



PRESENTACIÓN DEL CATÁLOGO DE SOLUCIONES ACÚSTICAS Y TÉRMICAS PARA LA EDIFICACIÓN (Edición Mayo 2.009)

1.- Productos que intervienen

1.1.- Placas de Yeso Laminado, accesorios Sistemas

1.2.- Lanas minerales

2.- Sistemas PYL+LM – Comportamiento acústico

3.- CTE HR (Código Técnico de la Edificación)

3.1.- Aspectos generales

3.2.- Opcion Simplificada y opción general.

4.- Catálogo de soluciones constructivas

5.- Ejemplos de aplicación del DB HR

ATEDY
asociación técnica y empresarial del yeso



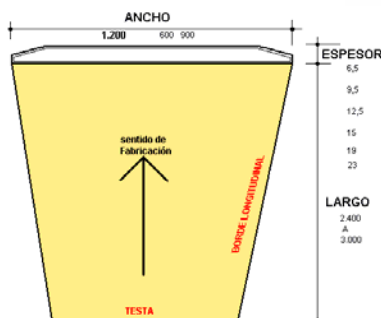
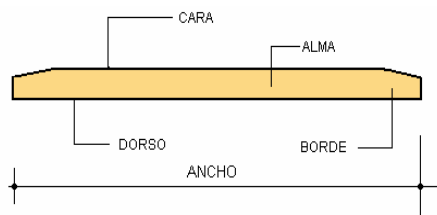
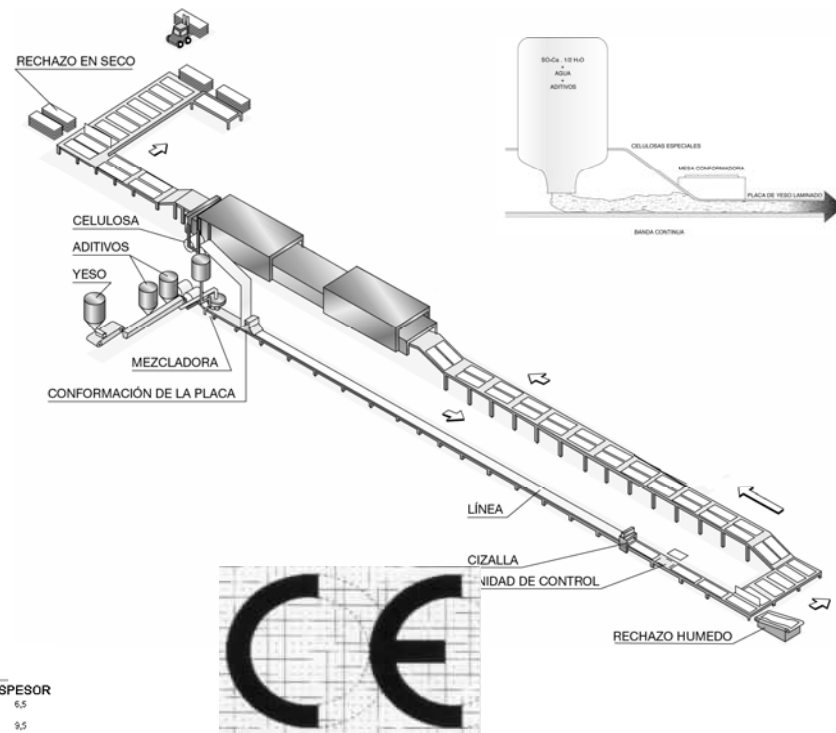
Ponente: Miguel Gasset Lázaro

Comité Técnico ATEDY Sección Placa de Yeso Laminado

1.1

LAS PLACAS DE YESO LAMINADO

- Las Placas de Yeso Laminado (PYL), están fabricadas por laminación continua, y que cumplen las características mínimas marcadas en la Norma **UNE-EN 520:2005+A1**.
- Están en posesión del sello de calidad **N** de **AENOR**



MARCA **CE**
OBLIGATORIO EN
CUMPLIMIENTO DE LA
NORMA **UNE EN**
520:2005+A1

TIPOS DE PLACAS.- FABRICADOS

PLACA TIPO **A**
Albañilería interior

PLACA TIPO **DF**
Protección Fuego

PLACA TIPO **DI**,
Dureza reforzada

PLACA TIPO **H1, H2, H3**
Resistente al Agua

TIPOS DE PLACAS.-TRANSFORMADOS

PLACA **BV**
Barrera de vapor

PLACA **PERFORADA**
Acondicionamiento
Acústico

PLACAS **XPE Y XPS**
Aislamientos Térmicos

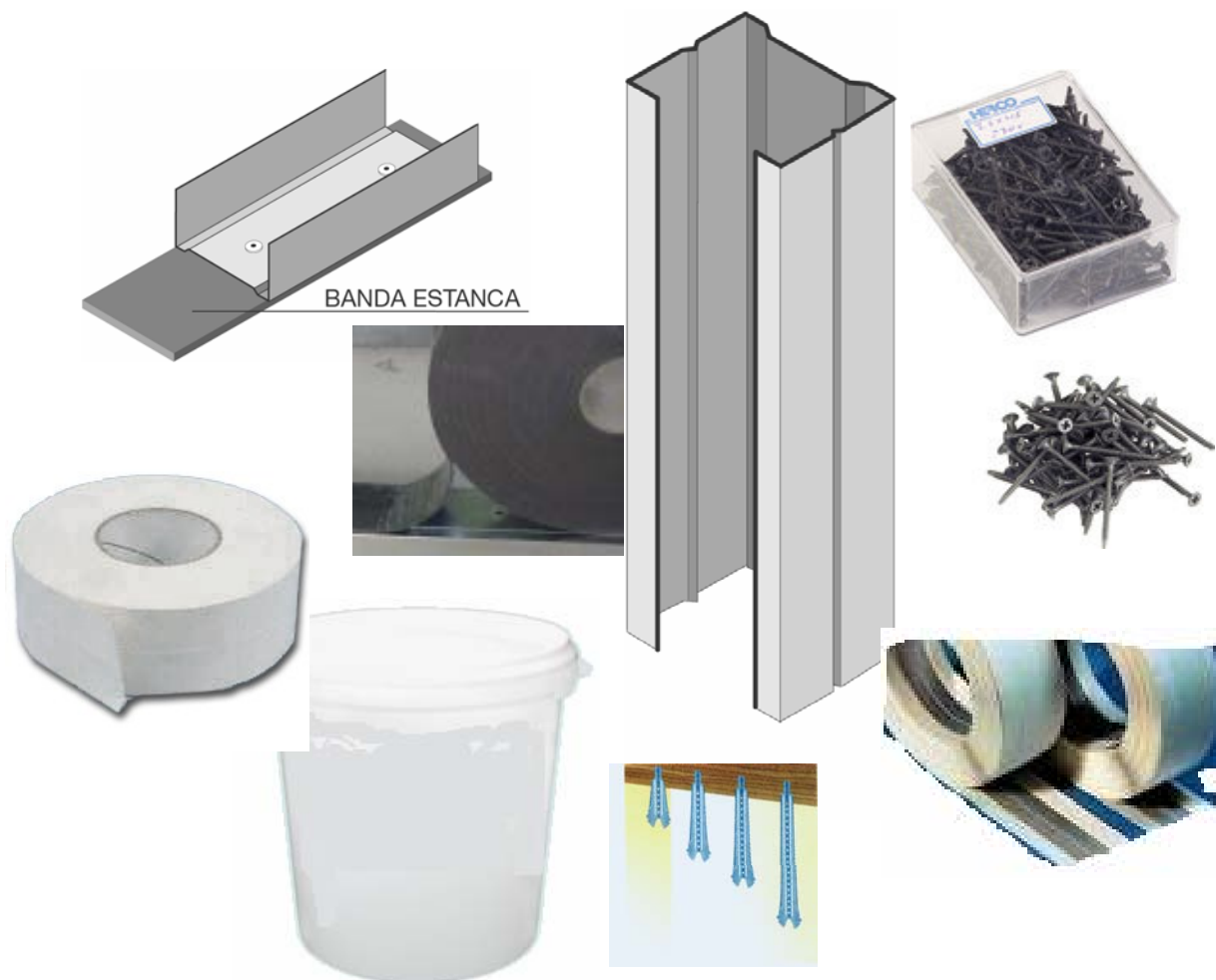
PLACAS **LR Y LV**
Aislamientos Térmicos y
Acústicos

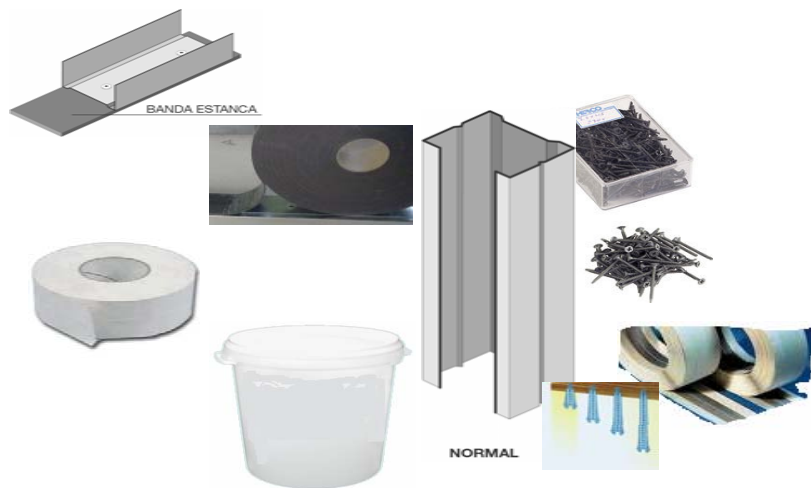
TRILLAJE
Unidades decorativas

PLACAS **VTR**
Techos Registrables

OTROS COMPONENTES

- Perfilería
- Pastas
- Tornillos
- Cintas
- Otros





SISTEMAS PYL

Sistemas de
Placas de Yeso Laminado con Estructura metálica.



CTE DB-HR

Sistemas de Entramado Autoportante con Placa de Yeso Laminado

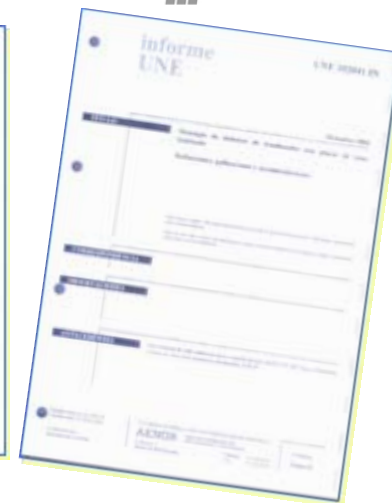
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PYL

(ATEDY 1/ ATEDY 2/ ATEDY 3)

(UNE 102.040-IN/UNE 102.041 IN ; UNE 102.043 IN)



¡¡REFUNDIDO!!



**CTE DB HR → Diseño y
dimensionamiento**



¡QUE NO PASE ESTO!!!

afelma

asociación de fabricantes españoles de lanas minerales aislantes

3w.aislar.com el aislamiento

ISOVER

ROCKWOOL®
LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS


URSA
uralita

KNAUF INSULATION
¡Ya es hora de ahorrar energía!

Ponente: Jordi Bolea

Comité Técnico AFELMA

1.2

LANAS MINERALES

CONCEPTOS GENERALES

Productos aislantes constituidos por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos, que mantienen aire inmóvil en su interior

✓ **Origen:**

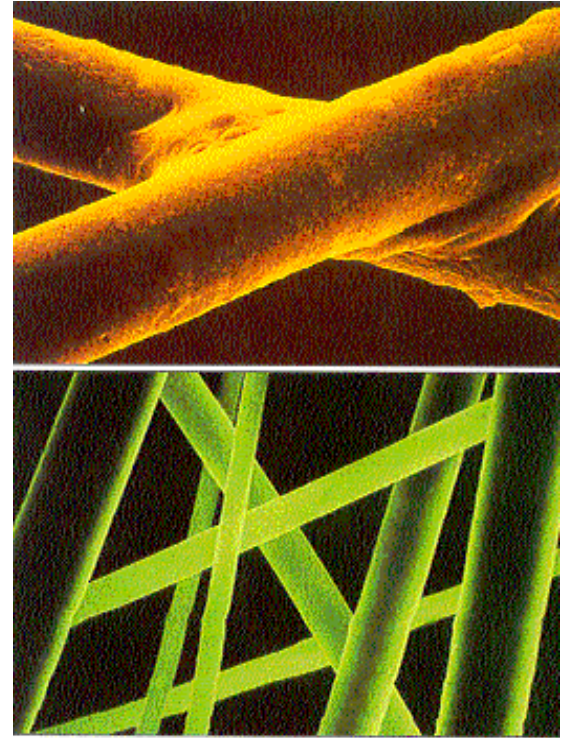
Arenas silíceas y rocas volcánicas

✓ **Fabricación:**

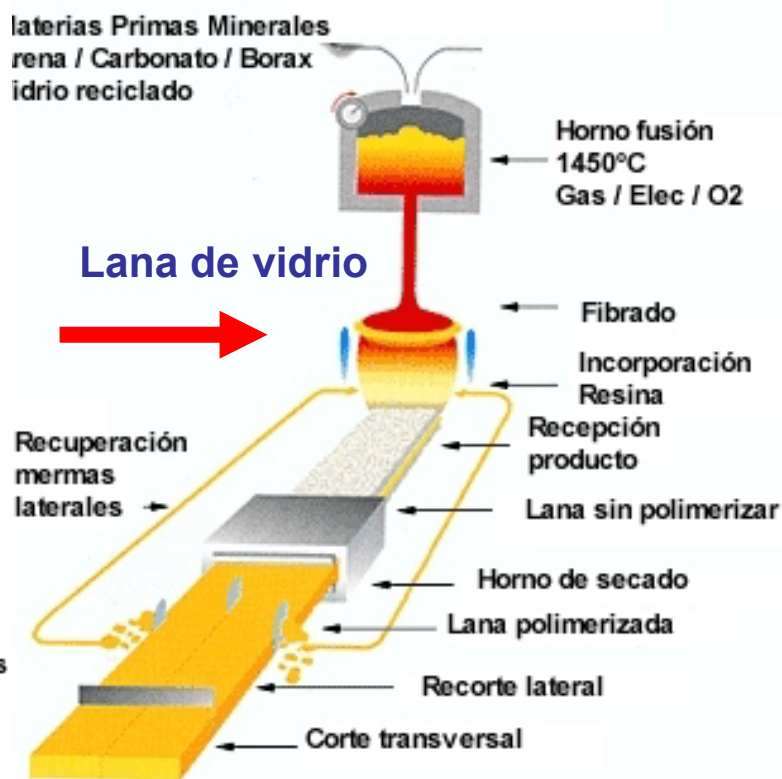
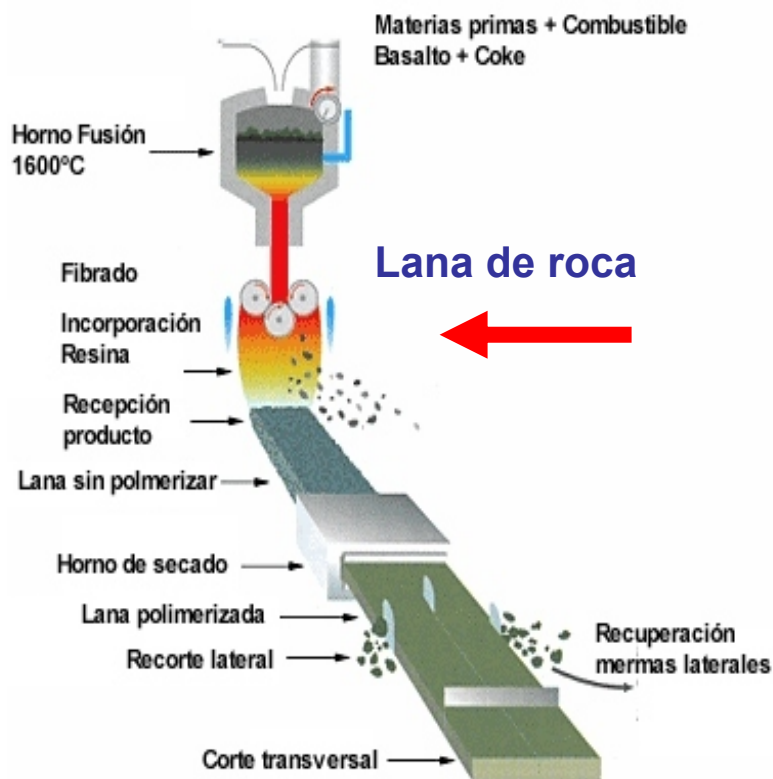
Fusión y estirado

✓ **Característica final:**

Productos naturales inorgánicos

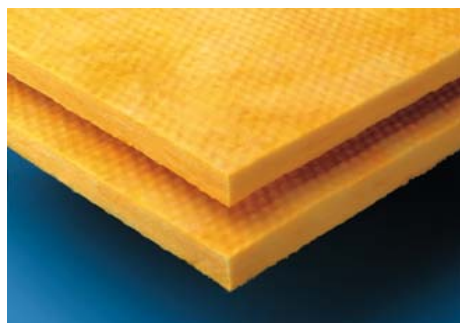
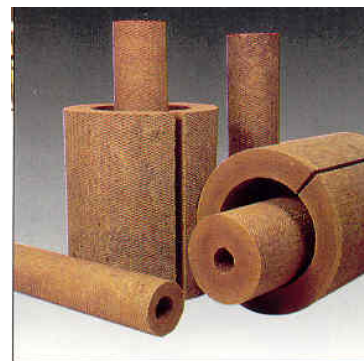


PROCESO de FABRICACIÓN



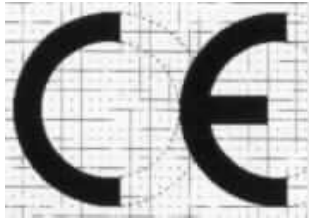
Procesos similares, diferentes materias primas y procesos de fibrado

PRODUCTOS GENERALES



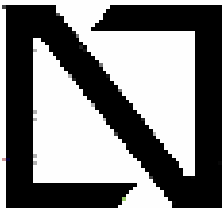
MARCADO de PRODUCTOS

Todos los productos de lana mineral para la edificación:



✓ Marcado “CE” **obligatorio**, correspondiente al cumplimiento de la norma **UNE EN 13162:2002**

Según DPC 89/106 CE



✓ Marca de calidad **voluntaria**,
✓ “N” de AENOR

PROPIEDADES BÁSICAS

✓ Aislamiento Térmico

Gracias al aire inmóvil que retienen en su interior, dificultan el flujo de calor.



✓ Aislamiento Acústico

Tienen estructura elástica y porosidad abierta, lo que supone alta capacidad de amortiguación y absorción de la energía acústica



✓ Protección contra el fuego

Son incombustibles por ser inorgánicas y capaces de mantener sus propiedades a altas temperaturas. Contribuyen a incrementar la resistencia al fuego de los elementos constructivos



CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTOS

El DB HR exige como características acústicas a los productos de lanas minerales las siguientes:

Productos amortiguadores acústicos

- ✓ Resistividad específica al paso del aire r (kPa·s/m²)
- ✓ Rigidez dinámica $s' = E_{dyn}/d$ (MN/m³)

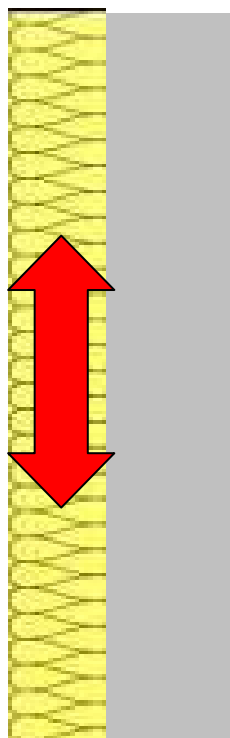
Productos control reverberación

- ✓ Coeficiente absorción acústica a

**EL PLIEGO DE CONDICIONES DEL PROYECTO DEBE CONTENER LAS
CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DE LOS PRODUCTOS**

PROPIEDADES ACÚSTICAS (I)

Absorción acústica “A” (UNE EN ISO-354:2004)



✓ Absorción acústica “A”

Capacidad de un material de absorber parte de la energía acústica incidente,

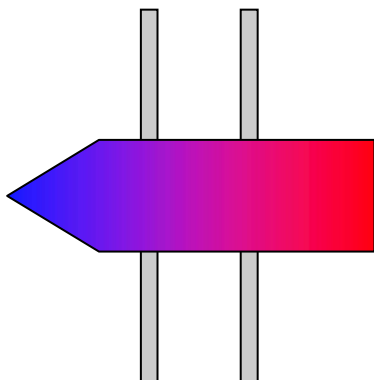
$$A_f = \alpha_f \cdot S$$

α = energía absorbida/energía incidente

- ✓ Para un material dado, su valor global normalizado es el coeficiente adimensional “ α_w ” evaluado según UNE EN ISO 11654:1998

PROPIEDADES ACÚSTICAS (II)

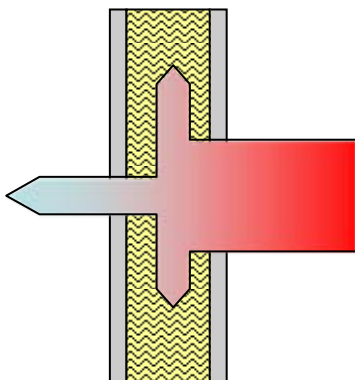
Resistividad al aire “r” (UNE EN 29053:1994)



✓ Resistividad al flujo de aire, r

Capacidad de reducir la energía acústica transmitida, disminuyendo la velocidad del sonido dentro de la lana mineral

r, en $\text{kPa} \cdot \text{s} / \text{m}^2$



✓ Caracterizada por la resistencia al flujo de aire en un producto dado, referido al m^2 de sección y a un espesor de producto “d” en metros, medida en $\text{kPa} \cdot \text{s} / \text{m}^2$ ”

PROPIEDADES ACÚSTICAS (III)

Rigidez dinámica “S’”(UNE EN 29052-1:1994)



✓ Rigidez dinámica

Capacidad de amortiguar como un muelle: **S’**, en MN/m³

✓ Se aplica a suelos flotantes.

- **S’** Elasticidad dinámica del material (MN/m³)
- **E_d** Módulo de elasticidad dinámica (MN/m²)
- **d** Espesor del material (m)

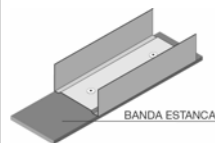
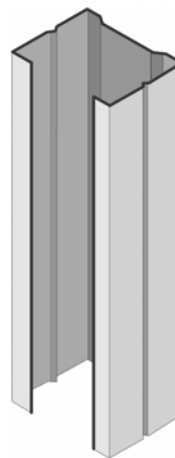
$$S' = \frac{E_d}{d}$$

2.-

SISTEMAS DE PLACAS DE YESO LAMINADO Y LANA MINERAL: COMPORTAMIENTO ACÚSTICO

SISTEMAS DE ENTRAMADO AUTOPORTANTE

Elementos que lo conforman

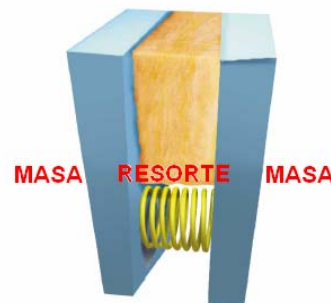


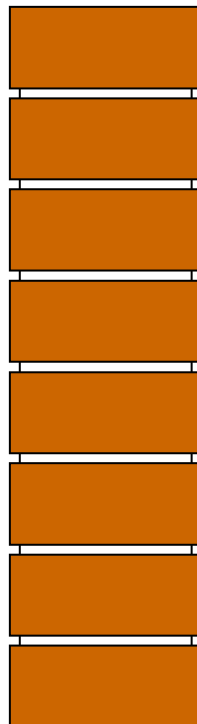
Comportamiento como sistema integral:

FUEGO

RUIDO

TEMPERATURA

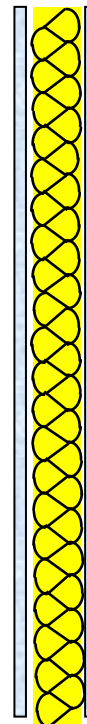




LEY DE MASA

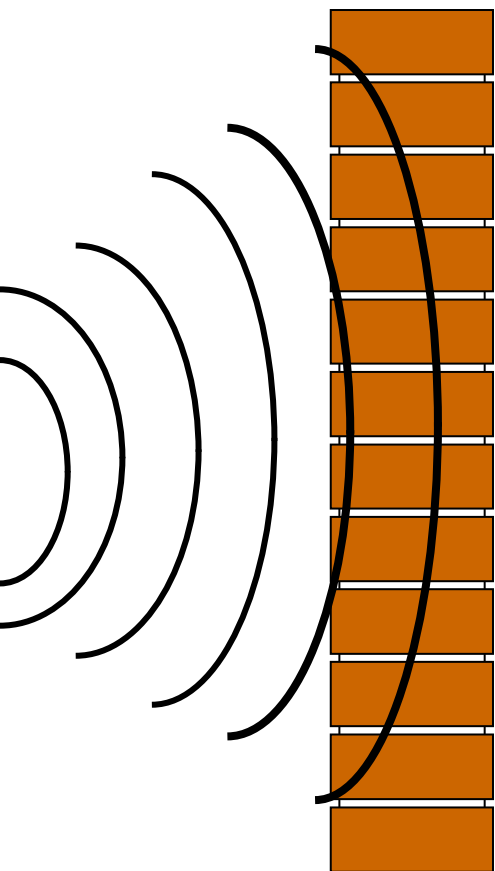
NBE-CA-88; $m < 150 \text{ Kg/m}^2$ $R = 16,6 \log m + 2$

$m > 150 \text{ Kg/m}^2$ $R = 36,5 \log m - 41,5$



MASA - RESORTE - MASA

Laboratorio



$$f_0 = \frac{6,4 \cdot 10^4}{d}$$

$$\sqrt{\frac{\rho \cdot (1-\mu^2)}{E}} \text{ Hz}$$

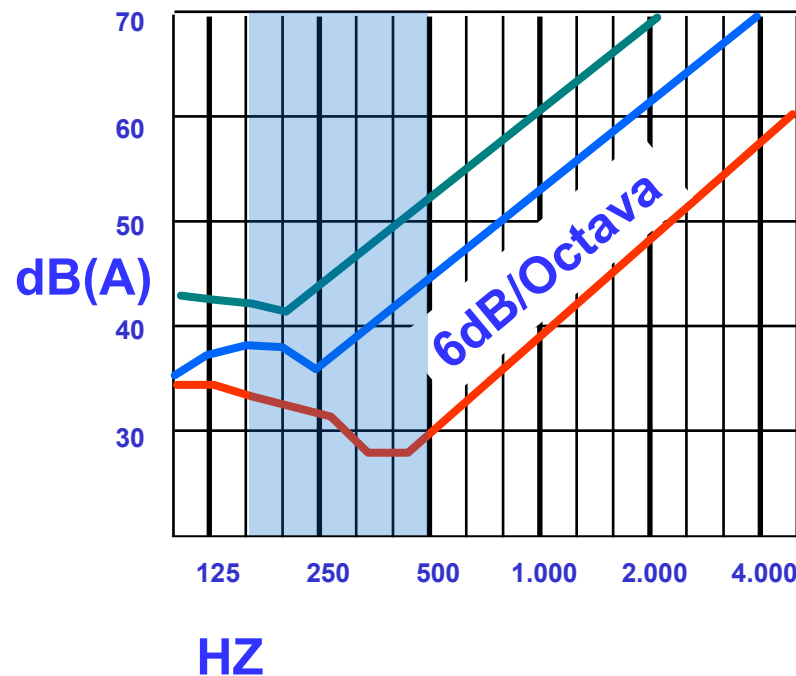
c - Veloc. del sonido en el aire (m/seg)

d - Espesor de la pared (m)

ρ - Densidad de la pared (Kg/m³)

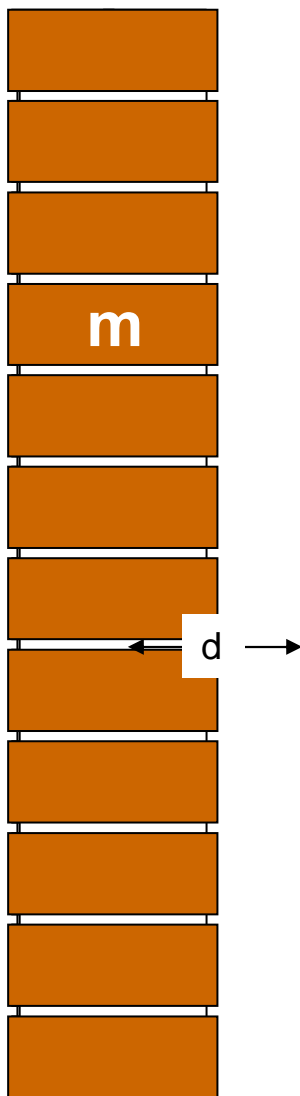
μ - Coeficiente de Poisson (adimensional)

E - Módulo de Young (N/m²)



A esta frecuencia el aislamiento acústico baja considerablemente

PAREDES DOBLES



Si disgregamos:

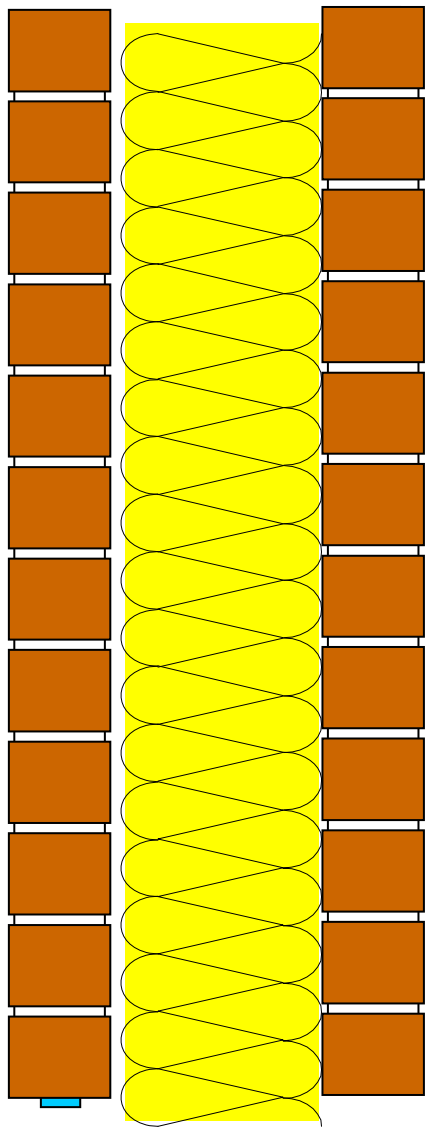
Pared simple de masa “m”

Dos hojas de masas $m_1 + m_2$

Separadas una distancia “d”

**MAYOR AISLAMIENTO
ACÚSTICO**

PAREDES DOBLES



Si además:

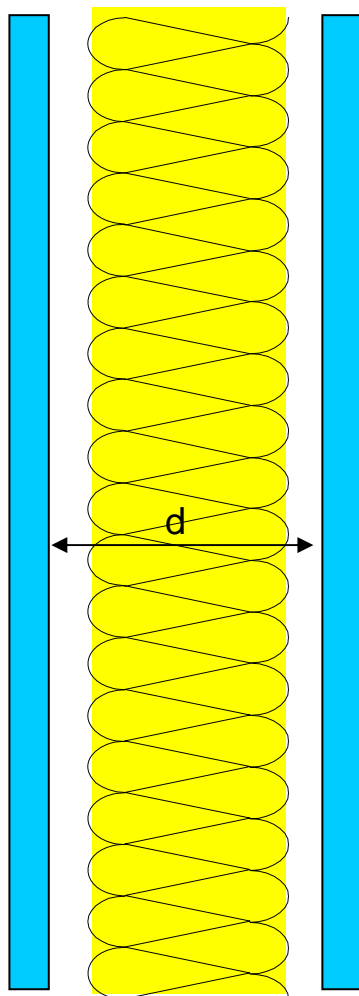
Sustituimos las dos paredes por materiales

- De menor densidad surfásica
- Flexibles
- Incluimos lana mineral

**El aislamiento acústico
aumenta aún más.**

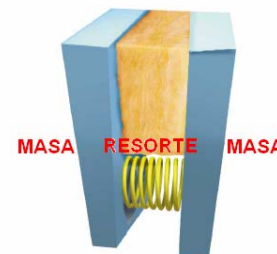
MASA - RESORTE - MASA

PAREDES DE ENTAMADO



COMPORTAMIENTO ACUSTICO

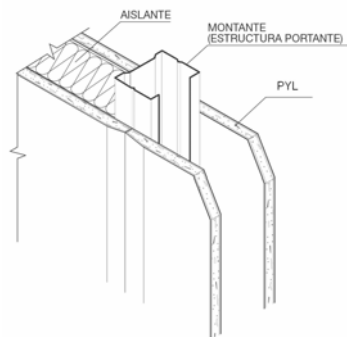
MASA - MUELLE – MASA



- Frecuencia de resonancia o natural (f_0): se genera en la cámara de aire en bajas frecuencias
- Se reduce su efecto relleno la cámara con una lana mineral
- Valores de aislamiento acústico mediante ensayos de laboratorio

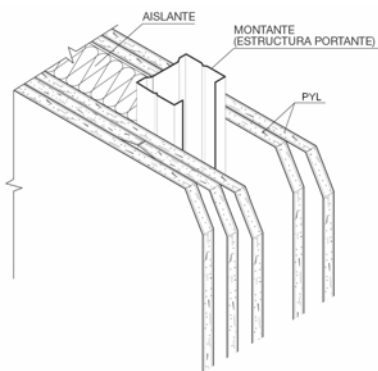
Tipología de sistemas

TABIQUE



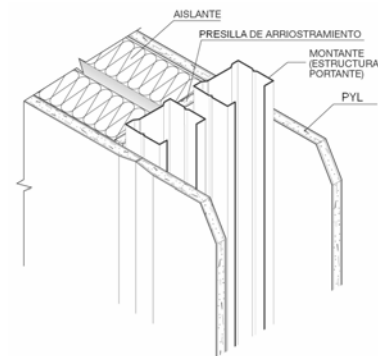
SENCILLOS

Distribución interior



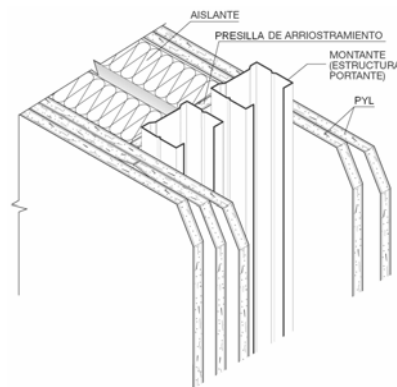
MÚLTIPLES

Distribución interior



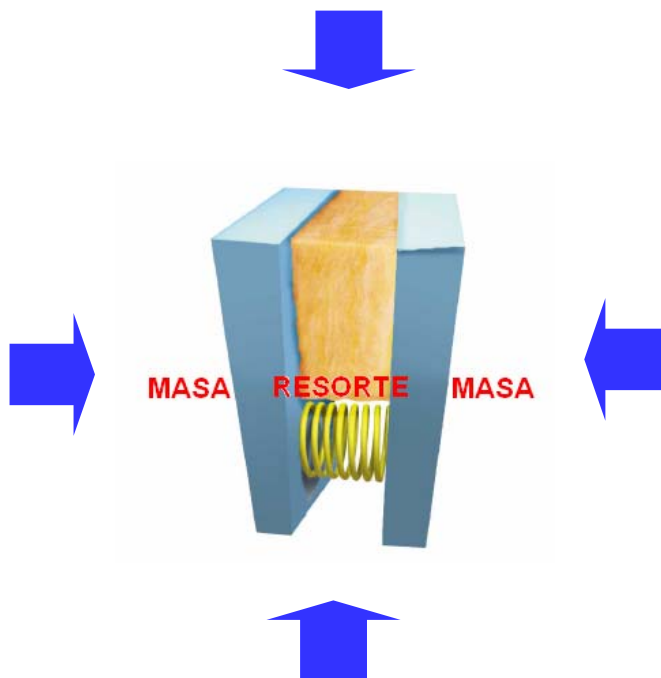
DOBLES

Distribución interior

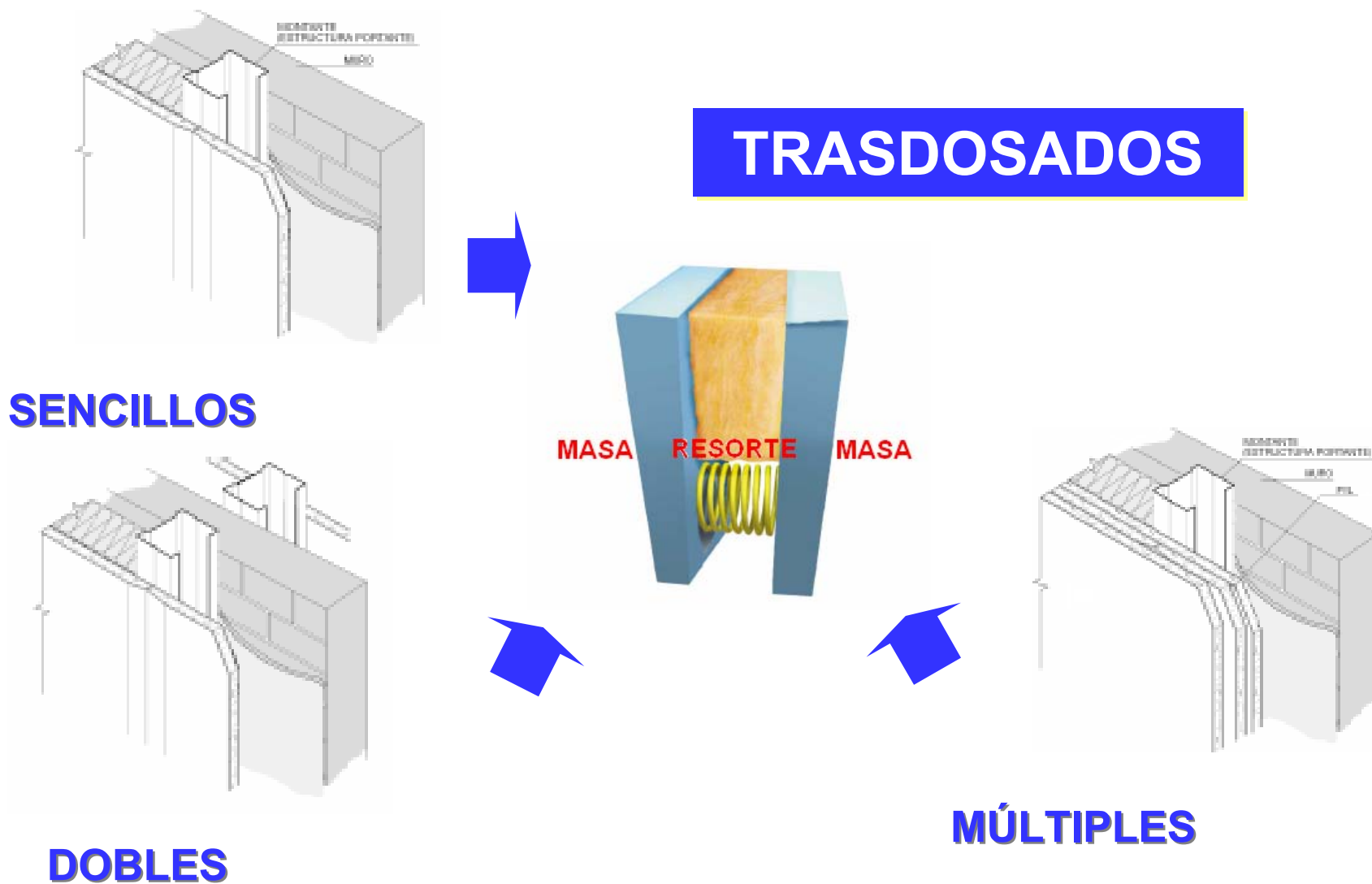


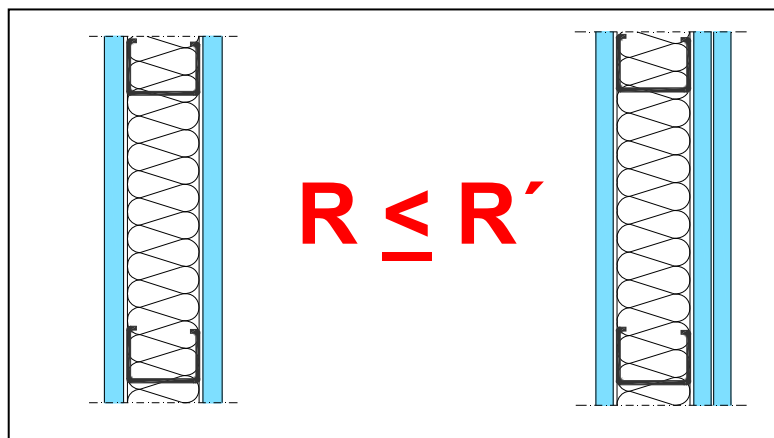
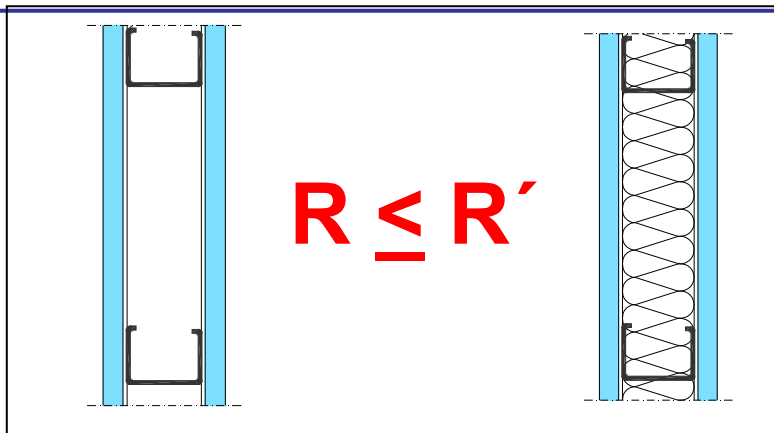
ESPECIALES

Separación Áreas



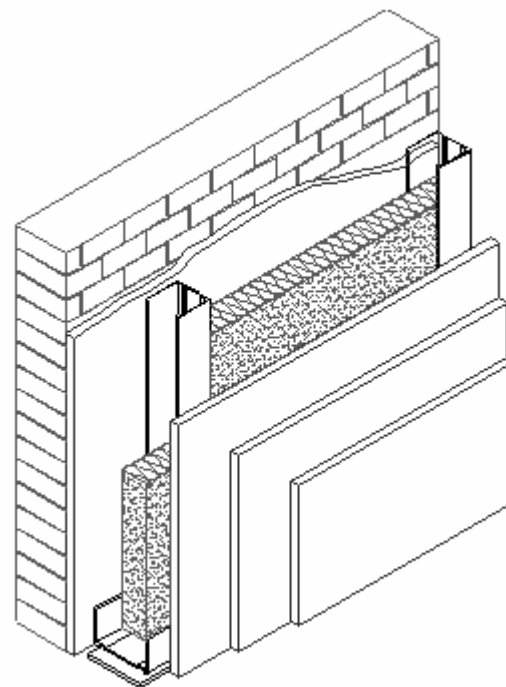
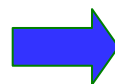
Tipología de sistemas





**LA NECESIDAD DE UN ELEMENTO EN
LA CÁMARA, ELÁSTICO Y
ACÚSTICAMENTE ABSORBENTE**

ASIMETRÍA DE MASAS



IMPORTANTE

¡DESACOPLAMIENTO DE ELEMENTOS!

1.-TABIQUE PYL 98/48 LM

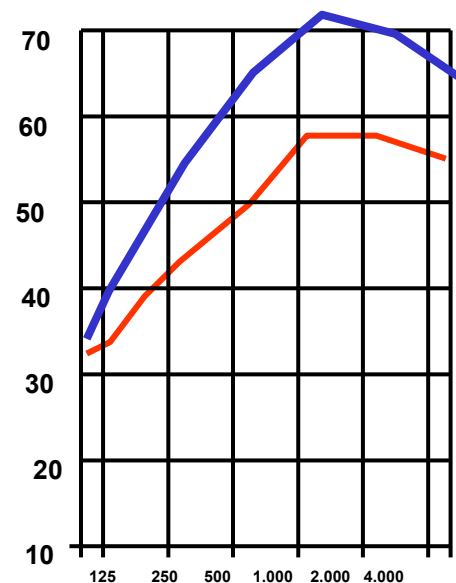
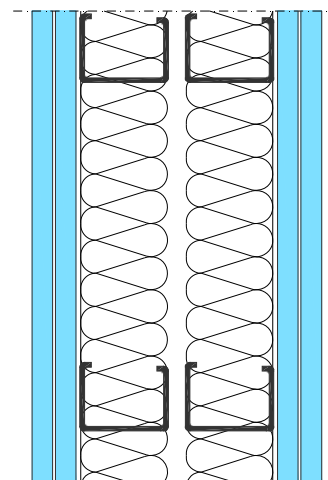
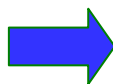
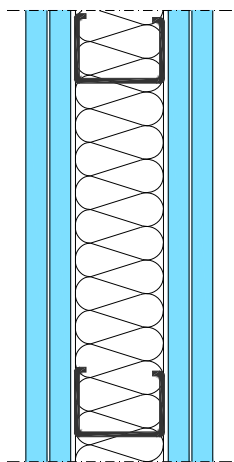
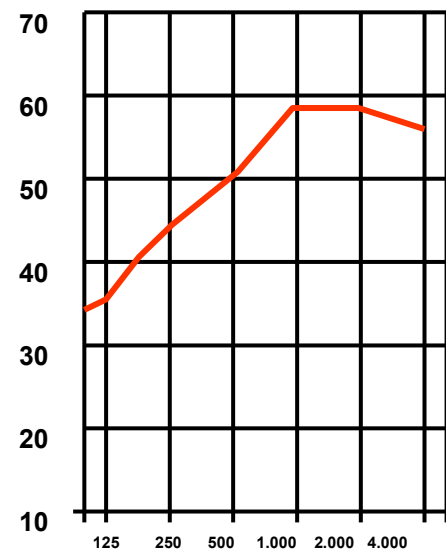
Esesor total 9,8 cm

$R_w = 53(-2,-6)$ dB

2.-TABIQUE PYL 146/48+48 H LM

Esesor total 14.6 cm + e Libre

$R_w = 65(-3,-10)$ dB





IMPORTANTE

¡IMPRESINDIBLE!

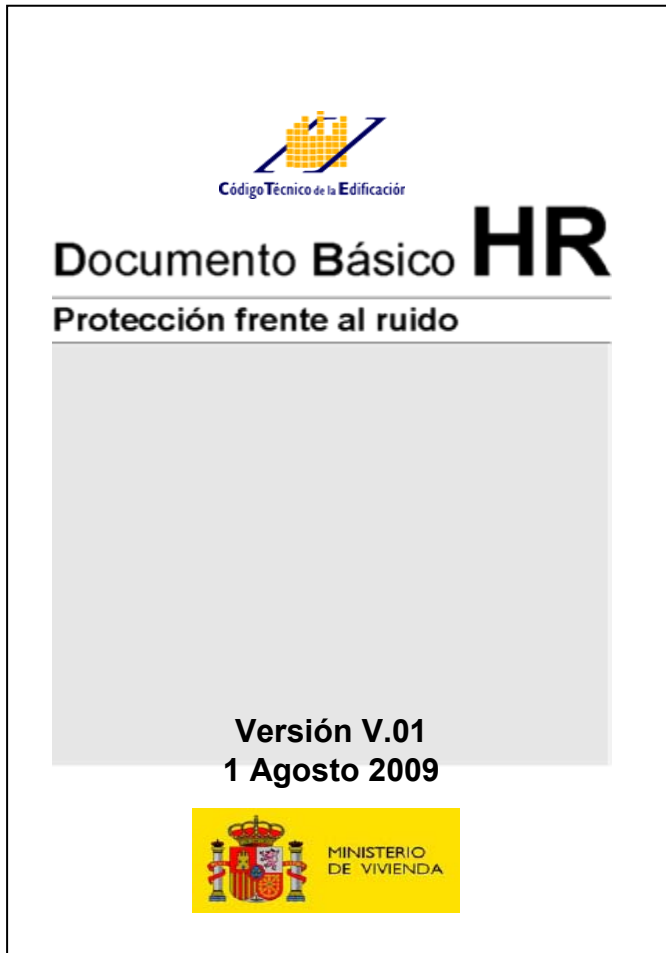
ESTANQUEIDAD DE LA UNIDAD

3.-

**CODIGO TÉCNICO DE LA
EDIFICACIÓN.- DOCUMENTO
BÁSICO DE PROTECCIÓN
FRENTE AL RUIDO**

Resumen

OBJETIVO y ÁMBITO de APLICACIÓN



- ✓ **El objetivo del requisito básico “Protección frente al ruido”**
- ✓ **Consiste en limitar el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido puede producir a los usuarios.**
- Como consecuencia de:** Proyecto, uso, construcción, y mantenimiento
- ✓ **Es aplicable a:** Todas las obras nuevas de edificación.
Las de rehabilitación, reforma, ... Cuando sea compatible con la intervención
Cambio de uso con o sin obras
- ✓ **Excepciones:**
Recintos ruidosos con reglamentación específica (más estricta)
- ✓ **Requieren estudio “especial”**
Recintos de espectáculos
Aulas y salas de más de 350 m³ (se consideran recintos protegidos)

Modificación y coexistencia con la CA-88 hasta el 23 de abril de 2009

ESQUEMA GENERAL de APLICACIÓN (I)

1- Procedimientos de verificación

- Verificación de los puntos 2, 3, 4 y 5

2- Caracterización y Cuantificación de exigencias

- Valores límites de aislamiento
 - ruido aéreo
 - ruido de impacto
- Valores límites del tiempo de reverberación
- Ruido y vibraciones en las instalaciones

3- Diseño y dimensionado

- Aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impacto
 - Opción Simplificada
 - Opción General
- Tiempo de reverberación y absorción acústica
- Ruido y vibraciones en las instalaciones

4- Productos de la construcción

- Características exigibles a los productos
- Características exigibles a los elementos constructivos
- Control de recepción en obra de productos

5- Construcción

- Ejecución
- Control de ejecución
- Control de la obra terminada

Fichas Justificativas (Anejo M)

6- Mantenimiento y Conservación

Anejo A: Terminología

OBJETIVOS DB HR-1

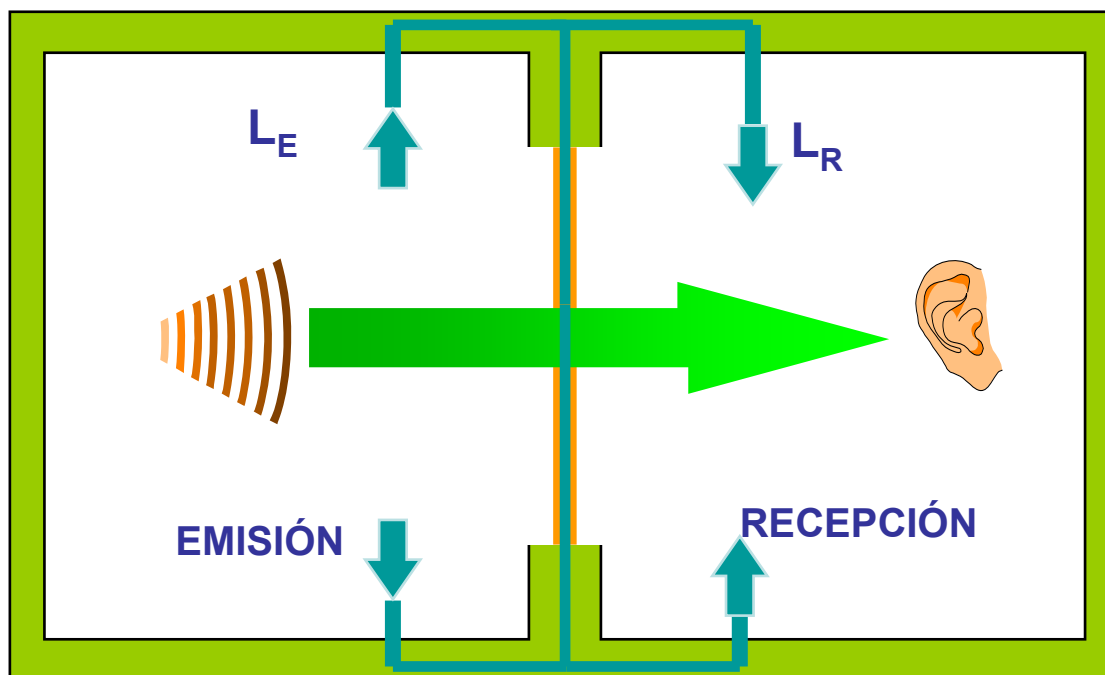
- Proteger a los usuarios de:
 - Exceso de ruido aéreo
(exterior, otros usuarios, zonas comunes, locales ruidosos, instalaciones,...)
 - Exceso de ruido de impacto
(exterior, otros usuarios, zonas comunes, locales ruidosos, instalaciones,...)
 - Exceso de vibraciones
(instalaciones)
 - Exceso de reverberación de los locales
(zonas comunes, aulas, sala de conferencias, comedores, restaurantes)

Requerimientos sobre EDIFICIOS no sobre productos o sistemas

DEFINICIONES ESENCIALES para el DB HR

- ✓ **Recinto Habitable:**
 - Cualquiera destinado al uso permanente de personas
- ✓ **Recinto No Habitable**
 - No destinado a uso permanente de personas (trasteros, parking, ...)
- ✓ **Recinto Protegido:**
 - Todos los habitables, excluidos: cocinas, baños, pasillos, de equipos, zonas comunes,...
- ✓ **Zona Común:**
 - Zonas de paso ó distribución, que permiten el acceso a recintos habitables o no habitables
- ✓ **Recinto de Instalaciones:**
 - Recinto donde se alojan instalaciones del edificio (ascensores, grupos de presión, transformadores,..)
- ✓ **Recinto de Actividad:**
 - Recintos donde se efectúan actividades diferentes de las habituales del edificio (comercial, recreativo,..), con un nivel medio de presión sonora de 70 dBA. y no sea recinto ruidoso (>80 dBA)
- ✓ **Unidad de uso**
 - Edificio o parte de un edificio que se destinan a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre si (vivienda, aula, habitación de hotel o de hospital,...)

MEDIDA de AISLAMIENTO “IN SITU”

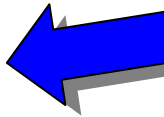


$$D_{nT} = L_E - L_R + 10 \log T/0,5 = L_1 - L_2 + 10 \log 10/A \quad \text{dB}$$

· Índice global D_{nTA} , en dBA (D_{nTw} en dB)

La medida de aislamiento “in situ” es una medida de aislamiento entre locales

COMPARACIÓN NBE CA 88 versus CTE DB-HR

CONCEPTO	NBE-CA-88 (Laboratorio)	CTE-HR ("In situ") 
Ruido aéreo	R_A dBA	$D_{nT,A}$ dBA
Ruido de impacto	L_{nA} dBA	$L'_{nT,W}$ dB
Ruido exterior (valores globales en fachadas y/o cubiertas)	a_g dBA	$D_{2m,nT,A}$ dBA $D_{2m,nT,Atr}$ dBA

Nota: $R_w (C; C_{tr})$ dB

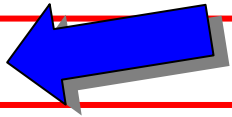


$$R_A = R_w + C \text{ dBA}$$



$$R_{atr} = R_w + C_{tr} \text{ dBA}$$

CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EXIGENCIAS (I)

TIPO DE RUIDO		Ruido aéreo		Ruido de impacto
Emisor	Receptor	Recinto protegido	Recinto habitable	Recinto protegido
Tabiquería		$R_A \geq 33$ dBA 		---
Desde otras unidades de uso		$D_{nTA} \geq 50$ dBA	$D_{nTA} \geq 45$ dBA	$L'_{nTw} \leq 65$ dB.
Zonas comunes		$D_{nTA} \geq 50$ dBA puertas $R_A \geq 30$ dBA + muro $R_A \geq 54$ dBA	$D_{nTA} \geq 45$ dBA puertas $R_A \geq 20$ dBA + muro $R_A \geq 54$ dBA	$L'_{nTw} \leq 65$ dB
Recintos instalaciones/actividad		$D_{nTA} \geq 55$ dBA ó	$D_{nTA} \geq 45$ dBA ó	$L'_{nTw} \leq 60$ dB
Exterior *		$D_{2mnTAtr} \geq 30-47$ dBA	---	Cubier. Transita.* $L'_{nTw} \leq 65$ dB
Medianerías		$D_{nTA} \geq 50$ dBA ó $D_{2mnTAtr} \geq 40$ dBA		---

CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EXIGENCIAS (II)

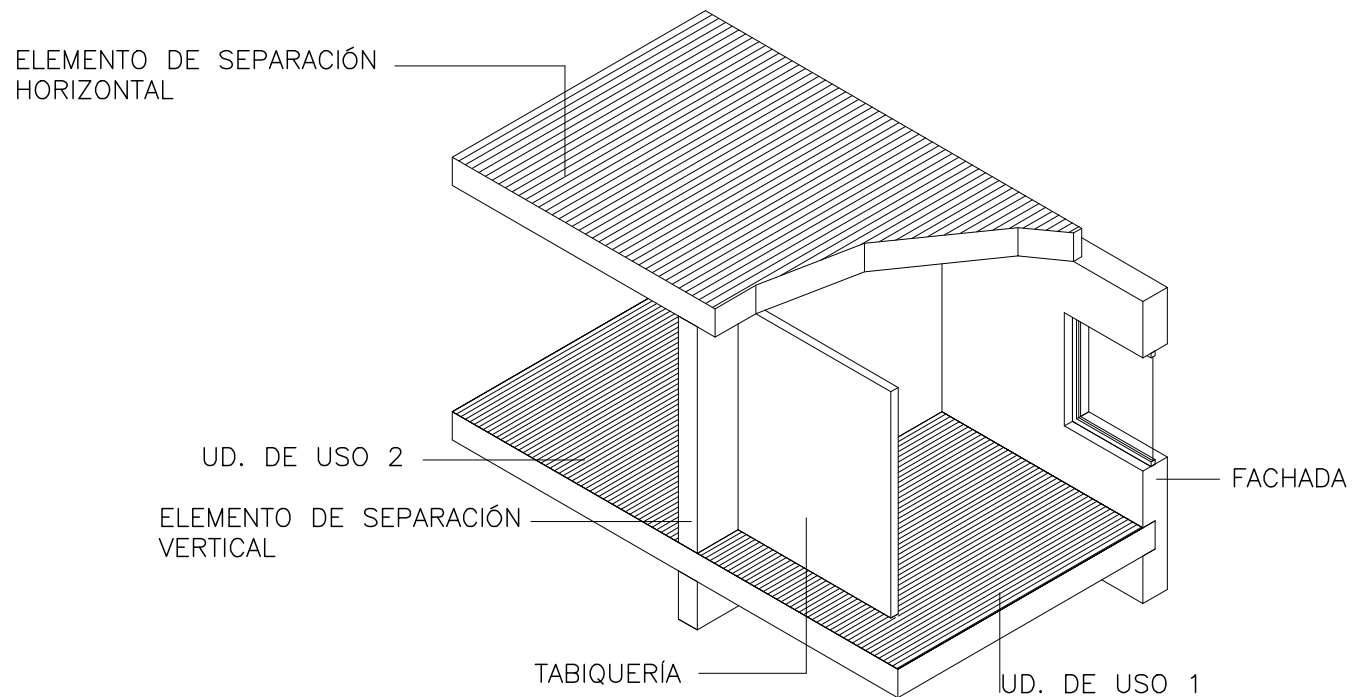
Aislamiento a ruido aéreo en fachadas y/o cubiertas $D_{2mnT,Atr}$ dBA				
Nivel sonoro exterior L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias y salas de lectura	Aulas
$L_d < 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	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

- En Fachadas “no expuestas” (patios de manzana, interiores, callejones,...) se considera reducción de 10 dB
- Si en la zona predomina el ruido de aeronaves y $L_d > 70$ dB el valor mínimo se aumenta en 4 dB
- (1) En edificios de uso no hospitalario, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc
- El L_d se obtiene de las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido. Si existen varios L_d se adoptará el mayor valor.

MÉTODOS DE CÁLCULO:

Opción simplificada: soluciones de aislamiento acústico.

Opción general: Método de cálculo de aislamiento acústico



OPCIÓN SIMPLIFICADA

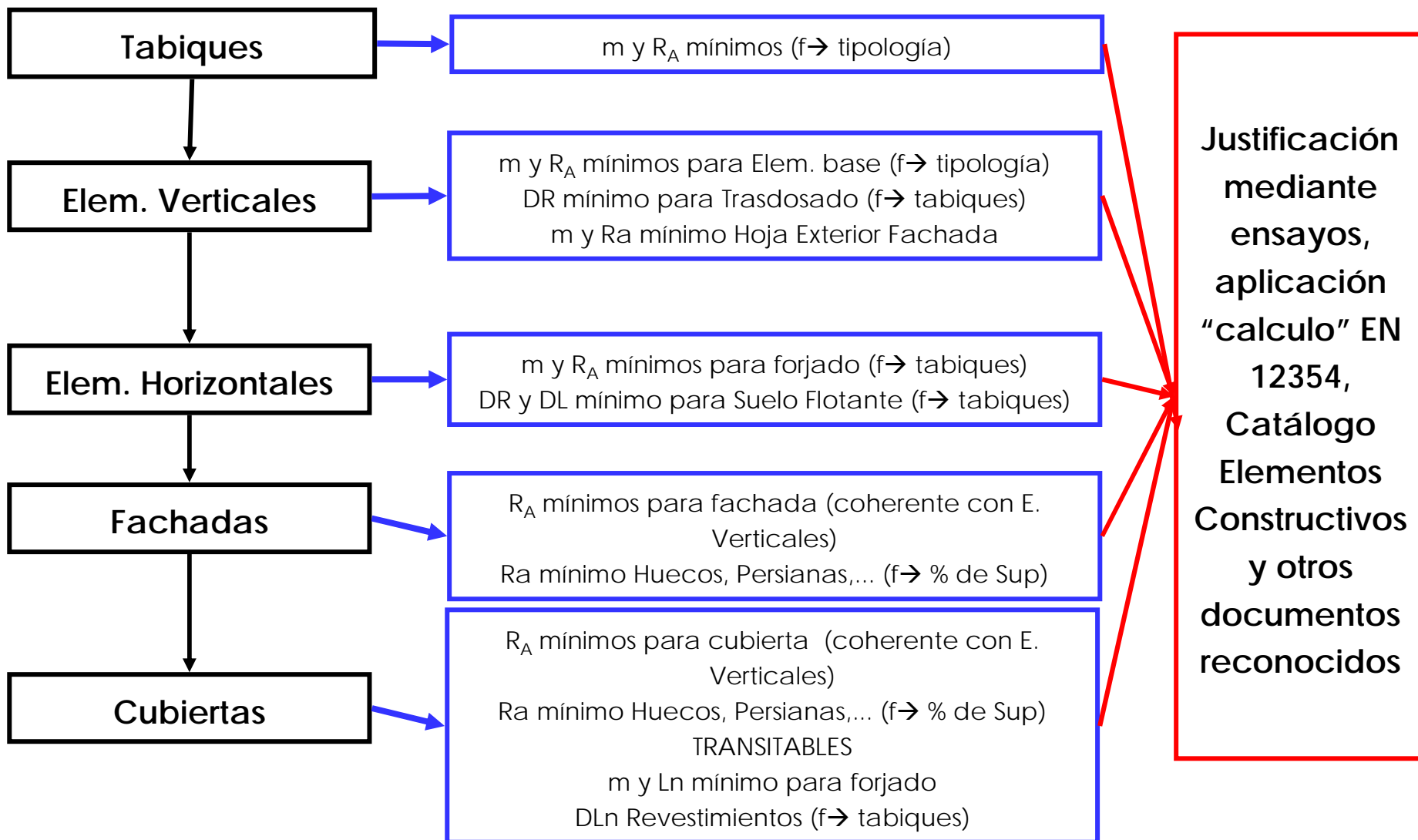
Determina las características mínimas de:

- **Tabiquerías**
- **Elementos de separación verticales**
- **Elementos de separación horizontales**
- **Fachadas / Cubiertas**
- **Huecos / Aireadores**

- **Es válida para edificios de cualquier uso con estructura horizontal resistente formada por forjados de hormigón macizos o aligerados o forjados mixtos de hormigón y chapa de acero**

En el caso de vivienda unifamiliar adosada puede aplicarse la opción simplificada del Anejo I

RESUMEN OPCIÓN SIMPLIFICADA



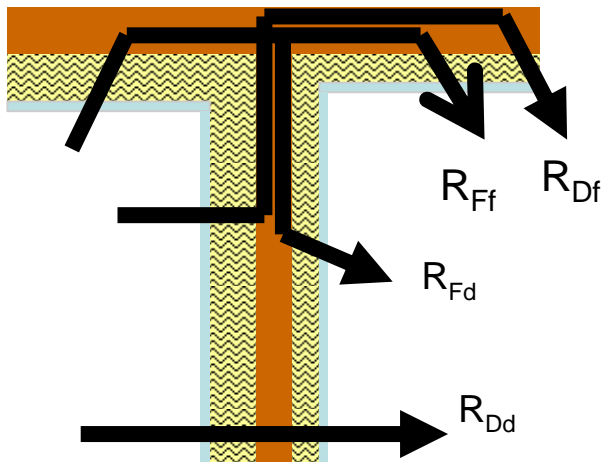
DISEÑO y DIMENSIONADO: OPCIÓN GENERAL (I)

- ✓ **Utilización de los métodos de cálculo propuestos en**
 - **UNE EN 12354 -1 (Ruido aéreo en elementos internos)**
 - **UNE EN 12354 -2 (Ruido de impacto en elementos horizontales)**
 - **UNE EN 12354 -3 (Ruido aéreo en fachadas y/o cubiertas)**

- ✓ **Fundamentados en el cálculo de cada una de las vías de transmisión**
 - **Directas**
 - **Transmisiones por flancos**
 - **Forma, tamaño, y constitución de los elementos constructivos.**

DISEÑO y DIMENSIONADO: OPCIÓN GENERAL (II)

1- Se estiman las diferentes vías de transmisión acústica entre recintos (1 + 12 vías):



1: Transmisión Directa:

$$R_{Dd} = R_s + (DR_D + 0,5 DR_d)$$

4: Transmisión Separación-Lateral:

$$R_{Df} = 0,5 (R_s + R_f) + DR_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log (S / L_f)$$

4: Transmisión Lateral-Lateral

$$R_{Ff} = 0,5 (R_F + R_f) + DR_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log (S / L_f)$$

4: Transmisión Lateral-Separación

$$R_{Fd} = 0,5 (R_F + R_s) + DR_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log (S / L_f)$$

2- Se adicionan todas las vías de transmisión acústica:

$$R' = -10 \log (10^{-0,1R_{Dd}} + S 10^{-0,1R_{Ff}} + S 10^{-0,1R_{Df}} + S 10^{-0,1R_{Fd}}) \text{ dB}$$

3- El valor final se obtiene de acuerdo a la geometría del local receptor:

$$D_{nT} = R' + 10 \log [0,16 V / (Tr \cdot S)] \text{ dB}$$

PRODUCTOS de la CONSTRUCCIÓN

Características exigibles a los productos

El CTE DB HR, en el punto 4, exige:

a) Para productos de relleno de cámaras (a ruido aéreo):

- ✓ Resistividad al flujo de aire
- ✓ Elasticidad dinámica

b) Para productos utilizados en suelos flotantes (a ruido de impacto):

- ✓ Elasticidad dinámica

c) Para productos utilizados como absorbentes acústicos (techos acústicos):

- ✓ Absorción acústica

**EL PLIEGO DE CONDICIONES DEL PROYECTO DEBE CONTENER LAS
CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DE LOS PRODUCTOS**

CONTROLES en OBRA

- ✓ En el Pliego de Condiciones se indicarán todas las características y controles de productos, ejecución y obra terminada
- ✓ Deberán comprobarse los productos recibidos, de acuerdo con sus características
- ✓ Se verificará la concordancia entre el proyecto, los materiales, los encuentros,...
- ✓ Cuando esté previsto en el plan de control de calidad del proyecto, la medición de aislamiento será “in situ”, según normas UNE EN ISO 140
- ✓ Existe una tolerancias de **3 dB** en aislamiento entre el resultado de medida “in situ” y los requerimientos mínimos establecidos

CARACTERIZACIÓN DE LOS AISLANTES ACÚSTICOS

- **Productos amortiguadores acústicos**
 - Resistividad específica al paso del aire r ($\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$)
 - Rigidez dinámica $s' = E_{\text{dyn}}/d$ (MN/m^3)
- **Productos control reverberación**
 - Coeficiente absorción acústica a

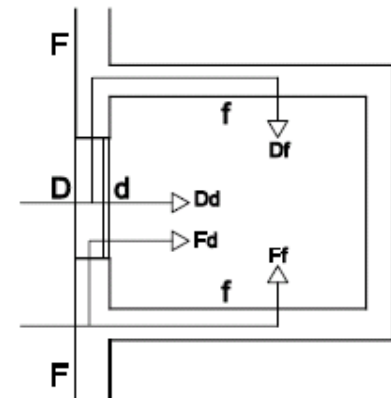
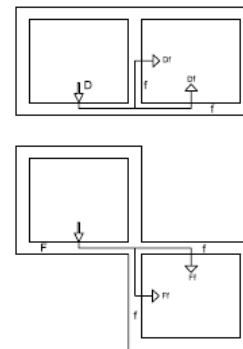
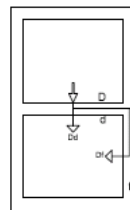
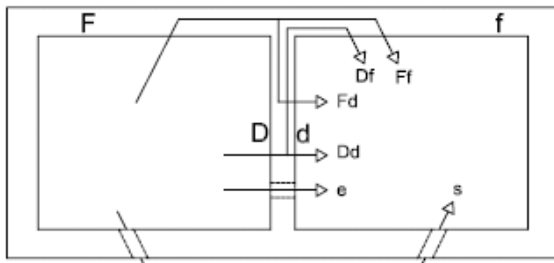
OPCIÓN GENERAL CÁLCULO

Utilización de los métodos de calculo propuestos en

- UNE EN 12354 -1
- UNE EN 12354 -2
- UNE EN 12354 -3

Fundamentados en el calculo de cada una de las vias de transmisión

- Directas
- Transmisiones por flancos



Procedimiento de calculo basados en ensayos de laboratorio realizados en tercios de octava (método detallado) y calculo intermedio en tercios de octava o en estimaciones empíricas y calculo directo en valores globales (método simplificado)