

# **Acústica Arquitectónica. Implicaciones del CTE-DB HR y del Reglamento de la Ley del Ruido**

- Algunos conceptos acústicos
- CTE DB-HR
  - Comparación con NBE CA-88
  - Herramientas
- Implicaciones de la Ley del Ruido

## Aislamiento Acústico

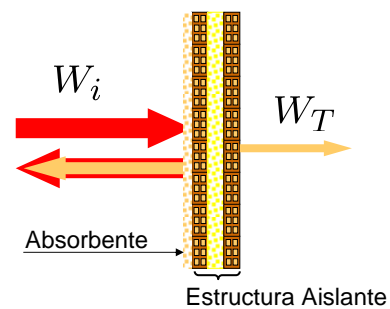
Aislamiento Acústico  $\neq$  Absorción Acústica

**Aislamiento:** Agrupa a todas las medidas para controlar el nivel de ruido que entra en un recinto.

### Implica Controlar:

- Todas las Posibles Vías de Transmisión (Ruido Procedente del Exterior)
- Posibles Fuentes de Ruido del Interior de la Sala (Alumbrado, Sistemas de Ventilación...)

**Acondicionamiento:** Técnicas de Diseño y de utilización de materiales absorbentes acústicos para controlar el campo acústico dentro de un recinto.



## Índice de Aislamiento Acústico

1. Factor de Transmisión Sonora:  $\tau = \frac{W_T}{W_{inc}}$
2. Índice de Aislamiento Acústico:  $R = 10 \cdot \log \left( \frac{1}{\tau} \right)$

Donde  $W_T$  es la Potencia Transmitida y  $W_{inc}$  la Potencia Incidente

Expresión Equivalente: Como  $W=I \cdot S$

$$R = 10 \cdot \log \left( \frac{W_{inc}}{W_T} \right) = 10 \cdot \log \left( \frac{I_{inc}}{I_T} \right)$$

$$R = L_{p1} - L_{p2} + 10 \log \frac{S}{A} \text{ (dB)}$$

Es el **Índice de Aislamiento Acústico Específico**, (véase ISO 140 o NBE-CA 88), y esta expresión es la base de las medidas de aislamiento acústico entre salas.

Los  $L_{pi}$  son los Niveles de Presión Sonora medios en cada una de las salas:

$$L_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^N 10^{L_i/10}}{N} \text{ (dB)}$$

A, área de absorción equivalente puede obtenerse a partir del Tiempo de Reverberación de la sala 2 (Sabine)

### Aislamiento Acústico Normalizado:

Tomando como referencia un tiempo de reverberación  $T_0=0.5$  s, se define el aislamiento normalizado como:

$$D_{nT} = L_{p1} - L_{p2} + 10 \log \frac{T}{T_0} \text{ (dB)}$$

$$R_n = L_{p1} - L_{p2} + 10 \log \frac{A_0}{A} \text{ (dB)}$$

Donde  $A_0=0.32$  V

Se toma la referencia  $T_0=0.5$  s, por ser la reverberación aproximada de una sala media en una vivienda.

## Aislamiento Acústico Bruto:

$$D = L_{p1} - L_{p2}$$

A partir de la diferencia directa de niveles, obtenemos este índice. Claramente:

D, depende de las condiciones acústicas del Recinto Receptor.

Por tanto, el valor de D va ligado tanto al tabique ensayado como a las condiciones acústicas de la sala 2. Es útil para calcular niveles de ruido en el recinto receptor únicamente en condiciones acústicas idénticas a las del ensayo.

- CTE DB-HR
  - Comparación con NBE CA-88
  - Herramientas
- Implicaciones de la Ley del Ruido

## CTE DB-HR

- **Antecedentes:**

**Ley de Ordenación de la Edificación (LOE): Ley 38/1999**

En la disposición adicional segunda, encarga al gobierno la aprobación de un Nuevo Código Técnico de la Edificación.

Para la elaboración del DB-HR se emprende un estudio prenormativo que incluye la construcción de 37 edificios y su caracterización acústica, siguiendo las nuevas condiciones acústicas.

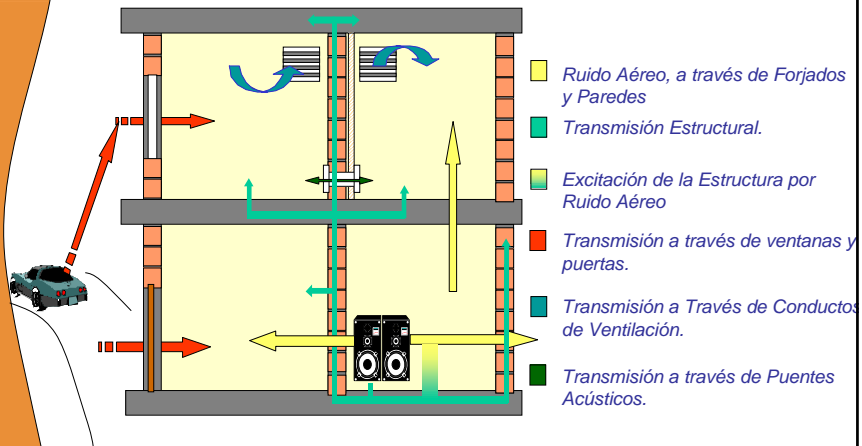
## Comparación NBE-CA/88 y CTE-HR

- **Norma PRESTACIONAL**

- **VALORES EXIGIDOS DE AISLAMIENTO:**

| PRESTACION | N . B . E              | C . T . E .                    |
|------------|------------------------|--------------------------------|
| MEDIANERA  | >45 dBA                | >50 dBA                        |
| FACHADA    | >30 dBA                | >30 dBA ó >32 dBA              |
| SERVICIOS  | >55 dBA                | > 55 dBA                       |
| IMPACTO    | < 80 dBA               | < 65 dB                        |
| LOCALES    | -----                  | > 60 dBA                       |
| INDICE     | LABORATORIO<br>RA L nA | MEDICION IN SITU<br>DnT,A LnTw |

### Transmisión Sonora en Edificios:



## ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

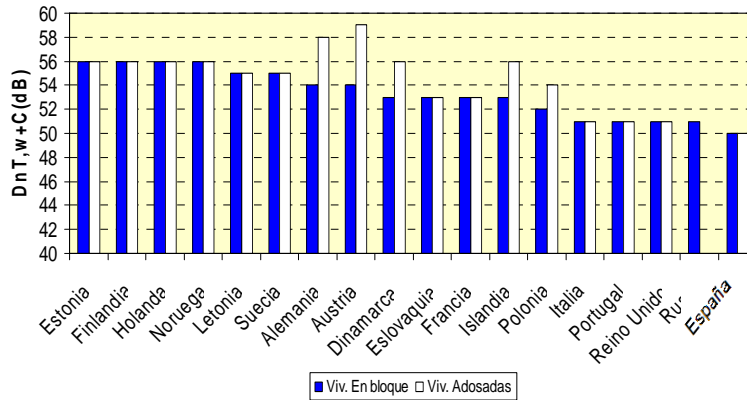
- En la NBE CA-88 no se contemplaba ningún requerimiento.
- Ahora se exige un determinado valor de  
T = Tiempo de reverberación

|  |              |
|--|--------------|
| <b>USO DOCENTE</b><br>Aulas y comedores  | <b>0.6 s</b> |
| <b>EDIFICIOS DE PÚBLICA CONCURRENCIA</b><br>Locales, comedores, restaurantes, etc. | <b>0.8 s</b> |

## Comparación CTE-HR y otras Normativas Europeas

### Ruido aéreo

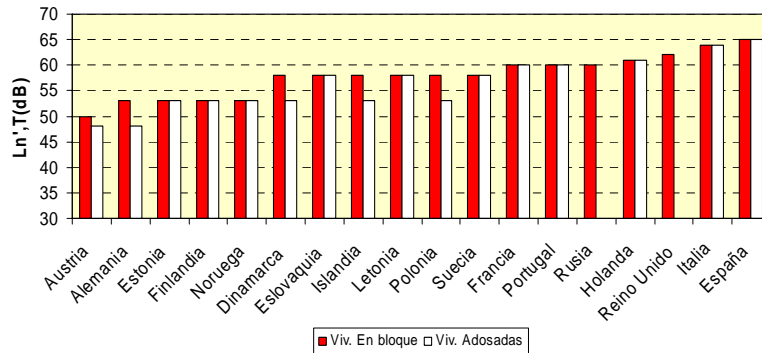
Exigencias de aislamiento a ruido aéreo en 18 países europeos



## Comparación CTE-HR y otras Normativas Europeas

### Ruido de impacto

Exigencias de aislamiento a ruido de impacto en 18 países europeos



## IMPLICACIONES DEL HR- PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

1. Las nuevas magnitudes tienen en cuenta las transmisiones indirectas.
2. Los valores de exigencia son mayores
3. Se introducen exigencias de acondicionamiento acústico.
4. Se requiere control de proyecto, de materiales y de instalación.
5. Medición in situ de acuerdo con las UNE correspondientes
6. Normativa **prestacional**
  - Acústica bien instalada
  - Se presenta en forma de SISTEMA de aislamiento acústico

## INCIDENCIA EN LA EDIFICACION

1. Los elementos divisorios entre viviendas deberán ser paredes dobles desolidarizadas (en tabiquería seca o húmeda)
2. Necesidad de ejecutar un suelo flotante para cumplir con el nivel de ruido de impacto exigido.
3. Las instalaciones deberán ser diseñadas de acuerdo con los nuevos requerimientos :
  - Compatibilizar calefacción con suelo flotante
  - Ubicación y tratamiento de grupos de presión y cuartos de ascensores
4. Las fachadas deberán tener en cuenta su especial debilitamiento (capialzados estanquidad de ventanas e instalaciones de ventilación)



## HERRAMIENTAS DEL CTE DB-HR

1. Soluciones de sistemas acústicos para aislamiento (catálogo de soluciones in-situ)
  - Una solución: conjunto ensayado in-situ: medianera más forjado, con uniones a otros paramentos verticales y fachada.
  - Procede de la medición del estudio prenormativo
  - Estudio de 37 edificios, construidos según directrices para cumplir condiciones acústicas del CTE.
  - Estudio de costes.
  - El catálogo es dinámico y se irán incorporando nuevas soluciones a medida que se vayan conociendo.
  - Por ejemplo: no existen estudios sobre forjados en madera, fundamentales en los proyectos de rehabilitación de viviendas antiguas.
2. Para proyectos con estructuras no contempladas en la solución: método de cálculo basado en la norma UNE 12354-1.
  - Compromiso de Ministerio de la Vivienda de proporcionar herramienta Software de ayuda.

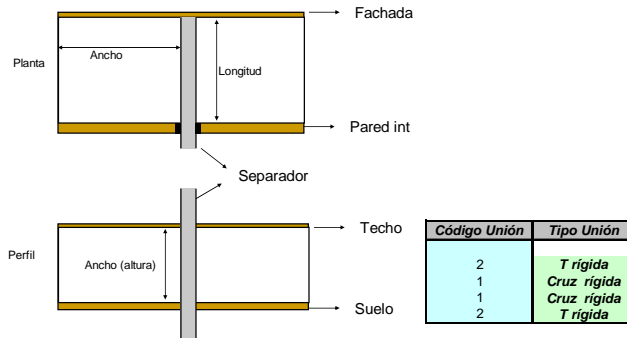
## HERRAMIENTAS DEL CTE DB-HR

### Ejemplo de Cálculo con el Método del CTE.

- Doble pared LDH con poliestireno expandido, 190 Kg/m<sup>2</sup>
- Forjado bovedillas de hormigón, viguetas de hormigón, 5 cm capa niveladora y tarima flotante (565 kg/m<sup>2</sup>)
- Fachada ventilada de 19 cm de espesor ( ladrillo perforado, enlucido con 1,5 cm de yeso, + proyectado de poliuretano + láminas Naturvex) – 130 Kg/m<sup>2</sup>

## HERRAMIENTAS DEL CTE DB-HR

Ejemplo de Cálculo con el Método del CTE.



| Frecuencia | Separador | Fachada | Suelo | Techo | Pared |
|------------|-----------|---------|-------|-------|-------|
| 125        | 33.1      | 30.5    | 48.5  | 48.5  | 33.1  |
| 250        | 39.8      | 27.4    | 42.6  | 42.6  | 39.8  |
| 500        | 42.4      | 41.2    | 49.6  | 49.6  | 42.4  |
| 1000       | 52.8      | 51.0    | 55.5  | 55.5  | 52.8  |
| 2000       | 70.8      | 62.5    | 77.9  | 77.9  | 70.8  |
| 4000       | 80.8      | 65.6    | 79.1  | 79.1  | 80.8  |

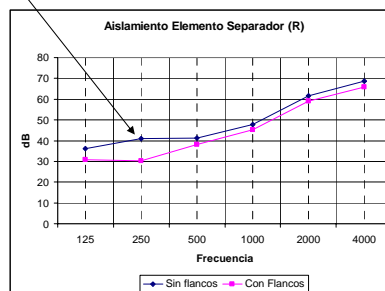
## HERRAMIENTAS DEL CTE DB-HR

Ejemplo de Cálculo con el Método del CTE.

| Frecuencia | Separador | Suelo | Pared | Fachada | Techo | R total in situ |
|------------|-----------|-------|-------|---------|-------|-----------------|
| 125        | 33        | 56    | 37    | 34      | 52    | 29              |
| 250        | 39        | 56    | 44    | 32      | 51    | 31              |
| 500        | 42        | 60    | 47    | 45      | 56    | 39              |
| 1000       | 52        | 68    | 58    | 56      | 65    | 50              |
| 2000       | 70        | 89    | 77    | 69      | 85    | 66              |
| 4000       | 80        | 93    | 88    | 73      | 91    | 72              |

R(dBA) 48.5

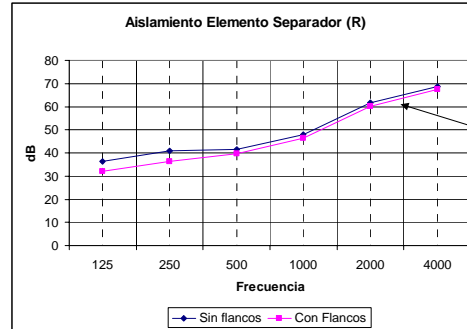
R(dBA)= 42.9



## HERRAMIENTAS DEL CTE DB-HR

Ejemplo de Cálculo con el Método del CTE.

Solución: Junta perimetral elástica (encuentro elástico con fachada)



R(dBA)= 45.3

## HERRAMIENTAS DEL CTE DB-HR

La solución tradicional: trasdosar el separador, incrementar masa.

| Frecuencia | Separador | Suelo | Pared | Fachada | Techo | R total in situ |
|------------|-----------|-------|-------|---------|-------|-----------------|
| 125        | 40        | 51    | 44    | 38      | 46    | 35              |
| 250        | 43        | 54    | 47    | 35      | 50    | 34              |
| 500        | 45        | 57    | 49    | 49      | 53    | 42              |
| 1000       | 48        | 62    | 53    | 59      | 58    | 46              |
| 2000       | 69        | 76    | 76    | 72      | 73    | 65              |
| 4000       | 79        | 79    | 87    | 76      | 80    | 72              |

R(dBA)= 45.6

R(dBA) 50.2

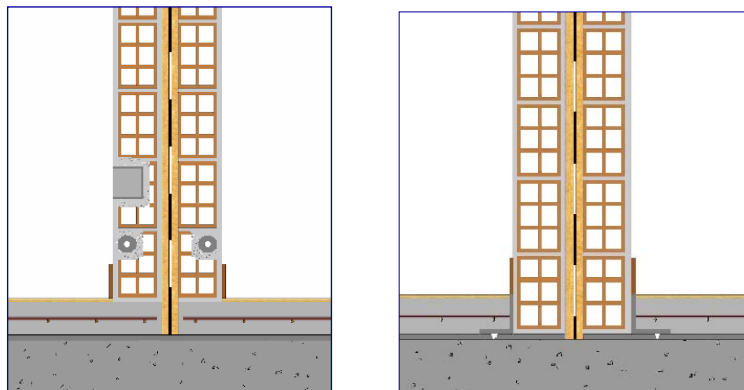
¿Coste de ambas soluciones?

## SOLUCIONES EN ESPACIOS HABITABLES

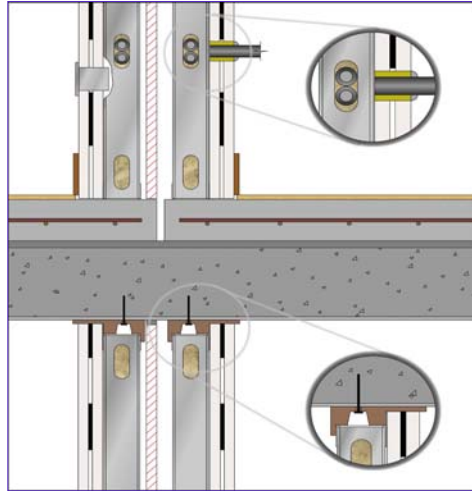
### OBRA NUEVA

- ALBAÑILERÍA TRADICIONAL
  - Medianería
  - Partición
  - Fachada
- ALBAÑILERÍA SECA
  - Medianería
  - Fachada

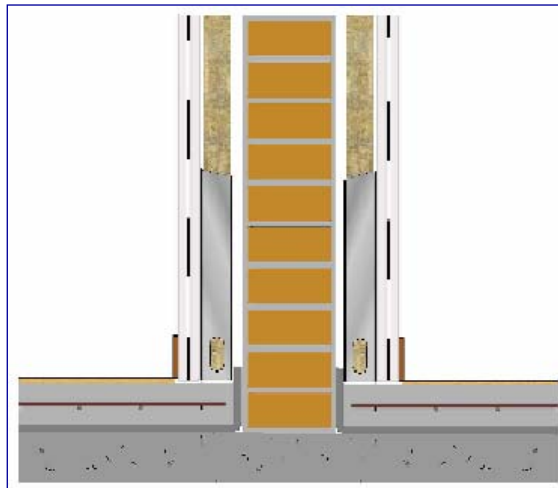
## Tabiquería tradicional: **MEDIANERÍA**



## Tabiquería seca: MEDIANERÍA

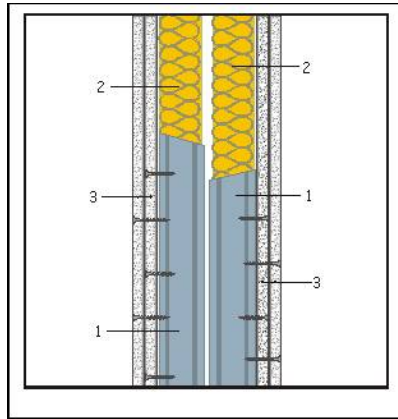


## MEDIANERÍA MIXTA



## CODIGO TÉCNICO de la EDIFICACIÓN

### Divisorio con doble PYL +doble estructura (I)



- 1- Armadura autoportante de 48
- 2- ARENA 40
- 3- DOBLE PYL de 13 mm

**Espesor total: 17 cm**

**Resultados:**

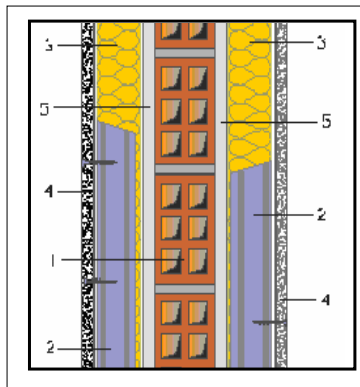
$$R_A = 62 \text{ dBA}$$

$$D_{nTA} \geq 50 \text{ dBA}$$

**SOLUCIÓN VÁLIDA PARA  $D_{nTA} \geq 50 \text{ dBA}$**

## SOLUCIONES C.T.E.

### Divisorio trasdosado: PYL+perfilería+lana mineral



- 1- Tabique L.H.D. de 7,5 cm ( $\approx 90 \text{ kg/m}^2$ )
- 2- Armadura autoportante de 48, en formato "H"
- 3- Lana Mineral 40/50 mm
- 4- PYL de 15 mm
- 5- Enyesado 10 mm

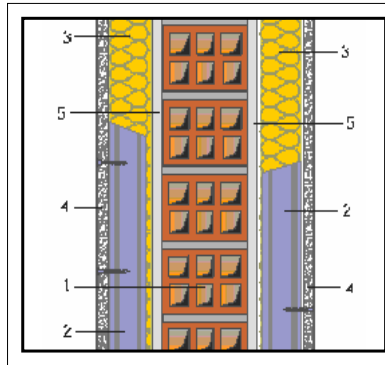
**Espesor total  $\approx 26 \text{ cm}$**

**Resultados:**

$$R_A = 63 \text{ dBA}$$

**SOLUCIÓN VÁLIDA PARA  $D_{nTA} \geq 50 \text{ dBA}$**

## SOLUCIONES C.T.E. Divisorio trasdosado: PYL+perfilería+ lana mineral



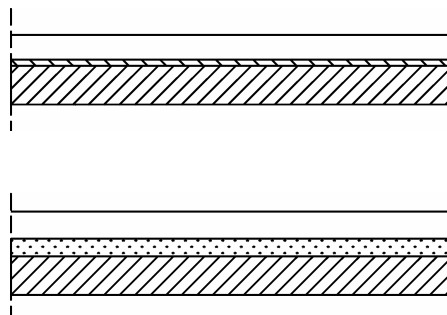
- 1- Tabique de ½ pie L.H.D.  
( $\approx 130 \text{ kg/m}^2$ )
- 2- Armadura autoportante  
de 48, en formato "H"
- 3- Lana Mineral 40/50 mm
- 4- PYL de 15 mm
- 5- Enyesado 10 mm

**Espesor total  $\approx 31 \text{ cm}$**

**Resultados:  
 $R_A = 68 \text{ dBA}$**

**SOLUCIÓN VÁLIDA PARA  $D_{nTA} \geq 55 \text{ dBA}$**

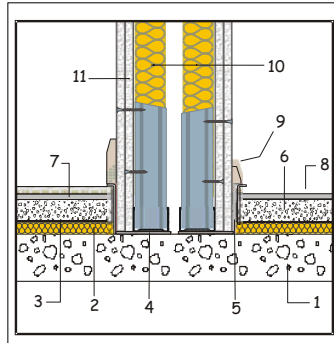
## SOLUCIONES DE RUIDO DE IMPACTO



**POLIETILENO  
RETICULADO  
(Espesor 5 - 10 mm)**

**LANA MINERAL  
(Espesor 20 - 30 mm)**

## SOLUCIONES C.T.E. Forjado con pavimento flotante: PYL+lana mineral



Nota: Valores con forjados tradicionales cerámicos o de hormigón, con pavimento con masa superficial  $\geq 400 \text{ kg/m}^2$

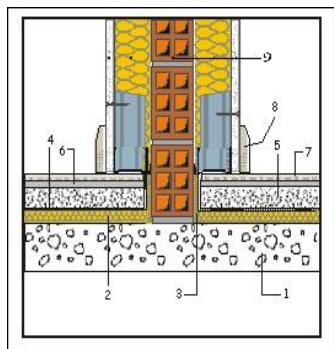
- 1- Forjado
- 2- Lana Mineral alta densidad 15/20 mm
- 3- Lámina impermeable
- 4- Junta elástica
- 5- Junta vertical elástica de espuma de neopreno o similar
- 6- PYL (2x12,5 mm)
- 7- Capa de transición
- 8- Pavimento (parquet o baldosa)
- 9- Rodapié
- 10- Lana Mineral 40/50 mm
- 11- Doble PYL de 12,5 ó 15 mm

### RESULTADOS

$R_A = 59 \text{ dBA}$  y  $L_{nA} = 50 \text{ dBA}$

**SOLUCIÓN VÁLIDA  $D_{nTA} \geq 50 \text{ dBA}$  y  $L_{nTW} \leq 55 \text{ dB}$**

## CODIGO TÉCNICO de la EDIFICACIÓN Soluciones para forjados (III)



Nota: Valores con forjados tradicionales cerámicos o de hormigón, con pavimento con masa superficial  $\geq 350 \text{ kg/m}^2$

- Forjado
- 2- PF ARENA
- 3- Junta vertical de lana mineral
- 4- Lámina impermeable
- 5- Losa de mortero de hormigón
- 6- Capa de nivelación
- 7- Pavimento (parquet o baldosa)
- 8- Rodapie
- 9- Tabique LHD, trasdosado con PYL a ambas caras y ARENA 40

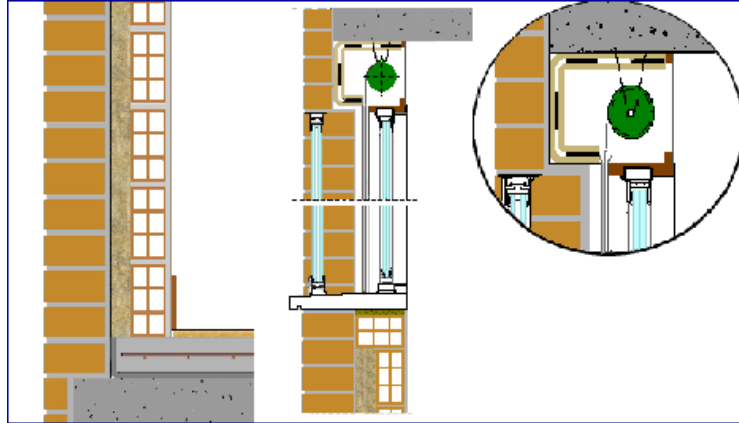
### Resultados:

$R_A = 59 \text{ dBA}$        $L_{nA} = 50 \text{ dBA}$   
 $D_{nTA} \geq 50 \text{ dBA}$        $L_{nTW} \leq 55 \text{ dB}$

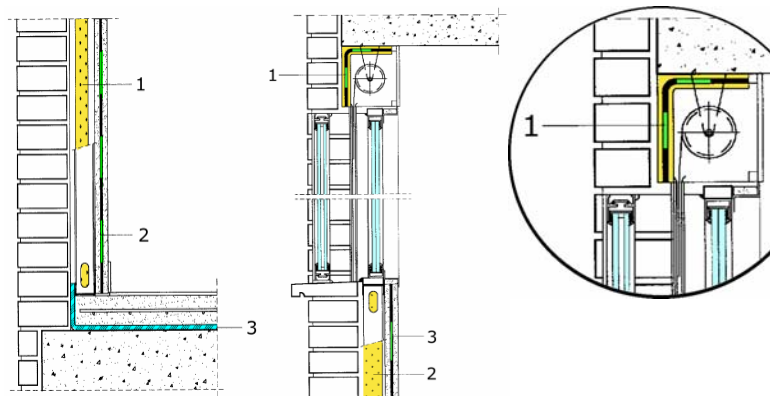
**SOLUCIÓN VÁLIDA  $D_{nTA} \geq 50 \text{ dBA}$  y  $L_{nTW} \leq 55 \text{ dB}$**



## Tabiquería tradicional: FACHADA

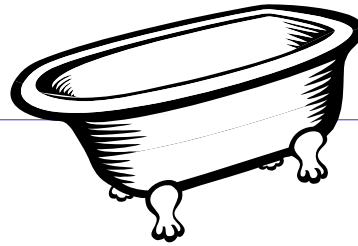


## Tabiquería seca: FACHADA

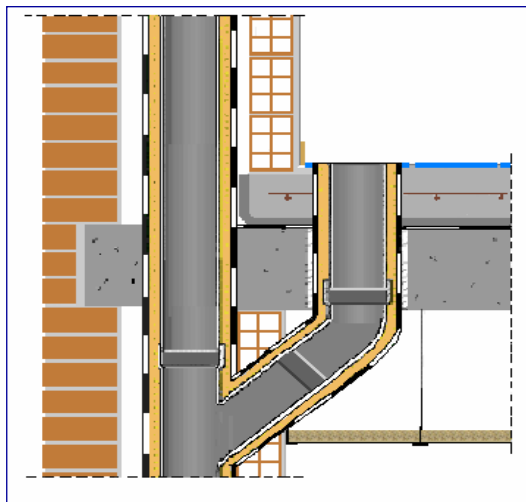


## DISEÑO DE INSTALACIONES

- **BAJANTES**
- **CUARTOS DE ASEO**
- **SALIDAS AIRE** (chimeneas y aire acondicionado)
- **CALEFACCIÓN**

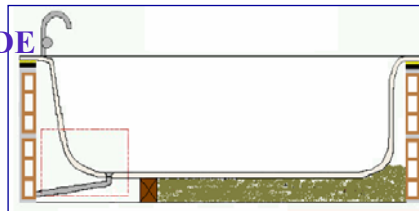
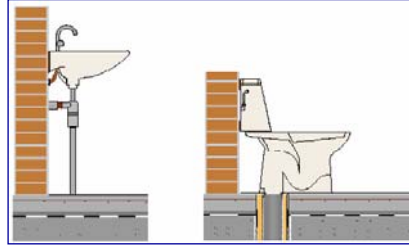


## BAJANTES



## SANITARIOS

- **FORRADO CON COQUILLAS**
- **MANGUITOS FLEXIBLES**
- **DESOLIDARIZACIÓN DE ELEMENTOS RÍGIDOS**



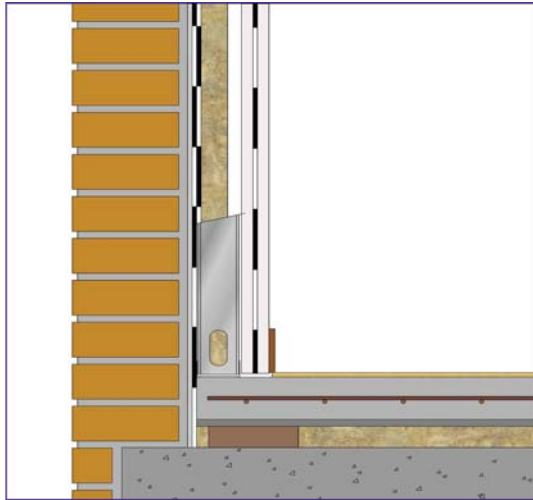
## TIPOS DE SALAS DE MÁQUINAS

### EDIFICIOS RESIDENCIALES:

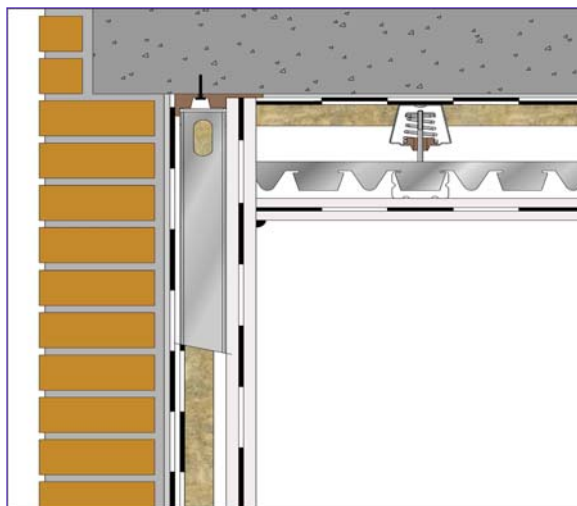
- **SALAS DE GRUPOS DE PRESIÓN**
- **EXTRACTORES DE SÓTANOS / GARAJES**
- **CUARTOS DE ASCENSORES**
  - Casetón en cubierta
  - Ascensores hidráulicos
  - Maquinaria sobre cabina
  - Maquinaria en mochila
- **INSTALACIONES EN CUBIERTA**
  - Torres de refrigeración
  - Unidades exteriores de aire acondicionado



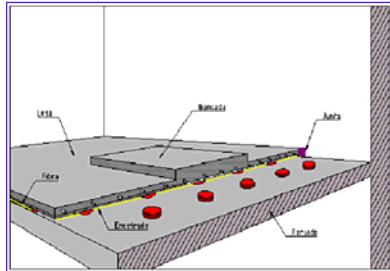
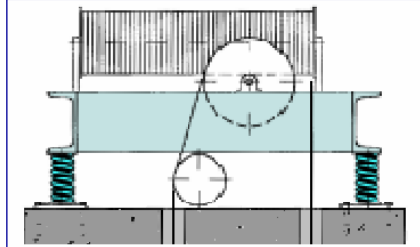
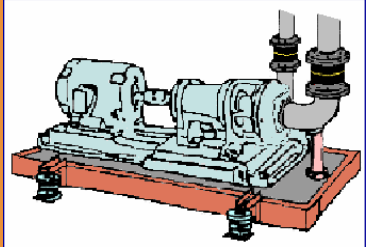
## AISLAMIENTO: ENCUENTRO SUELO-PARED



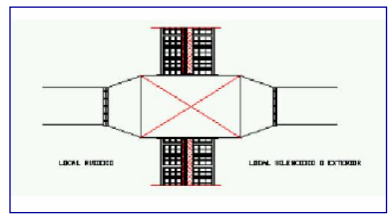
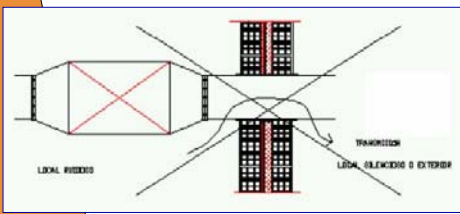
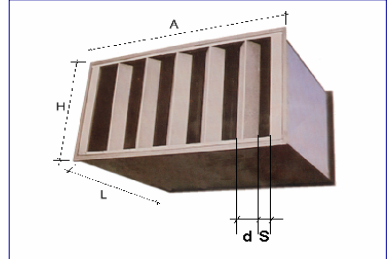
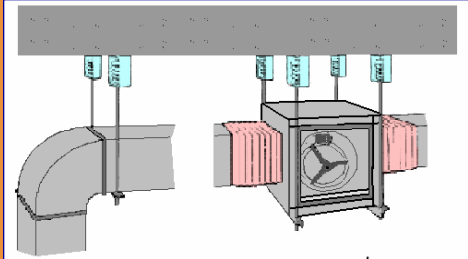
## AISLAMIENTO: ENCUENTRO PARED-TECHO



# BANCADAS



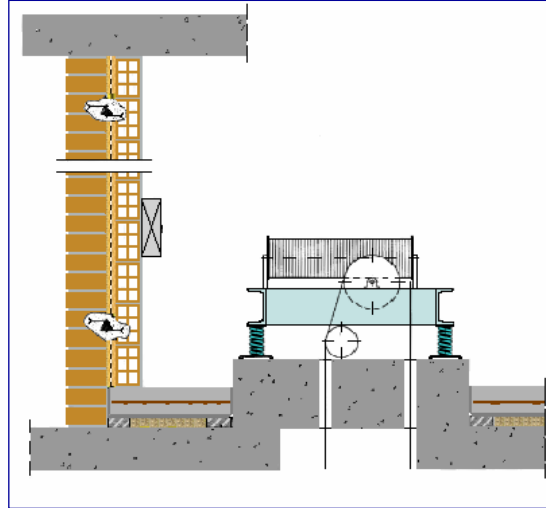
# EXTRACCIÓN EN GARAJES



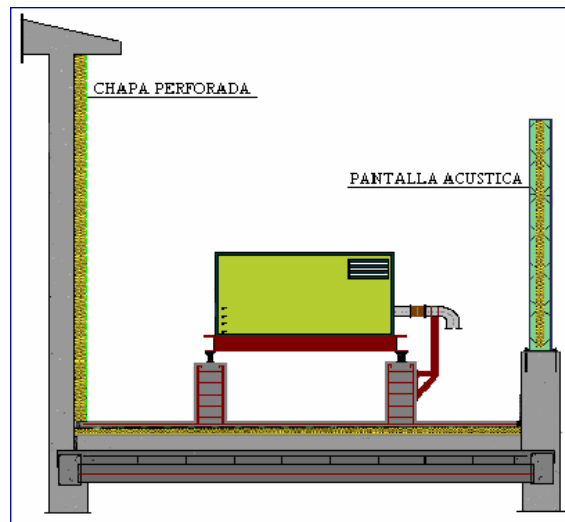
## SALAS DE ASCENSORES

### Fuentes de ruido:

- CUADRO CONTACTORES
- VIBRACIONES MQUINARIA
- MÁQUINA EN ASCENSOR
- GUÍAS



## MAQUINARIA EN CUBIERTA



## SOLUCIONES EDIFICIOS INDUSTRIALES



**PANTALLA**



**PROTECCIÓN CUBIERTAS**



**CABINA**



**SILENCIADOR**

## REFLEXIONES FINALES SOBRE EL C.T.E.-HR

- **Es un paso importante hacia el confort en la Vivienda**
- **El coste de su cumplimiento no es significativo en relación con el valor de venta actual.**
- **Es una normativa viva (que se irá actualizando) y duradera.**
- **Debemos estar todos involucrados en su cumplimiento**
  - **PROMOTORES**
  - **TECNICOS**
  - **CONSTRUCTORES**
  - **ADMINISTRACIONES**

## Ley del Ruido 37/2003:

1. Establece objetivos de calidad acústica en exteriores e interiores.
2. Obliga a la realización de mapas de ruido en núcleos de más de 250.000 habitantes antes de Julio de 2007.
3. Reglamento de la Ley: en trámite. Establece los mecanismos para el cumplimiento de la ley y establece los objetivos de calidad acústica en exteriores e interiores.

### ¿ Qué tiene que ver con la construcción?

- En zonas consolidadas urbanas, los objetivos de calidad en exteriores no van a cumplirse:
- Las fachadas deberán garantizar que en interiores se verifican los niveles de calidad incluidos en la Ley. Deben tomarse como referencia los niveles de los mapas de ruido oficiales.

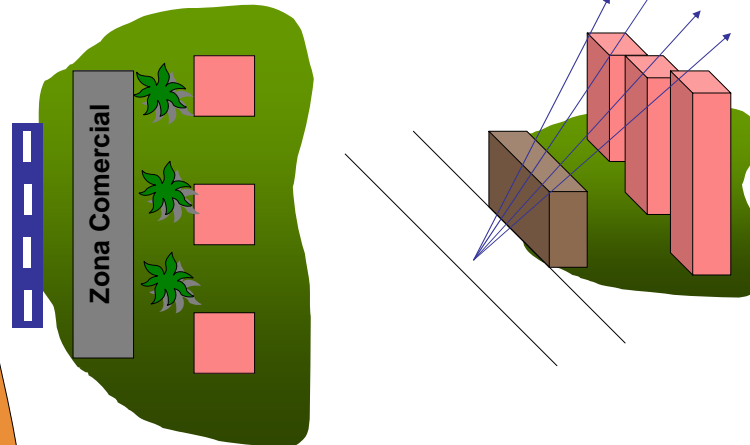
## Ley del Ruido 37/2003:

| Uso del edificio           | Tipo de Recinto   | Índices de ruido |       |       |
|----------------------------|-------------------|------------------|-------|-------|
|                            |                   | $L_d$            | $L_e$ | $L_n$ |
| Vivienda o uso residencial | Estancias         | 45               | 45    | 35    |
|                            | Dormitorios       | 40               | 40    | 30    |
| Hospitalario               | Zonas de estancia | 45               | 45    | 35    |
|                            | Dormitorios       | 40               | 40    | 30    |
| Educativo o cultural       | Aulas             | 40               | 40    | 40    |
|                            | Salas de lectura  | 35               | 35    | 35    |



## Protección Ante Ruido de Tráfico

Planificación: Utilizar Edificios de Servicios como Pantallas de Edificios Residenciales



## Protección Ante Ruido de Tráfico

Distribución: El planteamiento de distribuciones adecuadas mejora el confort acústico y permite ahorrar costes.

- ✓ Distribuir estancias hacia fachada más ruidosa y dormitorios hacia "fachada tranquila".
- ✓ La misma idea para la distribución entre viviendas:
  - No enfrenar salones con dormitorios.
  - Dormitorios con salas de instalaciones (ascensores, grupos electrógenos, calderas etc)

## ***Ley del Ruido: papel de los consultores acústicos***

*¿ Qué sucede si no hay datos del mapa oficial?*

- Deberá realizarse un estudio acústico de la zona para determinar los valores de aislamiento necesarios.