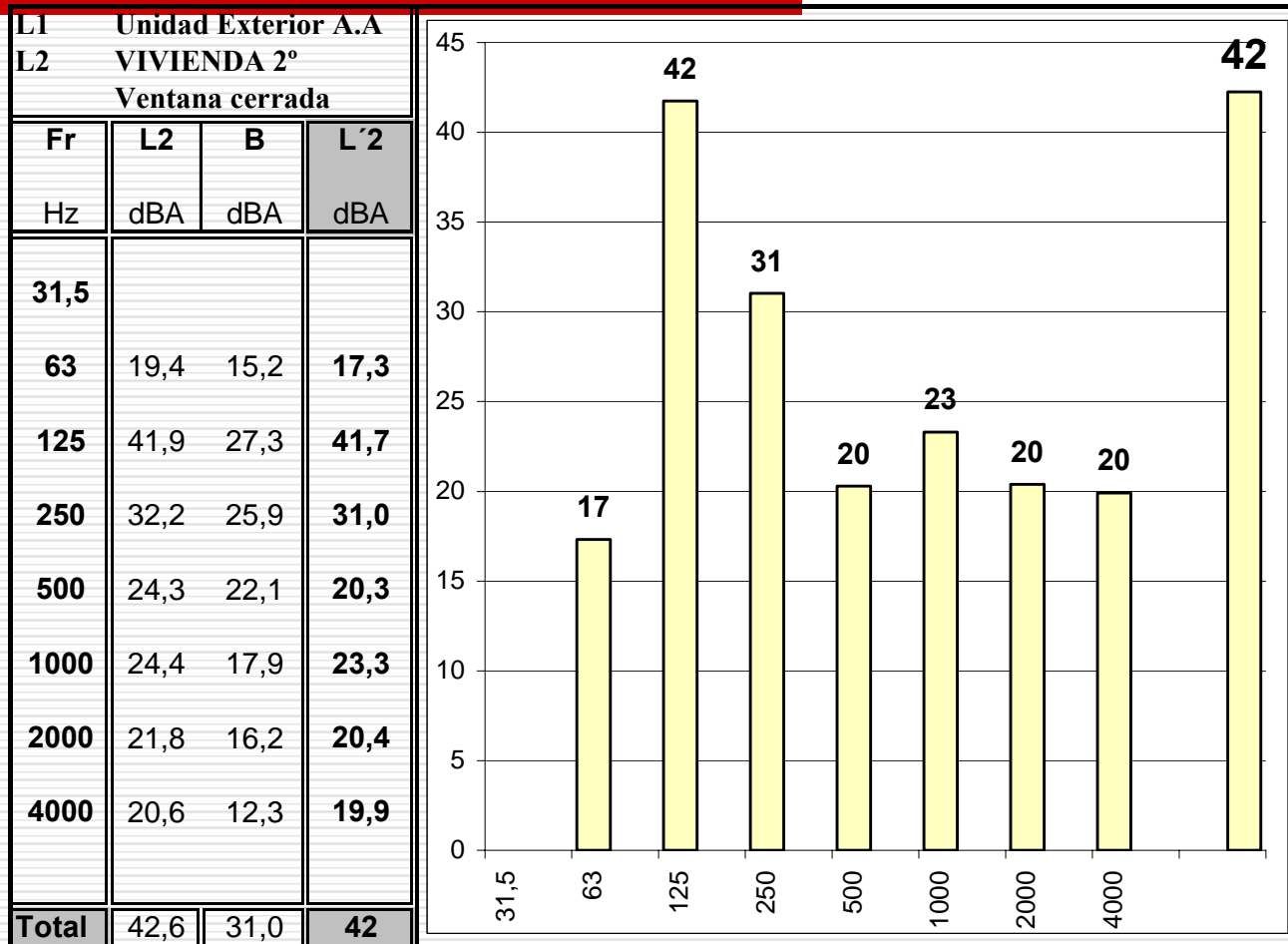
Fr Hz	L2 LA eq dBA	B LA eq dBA	L'2 dBA
63	19,1	6,1	19
125	25,5	9,4	25
250	35,8	18,1	36
500	42,7	12,3	43
1000	52,3	13,8	52
2000	54,9	12,1	55
4000	57,4	10,9	57
8000	51,6	10	52
Total	60,8	22,0	61



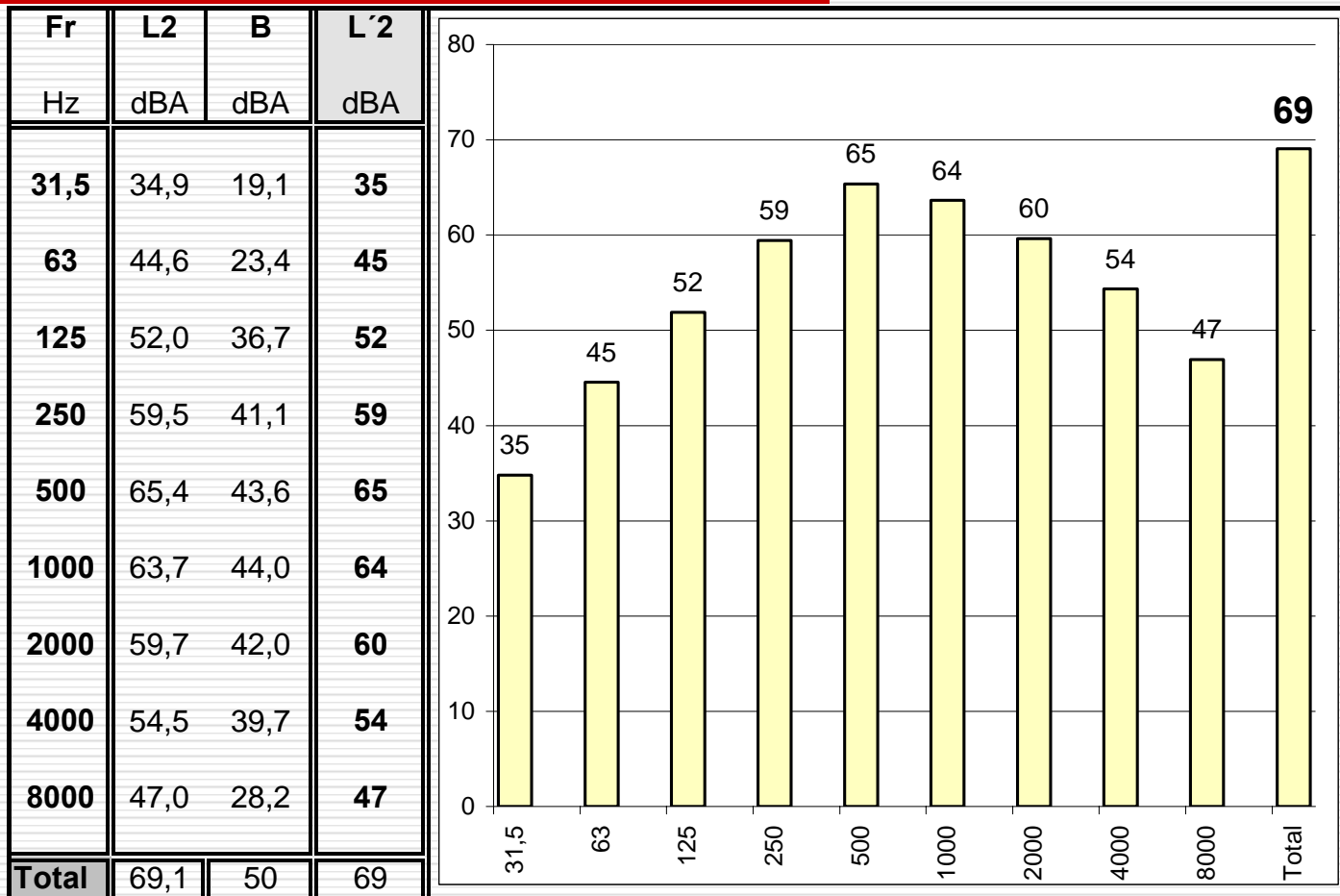
Aire acondicionado interior en una habitación. (Fan-coil)



Aire acondicionado en patio. Nivel de inmisión en una habitación

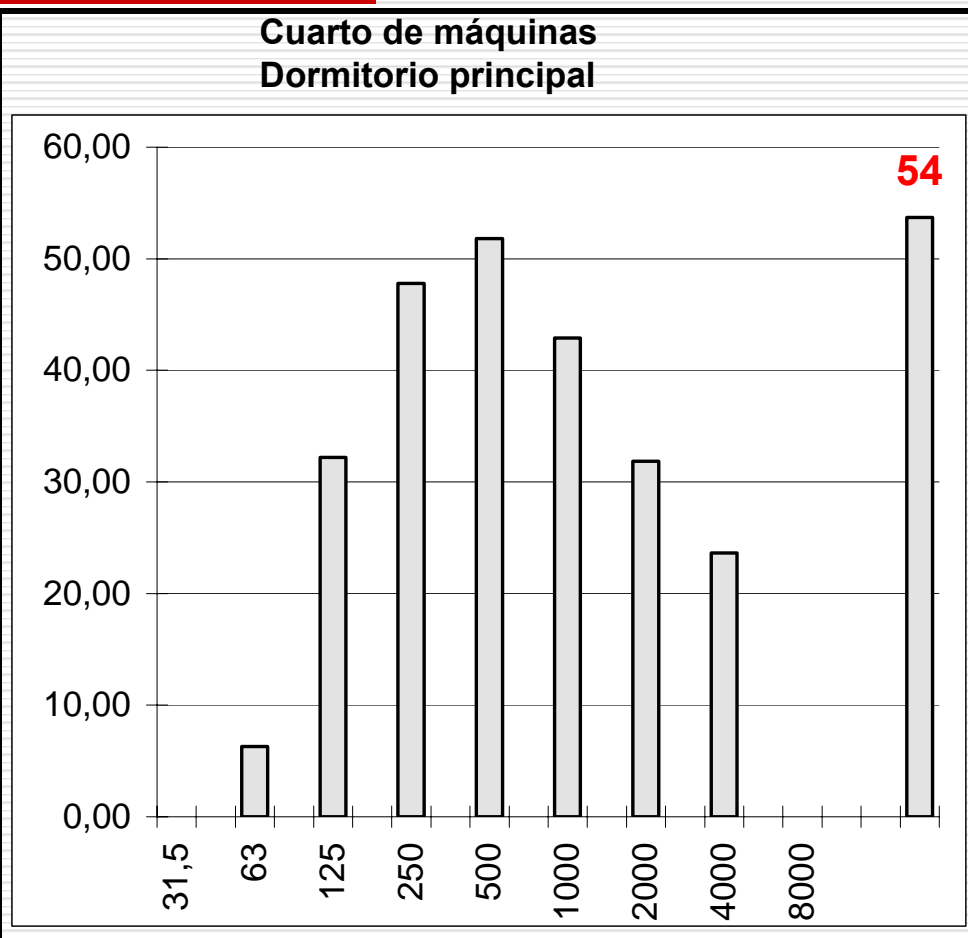


Aire acondicionado en un recinto de actividad. L2 patio interior



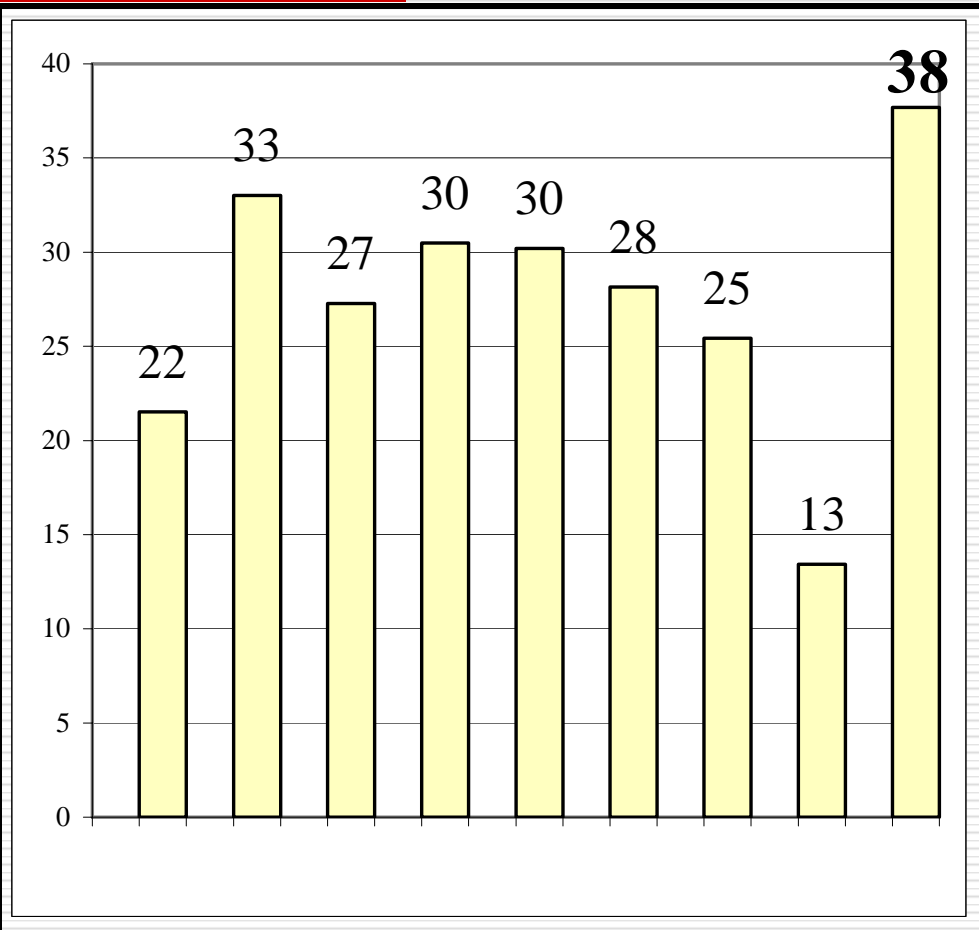
Nivel inmisión en vivienda colindante con recinto bombas de agua

L1 BOMBAS DE AGUA			
L2 Portal 10; Bajo A			
Fr	L2	B	L'2
Hz	dBA	dBA	dBA
63	8	4	6
125	32	7	32
250	48	10	48
500	52	13	52
1000	43	20	43
2000	32	13	32
4000	24	13	24
Total	54	22	54



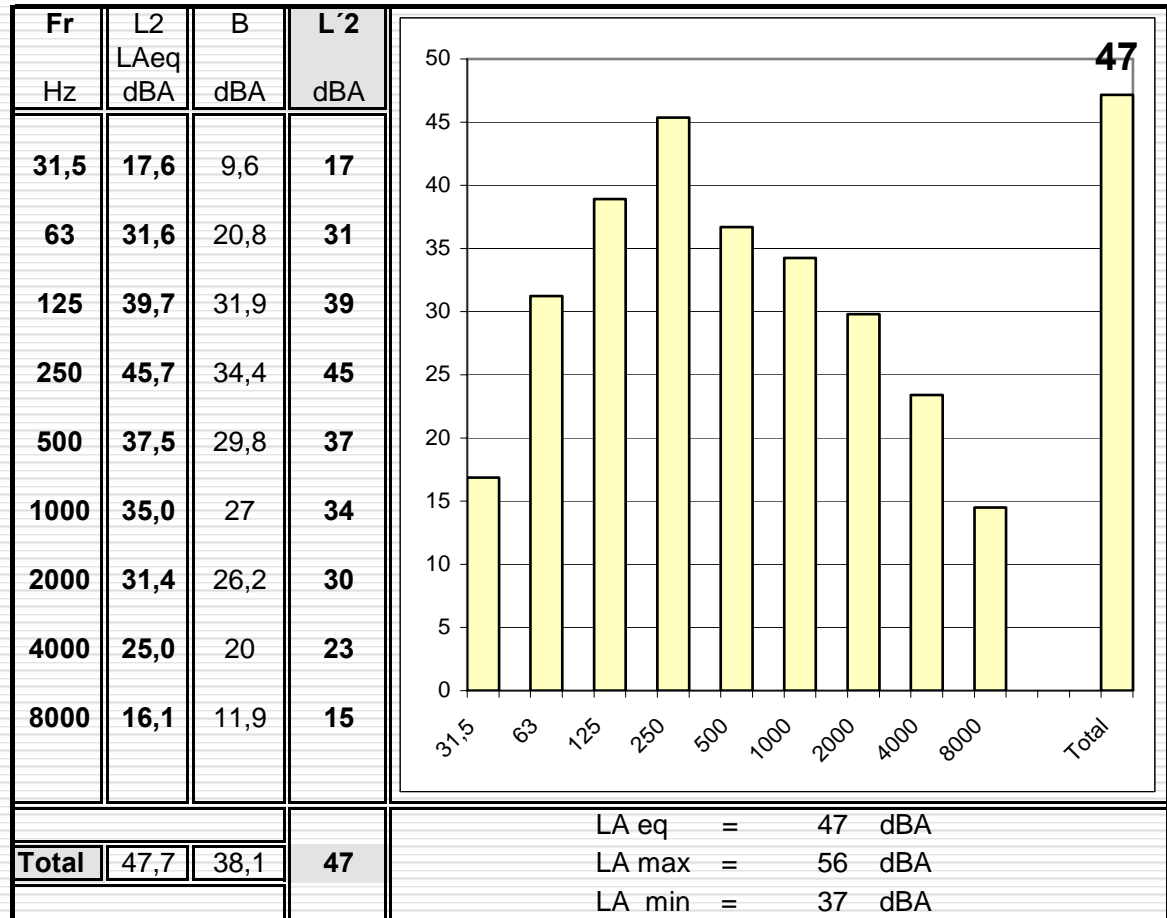
Subida de un ascensor. L2 en vivienda colindante

Fr	L2	B	L'2
Hz	dBA	dBA	dBA
63	22	12,2	22
125	33,3	21,3	33
250	28,3	21,5	27
500	31	21,5	30
1000	30,9	22,7	30
2000	28,6	18,6	28
4000	25,7	13,5	25
8000	15,7	11,8	13
Total	38	29	38



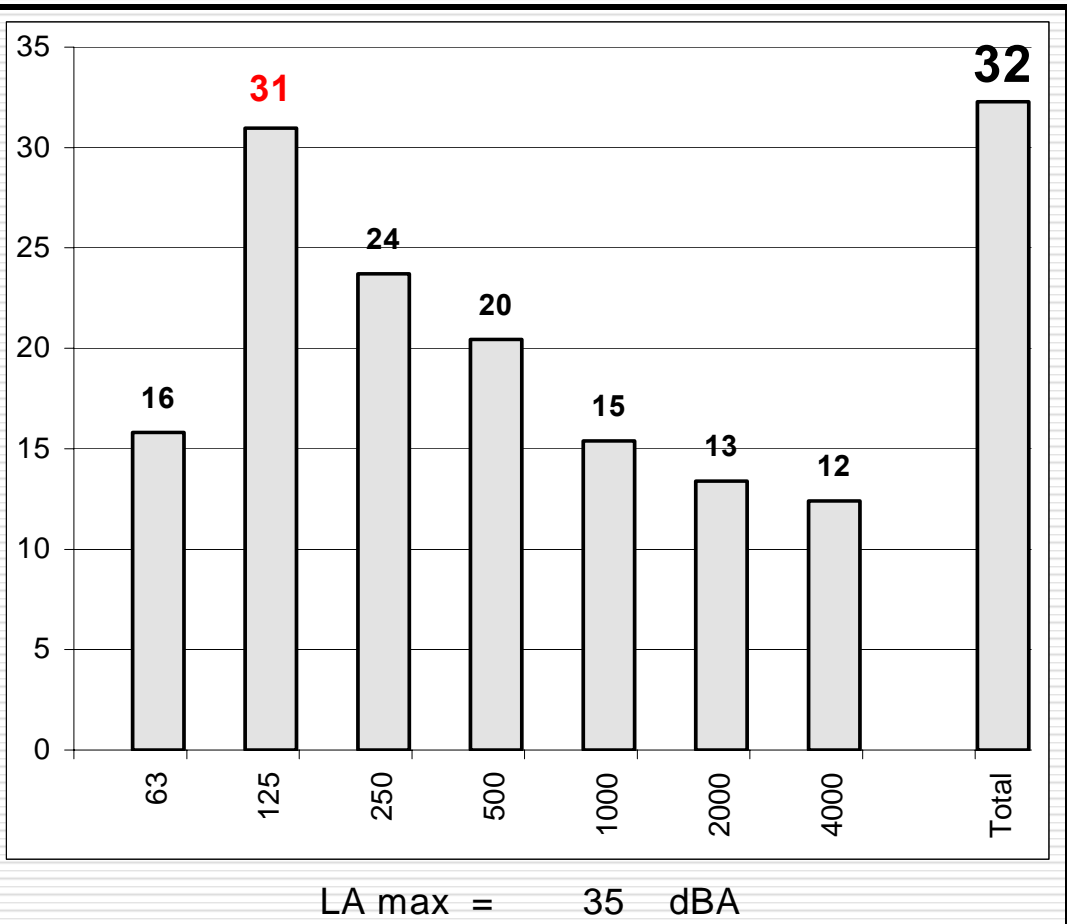
Subida ascensor e impacto de puerta. L2 en vivienda colindante

**Impacto de la puerta:
L2 = 56 dBA**



APERTURA DE PUERTA DE GARAJE L2 en vivienda PLANTA 1ª.

Fr	L2	B	L'2
Hz	dBA	dBA	dBA
63	16	2	16
125	31	11	31
250	24	12	24
500	21	12	20
1000	17	13	15
2000	15	11	13
4000	14	12	12
Total	32,5	19,8	32



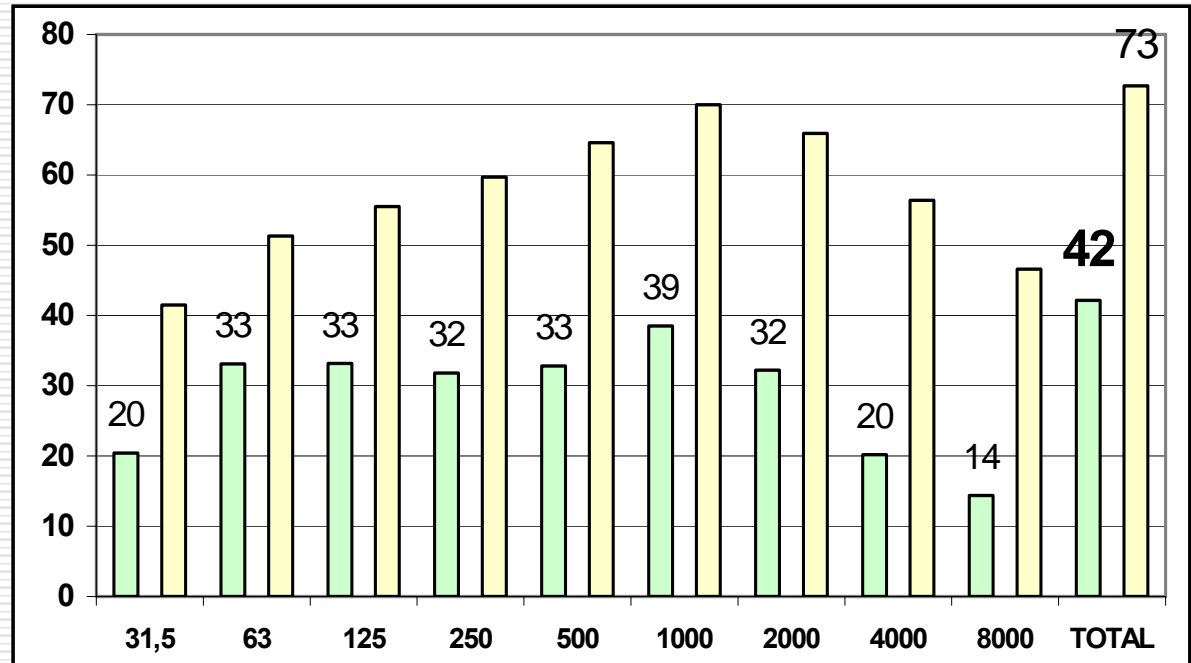
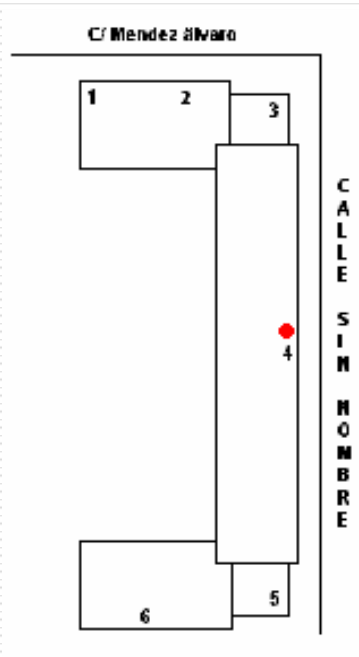
Extracción de humos de garaje en el sótano. L2 en vivienda colindante.

Fr	ESTANCIAS DE LAS VIVIENDAS		
Hz	Dormitorio	Dormitorio	Baño
63	20	22	10
125	33	31	26
250	34	34	31
500	36	36	34
1000	29	37	31
2000	25	27	22
4000	16	14	15
Total	40	41	38

Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

Nivel de emisión de tráfico urbano. L2 en vivienda a 30 m

	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	TOTAL
LA eq interior	20,4	33,1	33,2	31,8	32,8	38,5	32,2	20,2	14,4	42
LA eq exterior	41,5	51,3	55,5	59,7	64,6	70	65,9	56,4	46,6	73



MÉTODO DE CÁLCULO

3.1.3.3 Método de cálculo de *aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos interiores*

- 1 La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, $D_{nT,A}$, utilizada para *recintos* interiores se calcula mediante la expresión:

$$D_{nT,A} = R'_A + 10 \cdot \lg \left(\frac{0,32 \cdot V}{S_s} \right) \quad [\text{dBA}] \quad (3.6)$$

siendo

V volumen del *recinto* receptor, $[\text{m}^3]$;

S_s área compartida del elemento de separación, $[\text{m}^2]$,

R'_A índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, $[\text{dBA}]$.

- 2 El índice de reducción acústica aparente en obra R' se calcula de forma general mediante la expresión:

$$R' = -10 \cdot \lg \tau' \quad [\text{dB}] \quad (3.7)$$

siendo

MÉTODO DE CÁLCULO: caminos directos e indirectos

τ' factor de transmisión total de potencia acústica, definido como el cociente entre la potencia acústica total radiada al *recinto* receptor y la potencia acústica incidente sobre la parte compartida del elemento de separación, para los distintos caminos directos e indirectos (de flancos) que se indican en la figura 3.5.

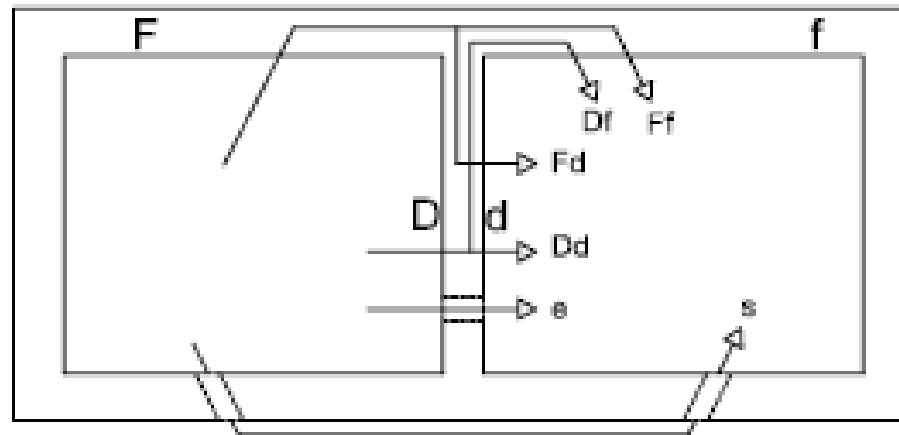


Figura 3.5 Definición de los caminos de transmisión acústica ij entre dos *recintos*. Planta o sección

MÉTODO DE CÁLCULO

OPCIÓN GENERAL (mediante programa informático)

$$R'_A = -10 \cdot \lg \left(10^{-0,1R_{Dd,A}} + \sum_{F=f-1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Fd,A}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{ai=ei,si} 10^{-0,1D_{n,ai,A}} \right) \text{ [dBA]} \quad (3.8)$$

$$R_{Ff,A} = \frac{R_{F,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Ff,A} + K_{Ff} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{|o|_f} \quad \text{[dBA]}$$

$$R_{Df,A} = \frac{R_{S,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Df,A} + K_{Df} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{|o|_f} \quad \text{[dBA]}$$

$$R_{Fd,A} = \frac{R_{F,A} + R_{S,A}}{2} + \Delta R_{Fd,A} + K_{Fd} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{|o|_f} \quad \text{[dBA]}$$

OPCIÓN SIMPLIFICADA: APLICACIÓN DE LAS TABLAS

- PARTIENDO DE LOS DATOS DEL CATÁLOGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

$$R_A = 16,6 \log m + 5 \text{ en dBA; (1) } m \leq 150 \text{ Kg/m}^2$$

$$R_A = 36,5 \log m - 36,5 \text{ en dBA; (2) } m \geq 150 \text{ Kg/m}^2$$

En ausencia de datos de laboratorio y para elementos de masa homogénea, se puede determinar el valor R_A

ANEJO J: OPCIÓN SIMPLIFICADA PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR ADOSADA

CONDICIONES MÍNIMAS:

- **-TABIQUERÍA:** $R_A > 33$ dBA
- **-ELEM. SEPARACIÓN VERTICAL:**
- J.1.2.1 Si la estructura es independiente $R_A > 45$ dBA
- J.1.2.2 Si la estructura es común R_A ver tabla 3.2 (tipos 1,2 y 3)
- Si colinda con recinto instalaciones ver tabla 3.2 valores entre paréntesis.

ANEJO J: OPCIÓN SIMPLIFICADA PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR ADOSADA

- Si se comparte estructura horizontal, los forjados con Suelo Flotante

Tabla J.1 Parámetros de los componentes de los elementos de separación horizontales, cuando las viviendas comparten la estructura horizontal

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾ (Sf)					
		en función de la tabiquería del recinto receptor					
		Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo		Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas		Tabiquería de entramado autoportante	
m kg/m ²	R _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA
250	50	20	7	22	7	25	7
300	52	20	3	21	3	22	3

- (1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A.
- (2) Los suelos flotantes deben cumplir simultáneamente los valores de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w, y de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A.
- (3) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A, y de reducción de ruido de impactos, ΔL_w, corresponden a un único suelo flotante; la adición de mejoras sucesivas, una sobre otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

COSTE ECONÓMICO MEDIO ESTATAL, DE IMPLANTACIÓN DEL CT HR

- ESTUDIO REALIZADO POR HISPALIT Y FABRICANTES DE PLACA:

10 € / m²

- Asociación de promotores de fachadas. Térmico y acústico:

0 € / m²

(en función del nivel exterior)

DEMANDAS CON IMPLICACIONES ACÚSTICAS

- ❑ SEGÚN DATOS DE LA OCU – UCE
- ❑ ENTRE EL 30 Y 40 %.

RECLAMACIONES MÁS COMUNES:

- ❑ Ruido de **instalaciones**
- ❑ Ruido de **personas**
- ❑ Ruido en **baños**

RESUMEN: FACTORES NEGATIVOS EN LA CONSECUCIÓN DEL AISLAMIENTO

- ❑ DEFICIENCIAS DE **DISEÑO**
- ❑ DEFECTOS DE **EJECUCIÓN**
- ❑ CONDUCCIONES DE **EVACUACIÓN**
- ❑ CONDUCTOS DE **INSTALACIONES**
- ❑ ROZAS Y FALTA DE **SELLADO**
- ❑ **MÁQUINAS**: TRANSMISIÓN POR VIA SÓLIDA
- ❑ REJILLAS, **VENTILACIONES**, ETC.
- ❑ FALTA DE **ESPECIALIZACIÓN** EN MANO DE OBRA

- ❑ **"INCONTROL"** DE EJECUCIÓN

- ❑ **DESCONOCIMIENTO**

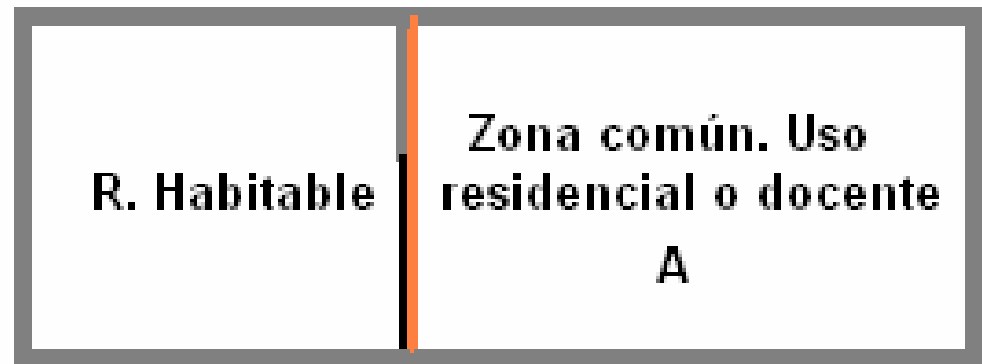
ACONDICIONAMIENTO

- ❑ RECOMENDACIONES PARA AULAS, SALAS DE COFERENCIAS
- ❑ RESTAURANTES
- ❑ ZONAS COMUNES COLINDANTES CON ZONAS HABITABLES
- ❑ DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES
- ❑ CÁLCULO DEL T. REVERBERACIÓN GENERAL Y SIMPLIFICADO
- ❑ CÁLCULO DE COEF. ABSORCIÓN

TIEMPO DE REBERVERACIÓN Art. 2.2

- ❑ AULAS, SALAS CONFERENCIAS ($V < 350 \text{ M}^3$)
 - VACIAS $< 0,7 \text{ s}$
 - CON MOBILIARIO $< 0,5 \text{ s}$
- ❑ COMEDOR Y RESTAURANTE vacio $< 0,9$ ($v < 350\text{m}^3$)
- ❑ Area abs. Equivalente A, en zona común

$$A > 0,2 \text{m}^2/\text{m}^3$$



T. REVERBERACIÓN OPCIONES DE CÁLCULO Art. 3.2

- AULAS - SALAS DE CONFERENCIAS
- RESTAURANTES Y COMEDORES
- $V < 350 \text{ M}^3$

- A) **$Tr = 0,16 \times V/A$ (O.general)**

- B) **Si $V < 350 \text{m}^3$ (Techo. O.simplificada)**

CTE: ABSORCIÓN. MÉTODO DE CÁLCULO Art.3.2.2

$$\square A = \sum (a_m)_i \cdot S_i + \sum (A_{o,m})_j + 4\overline{m}_m V \text{ (m}^2\text{)}$$

- \square $(a_m)_i$ Coef. Abs. Medio paramento a 500, 1000 y 2000 Hz
- \square S_i Área de **paramento** con a_i
- \square $(A_{o,m})_j$ Área de abs. Media equivalente de cada **objeto**
- \square m_m Coef. Abs. Medio del **aire** a 500, 1000 y 2000 Hz (de valor $0,006\text{m}^{-1}$)
- \square V Volumen del recinto m^3

- \square El término $4\overline{m}_m V = 0$, si $V < 250\text{m}^3$

TRATAMIENTO ABSORBENTES UNIFORMES DEL TECHO (cálculo simplificado) Art.3.2.3

AULAS $V < 350 \text{ M}^3$: **VALOR MÍNIMO** DE α_{wt} :

Sin butacas tapizadas

$$\alpha m_t = h.(0.23 - 0.12 / \sqrt{S_t})$$

Con butacas tapizadas

$$\alpha m_t = h.(0.32 - 0.12 / \sqrt{S_t}) - 0.26$$

TRATAMIENTOS ABSORBENTES UNIFORMES DEL TECHO

RESTAURANTES Y COMEDORES

VALOR MÍNIMO DE α_{mt} :

$$\alpha_{wt} = h \cdot (0.18 - 0.12 / \sqrt{St})$$

h = Altura libre del recinto (m)

St = Área el techo (m²)

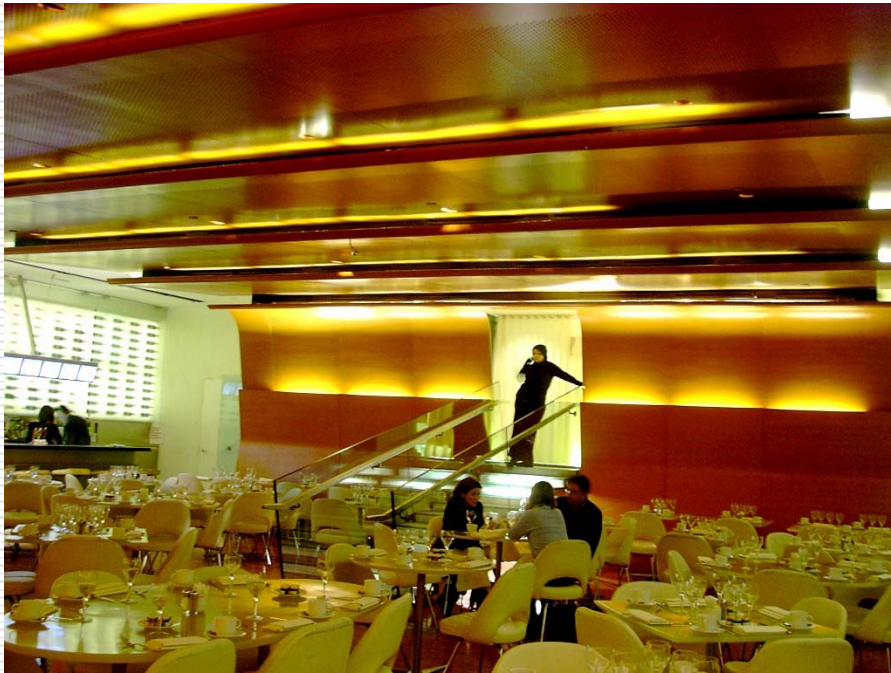
Ejemplo:

h =	3,3	m
St =	100	m ²
V =	330	m ³
α_{wt} =	0,55	s

Ejemplo de solución: Aplicar un techo suspendido absorbente con un coeficiente de absorción > 0,6 s

INTEGRACIÓN INSTALACIONES

TECHOS ABSORBENTES



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

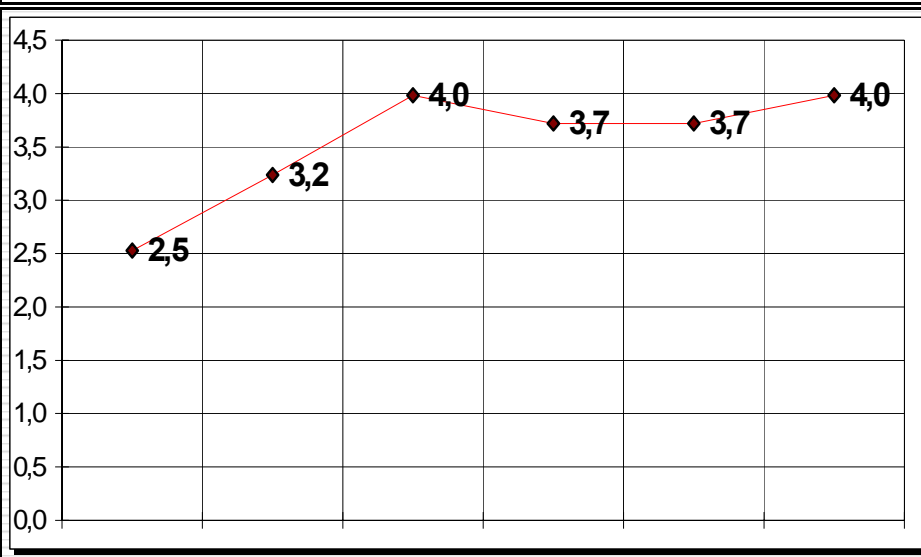
ANEJO K: RECOMENDACIONES

- ❑ **EVITAR** RECINTOS CÚBICOS
- ❑ **EVITAR** PROPORCIONES ENTRE LADOS QUE SEAN NÚMEROS ENTEROS
- ❑ **OBJETIVO:** MEJORAR LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA

TIEMPO DE REVERBERACIÓN

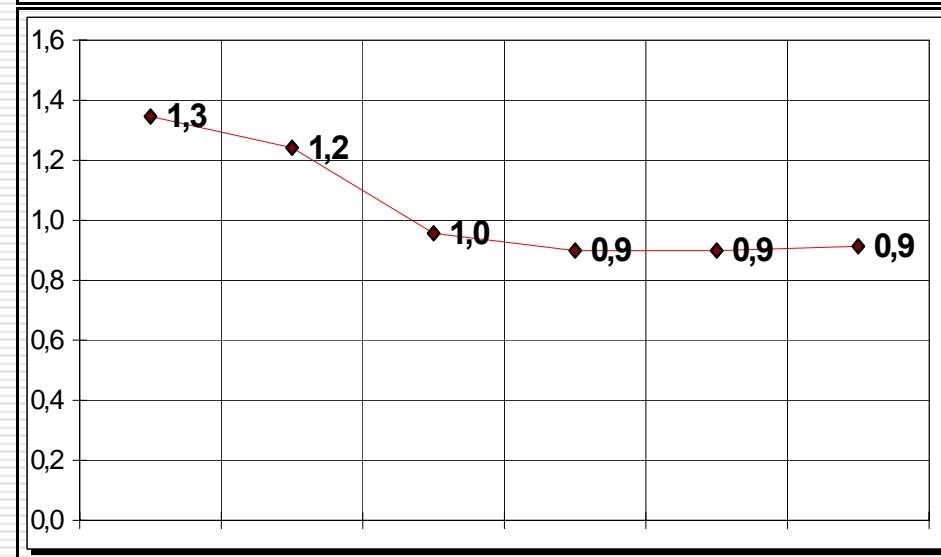
SIN TRATAMIENTO

Elemento	Hz	125	250	500	1000	2000	4000
T.R.		2,5	3,2	4,0	3,7	3,7	4,0



CON TRATAMIENTO

Elemento	Hz	125	250	500	1000	2000	4000
T.R.		1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	0,9



REDUCCIÓN DEL NIVEL SONORO POR ABSORCIÓN

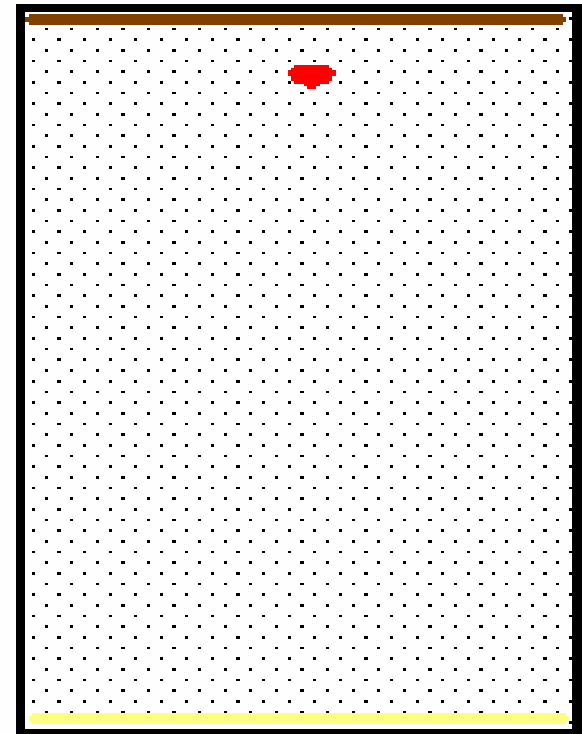
$$RN = 10 \text{ Log } (A2/A1)$$

$\alpha =$	0,1
A1 =	180
$\alpha =$	0,6
A2 =	1080

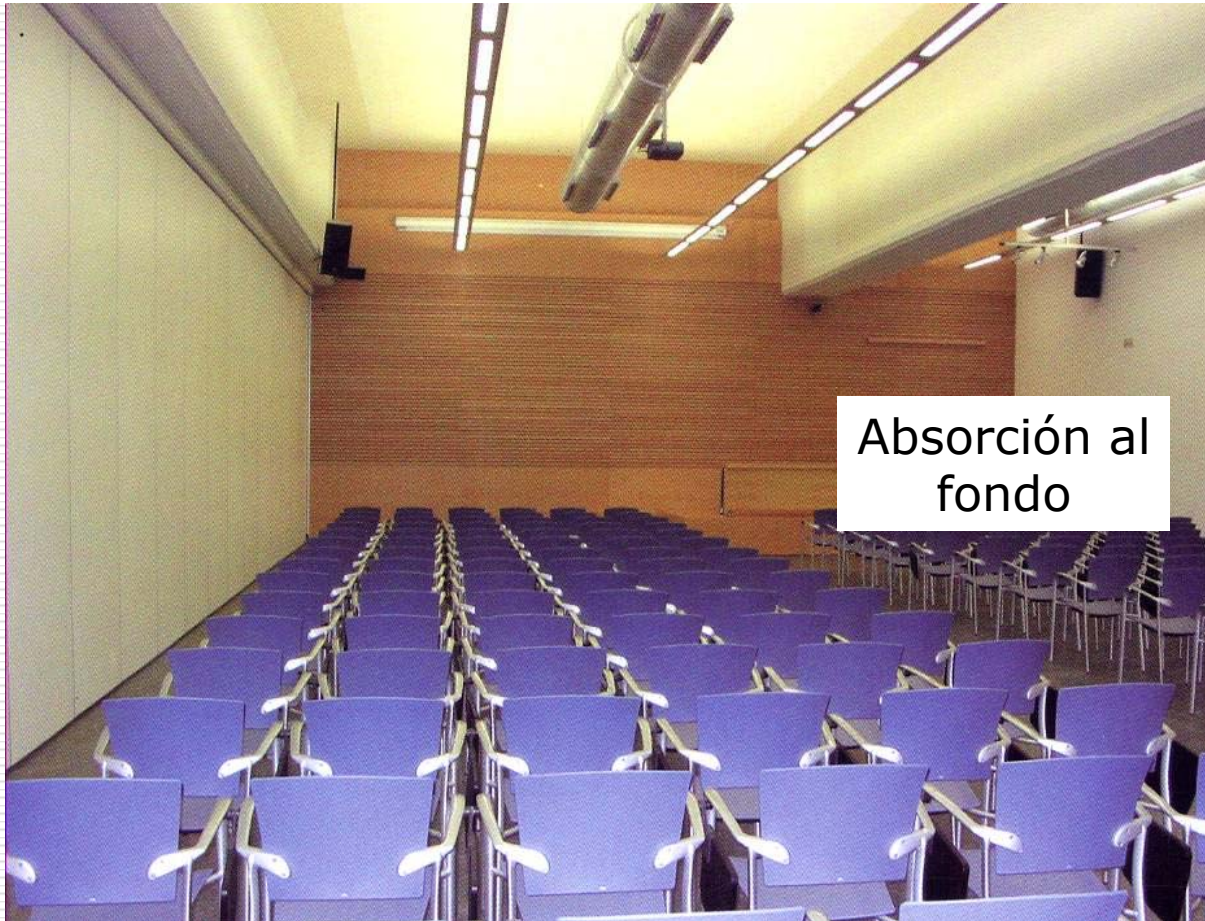
$$RN = 7,8 \text{ dB}$$

ANEJO K: DISPOSICIÓN DE MATERIALES, OPCIÓN 1

- TODO EL TECHO ABSORBENTE**
- PARED TRAS ORADOR: REFLECTANTE**
- PARED FRENTE ORADOR: ABSORBENTE**



AULAS – SALAS CONFRENECIAS TECHO Y PARED RANURADOS:

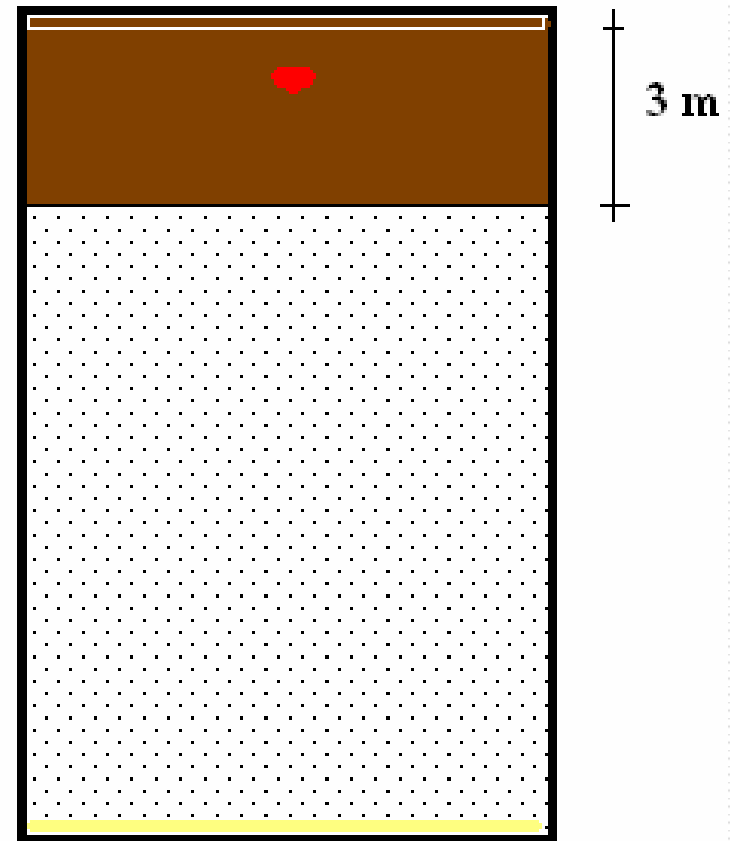


Absorción al
fondo

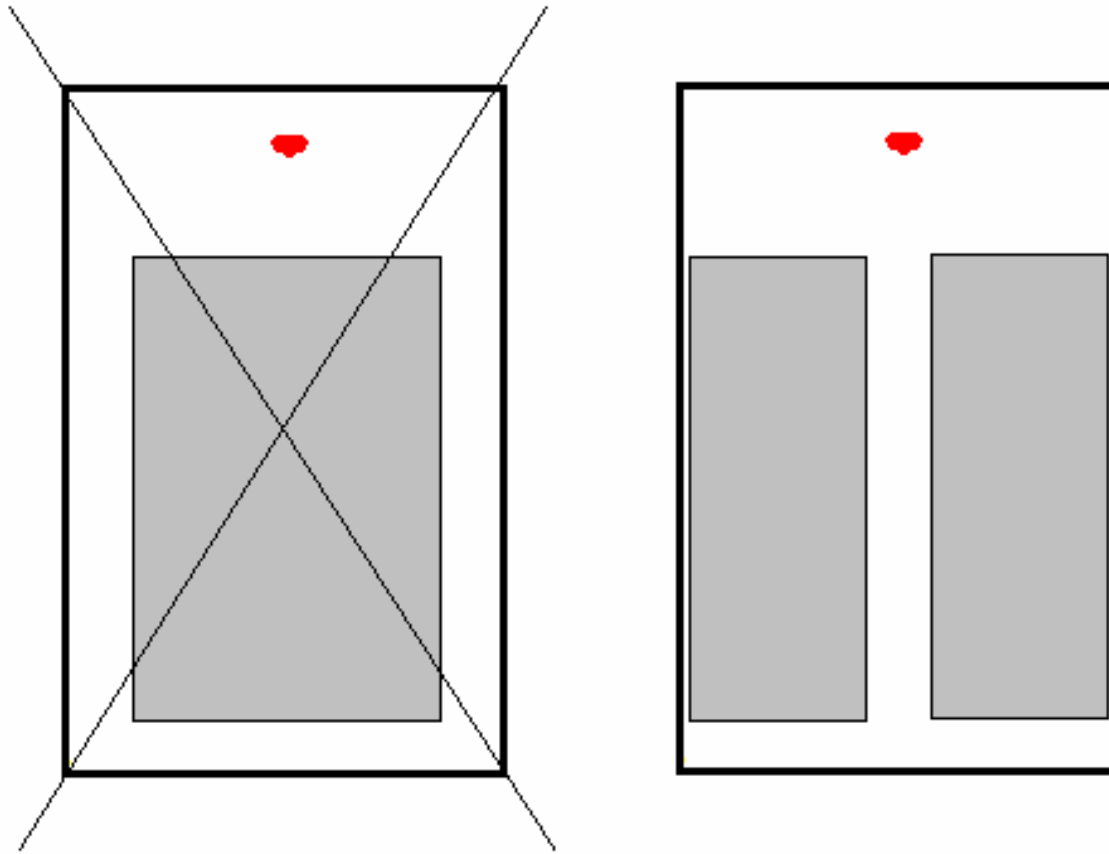
Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

ANEJO K: DISPOSICIÓN DE MATERIALES, OPCIÓN 2

- **TECHO ABSORBENTE**
- 3 m **REFLECTANTE**
- **PARED TRAS ORADOR:**
REFLECTANTE
- **PARED FRENTE ORADOR:**
ABSORBENTE



ANEJO K: DISPOSICIÓN MESAS



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

PANELES ABSORBENTES

ESTUDIOS DE GRABACIÓN



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

PANELES ABSORBENTES



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5 CONSTRUCCIÓN

5.1.1 Elementos de separación verticales y tabiquería

- 1 Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes. Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes, excepto cuando se interponga entre ambos una hoja de fábrica o una placa de yeso laminado.
- 2 Las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos deben ser estancas, para ello se sellarán o se emplearán cajas especiales para mecanismos en el caso de los elementos de separación verticales de *entramado autoportante*.

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.1.1 De fábrica o paneles prefabricados pesados y trasdosados de fábrica

- 1 Deben rellenarse las llagas y los tendeles con mortero ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas.
- 2 Deben retacarse con mortero las rozas hechas para paso de instalaciones de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto.
- 3 En el caso de elementos de separación verticales formados por dos hojas de fábrica separadas por una cámara, deben evitarse las conexiones rígidas entre las hojas que puedan producirse durante la ejecución del elemento, debidas, por ejemplo, a rebabas de mortero o restos de material acumulados en la cámara. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe cubrir toda su superficie. Si éste no rellena todo el ancho de la cámara, debe fijarse a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del mismo dentro de la cámara.

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

- 4 Cuando se empleen *bandas elásticas*, éstas deben quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y *fachadas*, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material.
- 6 De la misma manera, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva *bandas elásticas* en su perímetro y el enlucido de la hoja principal de las *fachadas* de una sola hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

- 5 En el caso de elementos de separación verticales con *bandas elásticas* (tipo 2) cuyo acabado superficial sea un enlucido, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva *bandas elásticas* en su perímetro y el enlucido del techo en su encuentro con el forjado superior, para ello, se prolongará la *banda elástica* o se ejecutará un corte entre ambos enlucidos. Para rematar la junta, podrán utilizarse cintas de celulosa microperforada.

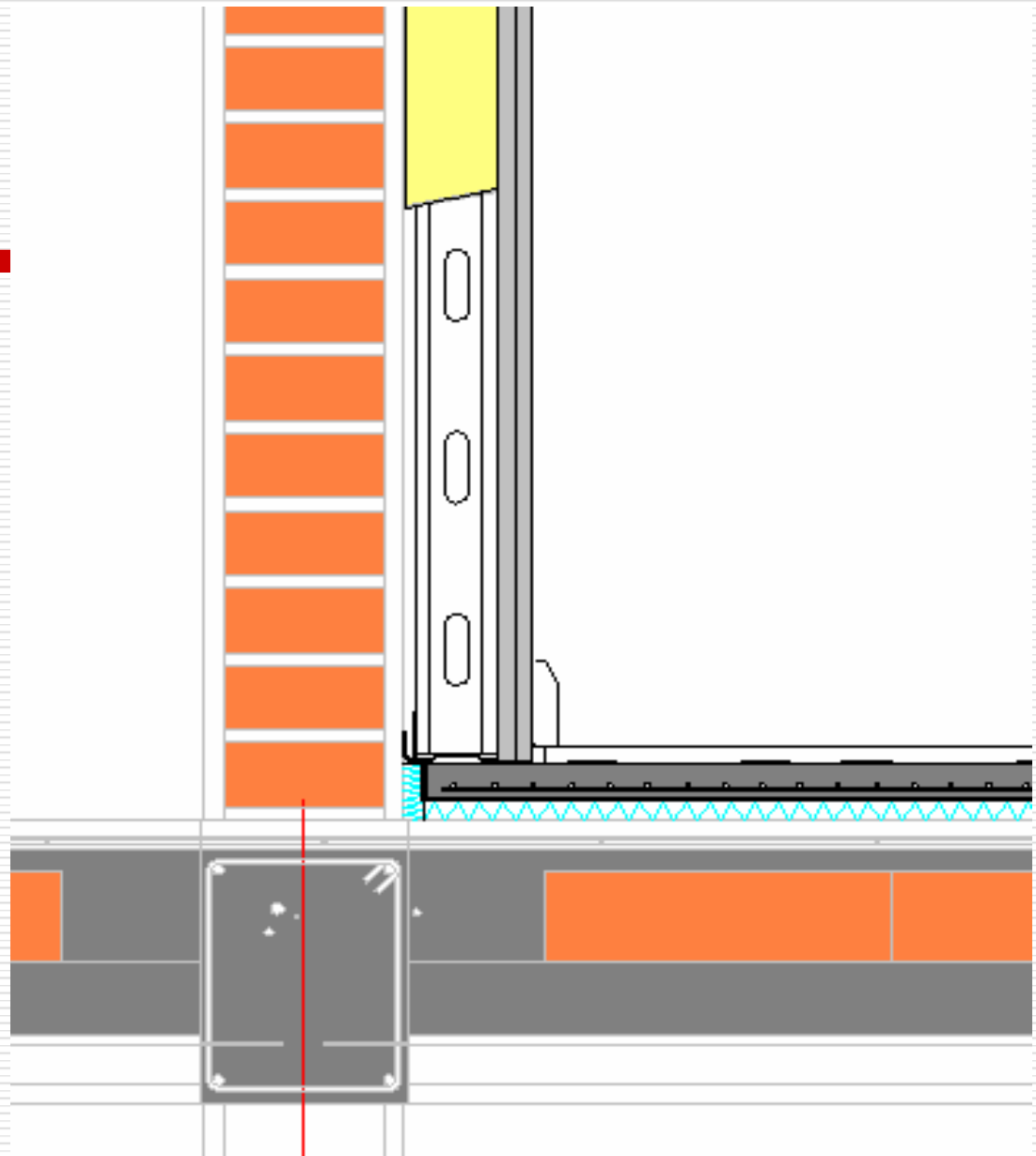
EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.1.2 De entramado autoportante y trasdosados de entramado

- 1 Los elementos de separación verticales de *entramado autoportante* deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102040 IN y los *trasdosados*, bien de *entramado autoportante*, o bien adheridos, deben montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102041 IN. En ambos casos deben utilizarse los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas de estanquidad establecidos por el fabricante de los sistemas.
- 2 Las juntas entre las placas de yeso laminado y de las placas con otros elementos constructivos deben tratarse con pastas y cintas para garantizar la estanquidad de la solución.
- 3 En el caso de elementos formados por varias capas superpuestas de placas de yeso laminado, deben contrapearse las placas, de tal forma que no coincidan las juntas entre placas ancladas a un mismo lado de la perfilería autoportante.
- 4 El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones puesto en la cámara debe rellenarla en toda su superficie, con un espesor de material adecuado al ancho de la perfilería utilizada.
- 5 En el caso de *trasdosados* autoportantes aplicados a un elemento base de fábrica, se cepillará la fábrica para eliminar rebabas y se dejarán al menos 10 mm de separación entre la fábrica y los canales de la perfilería.

ENTRAMADO

- Separación de la perfilería de la pared
- Placas contrapeadas
- Sellados de estanquidad
- Lanas minerales en la cámara
- Eliminar rebabas de la pared



EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.2 Elementos de separación horizontales

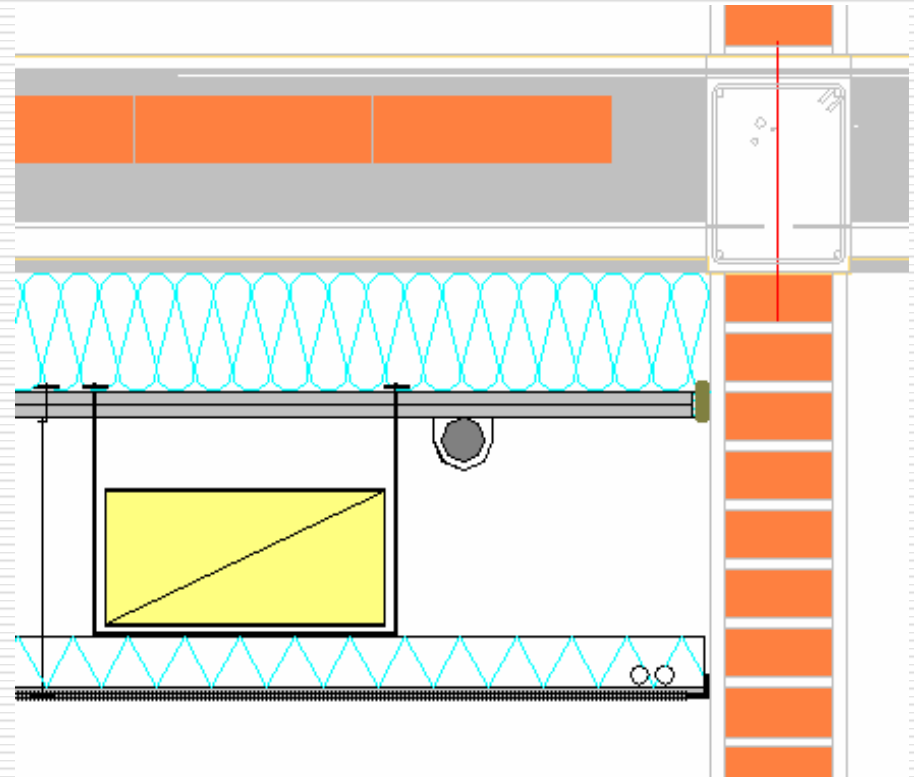
5.1.2.1 *Suelos flotantes*

- 1 Previamente a la colocación del material aislante a ruido de impactos, el forjado debe estar limpio de restos que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.
- 2 El material aislante a ruido de impactos cubrirá toda la superficie del forjado y no debe interrumpirse su continuidad, para ello se solaparán o sellarán las capas de material aislante, conforme a lo establecido por el fabricante del aislante a ruido de impactos.
- 3 En el caso de que el *suelo flotante* estuviera formado por una capa de mortero sobre un material aislante a ruido de impactos y este no fuera impermeable, debe protegerse con una barrera impermeable previamente al vertido del hormigón.
- 4 Los encuentros entre el *suelo flotante* y los elementos de separación verticales, tabiques y pilares deben realizarse de tal manera que se eliminen contactos rígidos entre el *suelo flotante* y los elementos constructivos perimétricos.

EJECUCIÓN DE OBRAS



Suelo liso, sin rebabas



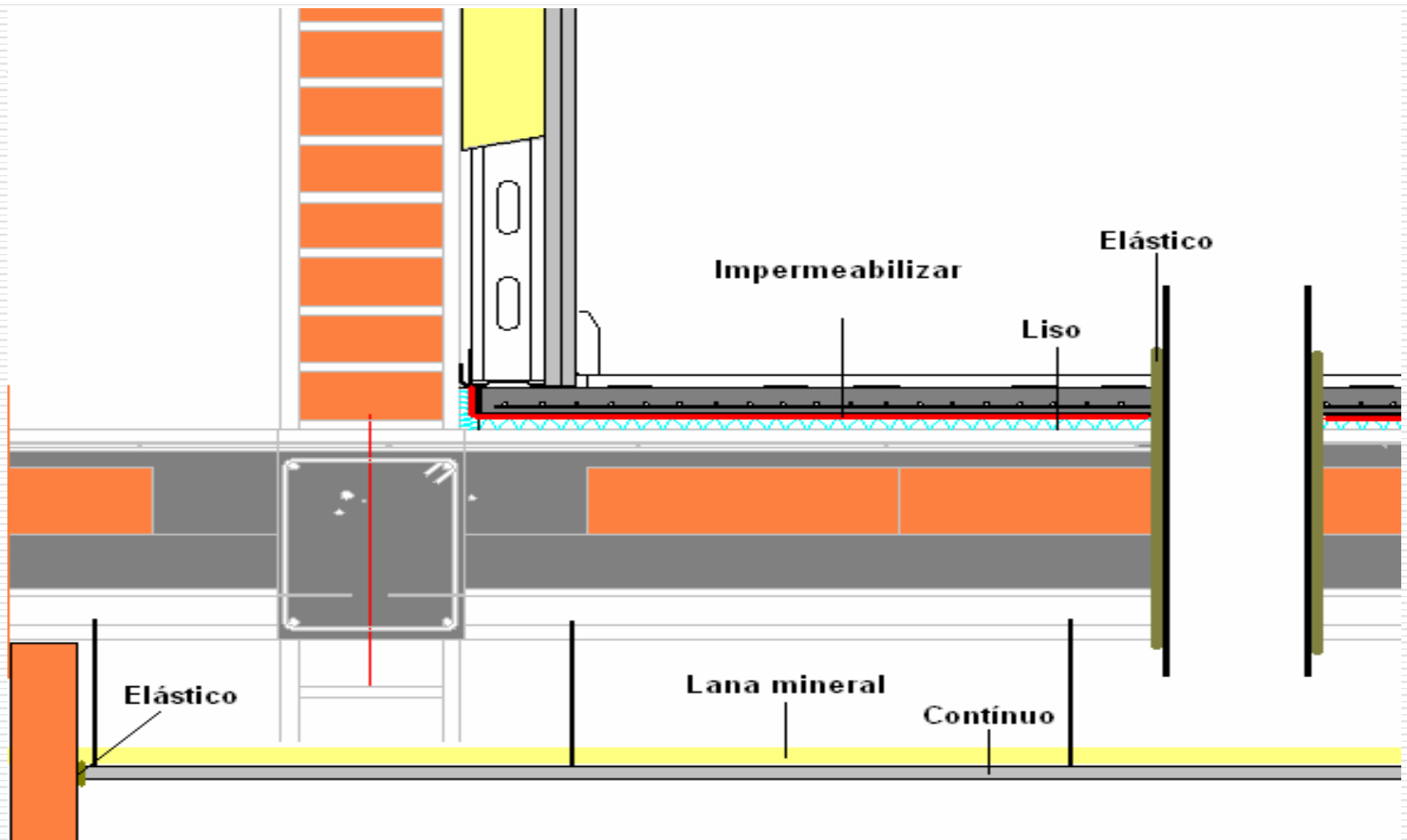
Conductos debajo de techo

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.2.2 Techos suspendidos y suelos registrables

- 1 Cuando discurran conductos de instalaciones por el techo suspendido o por el suelo registrable, debe evitarse que dichos conductos conecten rígidamente el forjado y las capas que forman el techo o el suelo.
- 2 En el caso de que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deben formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no debe disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.
- 3 En el caso de techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste debe rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante.
- 4 Deben sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre *unidades de uso* diferentes.

EJECUCIÓN DE OBRAS: RESUMEN



Alejandro J. Sansegundo Sierra
Arquitecto Especialista Acústico

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.3 Fachadas y cubiertas

La fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, así como la fijación de las cajas de persiana, debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

5.1.4 Instalaciones

Deben utilizarse elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos.

5.1.5 Acabados superficiales

Los acabados superficiales, especialmente pinturas, aplicados sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deben modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

EJECUCIÓN DE OBRAS

- **Conductos revestidos**
- **Anclajes elásticos**
- **Estanquidad fachadas**



CONTROL DE LA EJECUCIÓN: TÉCNICO CUALIFICADO

5.2 Control de la ejecución

- 1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y las modificaciones autorizadas por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.
- 2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones del proyecto y con la frecuencia indicada en el mismo.
- 3 Se incluirá en la documentación de la obra ejecutada cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución, sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

CONTROL DE OBRA TERMINADA: MEDICIONES IN SITU. TOLERANCIA

- 2 En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, de *aislamiento acústico a ruido de impactos* y de limitación del *tiempo de reverberación*, se realizarán por laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para *tiempo de reverberación*. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H.
- 3 Para el cumplimiento de las exigencias de este DB se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 de este DB, de 3 dBA para *aislamiento a ruido aéreo*, de 3 dB para *aislamiento a ruido de impacto* y de 0,1 s para *tiempo de reverberación*.

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN: JUSTIFICACIÓN POSTERIOR

6 Mantenimiento y conservación

- 1 Los edificios deben mantenerse de tal forma que en sus *recintos* se conserven las condiciones acústicas exigidas inicialmente.
- 2 Cuando en un edificio se realice alguna reparación, modificación o sustitución de los materiales o productos que componen sus elementos constructivos, éstas deben realizarse con materiales o productos de propiedades similares, y de tal forma que no se menoscaben las características acústicas del mismo.
- 3 Debe tenerse en cuenta que la modificación en la distribución dentro de una *unidad de uso*, como por ejemplo la desaparición o el desplazamiento de la tabiquería, modifica sustancialmente las condiciones acústicas de la unidad.

ACÚSTICA EN LA EDIFICACIÓN

Alejandro J. Sansegundo Sierra
Especialista Acústico en la Construcción.

www.acusticasansegundo.com