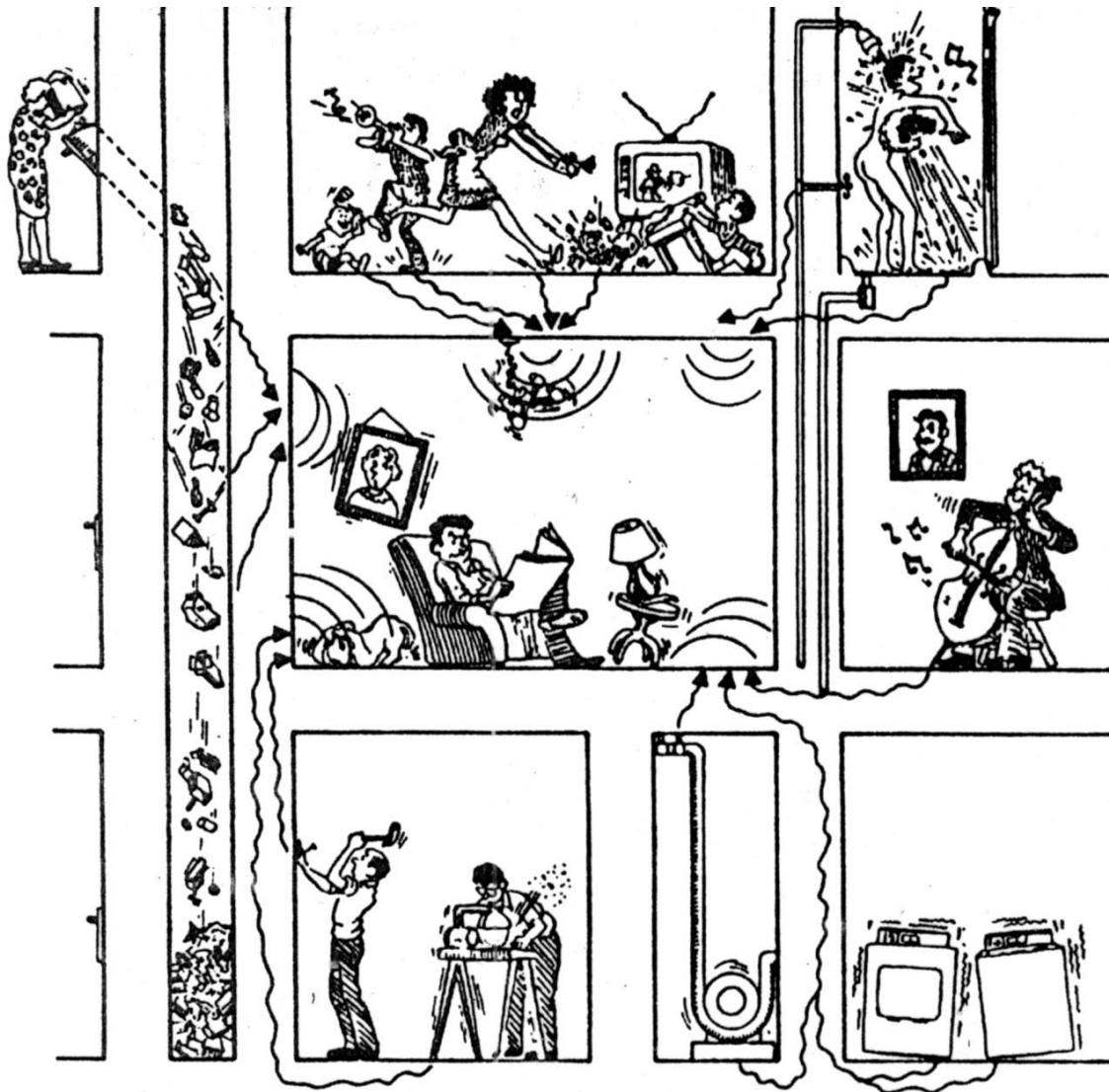


CONTROL DE RUIDO II Recursos Técnicos

TEMA 4.

CURSO DE ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO

(2010)



Recursos aplicables

En la práctica del acondicionamiento acústico el arquitecto tiene a su disposición una serie de recursos, que en muchos casos resultan de la aplicación racional de los dispositivos y elementos constructivos comúnmente utilizados.

La eficacia del diseño realizado, pasa siempre por la capacidad y conocimiento del técnico.

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

Los recursos disponibles pueden ser aplicados en todos los eslabones de la cadena acústica y son específicos de cada uno de ellos.

Cadena Acústica: Es el conjunto de elementos mínimos necesarios para que se produzca el fenómeno sonoro.

FUENTE: Se define como el origen del sonido. El control se puede aplicar directamente sobre la fuente en acciones concretas, sobre la misma, o en forma indirecta a través de regulaciones de carácter legal o reglamentario con la aplicación de Normas y Reglamentaciones que tiendan a limitar la emisión sonora. (Ej. Normas para la emisión producida por Vehículos Automotores, o para las actividades humanas, tales como fabricas, entretenimiento, etc.).

MEDIO TRANSMISOR: Comprende la totalidad de elementos por los que se propaga la onda sonora, antes de alcanzar el oído. También aquí se podrá actuar sobre los distintos elementos en forma directa, Ejs. Implantación alejada de actividades ruidosas de zonas residenciales, o elección de mayores espesores y/o densidades en los materiales interpuestos entre la fuente y el receptor, o en forma indirecta a través de regulaciones de carácter legal o reglamentario con la aplicación de Normas y Reglamentaciones que establezcan valores mínimos de aislación de medianeras, entrepisos, divisorias, etc. Ej. Reglamentación de la IM de Montevideo respecto los muros y entrepisos separativos entre unidades de vivienda. (Art. D 3366 y siguientes)

RECEPTOR: El control de ruido en el receptor implica actuar en forma directa sobre el sentido del oído humano, desde la aplicación de protectores individuales, que en general resultan muy incómodos, hasta la creación de legislación específica que establece niveles máximos admisibles, etc. Ej. Decreto Poder Ejecutivo 406/88 de 3 de junio de 1988, así como la Norma ISO 1999 que establece el concepto de dosis de ruido

El cumplimiento de estas reglamentaciones implica el desarrollo de distintos recursos como la limitación de horario de trabajo, la creación de salas de descanso auditivo, utilización de dosímetros, etc. Es necesario recordar que estas acciones solo deben utilizarse cuando no existen otras soluciones de control.

En cuanto a la normativa aplicable ver el Apéndice 1

Cada problema en particular, requiere un detallado estudio y alto grado de conocimiento por parte del técnico, debiéndose tener en cuenta la economía en un sentido amplio.

Recursos aplicables a la Fuente

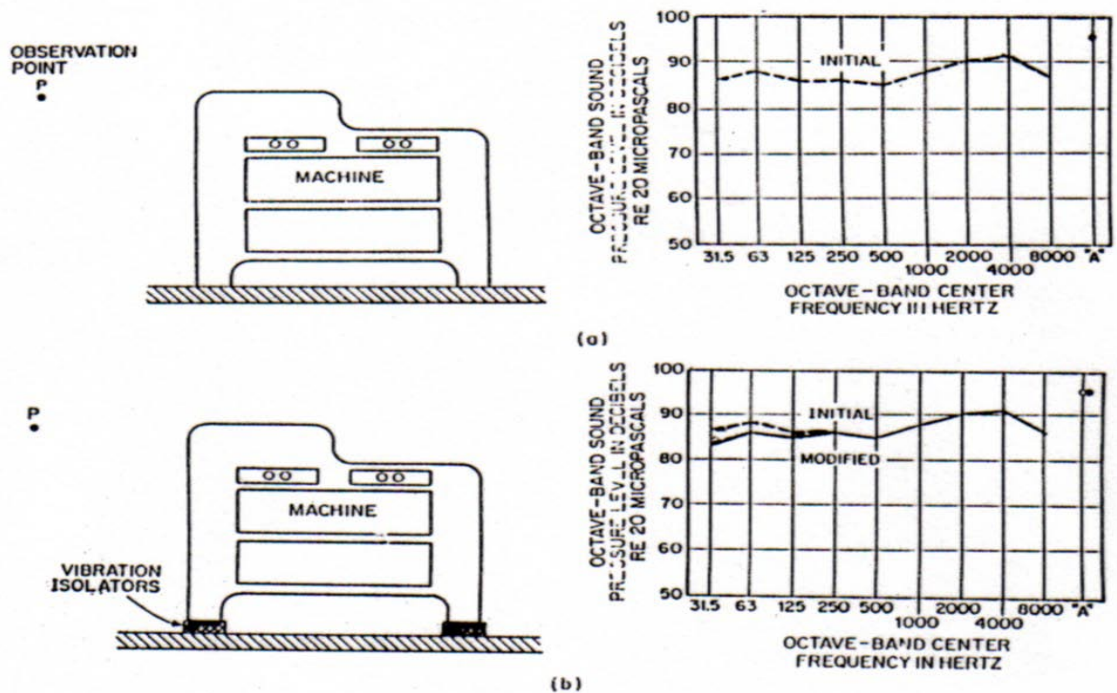
- 1) Distanciamiento: Alejar la fuente del receptor, cuando las fuentes son exteriores o ambientales este recurso pasa ya desde el momento de la

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

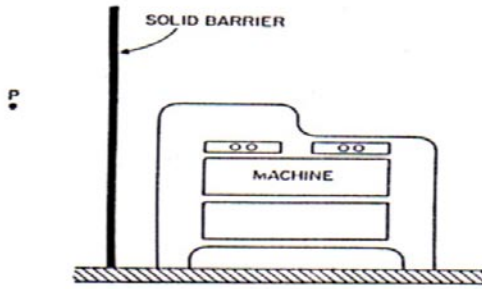
elección del terreno o implantación en el territorio. Cuando las fuentes son interiores al edificio (existen siempre) el recurso debe aplicarse desde el momento de la formulación del partido arquitectónico y la distribución de los locales, tratando de ubicar los locales más ruidosos alejados de los que requieren mejores condiciones acústicas .

- 2) Ajuste de funcionamiento: Un proyecto bien concebido elimina las interferencias entre las diferentes funciones que puedan concurrir en el edificio. Una máquina correctamente ajustada aumenta su rendimiento y baja la emisión de ruido.
- 3) Sustitución de la fuente: Maquinas y equipamientos obsoletos emiten mayores niveles sonoros.
- 4) Encapsulamiento: Consiste en rodear la fuente de cerramientos adecuados para reducir la emisión sonora y permitir su funcionamiento.

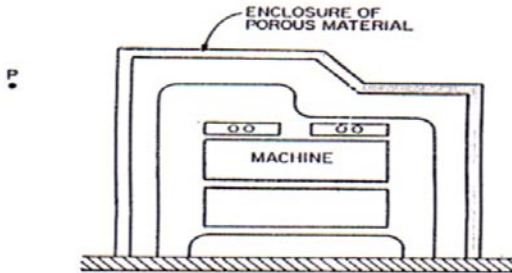
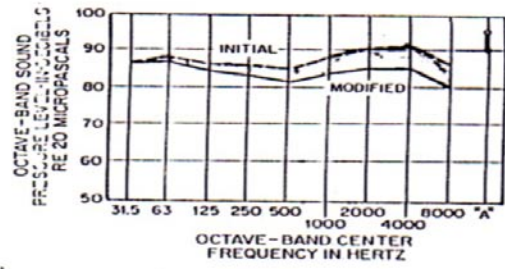
Análisis comparativo de diferentes tipos de encapsulamiento:



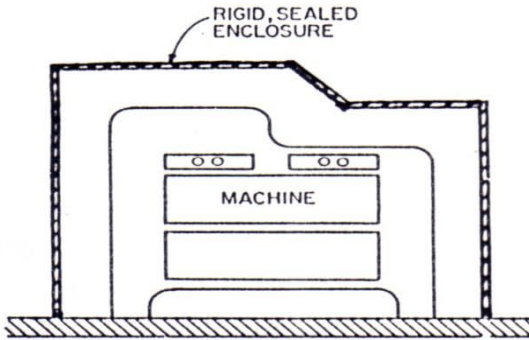
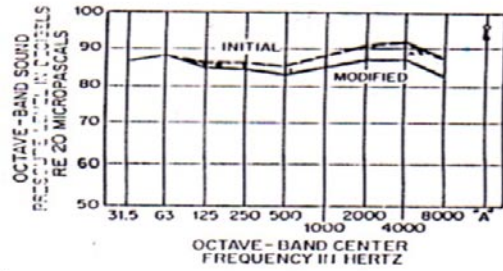
CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)



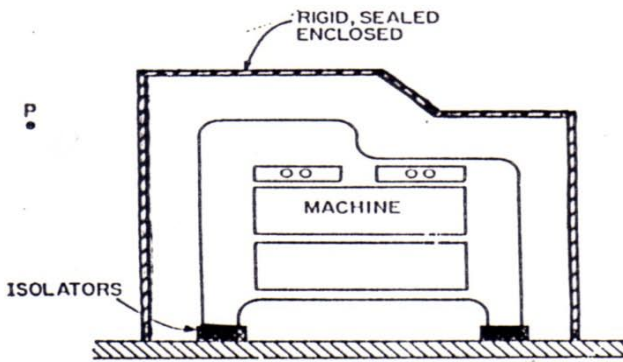
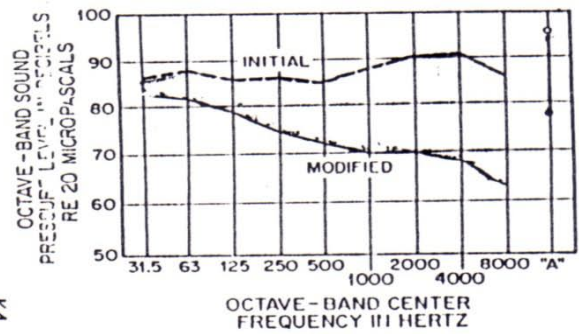
(c)



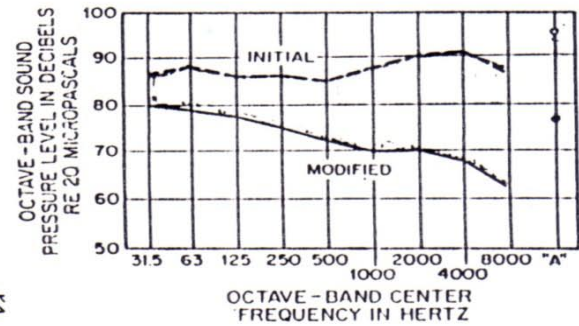
(d)



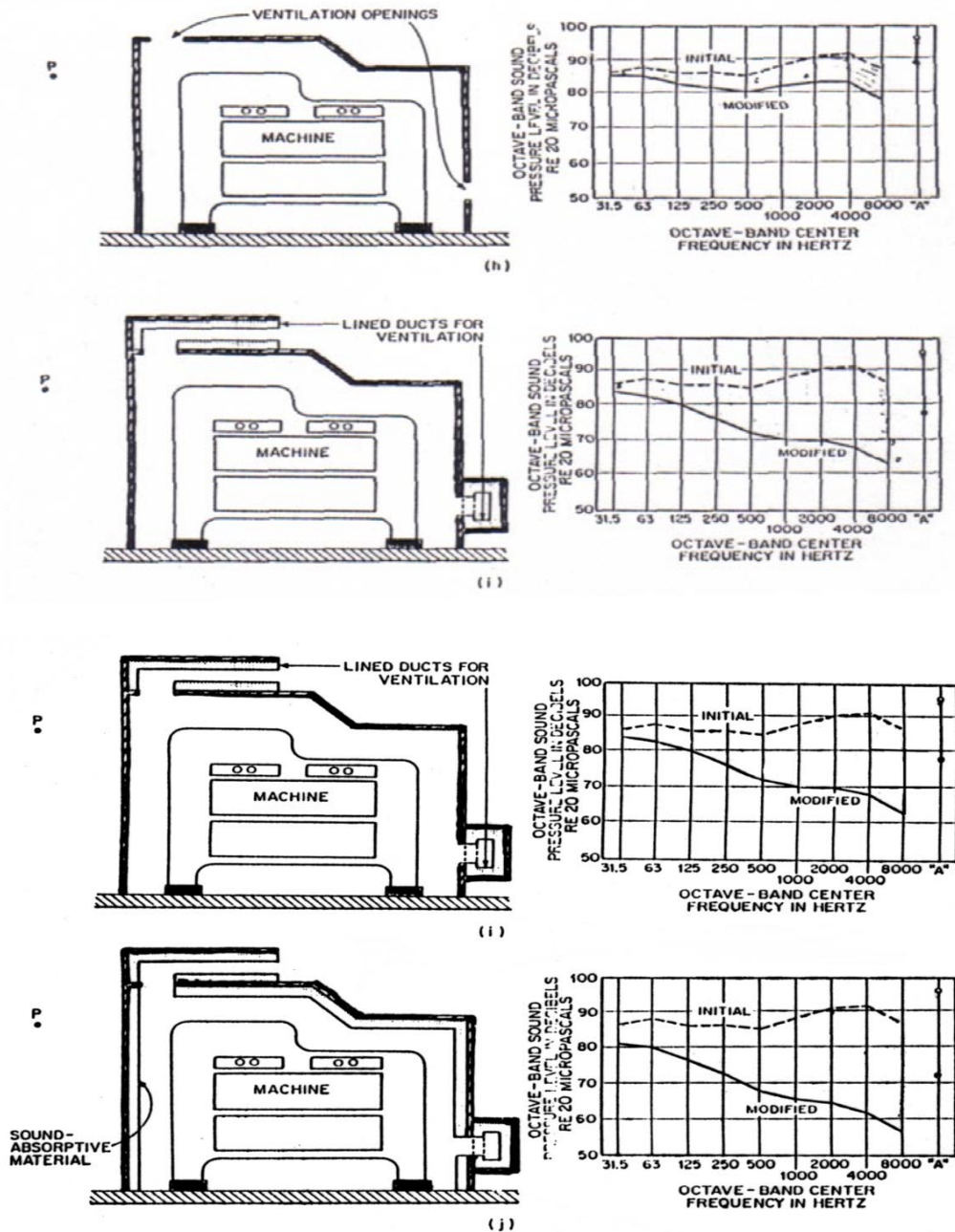
(e)



(f)



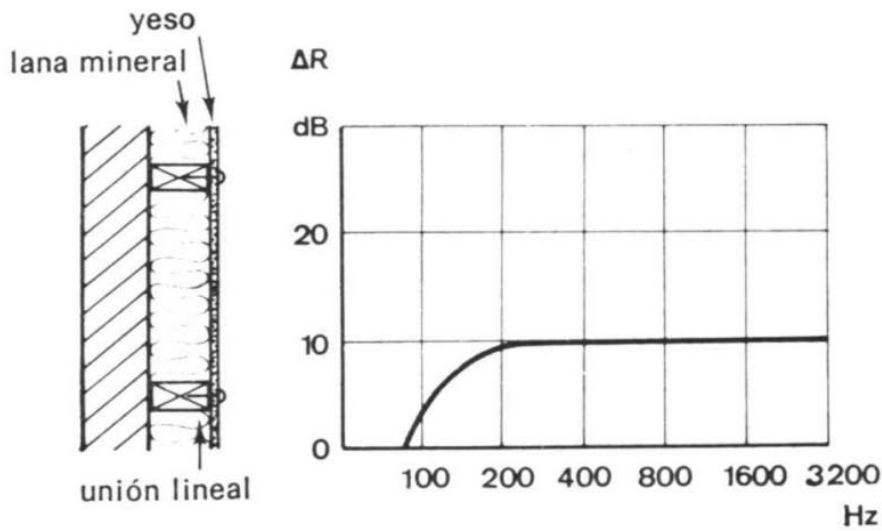
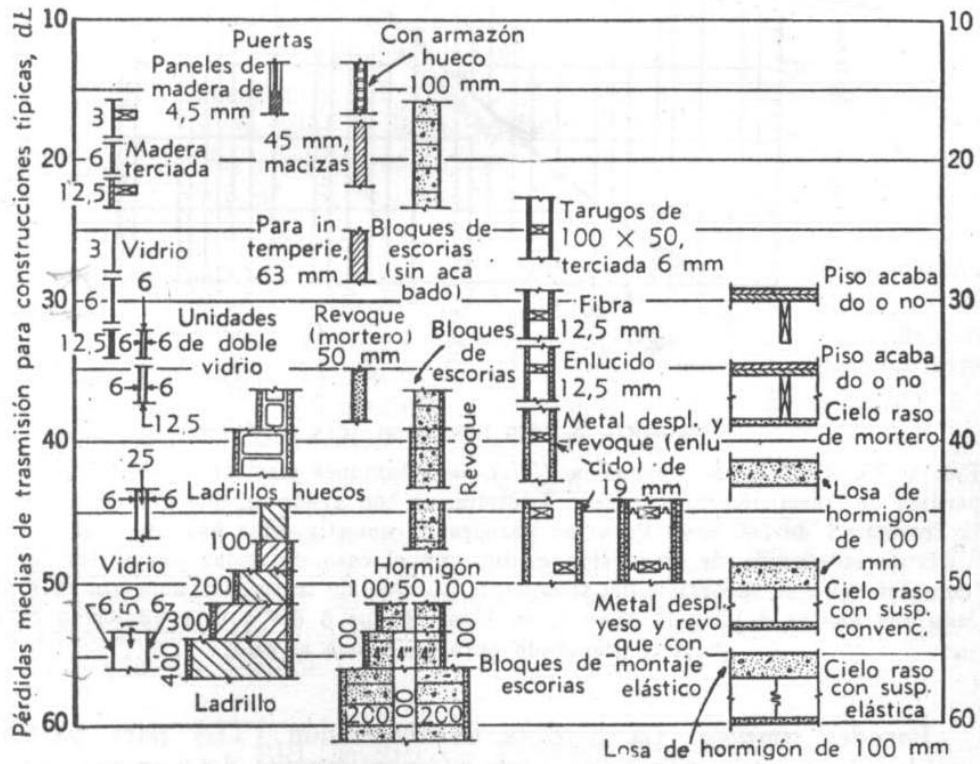
CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)



Los ejemplos anteriores nos muestran las distintas posibilidades de encapsulamiento de una máquina y la eficacia del aislamiento de cada uno de los recursos, esto es solo a título informativo, porque la instalación de máquinas no es una tarea específica del arquitecto, no obstante, es necesario conocer las técnicas disponibles para el control de ruido en distintas situaciones. También debe recordarse que en muchos casos es necesario proveer de ventilación el recinto interior de la capsula, lo que resulta perjudicial para la aislación acústica.

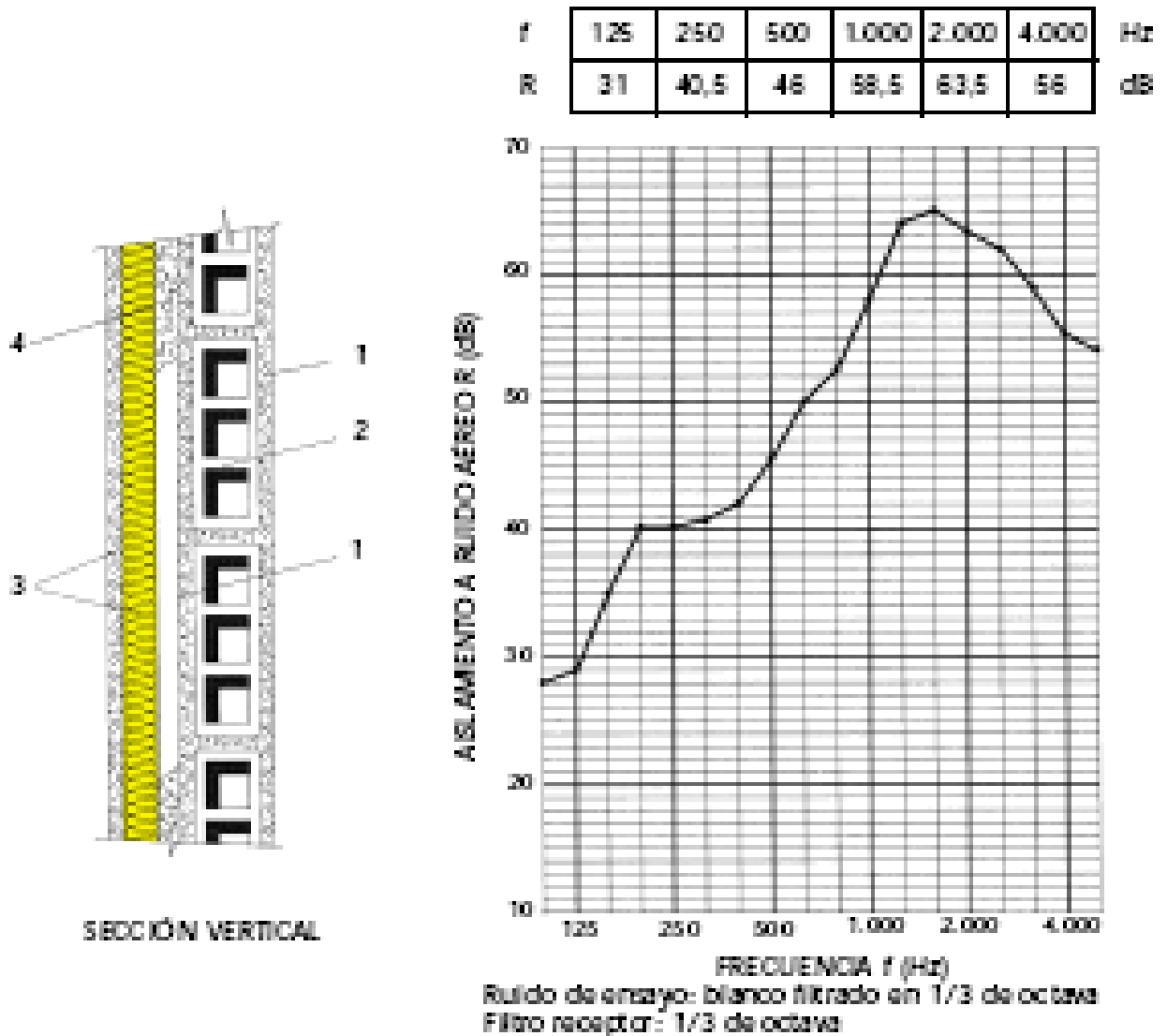
Recursos aplicables al medio transmisor

AISLACIÓN ACÚSTICA DE DISTINTOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS



Recurso para mejorar situaciones deficitarias

Ejemplos de cerramientos exteriores con capa de aislación térmica que también resulta eficaz para la aislación acústica.



ESTRUCTURA DEL TABIQUE

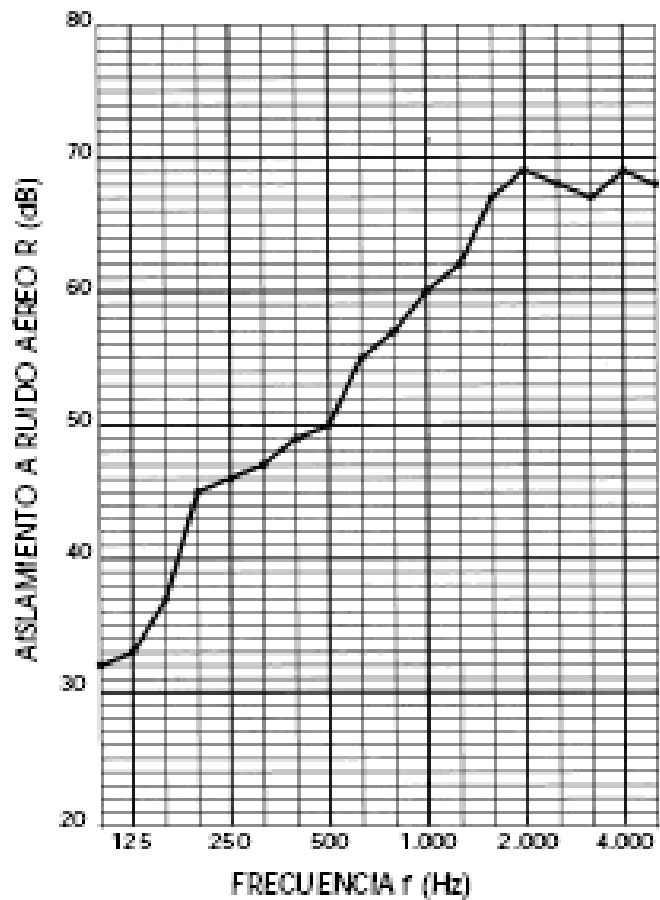
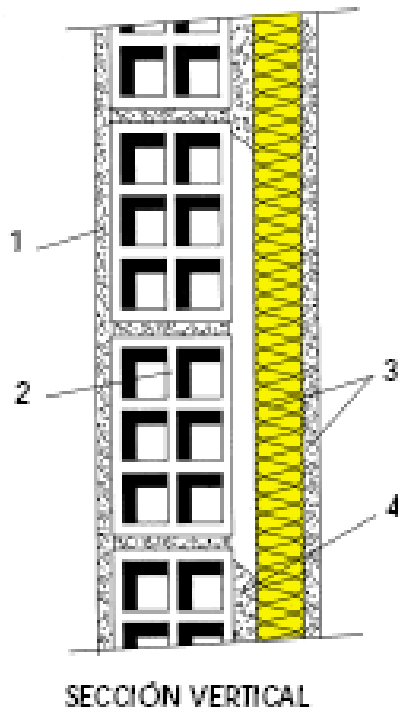
POSIC.	MATERIAL	ESP. mm
4	PASTA DE AGARRE	10-15
3	PANEL PLACA DE YESO +LANA DE VIDRIO	10 + 25
2	TABIQUE LADRILLO HUECO SENCILLO CERÁMICO	40
1	CAPAS DE REVOQUE	8

PESO TOTAL 79 kg/m²

Rw aprox. 49dB

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

r	125	250	500	1.000	2.000	4.000	Hz
R	33,8	45,7	51,2	59,7	68,1	68,4	dB



Ruido de ensayo: rosa filtrado en 1/3 de octava
Filtro receptor: 1/3 de octava

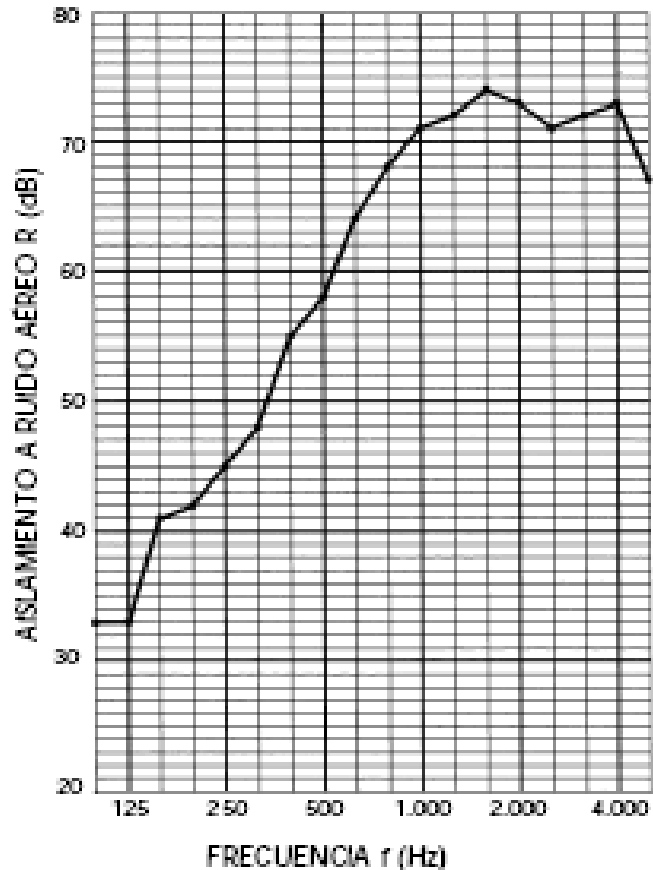
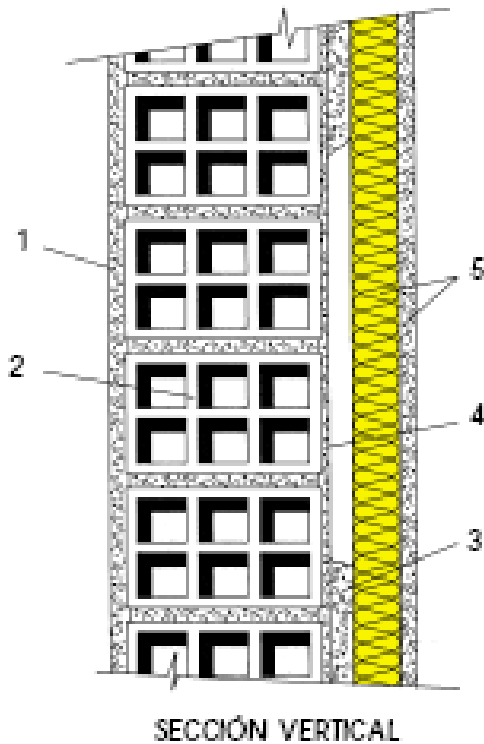
ESTRUCTURA DEL TABIQUE

POSIC.	MATERIAL	ESP. mm
4	MORTERO DE AGARRE	15
3	PANEL PLACA DE YESO + LANA DE VIDRIO	12 + 40
2	TABIQUE HUECO DOBLE CERÁMICO	80
1	REVOQUE	10

PESO TOTAL 107 kg/m²

R_w aprox. 53 dB

r	125	250	500	1.000	2.000	4.000	Hz
R	35,2	45,4	59,2	70,3	72,6	70,6	dB



Ruido de ensayo: rosa filtrado en 1/3 de octava
Filtro receptor: 1/3 de octava

ESTRUCTURA DEL TABIQUE

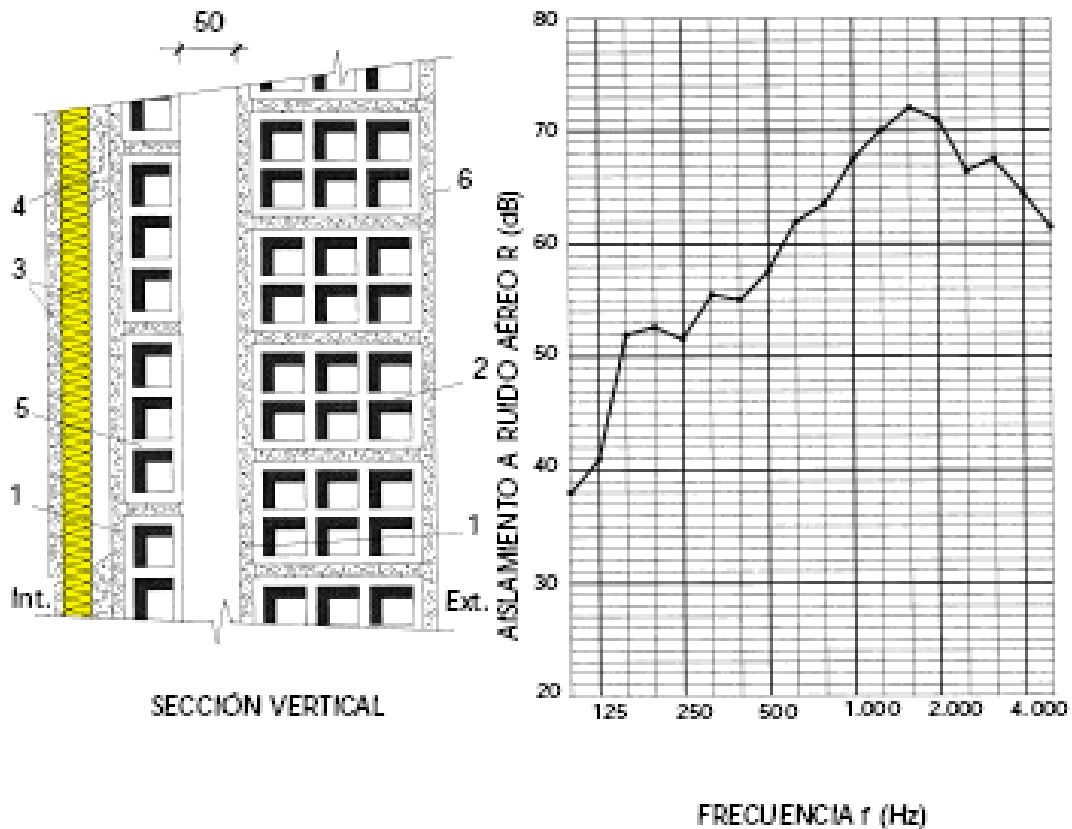
POSIC.	MATERIAL	ESP. mm
4	PASTA DE AGARRE	10-15
3	PANEL PLACA DE YESO +LANA DE VIDRIO	12 + 40
2	TABIQUE HUECO DOBLE CERÁMICO	120
1	REVOQUE	10

PESO TOTAL 176 kg/m²

Rw aprox. 55 dB

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

f	125	250	500	1.000	2.000	4.000	Hz
R	43,5	53,5	58,5	67	70	64,5	dB



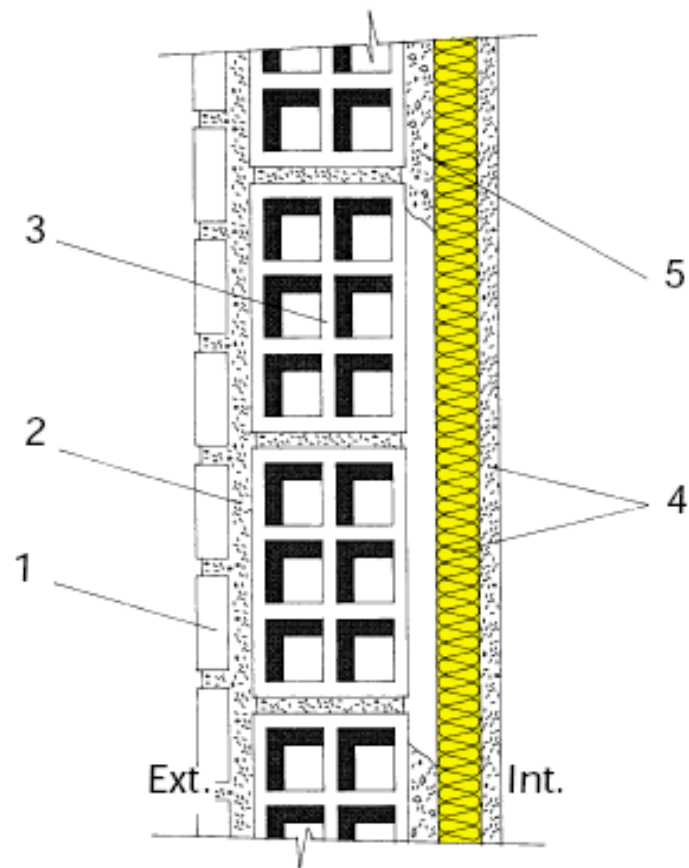
Ruido de ensayo: blanco filtrado en 1/3 de octava
Filtro receptor: 1/3 de octava

ESTRUCTURA DEL TABIQUE

POSIC.	MATERIAL	ESP. mm
6	REVOQUE	15
5	TABIQUE HUECO SENCILLO CERÁMICO	40
4	PASTA DE AGARRE	15
3	PANEL PLACA DE YESO +LANA DE VIDRIO	12 + 40
2	TABIQUE HUECO DOBLE CERÁMICO	120
1	REVOQUE	10

PESO TOTAL 220 kg/m²

R_w aprox. 60 dB



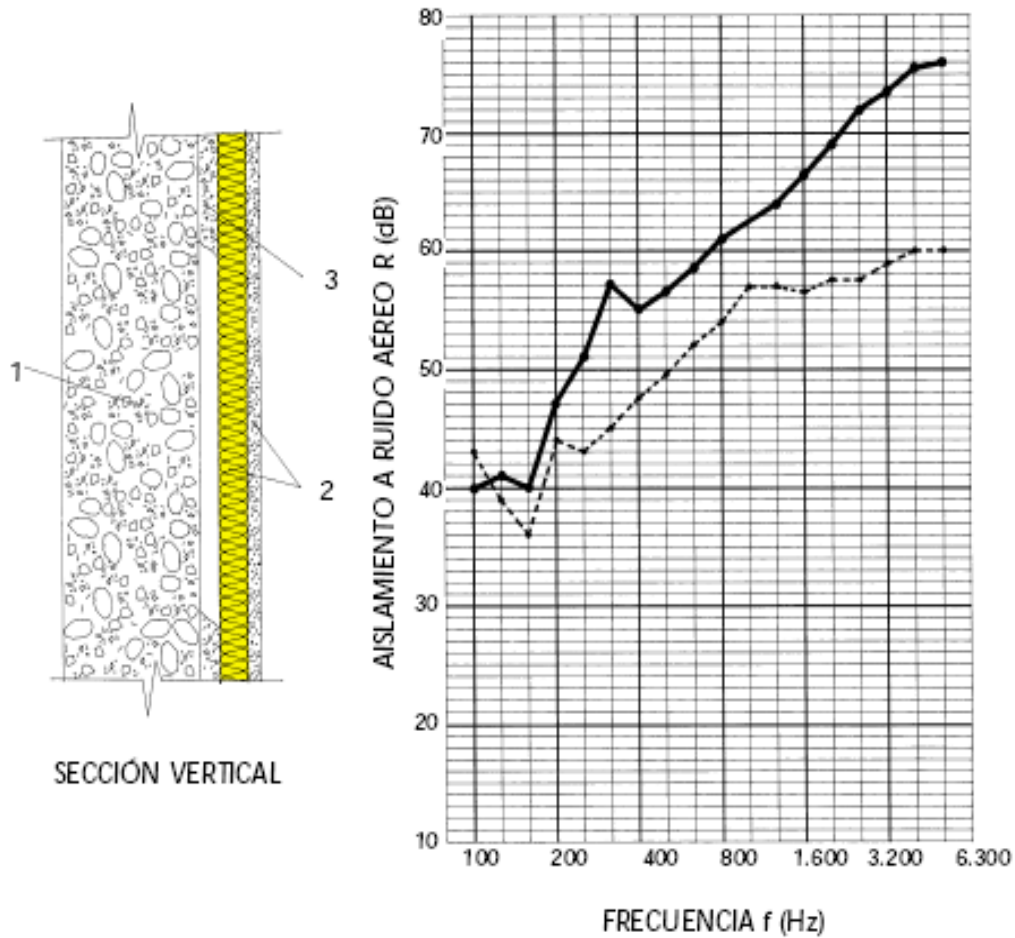
SECCIÓN VERTICAL

ESTRUCTURA DEL CERRAMIENTO

POSIC.	MATERIAL	ESP. mm
5	MORTERO DE AGARRE	10-15
4	PANEL PLACA DE YESO +LANA DE VIDRIO	25+10
3	TABIQUE LADRILLO HUECO DOBLE CERÁMICO	90
2	MORTERO DE AGARRE	20
1	APLACADO CERÁMICO	25

TOTAL PESO kg/m2 195

Rw aprox. 55 dB



ESTRUCTURA DEL CERRAMIENTO

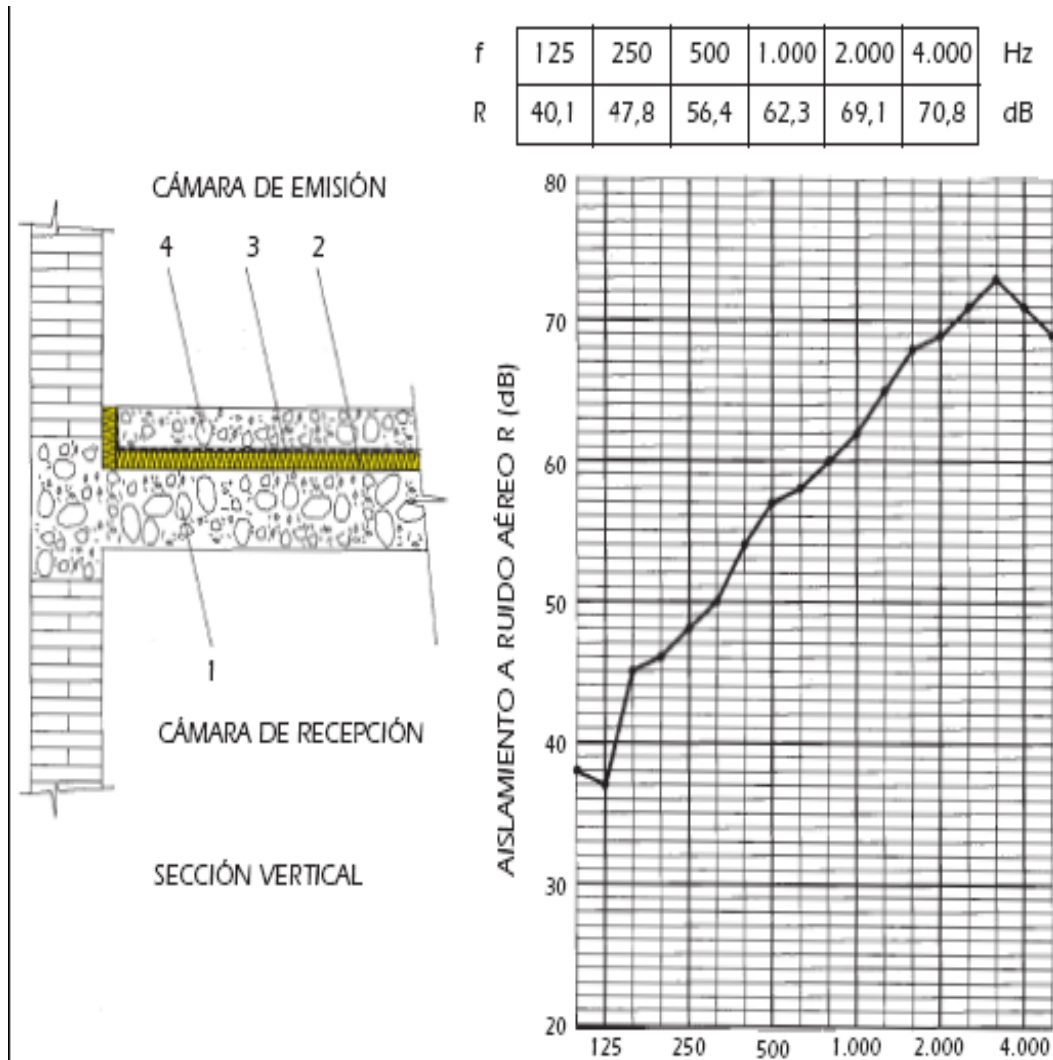
POSIC.	MATERIAL	ESP. mm
1	MURO DE HORMIGON	150
2	PANEL PLACA DE YESO +LANA DE VIDRIO	25+10
1	PASTA DE AGARRE	10-15

TOTAL PESO kg/m2 290

Rw aprox. 52 dB - 1

Rw aprox. 57 dB – 1+2+3

Ejemplo de losa de entrepiso con aislación a los ruidos de impacto



ESTRUCTURA DEL ENTREPISO

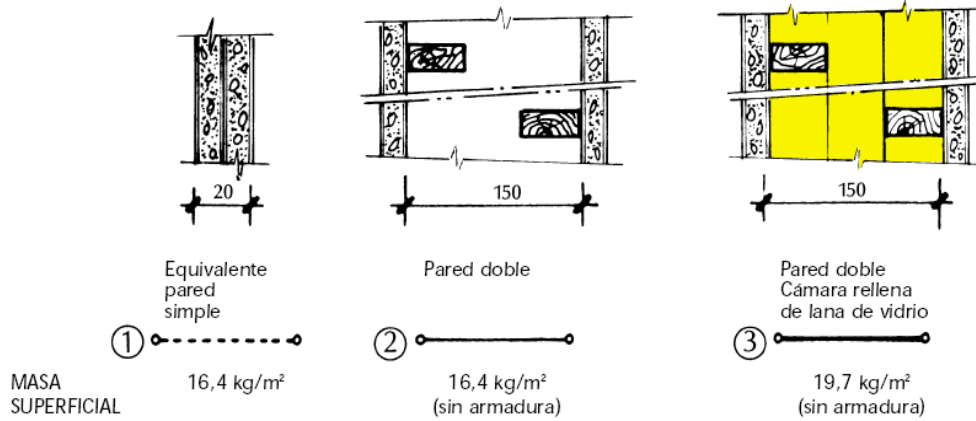
POSIC.	MATERIAL	ESP. mm
4	LOSA FLOTANTE HORMIGÓN ARMADO	40
3	LÁMINA DE POLIETILENO	0,2
2	PANEL LANA DE VIDRIO	20
1	LOSA ESTRUCTURAL DE HORMIGÓN ARMADO	120

PESO kg/m² 420

Rw aprox. 57 dB

Ejemplo de aislamiento a ruido aéreo

Se presenta a continuación un ejemplo comparativo que resume las características de los aislamientos de paredes simples y dobles, según mediciones reales de laboratorio, resumidas en la figura 19.



- MATERIALES:
- Placa de cartón-yeso espesor 10 mm.
 - Listón de 100 · 55 mm.
 - Lana de vidrio espesor 150 mm.

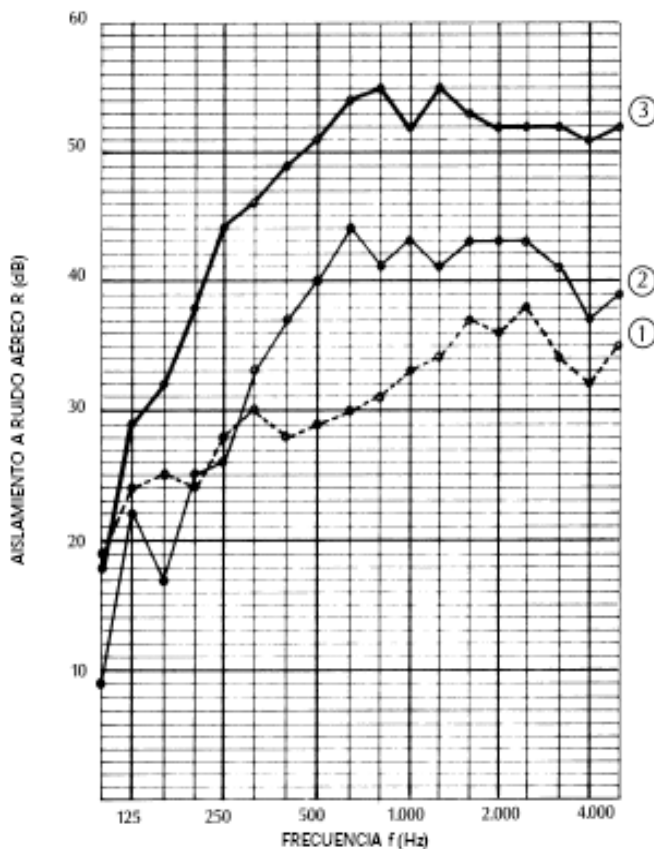


Fig. 19. Aislamiento acústico a ruido aéreo de un paramento ligero.

La curva 1 corresponde a las dos placas cartón-yeso juntas, pero no solidariamente unidas, por lo que la frecuencia crítica del material es de 4.000 Hz, que correspondería a una sola hoja. No obstante, se observa un cierto

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

acoplamiento caracterizado por la bajada de aislamiento a 2.000 Hz, que correspondería a la frecuencia crítica de la pared unitaria de espesor 20 mm.

La curva 2 presenta un bajo aislamiento a la frecuencia natural del sistema ($f_0 \cong 100$ Hz), además de algunos acoplamientos debido a los rigidizadores, así como la influencia de las resonancias en cavidad y la importante reducción del aislamiento a la frecuencia crítica de las hojas iguales a 4.000 Hz.

No obstante, el aislamiento global es superior al de la hoja simple.

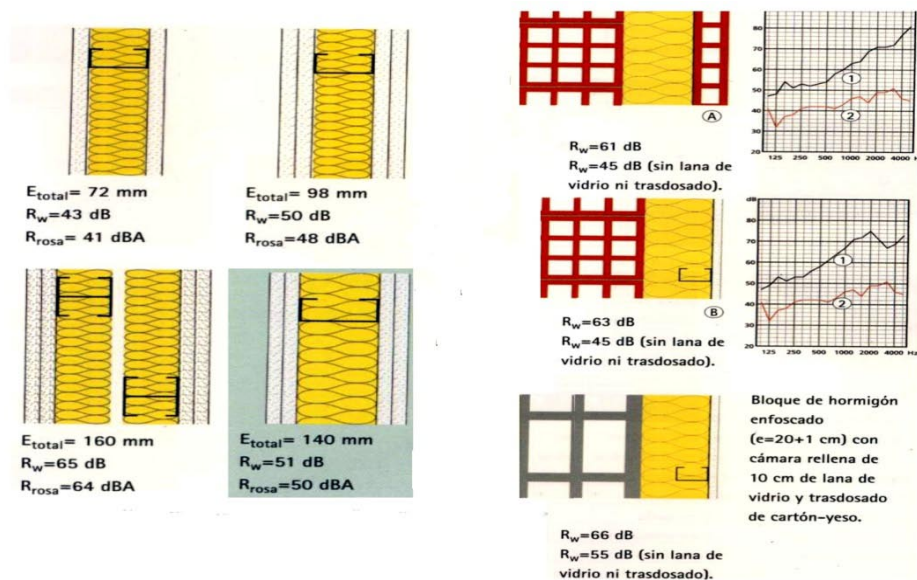
La curva 3 corresponde al mismo montaje ensayado en 2, pero con adición de lana de vidrio en la cavidad.

La curva 3 es sensiblemente parecida a la curva 2, pero con valores de aislamiento superiores.

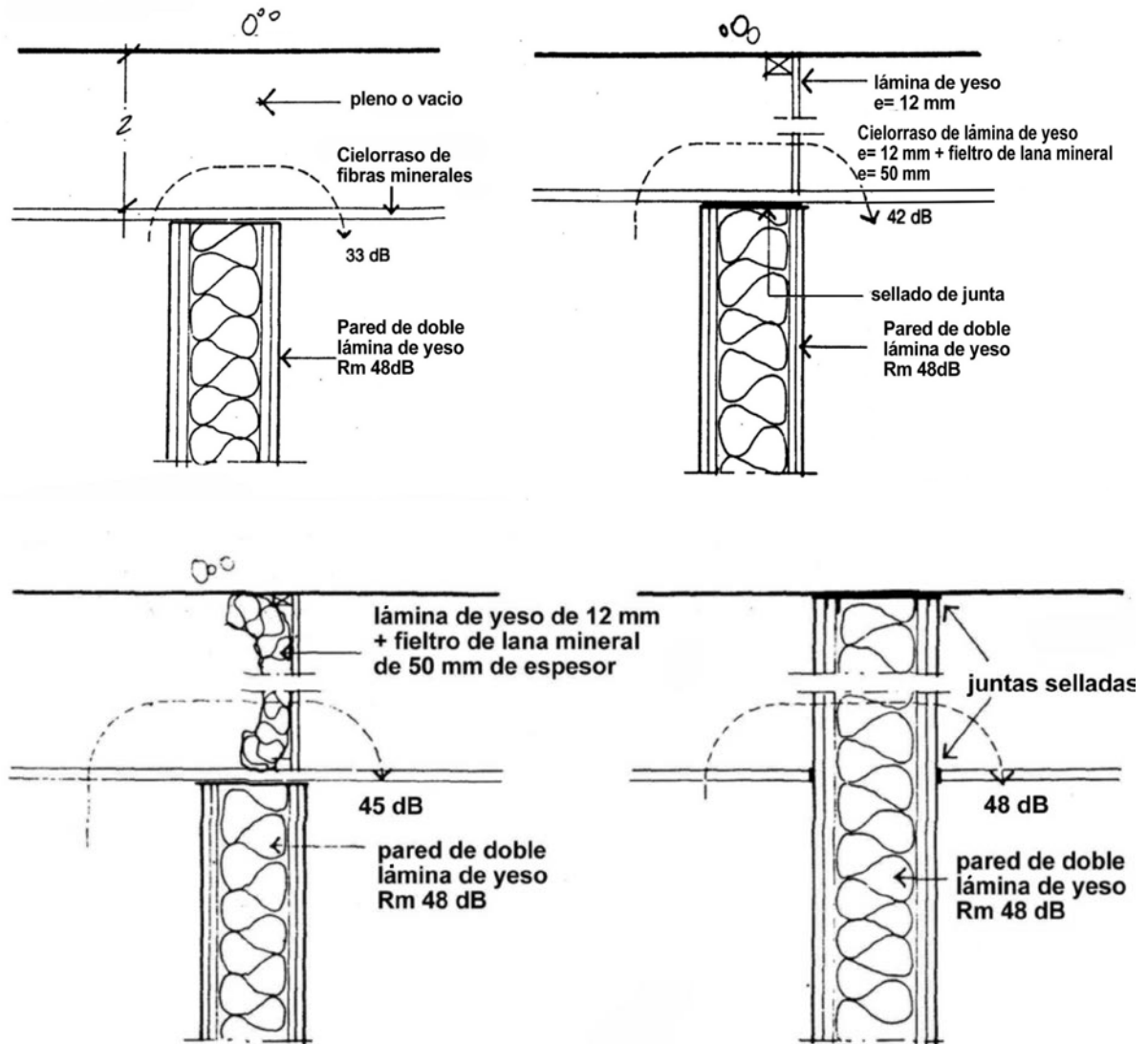
Esto es debido al fuerte efecto de desacoplamiento de hojas y la absorción de la energía acústica en cámara.

En la frecuencia natural del sistema, la reducción de aislamiento es inferior y se amortiguan las caídas de aislamiento en torno a las frecuencias críticas y de cavidad.

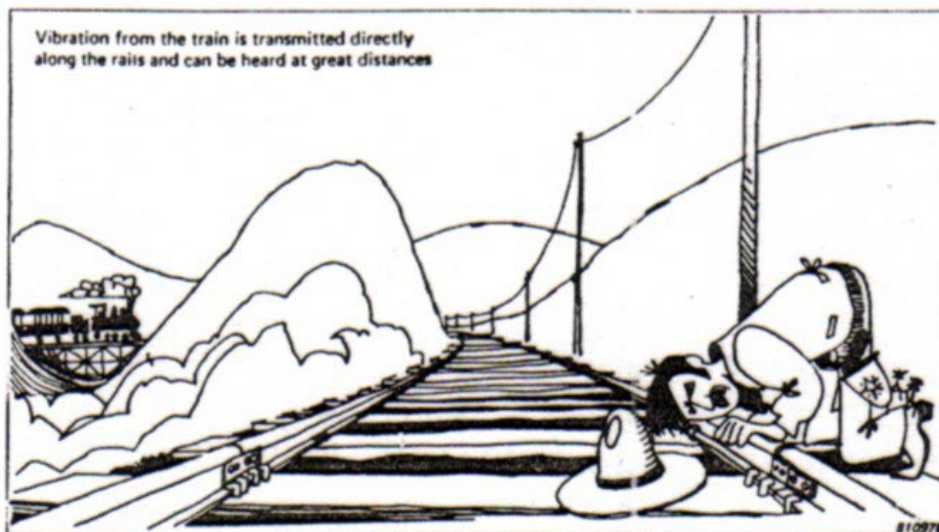
EJEMPLOS DE AISLAMIENTO DE LOS CERAMIENTOS A LOS RUIDOS AEREOS



DETALLES CONSTRUCTIVOS



Aislamiento de vibraciones



Aislamiento de vibraciones

Para aislar las vibraciones, se trata bien de impedir que las mismas procedentes de una máquina se transmitan al suelo o a otros objetos unidos al mismo (aislamiento activo) o bien de que las vibraciones del suelo no se transmitan a un aparato sensible (aislamiento pasivo).

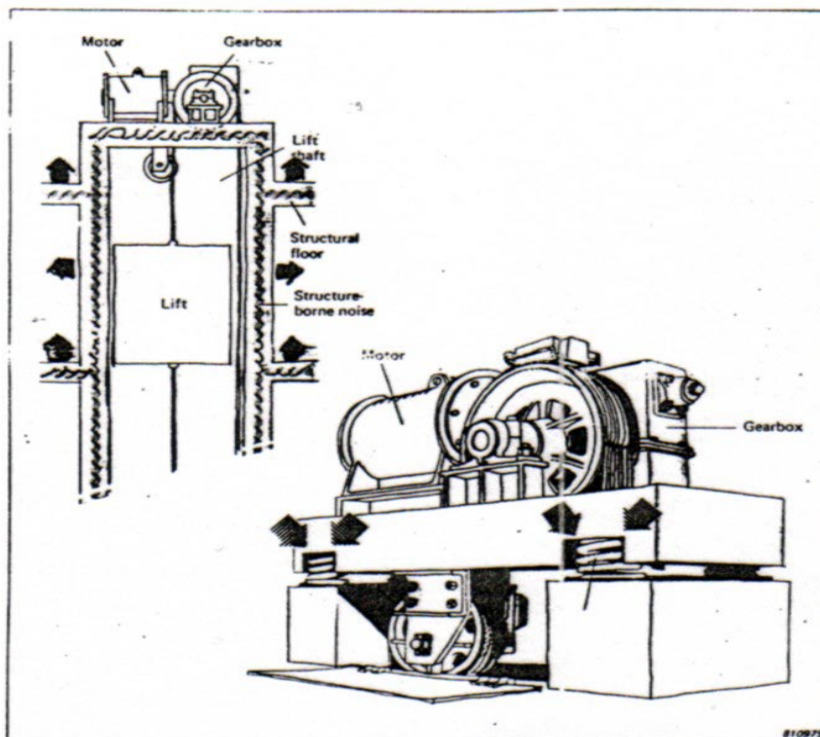
El aislamiento de vibraciones, como el caso de los ruidos de impacto, requiere la presencia de elementos blandos (elásticos) que reduzcan la transmisión, como son resortes de acero, lana de vidrio, materiales elásticos, etc..

En principio, una máquina aislada siempre es un sistema masa-resorte, en el que la masa está constituida por la misma máquina y, eventualmente, por una placa de basamento unida rígidamente a ella, y la suspensión por el material aislante colocado bajo ella.

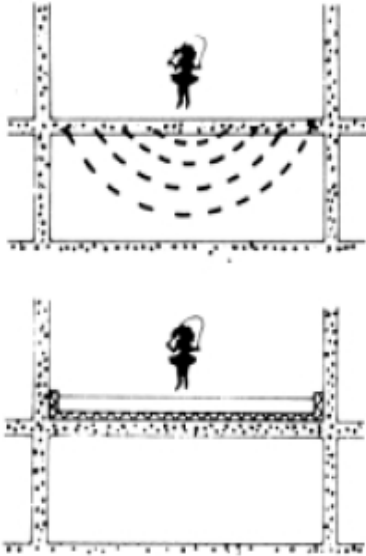
El sistema masa-resorte tiene una frecuencia natural de vibración condicionada a la masa del equipo y al módulo de elasticidad dinámica del elemento que actúa de aislante.

Para esa frecuencia, no existe aislamiento, pero a medida que la frecuencia excitatriz de la masa aumenta, se reduce la transmisión de manera importante. Para frecuencias mayores tres o más veces que la frecuencia natural del sistema, la transmisión disminuye al 10%-15% de la original.

Este problema tiene una importancia relevante para el aislamiento de máquinas e instalaciones, tema que queda fuera de la competencia del arquitecto.



CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

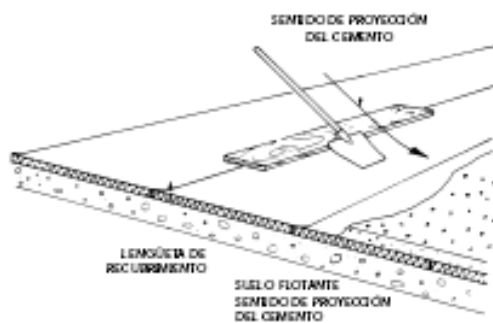


Como caso más importante, vamos a estudiar los ruidos producidos en los pisos (pasos, golpes, etcétera).

Para evitar la propagación de estos ruidos de choque e impedir, así, su recepción por vía aérea en otros recintos distintos del de emisión, se debe realizar un «corte elástico» entre el revestimiento del suelo y la losa estructural.

Actualmente, la mejor solución es realizar un suelo flotante sobre mantas o paneles elásticos de fibras minerales.

Tal conjunto tiene que estar **«totalmente»** desvinculado de las paredes verticales y de la losa estructural.

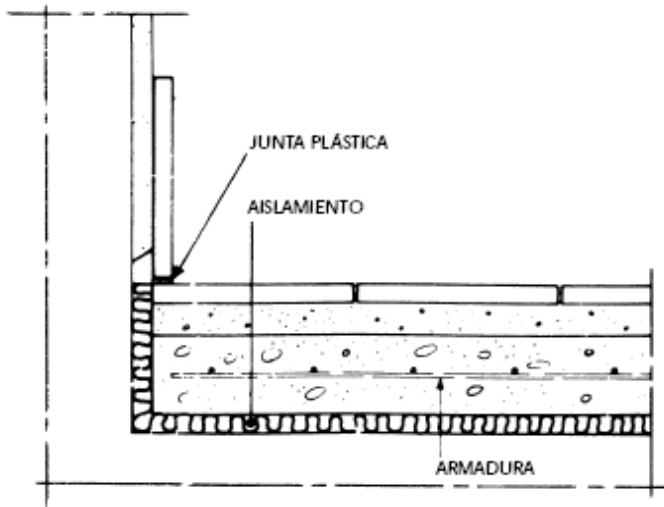


Veamos un procedimiento elemental para la realización práctica de los pavimentos flotantes:

- La superficie de la losa debe encontrarse seca y lisa, y los tabiques contruidos o, al menos, levantados hasta una altura de dos hileras.
- Los paneles de lanas minerales se colocan a tope, o, si es en dos capas, a cubrejuntas.

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

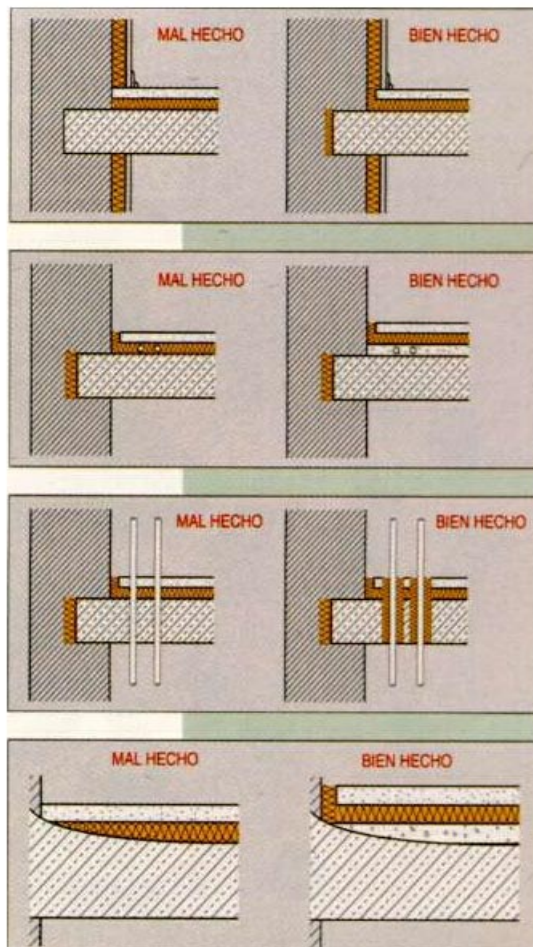
— Se protegen con un cartón bituminoso o una lámina de polietileno.



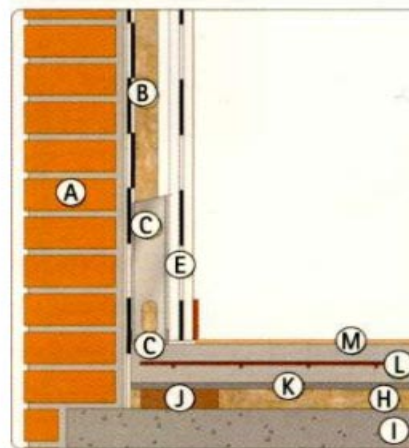
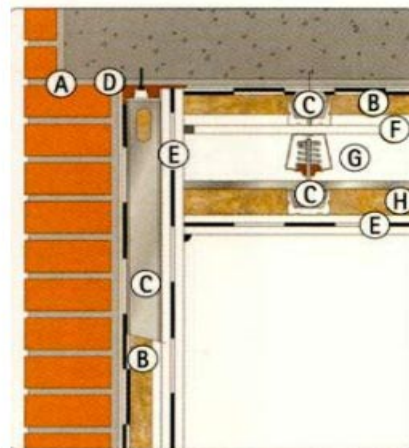
deja fraguar lentamente evitando la fisuración.

- Se aplica sobre el pavimento el acabado del piso de forma tradicional, y se coloca el zócalo dejando una junta elástica con el piso.

- Se construye la losa y se



Losa Flotante

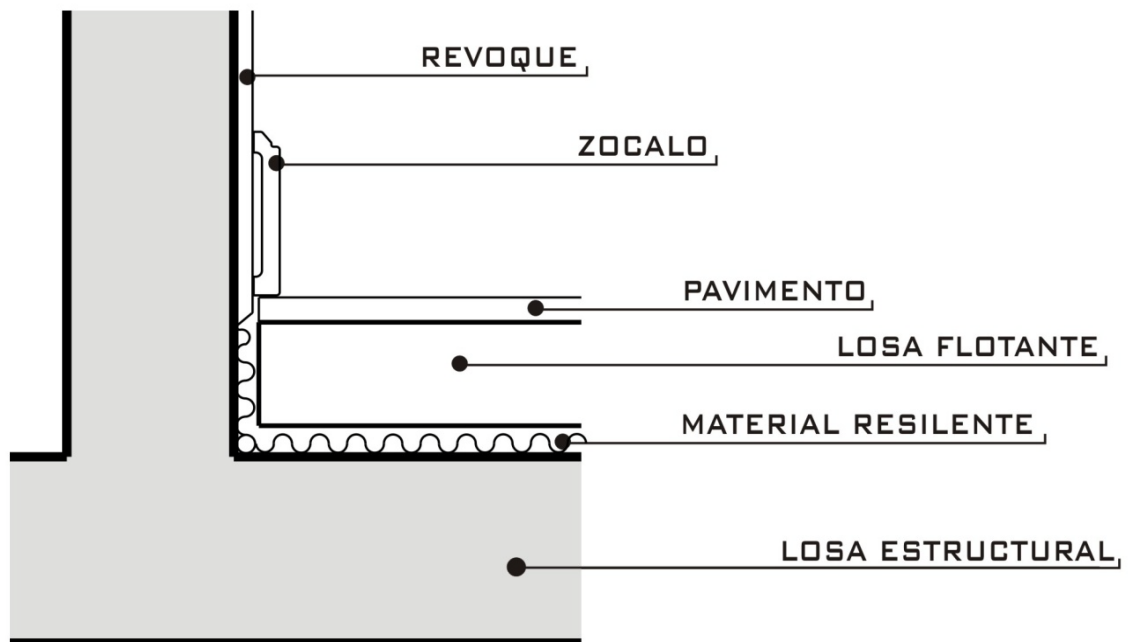


Discoteca

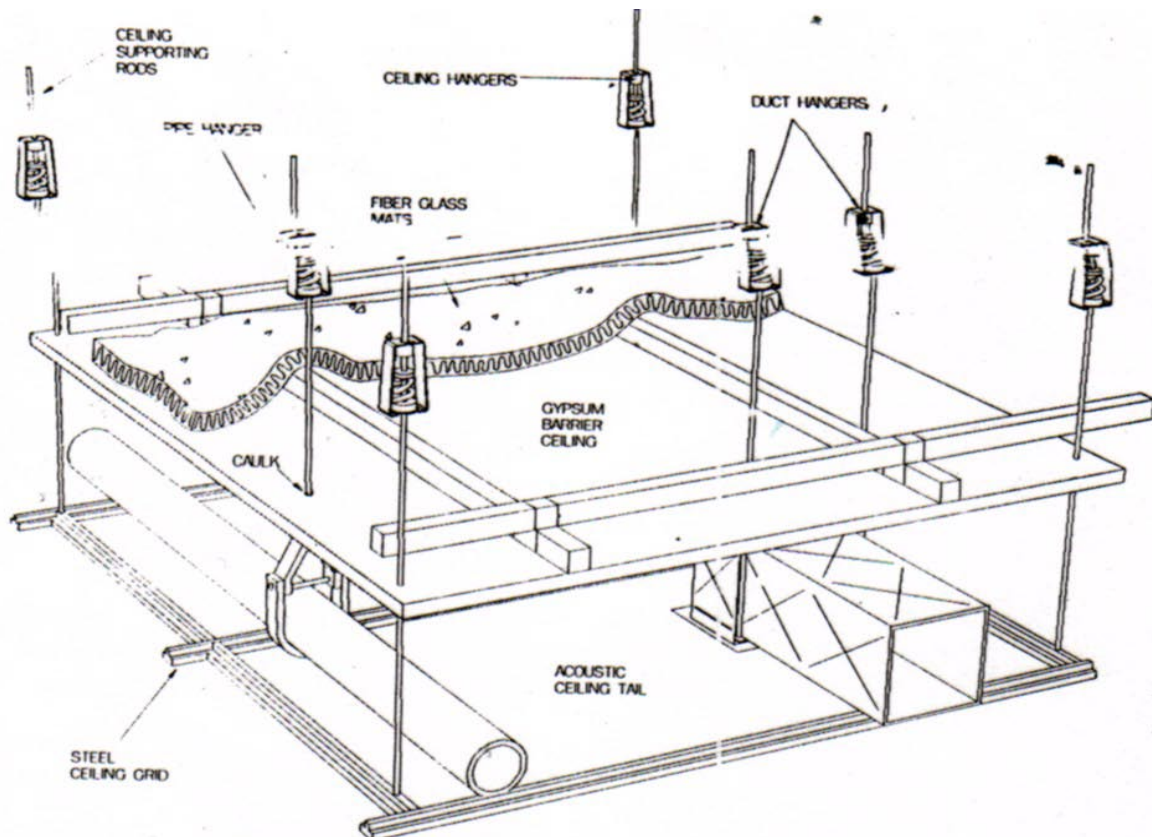
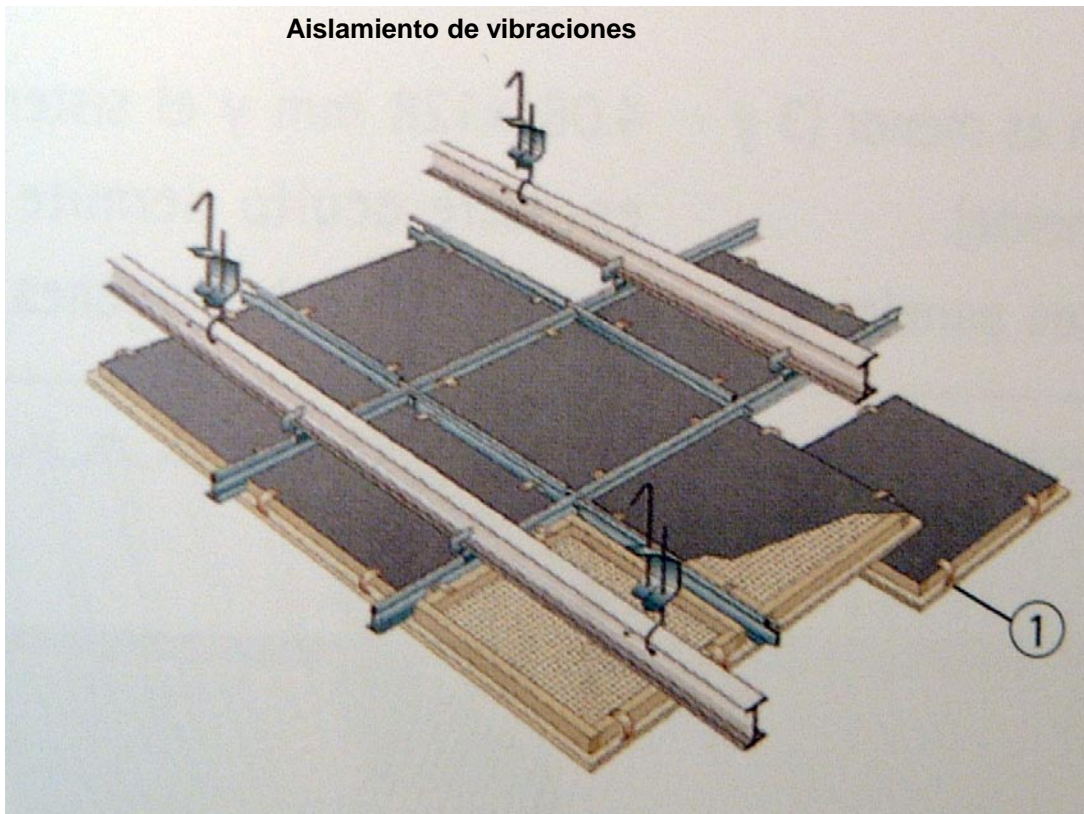
RECUBRIMIENTOS ELASTICOS DE PAVIMENTOS

- MEJORA EN EL AISLAMIENTO A RUIDOS DE IMPACTO

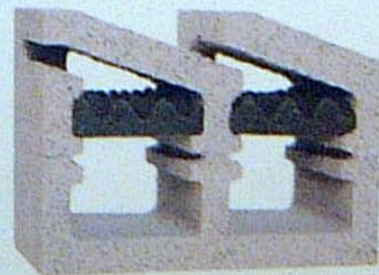
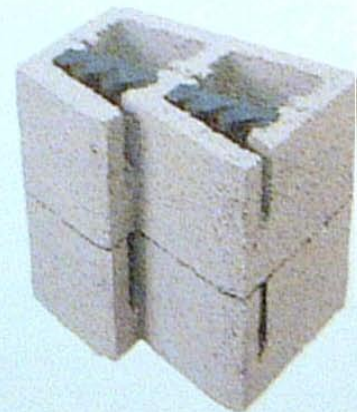
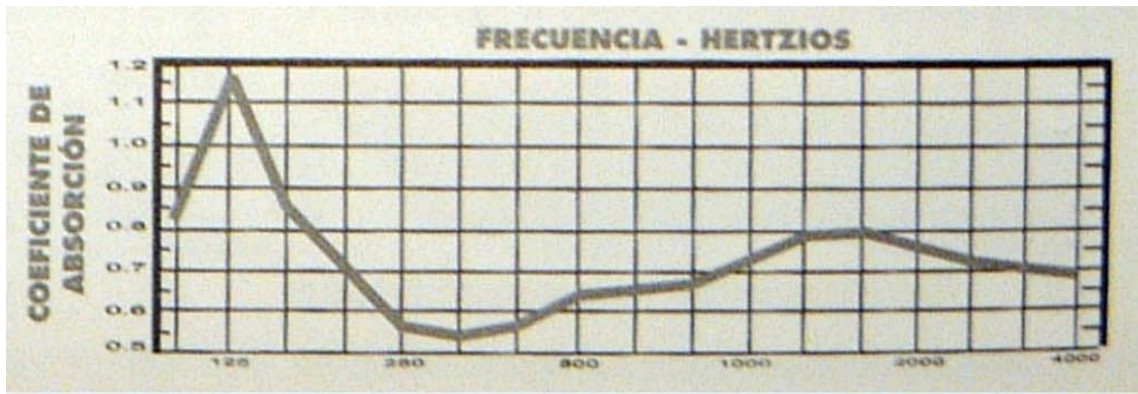
MATERIAL	AISLACION
VINILICO PEGADO	3 a 7 dB
VINILICO SOBRE FIELTRO FINO	15 dB
VINILICO SOBRE FIELTRO GRUESO	15 a 19 dB
ALFOMBRA FINA	18 a 22 dB
ALFOMBRA GRUESA	25 a 35 dB



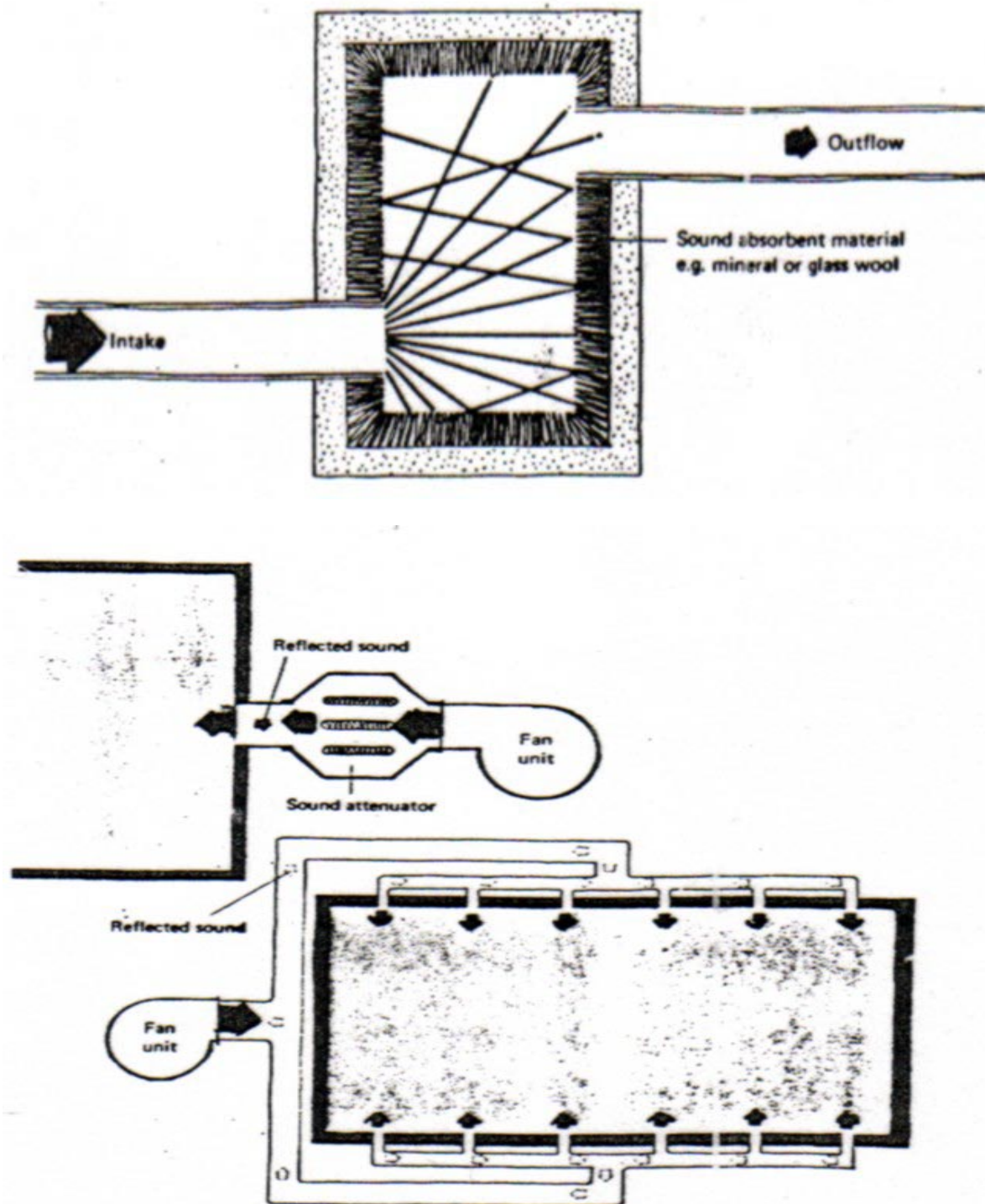
Aislamiento de vibraciones

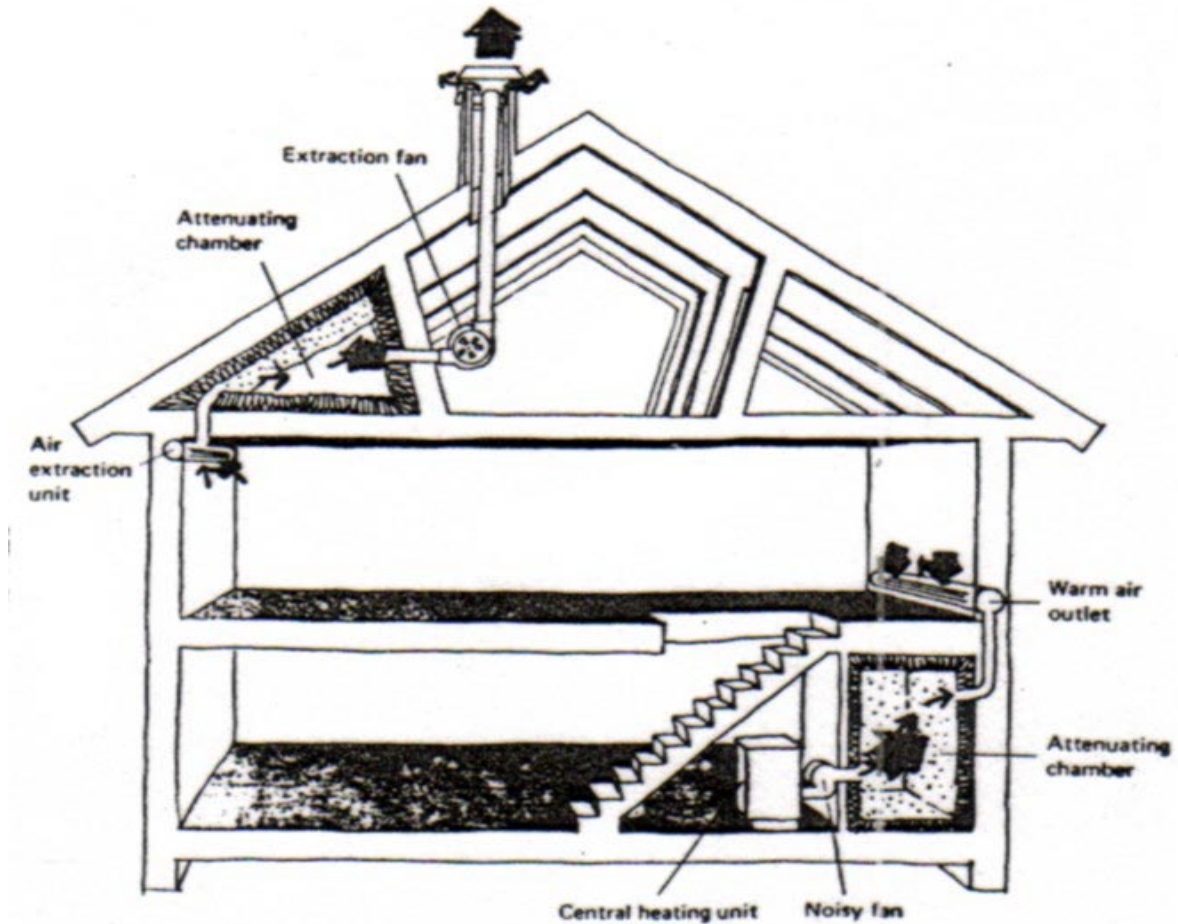


Control de ruidos interiores por absorción (grandes espacios)



Control de ruido transmitido por ductos de ventilación





- Beranek, Leo L.: "Acústica". Editorial Hispanoamericana S. A. Buenos Aires (Arg.), 1961.
- Beranek, Leo L.: "Concert Opera Halls: How they Sound". Acoustical Society of America. New York (USA), 1996.
- Everest, F. Alton: "The Master Handbook of Acoustics". McGraw-Hill. Blue Ridge Summit (USA) 1989.
- Knudsen, Vern O.; Harris, Cyril M.: "Acoustical Designing in Architecture". American Institute of Physics. 1978.
- Hakas, Jorge: "Proyecto de Memoria General Constructiva (parte Acond. Acústico)". Ministerio de Obras Publica y Transporte :: 2003

Apéndice 1

Normativa Acústica Nacional

La **Ley Nº 16112** (30/5/1990) crea el *Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOMA)*, entre cuyas funciones se encuentra controlar el cumplimiento de las disposiciones de protección del medio ambiente, entre ellas la relacionadas con el ruido y las vibraciones.

Un paso muy importante en la definición de una política a nivel nacional en materia de ruido lo constituye el proyecto de ley de protección contra la contaminación acústica. Luego de una larga discusión se resolvió que la ley no contuviera límites numéricos para el nivel sonoro, los cuales quedan para la reglamentación, respetando las particularidades socioculturales y geográficas de cada área.. Algunos aspectos de importancia que caen bajo la esfera del Poder Ejecutivo, a través del MVOMA, son los siguientes:

- a) La creación de un sistema Básico Estatal de Vigilancia de la Contaminación Acústica
- b) Establecer Planes de Reducción de la contaminación acústica en concordancia con acuerdos regionales
- c) Establecer técnicas de referencia para el muestreo, medida, análisis y evaluación de la contaminación acústica
- d) Establecer un sistema de incentivos (por ejemplo, fiscales) para promover la reducción de la contaminación acústica
- e) Incluir la prevención de la contaminación acústica en las políticas nacionales de gestión ambiental
- f) Fijar criterios sobre zonas de protección sonora

También se crea una Comisión Nacional de Contaminación Acústica, integrada por autoridades y representantes de diversos organismos, entre ellos, la Universidad de la República, con el fin de asesorar al poder ejecutivo. Finalmente, se introduce el *Sello Ruido*, en el cual conste el nivel de potencia sonora en dB (no se aclara si con ponderación A) para juguetes, aparatos electrodomésticos, motores, máquinas, automóviles, etc., tanto nacionales como importados.

Decreto Poder Ejecutivo 406/88 de 3 de junio de 1988

Este decreto reglamenta la ley 5032 de 21 de julio de 1914, sobre prevención de accidentes de trabajo.

En el capítulo III sobre riesgos físicos. Ruido, para evitar consecuencias del ruido sobre la salud de los trabajadores, establece que “deberán tomarse medidas adecuadas de prevención técnica – eliminación o reducción de ruido en su fuente de origen o control de propagación al medio ambiente o administrativas, en vista de reducir el factor ruido como agente causal de enfermedades y molestias.”

También establece la necesidad del “uso obligatorio de medio de protección personal auditiva cuando el nivel de intensidad sonora, en el puesto de trabajo considerado sea superior a 85 dBA y luego de haberse agotado las posibilidades anteriores o las mismas sean de muy difícil aplicación o ejecución debidamente demostrado ante la autoridad oficial competente.”

Esto significa que en el territorio uruguayo los trabajadores no pueden ser sometidos a niveles sonoros mayores a 85 dBA, y que se admite la protección personal como último recurso, luego de agotados todos los recursos de control del ruido, en la fuente o en el medio transmisor.

Legislación de Montevideo

Decretos N° 16081 y N° 17918

Estos decretos fueron emitidos por la ex Junta de Vecinos de Montevideo el 10/10/73 y el 29/9/76 y están referidos a los ruidos molestos en la vía pública o en lugares públicos o privados. Ambos decretos son muy similares, de modo que habría sido preferible que el segundo fuera presentado como una modificación del anterior. Analizaremos el segundo, dado que prevalece sobre el anterior, que queda derogado en todos los aspectos en los que haya diferencias.

El capítulo II toma en consideración los ruidos innecesarios, definidos como “los que pueden ser objeto de supresión total o de una modificación que los haga inofensivos.”

Entre éstos se prohíben las manifestaciones ruidosas, gritos, etc. a la entrada o salida de salas públicas o privadas, así como el funcionamiento de locales en

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

los que se lleven a cabo actividades ruidosas (reuniones sociales, uso de maquinarias, etc.) sin el adecuado aislamiento acústico. La propaganda con altavoces hacia el ambiente público está también sindicada como ruido innecesario, ya sea proveniente desde el interior de locales, desde el propio ambiente público, o de vehículos. Tampoco se permite la circulación de vehículos que provoquen ruidos molestos a causa de defectos, anormalidades, carga mal distribuida, carencia de silenciador de escape, o bocinas intensas (se establece una intensidad máxima de 100 dBA a 3 m delante del rodado).

También se considera dentro de este capítulo el funcionamiento de maquinarias, motores, etc., fijados rígidamente a la estructura (esta disposición específica figura en el decreto de 1973 como artículo 17, y no en el de 1976, pero como no se opone a éste no debería considerarse derogada).

El capítulo III se refiere a los ruidos excesivos. Son “aquéllos que afectan, al pasar ciertos límites, el bienestar y la tranquilidad de los habitantes de la ciudad”. En primer lugar se indican límites para los vehículos. La metodología de medición es esencialmente la versión antigua de la medición estática, a 7 m del vehículo detenido y a 1,20 m de altura, con una velocidad de giro del motor igual a 3/4 de la correspondiente a la potencia máxima. Los valores requeridos son los que se indican en la tabla.

Si bien no se indica explícitamente, las actividades realizadas en establecimientos industriales pasan a causar ruidos excesivos cuando no se satisfacen los criterios del Decreto 16556.

Decreto Nº 16556

Este decreto de la Junta de Vecinos de Montevideo (4/9/74) se refiere a las instalaciones mecánicas, fijas o móviles, para uso industrial, las instalaciones para la producción de vapor, y, en general las que puedan tornarse riesgosas para el usuario o el vecindario desde el punto de vista térmico, vibratorio o acústico. El artículo 5 establece las condiciones de instalación y los límites admisibles para diversos parámetros. El inciso d) establece las condiciones referidas a ruidos y vibraciones.

Los límites para el ruido se establecen en la tabla siguiente, que corresponde a las siguientes condiciones tipo: zona residencial, ruidos diurnos, verano, espectro continuo, duración del ruido no inferior a algunos segundos y personas afectadas sin exposición previa a ruidos como los a evaluar. El ruido se mide a 1 m de altura sobre el nivel de la calle, en el exterior y en las proximidades del lugar afectado, registrando los valores de vehículos que provoquen ruidos molestos a causa de defectos, anormalidades, carga mal

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

distribuida, carencia de silenciador de escape, o bocinas intensas (se establece una intensidad máxima de 100 dBA a 3 m delante del rodado).

También se considera dentro de este capítulo el funcionamiento de maquinarias, motores, etc., fijados rígidamente a la estructura (esta disposición específica figura en el decreto de 1973 como artículo 17, y no en el de 1976, pero como no se opone a éste no debería considerarse derogada).

El capítulo III se refiere a los ruidos excesivos. Son “aquéllos que afectan, al pasar ciertos límites, el bienestar y la tranquilidad de los habitantes de la ciudad”. En primer lugar se indican límites para los vehículos. La metodología de medición es esencialmente la versión antigua de la medición estática, a 7 m del vehículo detenido y a

1,20 m de altura, con una velocidad de giro del motor igual a 3/4 de la correspondiente a la potencia máxima. Los valores requeridos son los que se indican en la tabla.

Si bien no se indica explícitamente, las actividades realizadas en establecimientos industriales pasan a causar ruidos excesivos cuando no se satisfacen los criterios del Decreto 16556 analizado en la próxima sección.

Tabla 44. Niveles máximos admisibles para diversas categorías de vehículos según Decreto N° 17918 de Montevideo

Categoría	Nivel máximo [dBA]
Motocicletas	88
Automotores de menos de 3,5 ton	85
Automotores de 3,5 ton o más	92

Existe una Comisión Técnica Asesora integrada por delegados de la Intendencia Municipal, del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, del Ministerio de Salud Pública y del Ministerio de Industria y Energía, encargada de asesorar en temas relacionados con el ruido. (*Comentario: desconocemos si efectivamente si la comisión está integrada y si actúa*).

Decreto N° 16556

Este decreto de la Junta de Vecinos de Montevideo (4/9/74) se refiere a las instalaciones mecánicas, fijas o móviles, para uso industrial, las instalaciones para la producción de vapor, y, en general las que puedan tornarse riesgosas para el usuario o el vecindario desde el punto de vista térmico, vibratorio o acústico. El artículo 5 establece las condiciones de instalación y los límites

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

admisibles para diversos parámetros. El inciso d) establece las condiciones referidas a ruidos y vibraciones.

Los límites para el ruido se establecen en la tabla siguiente, que corresponde a las siguientes condiciones tipo: zona residencial, ruidos diurnos, verano, espectro continuo, duración del ruido no inferior a algunos segundos y personas afectadas sin exposición previa a ruidos como los a evaluar. El ruido se mide a 1 m de altura sobre el nivel de la calle, en el exterior y en las proximidades del lugar afectado, registrando los valores máximos alcanzados.

Tabla 45. Máximo nivel de presión sonora admisible en las condiciones tipo (zona residencial, ruidos diurnos, verano, espectro continuo, duración no inferior a algunos segundos, afectados sin exposición previa) según Decreto N° 16556.

f [Hz]	Máximo nivel de presión sonora admisible [dB]
75	67
150	58
300	52
600	46
1200	42
2400	40
4800	37
Promedio	50

La utilización de valores de frecuencia no normalizados puede causar dificultades cuando las mediciones se realizan con instrumentos normalizados, ya que se requiere efectuar interpolaciones. Los valores consignados corresponden aproximadamente al contorno NR 42. Teniendo en cuenta que una ventana abierta puede atenuar aprox. unos 10 dB, se consigue un ambiente sonoro compatible con usos residenciales.

El valor promedio consignado de 50 dB corresponde sólo aproximadamente a la ponderación A.1

Cuando las condiciones no son las tipo, se introducen correcciones, que se consignan las dos tablas que siguen (46 y 47).

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

Tabla 46. Correcciones por zona (ruido de fondo), por funcionamiento nocturno (21:00 a 7:00), por periodo estacional (invierno) y por exposición previa. Los valores, expresados en dB, se suman con su signo a los de la tabla anterior (según Decreto N° 16556).

f [Hz]	Clasificación de la zona según ruido de fondo				Noche	Invierno	Exposición previa
	Suburbana muy silenciosa	Suburbana	Urbana cerca de alguna industria	Industrial			
75	-11	-5	5	10	-5	5	5
150	-11	-6	6	11	-6	6	6
300	-10	-6	6	11	-6	6	6
600	-10	-6	6	11	-6	6	6
1200	-10	-5	7	12	-5	5	5
2400	-10	-5	7	12	-5	5	5
4800	-10	-5	7	13	-6	6	5
Prom.	-10	-5	6	11	-6	6	6

1 El valor con dos cifras decimales exactas es 51,35 dBA.

Tabla 47. Correcciones por carácter repetitivo (fracción del tiempo total), por carácter tonal, y por carácter impulsivo. Los valores, expresados en dB, se suman con su signo a los de la primera tabla (Decreto N° 16556).

f [Hz]	Carácter repetitivo en % respecto a una jornada de 8 h						Carácter del ruido	
	0,028	0,1	0,4	1,7	6,5	25	Tonal	Impulsivo
75	25	22	18	15	10	5	-5	-5
150	31	25	21	17	12	6	-6	-6
300	31	25	21	17	12	6	-6	-6
600	34	28	23	17	12	6	-6	-6
1200	35	28	23	17	12	5	-5	-5
2400	36	30	24	17	12	5	-5	-5
4800	37	31	24	18	12	6	-6	-6
Prom.	33	27	22	17	12	6	-6	-6

La corrección por ruido de fondo, que se asocia al tipo de zona, tiene en cuenta el efecto de enmascaramiento parcial del ruido de fondo sobre el ruido a evaluar. La corrección por horario nocturno penaliza los ruidos producidos en horario de descanso. En invierno las ventanas están en general cerradas, agregando un elemento de protección acústica que permite una mayor emisión. La corrección por exposición previa tiene en cuenta el hecho de que, a igualdad de las otras condiciones, un ruido nuevo es más molesto que uno al cual se está acostumbrado. La corrección por "carácter repetitivo" en realidad corresponde a la fracción del tiempo ocupado por el ruido. Por último, las

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

correcciones por carácter tonal e impulsivo son las habituales para este tipo de ruidos.

Por ejemplo, en una vivienda que no ha sufrido exposición previa a este tipo de ruido, ubicada en una zona suburbana silenciosa, en invierno, de noche, si se aplica un ruido de carácter tonal durante un 10% del tiempo, el límite tolerado a 1200 Hz es:

$L_{p,1200}$, máx = 35 dB.

Para calcular la corrección por porcentaje del tiempo, fue necesario recurrir a una interpolación entre los porcentajes 6,5% y 25%.

Este decreto también se refiere a las vibraciones, estableciéndose límites en términos de la amplitud de las vibraciones en lugar de su aceleración. Esto implica una dificultad en la medición, ya que la mayoría de los medidores de vibraciones proporciona valores de aceleración. Por otra parte, no se dan precisiones respecto a las condiciones de medición. Los “puntos críticos inmediatos al local de trabajo” pueden interpretarse como aquellos puntos de un edificio adyacente en los que las vibraciones sean máximas o en los que el uso del ambiente receptor sea especialmente sensible a las vibraciones.

Los valores se indican en la tabla 48.

Tabla 48. Niveles tolerables de vibraciones referidos a los puntos críticos inmediatos al local de trabajo según Decreto N° 16556.

f [Hz]	Amplitud [mm]
< 10	0,025
10 a 20	0,020
20 a 30	0,015
30 a 40	0,010
> 40	0,005

Decreto N° 17918

Este decreto establece limitaciones a la transmisión de ruidos a terceros. Al amparo de este Decreto, el Servicio de Instalaciones Mecánicas y Eléctricas (SIME) elaboró la **circular 20/10/98** donde se establece límites de inmisión dentro de viviendas a $L_p=45$ dB(A) diurno y $L_p=39$ dB(A) nocturno y una posible corrección por ruido de fondo. El ruido de fondo se lo define, y se lo mide como LN90 en lapsos no inferiores a 15 minutos.

Decreto N° 23845

Este decreto fue aprobado por la Junta Departamental de Montevideo el 17/11/87 y abarca especialmente los ruidos provenientes de bailes y espectáculos públicos.

CONTROL DE RUIDO 2 (Recursos Técnicos)

Artículo 1: "Todos los ruidos que se transmitan a las viviendas y construcciones vecinas con motivo de la realización de bailes y espectáculos públicos o reuniones afines estarán limitados de acuerdo a lo establecido en el art. 5º inciso d) del Decreto N° 16556."

Este artículo extiende a una fuente no industrial los límites originalmente establecidos para instalaciones mecánicas. El artículo 2 admite, en los casos en que exista una clara finalidad o interés social (podría ser, por ejemplo, un festejo popular), niveles superiores aunque en ningún caso mayores de 56 dBA. Debe tenerse en cuenta en estos casos la frecuencia, horario, día de la semana y coincidencia con periodos de fiestas tradicionales de los bailes.

Artículo D.3366. (muy importante)

La estructura, los entresijos y cubiertas de los edificios colectivos, deberán construirse con material incombustible. No será obligatorio lo dispuesto en el inciso anterior cuando se trate de viviendas apareadas de hasta dos niveles siempre que entre las mismas se realice un muro divisorio que alcance como mínimo una altura de 50 cm., por encima del nivel del techo, ajustándose a lo establecido en el apartado A) de este Artículo.

Todas las instalaciones mecánicas del edificio, que puedan producir ruidos molestos a los ocupantes del mismo, deberán ser distribuidos de manera que queden aisladas de las habitaciones y protegidas de la propagación de los ruidos.

Los diversos apartamentos o unidades habitacionales de estos edificios, deberán aislarse entre sí de la siguiente manera:

A) Por muros divisorios de 20 cm de espesor mínimo, contruídos con piezas cerámicas, del tipo "rejillón" u otras, en que la proporción de huecos no sobrepase el 20% del volumen.

Se incluyen otros materiales que montados en obra, con todas las instalaciones accesorias de práctica (canalizaciones eléctricas, etc.) incluidas, resulte en aislación acústica igual o superior (en distribución espectral) entre 100 Hz. y 4.000 Hz., en banda de octava.

B) Por entresijos macizos de 20 cm. de espesor mínimo o que aseguren una aislación acústica de 45 decibeles con el empleo de materiales aislantes especiales, autorizados por la Intendencia Municipal de Montevideo.

Podrán utilizarse otros materiales si alcanzan similares condiciones a las exigidas en "A".

Comentario: No queda del todo claro a qué se refiere precisamente con una aislación acústica de 45 dB, particularmente porque no se hace referencia ninguna al ruido de impacto, que es una de las cuestiones que revisten

importancia en los divisorios horizontales. Por otra parte, suponiendo que se refiera al ruido aéreo, no está explícito si se trata de la pérdida de transmisión (o índice de reducción acústica, R_w), es decir de las propiedades de los materiales utilizados, o de la pérdida por inserción, es decir el resultado obtenido teniendo en cuenta las restantes condiciones acústicas del espacio receptor (ver capítulo sobre Acústica de Recintos).

Artículo D.3366.1

Para la construcción de muros divisorios interiores entre las distintas unidades que integran edificios colectivos, podrá utilizarse un sistema de tabiques constituidos por paneles de yeso, siempre que a juicio de la Intendencia Municipal de Montevideo no se afecte la estabilidad y seguridad del edificio y se cumplan las condiciones siguientes:

1. Que se trate de divisorias sin función estructural para la separación de locales interiores, construidas con materiales incombustibles.
2. Que se asegure la unión entre el tabique y los cerramientos horizontales y que la resistencia de la placa sea tal, que una bola de acero de 50 mm de diámetro al caer de una altura de 50 centímetros, no deje huella de diámetro superior a 2 centímetros, ni que atraviese el panel al caer desde una altura de 2 metros. El mismo deberá resistir en cualquier punto de la superficie una fuerza normal de arranque o penetración de 100 kilogramos.
3. Cuando se trate de separación entre unidades, el tabique deberá contar con una placa de yeso en el eje separativo; el espesor total de los tabiques con cámara de aire estanca, tendrá un mínimo de 23 centímetros. Cuando la cámara se rellene con material aislante dicho espesor podrá disminuirse hasta un mínimo de 20 centímetros. En todos los casos las placas deberán tener un espesor mínimo de 75 milímetros.
4. Para la separación entre unidad individual y áreas comunes el espesor total de los tabiques con cámara de aire estanca, tendrá un mínimo de 15 centímetros, el que podrá disminuirse a 13 centímetros cuando la cámara se rellene de material aislante, en todos los casos las placas utilizadas deberán tener un espesor mínimo de 60 milímetros.
5. Los encuentros con los cerramientos horizontales, inferior y superior, así como con cerramientos verticales de otra tecnología, o con elementos estructurales deberán contar con sellado adecuado que asegure una correcta estanqueidad y aislación.
6. En la colocación de las placas paralelas el montaje deberá realizarse de modo que no exista continuidad entre las juntas.

7. Los sistemas constructivos específicos, incluyendo los respectivos detalles constructivos y procedimientos de montaje, deberán ser autorizados por la Intendencia Municipal de Montevideo ajustados a las condiciones establecidas en esta norma, en forma previa a su utilización.

Deberá dejarse expresa constancia en la resolución de habilitación extendida por el Servicio competente, que la obra fue realizada al amparo del sistema especial de divisorias interiores de yeso entre unidades de acuerdo al régimen de esta Sección. La misma constancia deberá dejarse en el respectivo plano de mensura y fraccionamiento, cuando se trate de propiedad horizontal además del número del correspondiente permiso de construcción y fecha de su habilitación.

8. Los propietarios responsables de la ejecución de obras por el sistema referido, deberán proporcionar a los ocupantes, en oportunidad de entrega de la unidad, un "Manual de Uso y Mantenimiento" confeccionado por la firma responsable de la fabricación de este sistema de paneles, en el que se especifiquen los cuidados necesarios para su correcta utilización, incluyendo las cargas máximas a que podrá ser sometido y el mantenimiento necesario por parte de los usuarios. Un ejemplar de dicho manual de Uso y Mantenimiento deberá ser presentado ante la intendencia, conjuntamente con la solicitud de inspección final de habilitación del inmueble.

Artículo D.3367.

El cumplimiento de lo exigido en los artículos D. 3366 y D. 3366.1 se acreditará mediante declaración jurada suscrita por el arquitecto o ingeniero director de la obra, la que deberá constar tanto en los planos como en la memoria descriptiva. En caso de verificarse que tal declaración no se ajusta a la realidad, el profesional que la suscribe será penado, con una suspensión ante las oficinas municipales, que lo inhabilitará para cumplir cualquier tipo de gestión por un plazo de dos años.

Asimismo la empresa constructora interviniente en las obras será penada con una suspensión que la inhabilitará para contratar obras con el Municipio por un plazo de dos años. Sin perjuicio de la responsabilidad civil en que ambos puedan incurrir se les aplicarán multas que podrán alcanzar el máximo previsto en el Régimen Punitivo Municipal. De dichas sanciones se dará amplia difusión por la prensa y se comunicará además a la Sociedad de Arquitectos del Uruguay y a la Cámara de la Construcción.