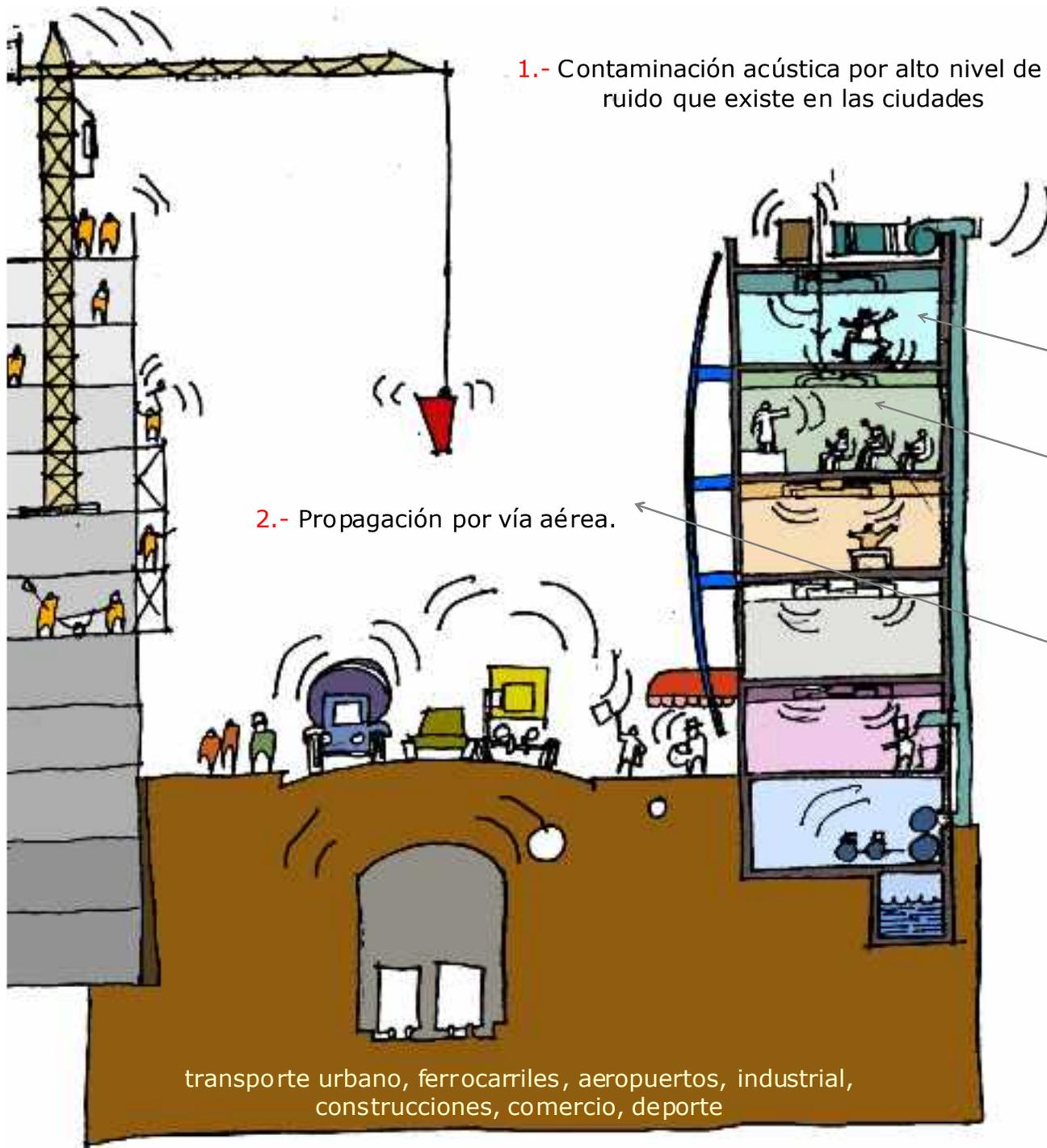


# comodidad acústica





1.- Contaminación acústica por alto nivel de ruido que existe en las ciudades

2.- Propagación por vía aérea.

3.- Propagación por sonido por impacto

4.- Acondicionamiento para un buen escuchar: confort acústico. Protección del ruido exterior e interior,

5.- Impacto de la onda sonora sobre la fachada: sonido reflejado (absorberlo), sonido transmitido (aislarlo) y sonido propagado (amortiguarlo)

6.- Legislación, limitar los niveles de ruido, exigencias o estándares de aislación.

transporte urbano, ferrocarriles, aeropuertos, industrial, construcciones, comercio, deporte

# SONIDO

Forma de energía producida por la vibración de las moléculas de un cuerpo a determinada intensidad, creando zonas de depresión y sobrepresión que afectan al aire o a cualquier otro medio material convirtiéndolo en un medio propagador.



Para que el sonido se propague necesita un medio material y rigidez.  
La onda acústica tiene su origen en las vibraciones mecánicas de las moléculas de un medio cualquiera, sólido, líquido o gaseoso y su velocidad es mayor mientras mas denso sea el medio.

## FRECUENCIA (F)

Cantidad de ciclos de presión y descompresión que se dan en un tiempo determinado. (ciclos/seg). La frecuencia de un sonido determina su grado de agudez o gravedad.

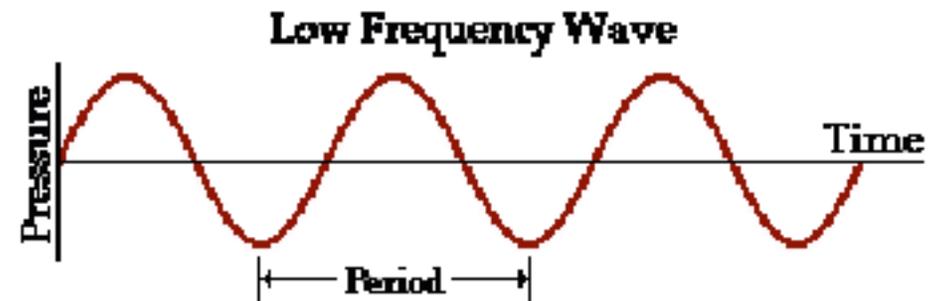
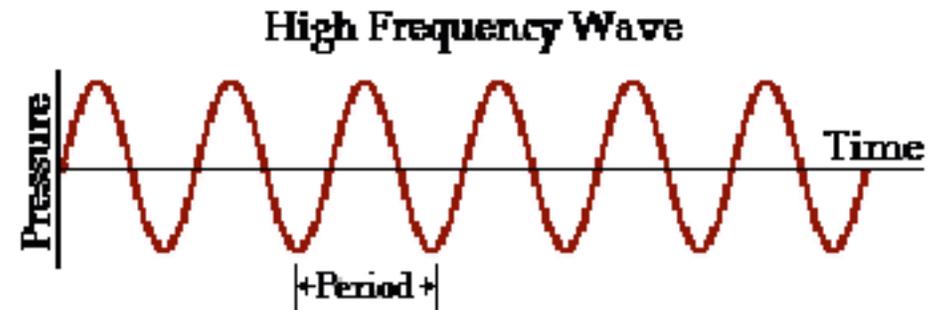
Rango audible: 16 a 30.000 hz.

## LONGITUD DE ONDA

Es la distancia medida en metros recorrida por el sonido durante un ciclo en función de su velocidad. Los sonidos de baja frecuencia tienen una alta longitud de onda.

Frecuencia 16 Hz = 2.125 cms L

Frecuencia 2.000 Hz = 17 cms L

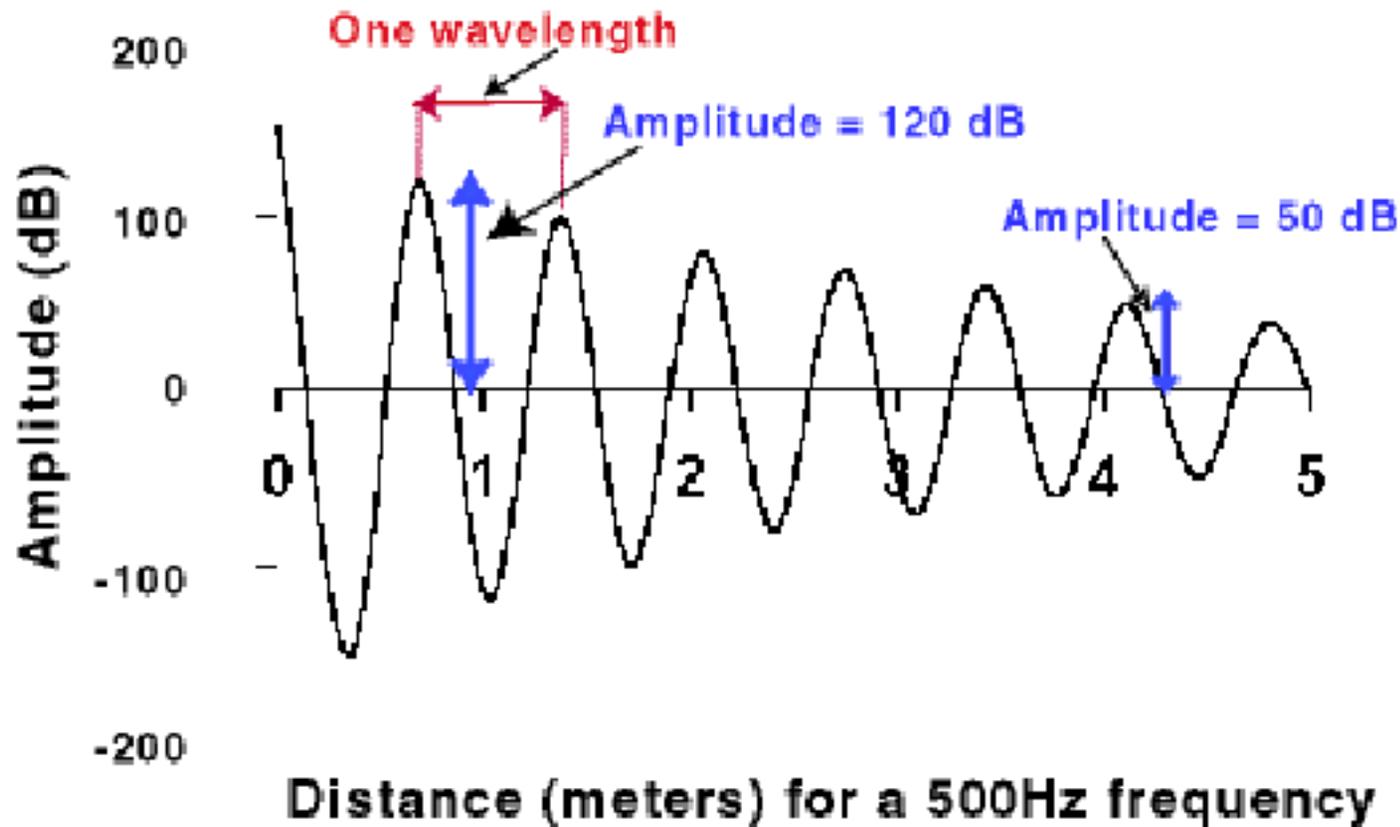


## INTENSIDAD DE UNA ONDA SONORA

Cantidad de energía que una onda sonora transmite cada segundo a través de un área unitaria perpendicular a su dirección ( $\text{W}/\text{m}^2$ ). Depende de su frecuencia y amplitud.

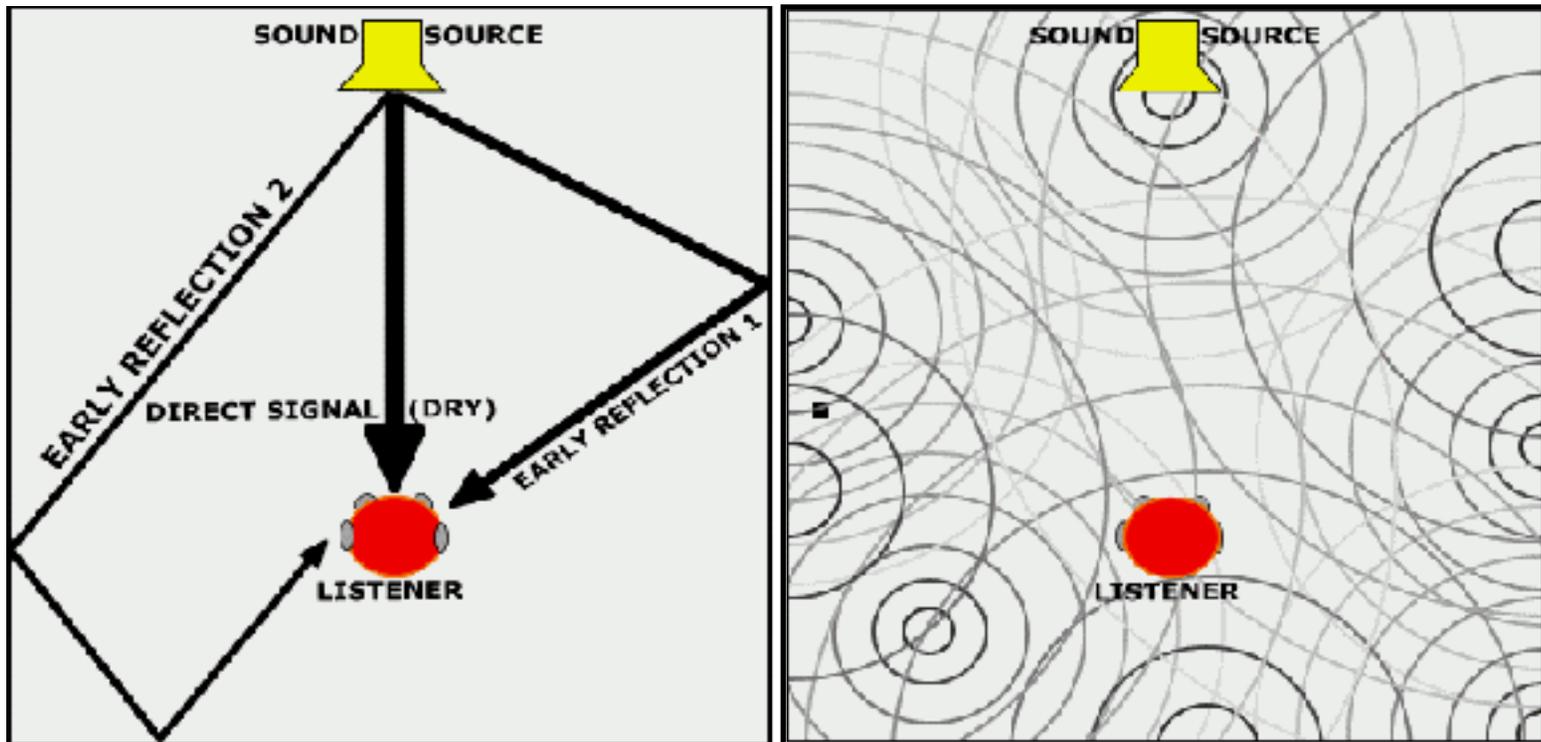
## AMPLITUD

Expresión gráfica de la intensidad. Los sonidos de mayor frecuencia requieren más energía para una misma intensidad. La amplitud es la característica de las ondas sonoras que percibimos como volumen.



## REVERBERACIÓN

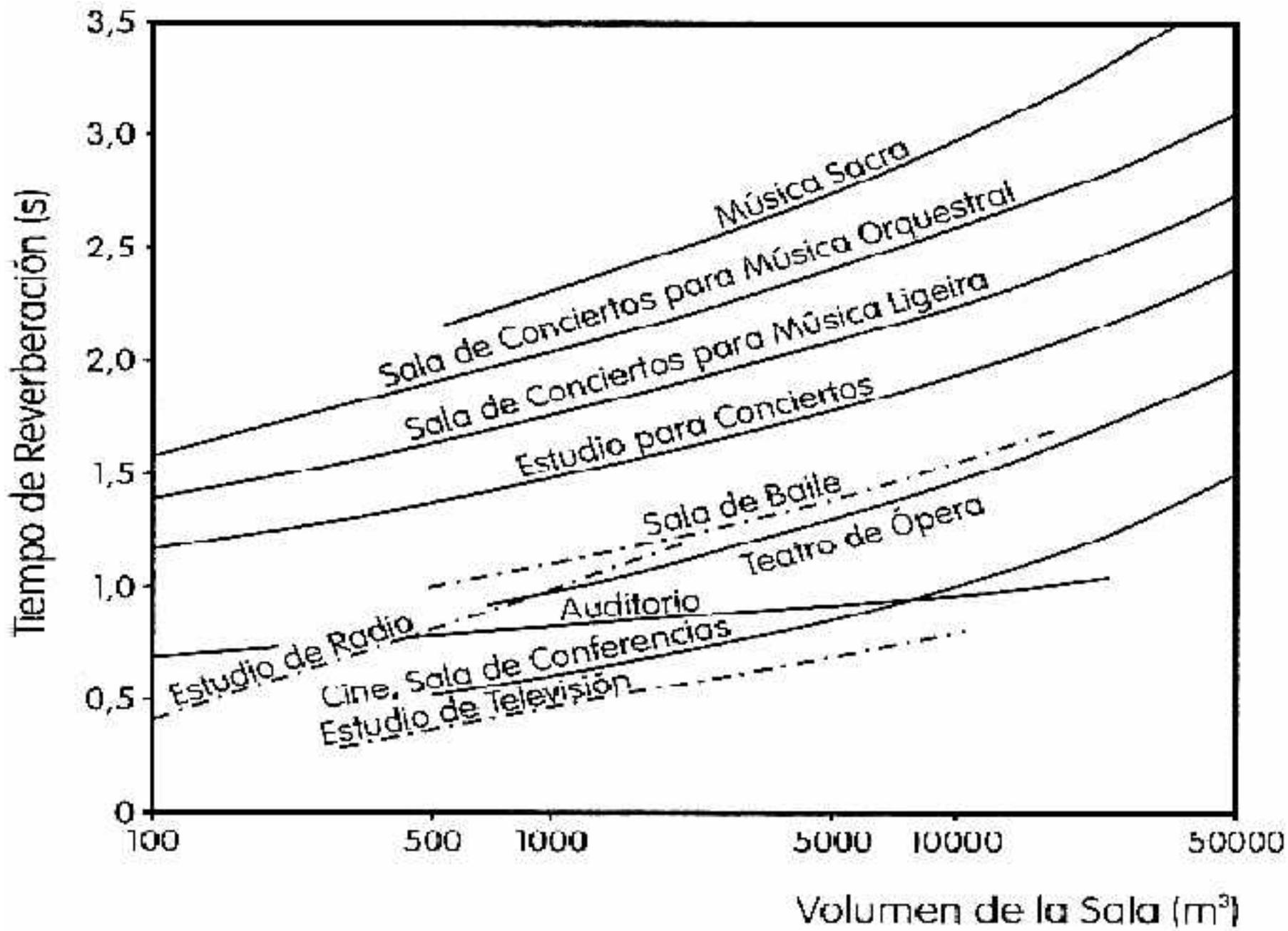
Reflexión múltiple, propia de recintos generalmente interiores, produce la distribución del sonido en un recinto y una prolongación en la duración de éste hasta disiparse. Cuando el recinto tiene mucha absorción en sus paramentos, este fenómeno se minimiza perjudicando la distribución (sala sorda), y cuando tiene mucha reflexión, los sonidos se prolongan demasiado, estorbándose y perjudicando su Inteligibilidad (sala sobre reverberante o con superposición confusa del sonido), pudiendo llegarse a 300 y 400 reflexiones antes de extinguirse.

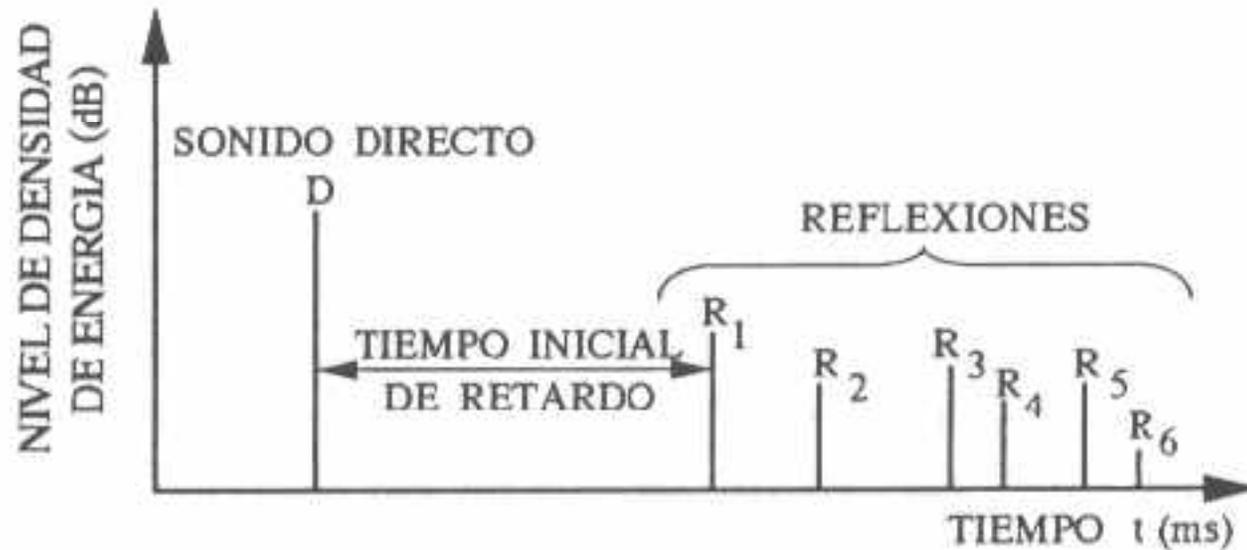
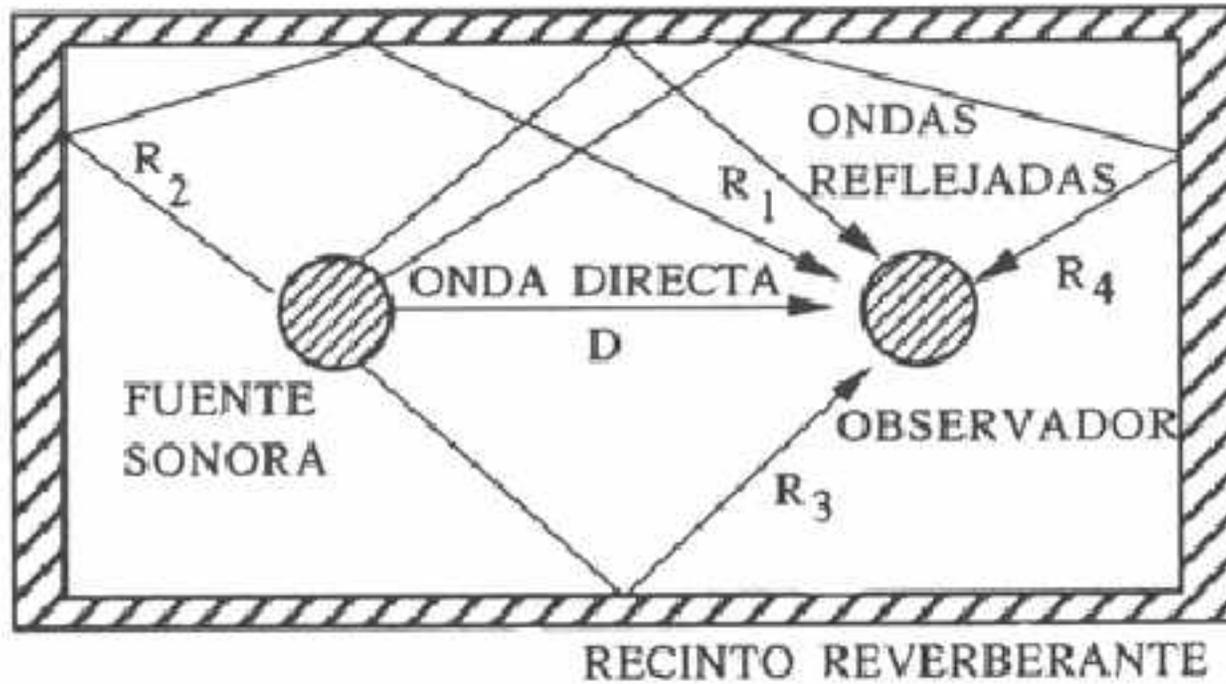


## TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Tiempo que demora un sonido fuerte en propagarse por una sala antes de extinguirse. Los tiempos de reverberación cortos realzan la claridad del sonido. Los tiempos más largos subrayan la vivacidad.

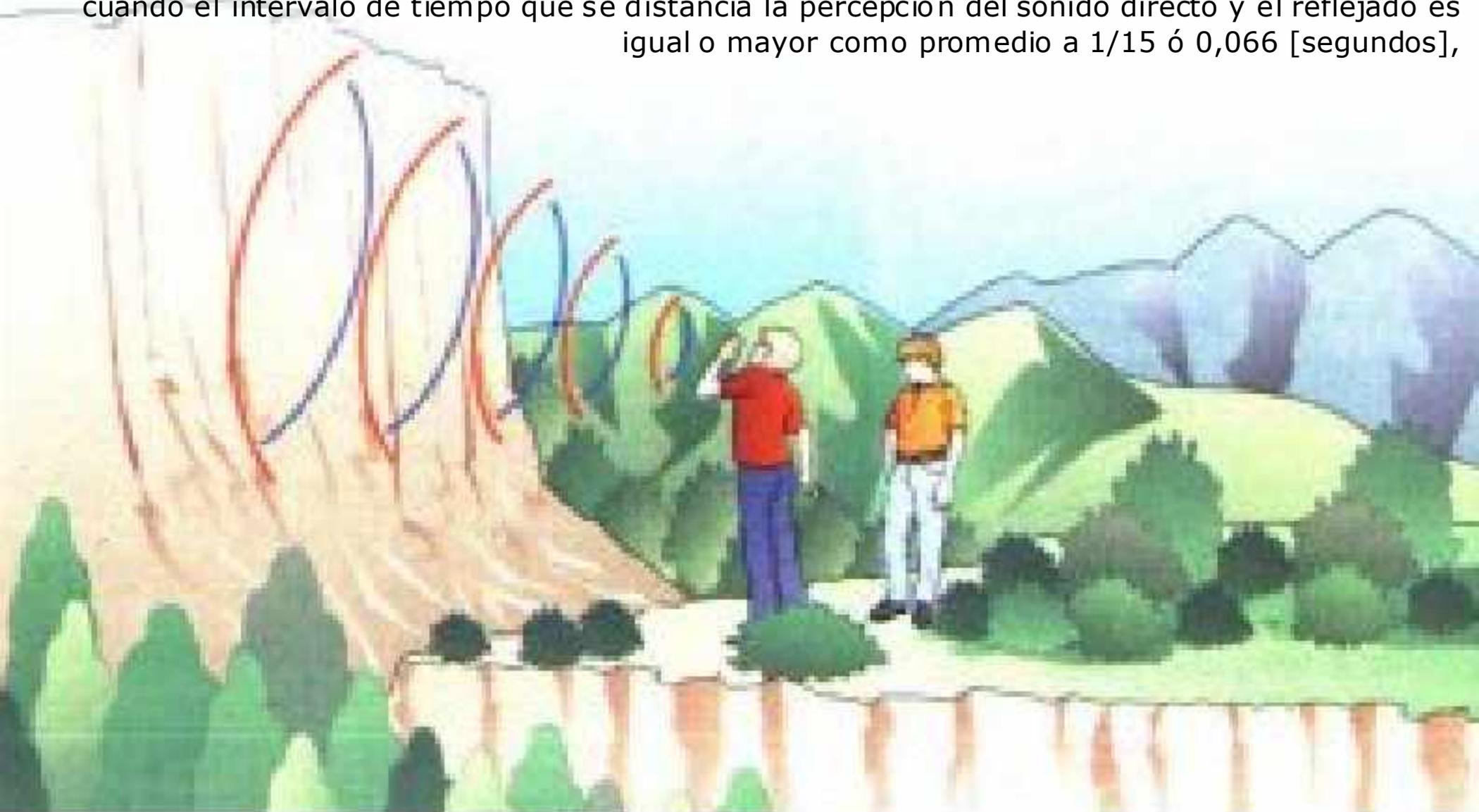
De 1 a 1,5 segundo para la voz. De 2,5 a 2 segundos para la música.





Es una única reflexión que produce sensación de duplicidad del sonido por focalización del sonido reflejado. Se produce bajo condiciones especiales de envolvente y distancia.

El eco ocurre generalmente en paramentos lisos y curvos por focalización del sonido reflejado cuando el intervalo de tiempo que se distancia la percepción del sonido directo y el reflejado es igual o mayor como promedio a  $1/15$  ó  $0,066$  [segundos],



## **RESONANCIA**

La propagación del sonido no es igual para cada sonido ya que depende de la frecuencia del sonido. La masa controla reduciendo mejor las frecuencias altas que las bajas. La elasticidad controla mejor reduciendo las frecuencias bajas que las altas. Hay frecuencias que en ambos factores se compensan quedando el elemento sin control y en condiciones de vibrar con gran amplitud siendo inaplicable para esa frecuencia la ley de masas.

## **LEY DE MASAS**

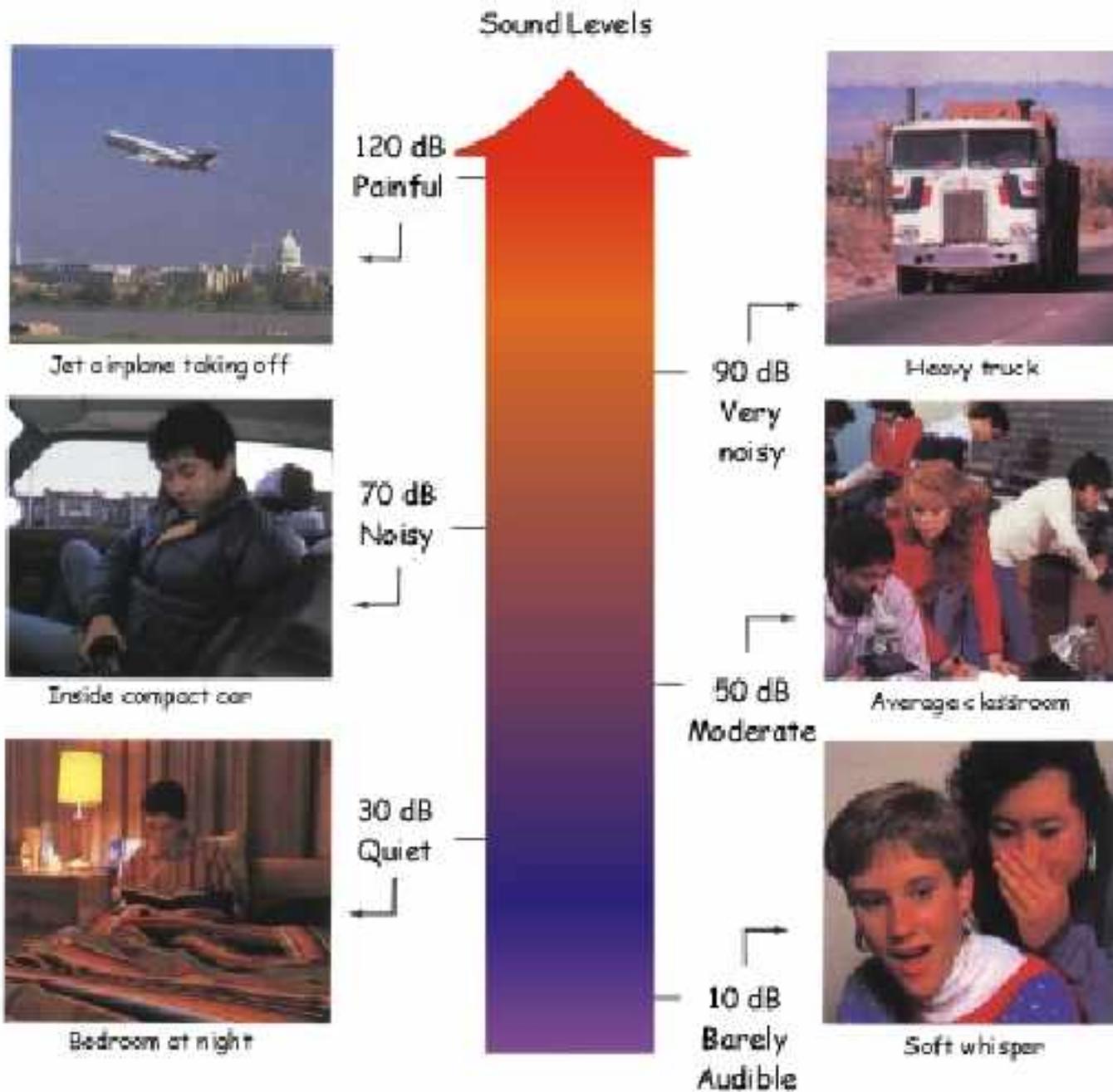
Los materiales más densos tienen más capacidad para transformar por fricción interna el sonido absorbido en calor (mientras más pesados menos vibran) y por lo tanto habrá más aislamiento del sonido o reducción.

## **EFEECTO DE ELASTICIDAD**

Mientras más elasticidad posea un material más reductor será y viceversa. El efecto de rigidez es inverso al de masa ya que mientras más rígido más vibra y mientras más denso más lenta es su vibración.

# dB

Las ondas de presión que provoca el sonido se miden en una escala logarítmica cuya unidad es el **Decibelio** (dB). Una diferencia de 6 dB representa la duplicación de la intensidad.



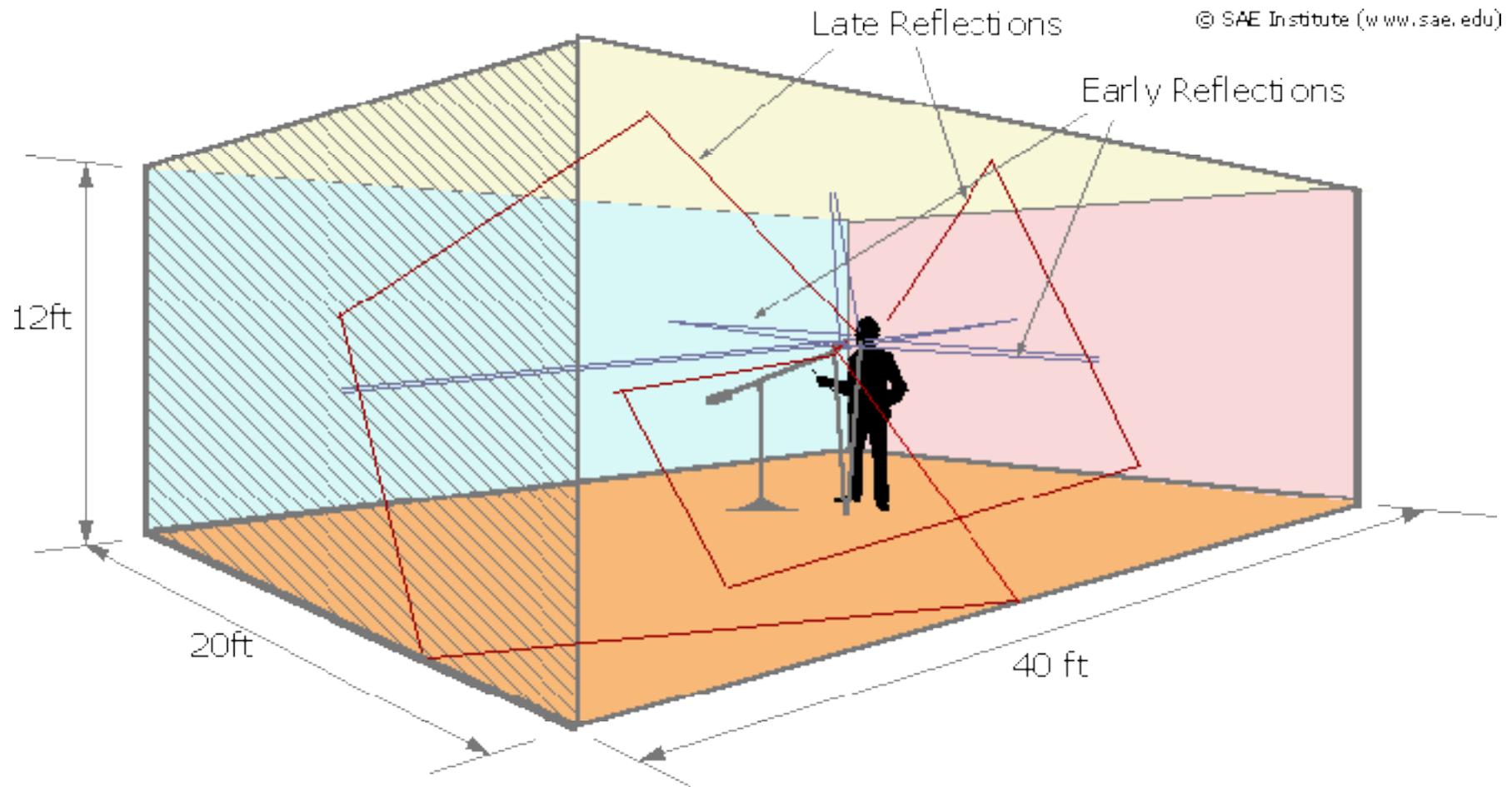
Decibel scale showing the intensity level of some familiar sounds.

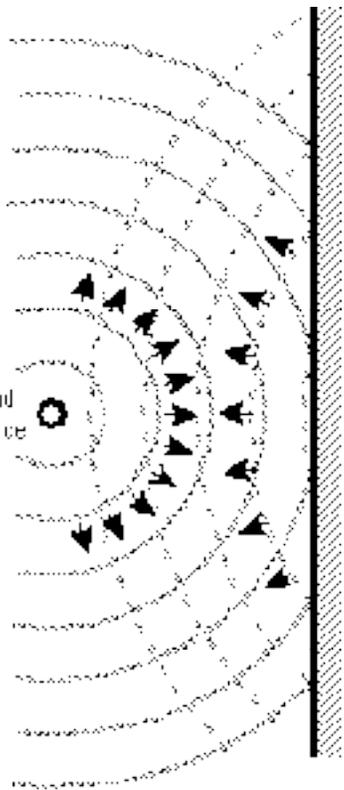




# REFLEXIÓN

Cambio de dirección de una onda en su mismo medio de propagación. Los materiales duros reflejan.





## REFLEXIÓN ESPECULAR REGULAR

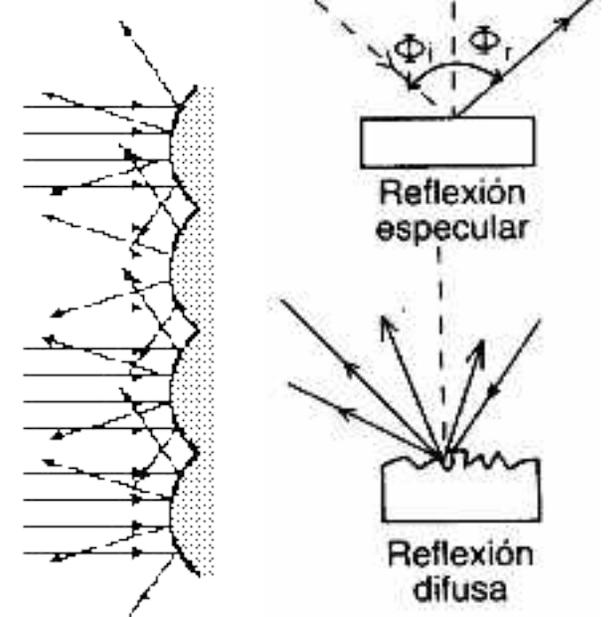
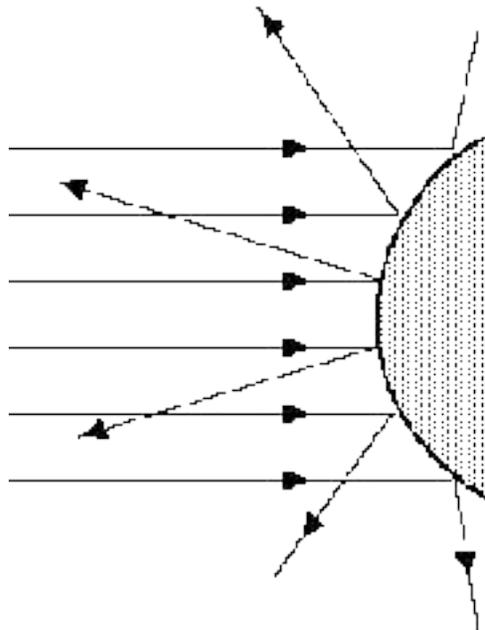
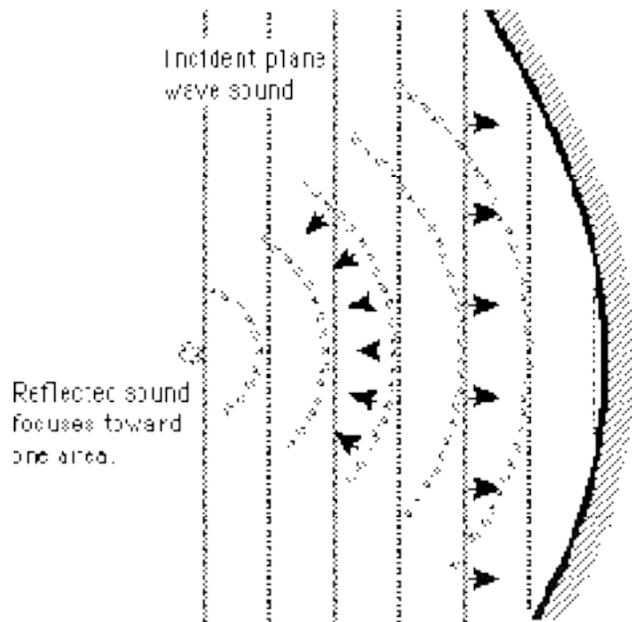
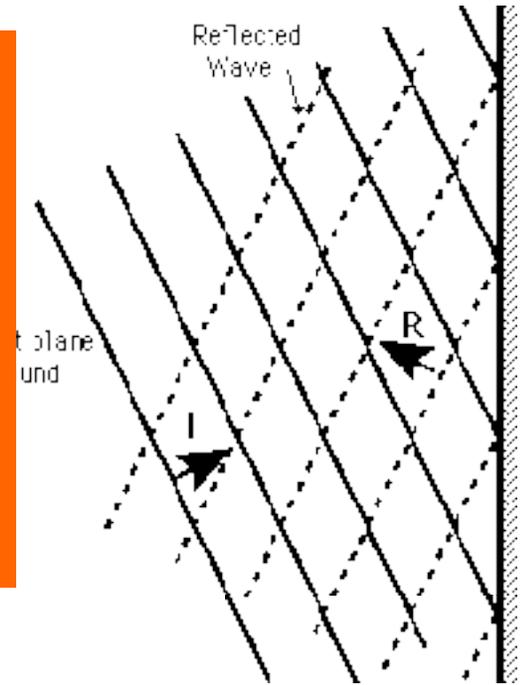
Sobre materiales lisos y planos se produce equivalencia entre el anulo de incidencia y el de reflexión según un plano normal a su superficie.

## REFLEXIÓN ESPECULAR DIFERIDA

Cuando la superficie es lisa pero curva, cóncava o convexa.

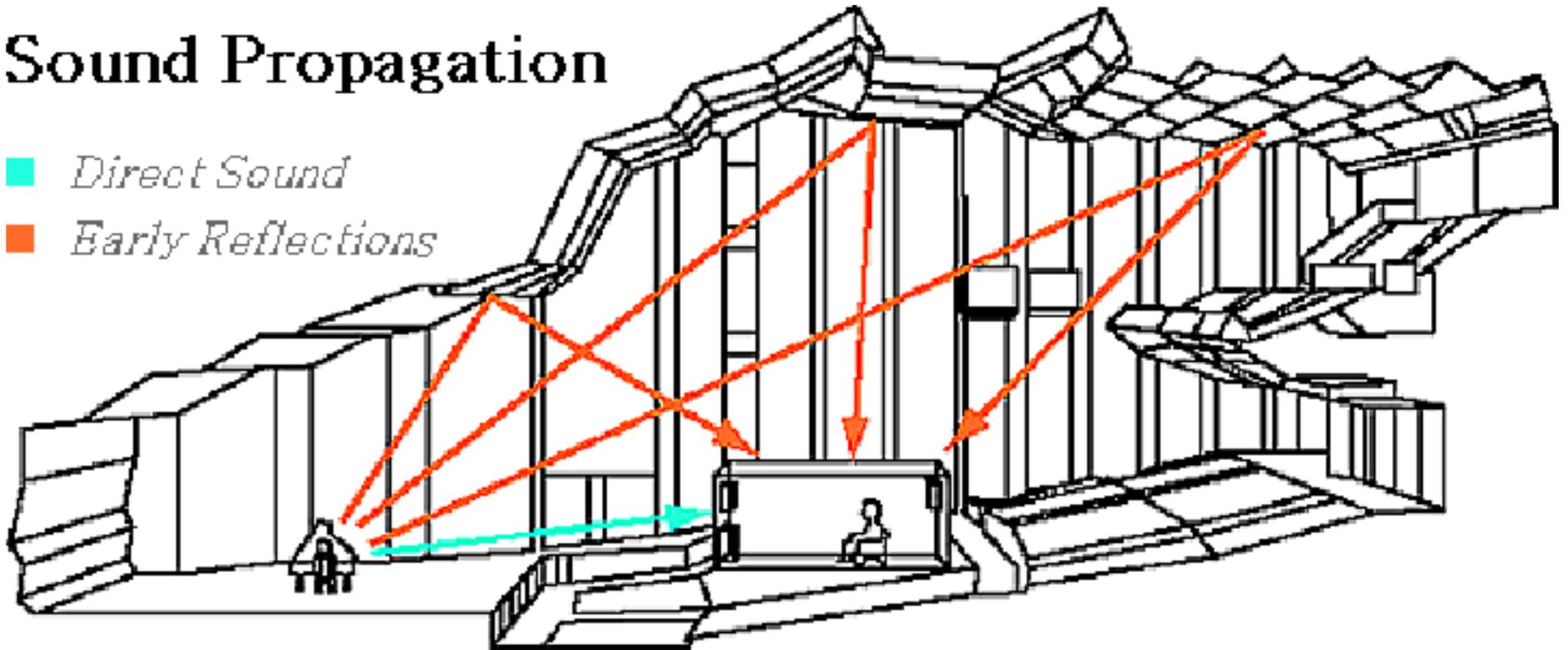
## REFLEXIÓN DIFUSA

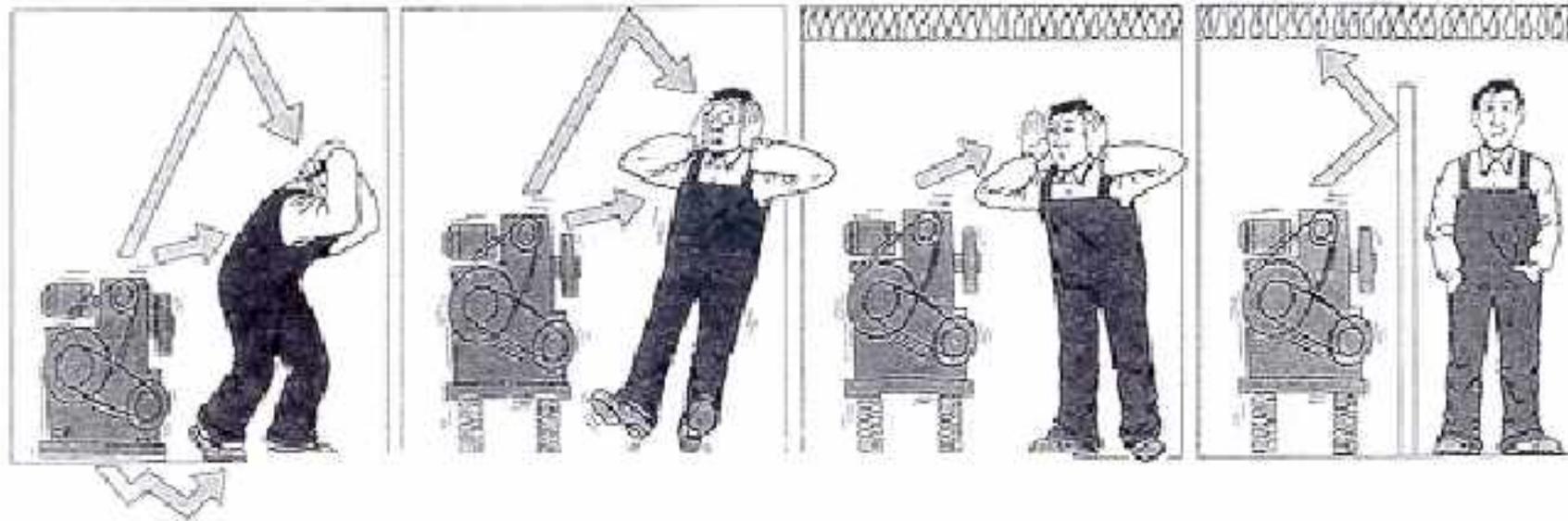
Cuando la superficie es rugosa.



# Sound Propagation

- *Direct Sound*
- *Early Reflections*



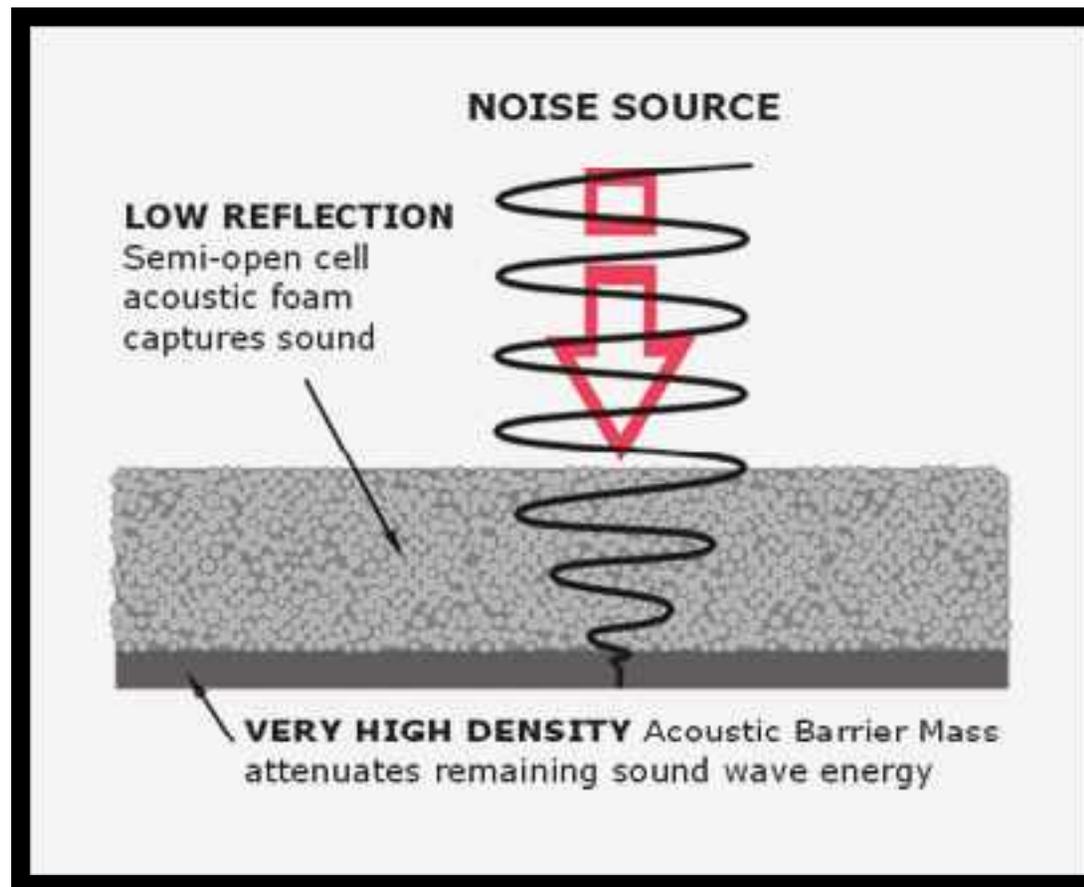


<p><b>Ruido Estructural</b>  Revisar y mejorar la <u>aislación</u> de las <u>vibraciones</u></p>	<p><b>Ruido Reflejado</b>  Aumentar la absorción del área, reduciendo así el <b>tiempo de reverberación</b></p>	<p><b>Transmisión del ruido directo</b>  Separar la máquina del resto de la planta...</p>
--	---	---



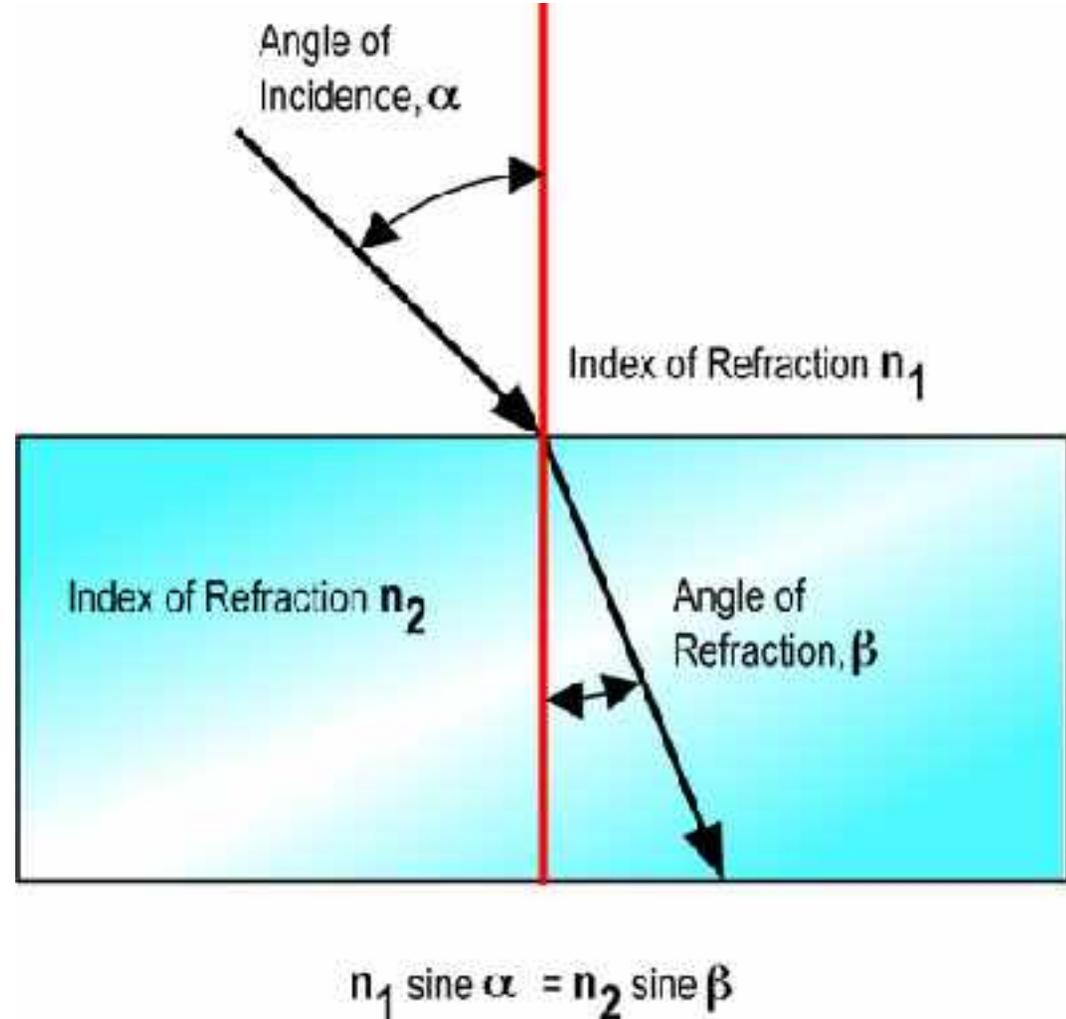
# ABSORCIÓN

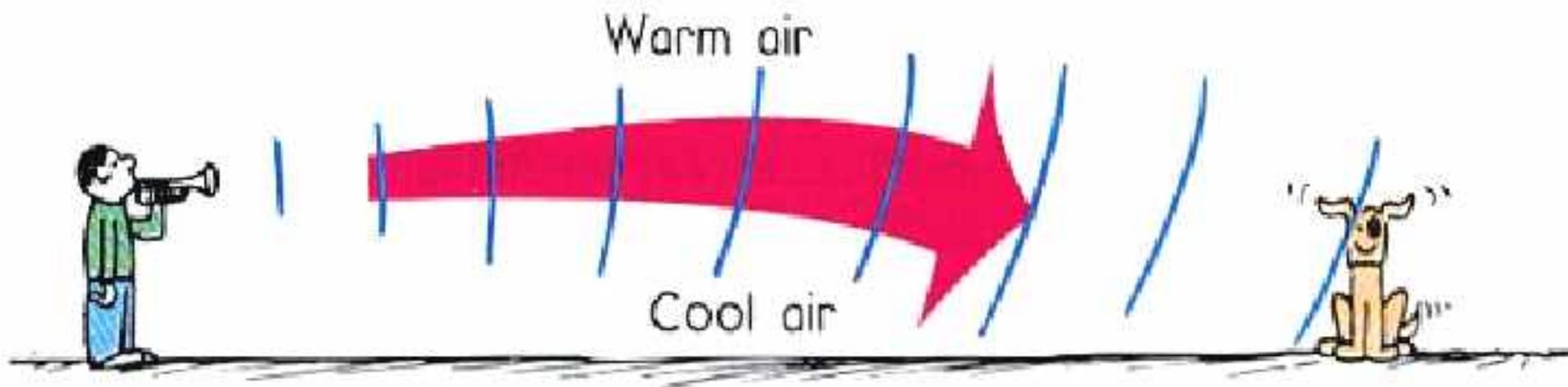
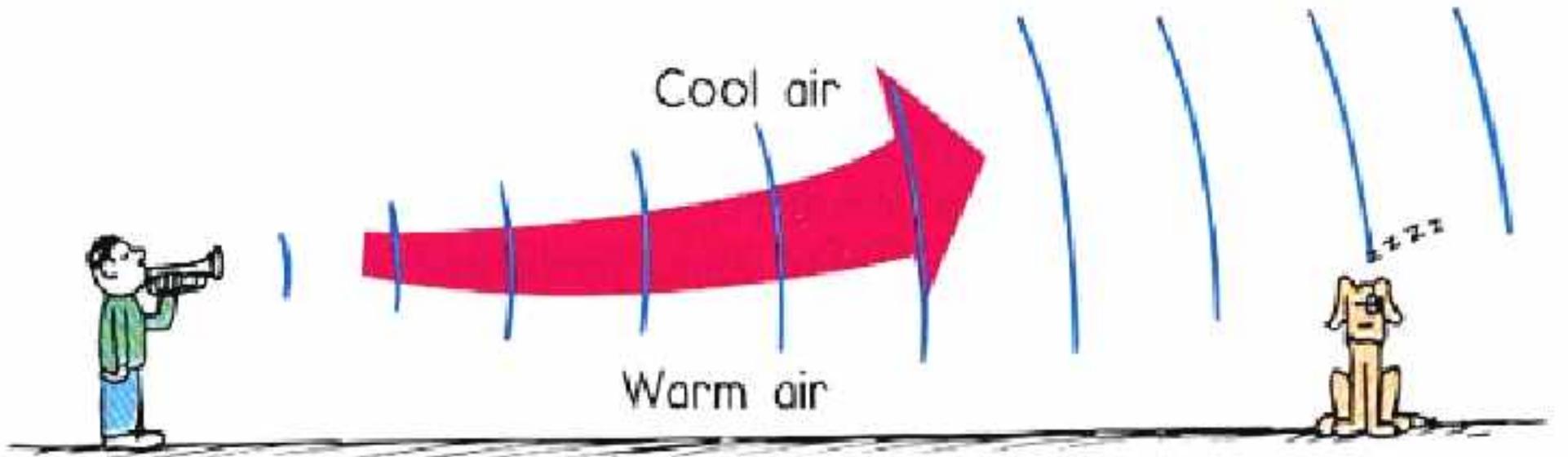
Es el paso de la onda sonora desde el medio en que se propaga al interior de la porosidad de un material en donde una parte importante de la onda interactúa. Los materiales blandos y porosos con poro abierto.

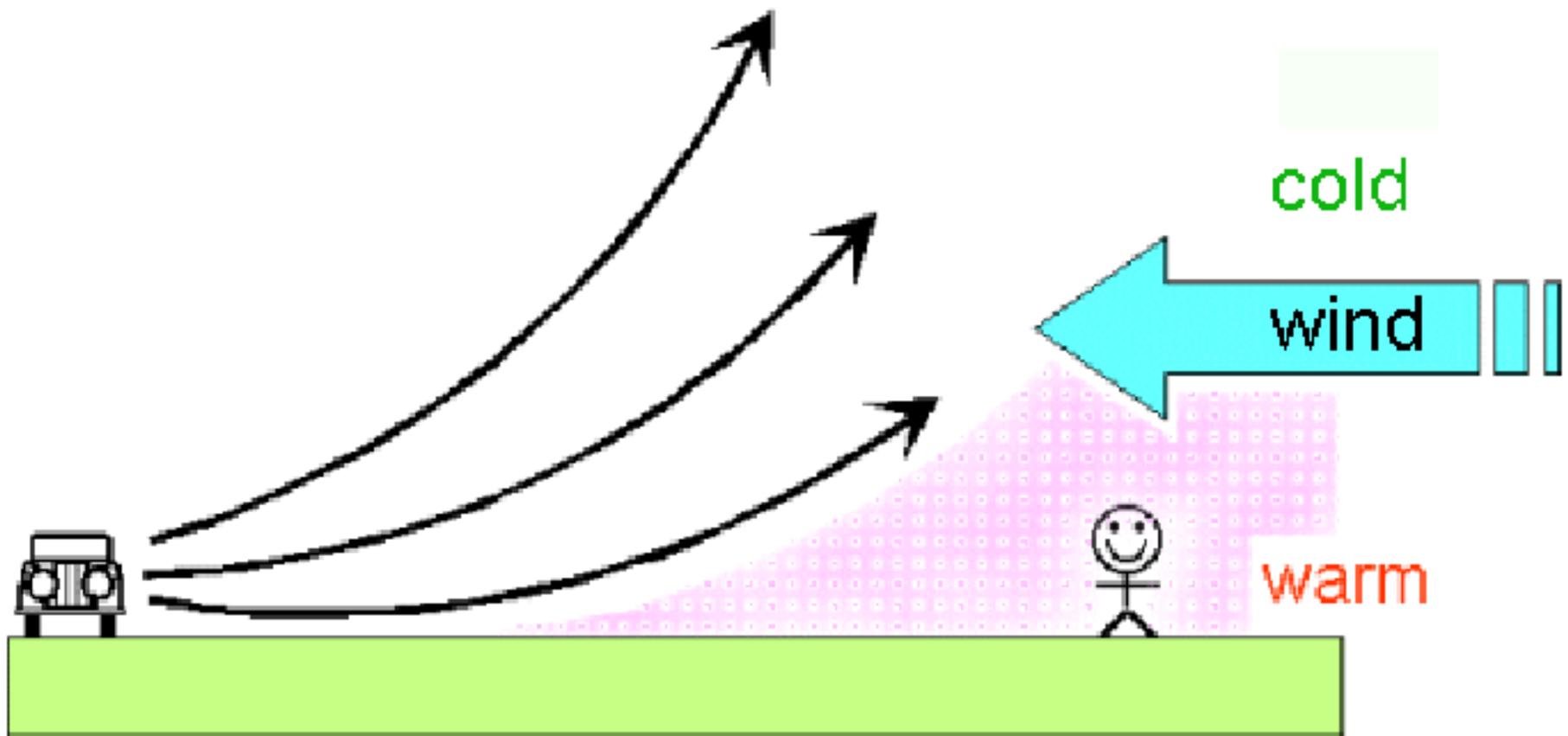


# REFRACCIÓN

Cambio de velocidad y dirección de una onda sonora al pasar de un medio de propagación a otro, como por ejemplo el aire de distinta densidad (caliente o frío)



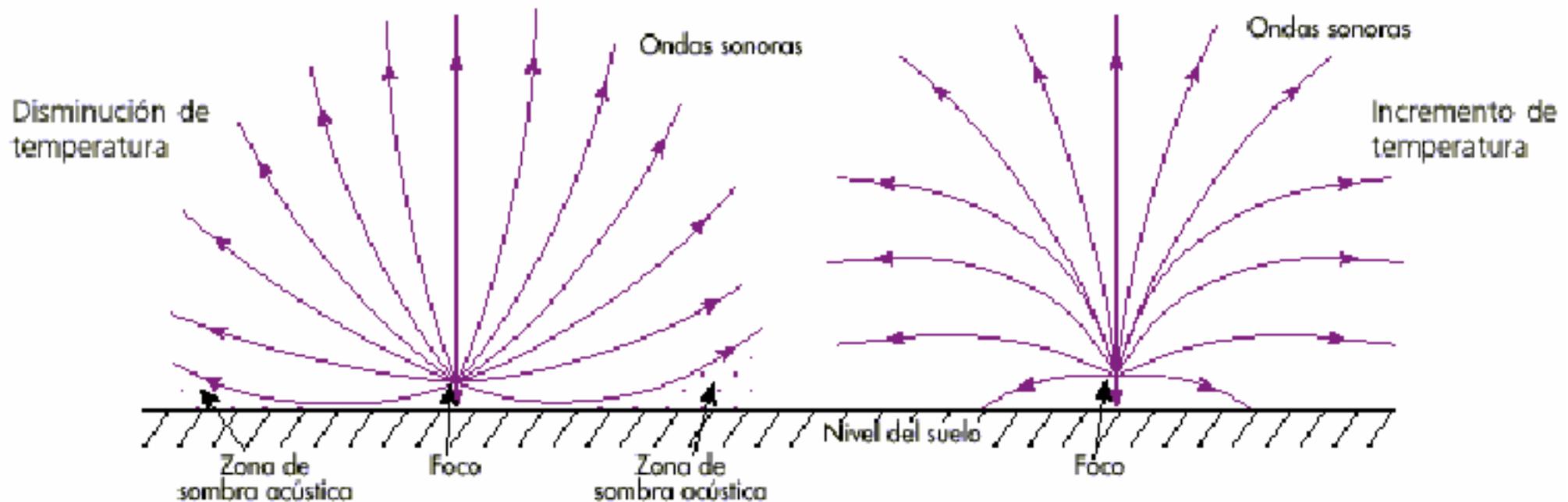




## Influencia de la temperatura

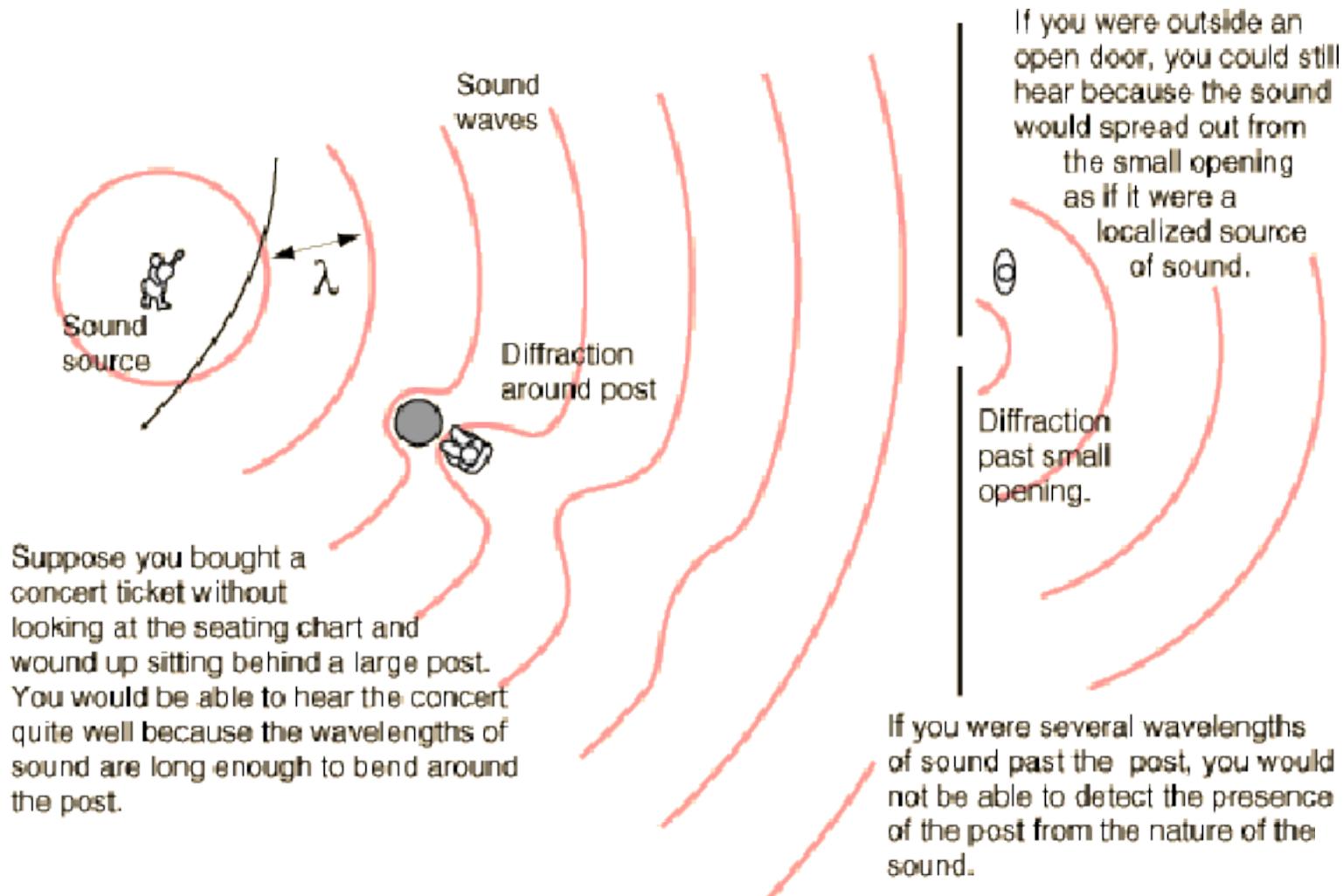
El sonido tiende a "curvarse" en función del gradiente de temperatura.

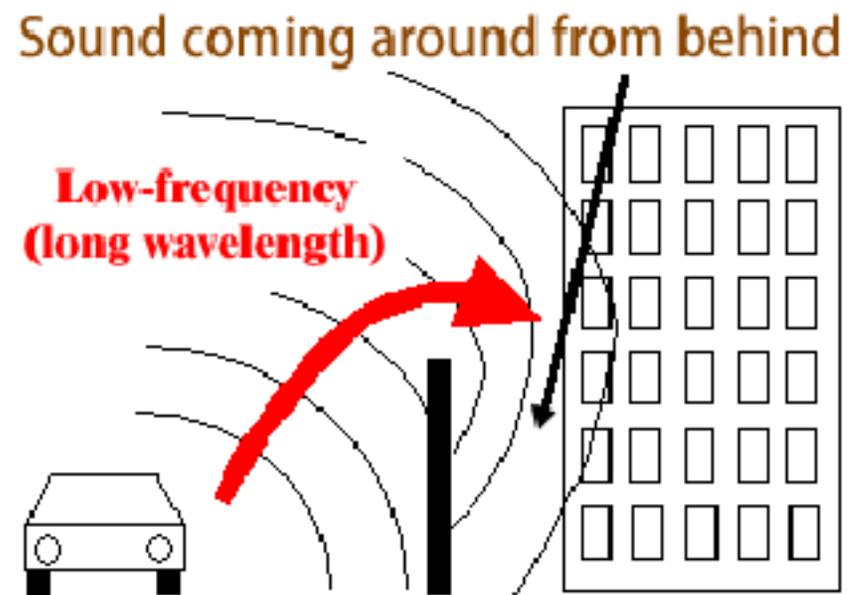
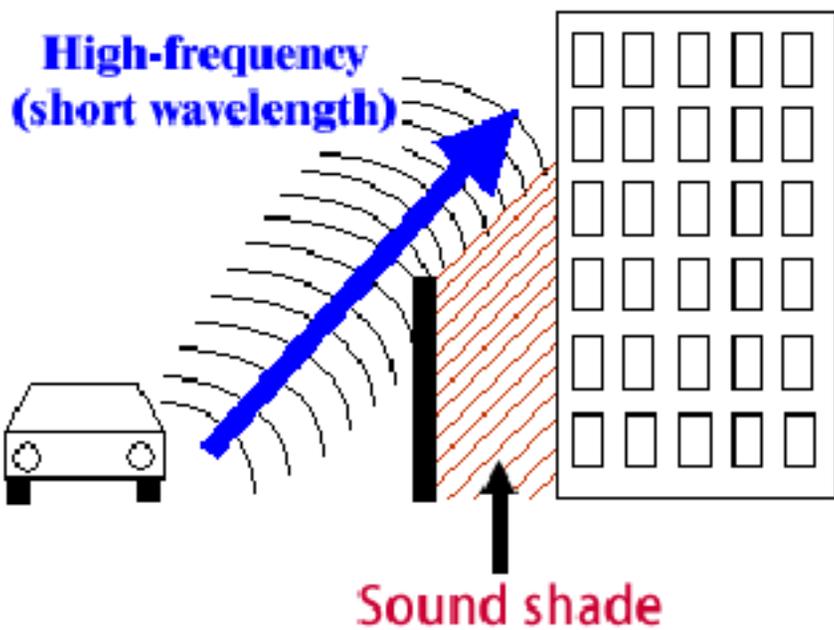
Su efecto puede llegar a ser importante para distancias grandes.



# DIFRACCIÓN

Es la alteración en la dirección del sonido (sombra acústica) por proximidad a una obstrucción material de dimensiones iguales o menores que la longitud de onda del sonido que lo afecta. También puede manifestarse como propagación a través de una abertura

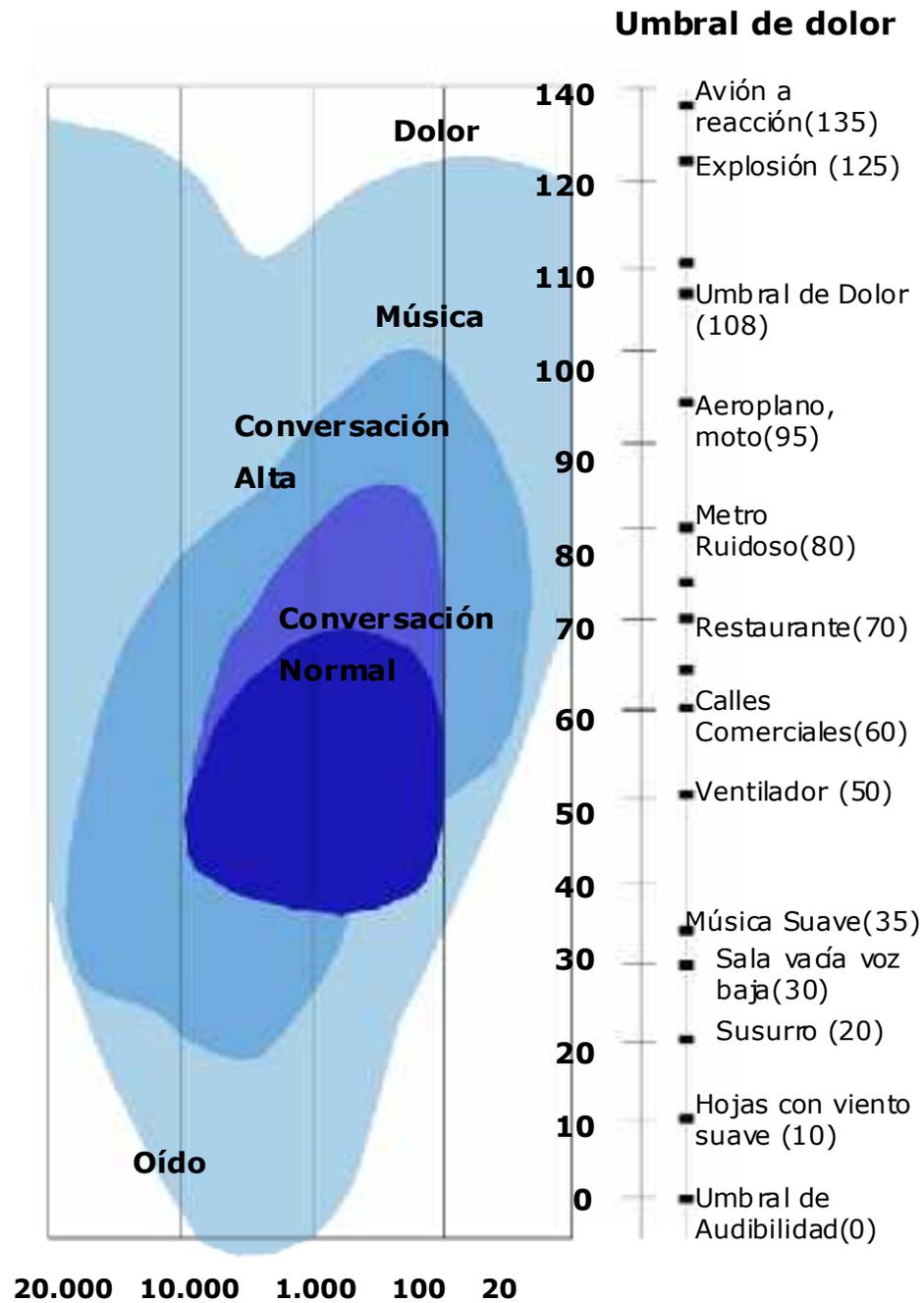




# CONTROL DEL RUIDO





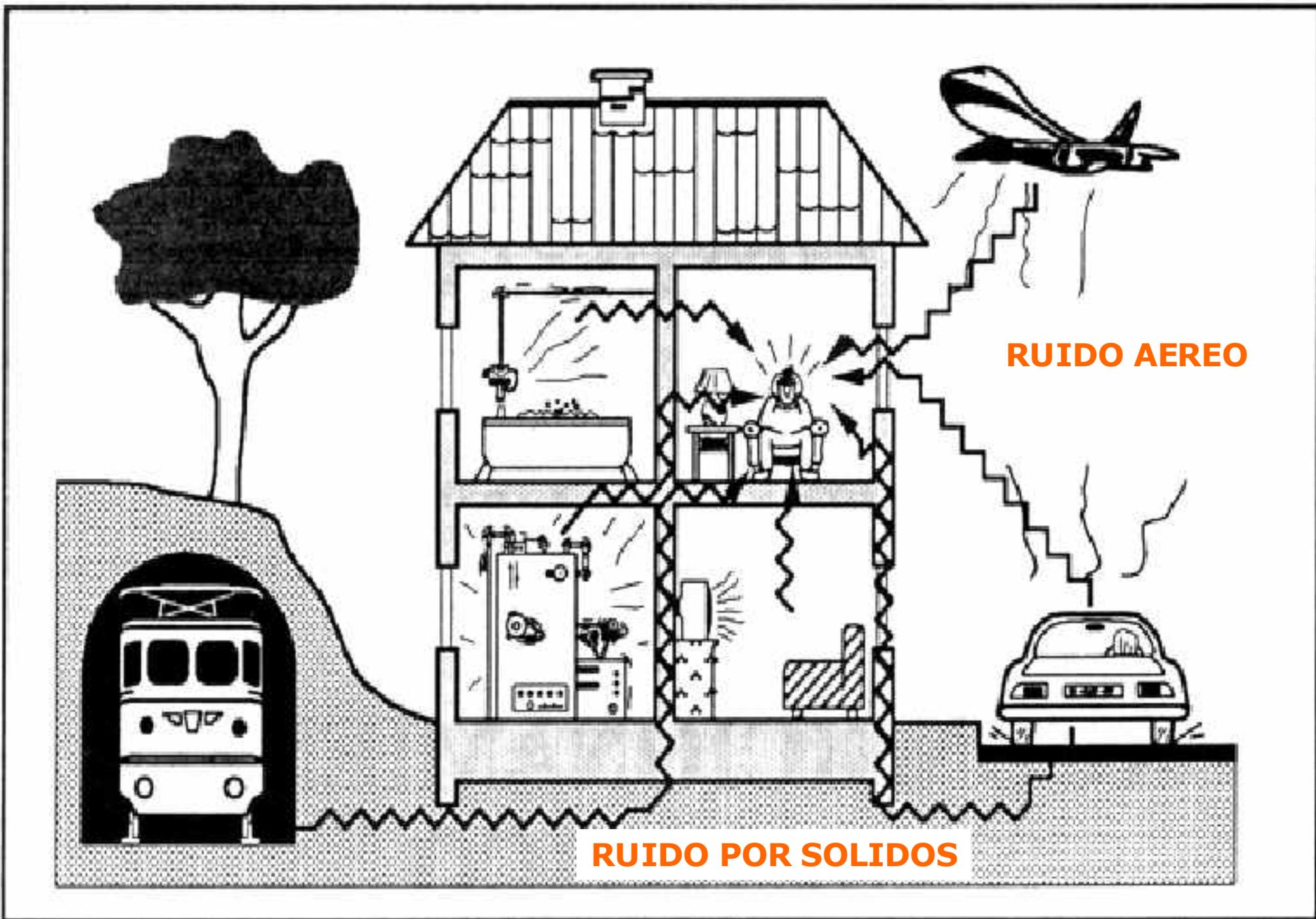




Dentro de los efectos nocivos que el ruido produce en las personas , el más conocido es la “ **hipoacusia**”, fenómeno irreversible que se manifiesta en la disminución de la audición, y se produce por la exposición a sonidos muy fuertes por breves instantes (ejemplo 130 dBA durante un minuto) o por estar expuesto a sonidos fuertes durante algunos años, generalmente de carácter laboral ( por ejemplo a 90 dBA por un periodo de 5 años). sin embargo, también se produce por niveles moderados de dBA durante largo tiempo (75 dBA en forma permanente durante 40 años).

Entre otros **efectos nocivos** en el ser humano se cuentan, trastornos orgánicos, como el cambio del ritmo de la secreción de ciertas hormonas, que en los niños puede alterar el crecimiento; la hipertensión arterial; las afecciones digestivas; el stress; los trastornos de la conducta (mayor agresividad, mayor tendencia al movimiento); etc.





# TRATAMIENTOS ACUSTICOS

Entre los principios físicos más elementales que utilizan los tratamientos acústicos se distinguen aquellos para lograr :

**AISLACIÓN** reducir la cantidad de sonido transmitido por aire

**ABSORCIÓN** reducir la cantidad de sonido reflejado

**AMORTIGUACIÓN** reducir la cantidad de sonido propagado por los sólidos, ruido de impacto



# principios generales

**Para alcanzar un adecuado grado de AISLACIÓN en un elemento constructivo, se puede recurrir a las siguientes propiedades:**

- a) Aumentar la densidad por unidad de superficie. La forma más simple de lograr aislación es usar tabiques densos, tal como la albañilería o elementos que excedan 100 kg/m<sup>2</sup>
- b) Asegurar la máxima hermeticidad, de modo que no existan fisuras, poros o rendijas que permitan el paso del aire. Por ejemplo, una ventana fija puede aislar 10 dB más que la misma practicable.
- c) Formar capas múltiples, dejando cámaras de aire. Esta técnica es efectiva sí cada capa del tabique tiene estructura independiente.



# principios generales

Para alcanzar una **ABSORCIÓN** adecuada, se puede recurrir a otras propiedades:

- a) Materiales con alta porosidad permiten absorber especialmente las frecuencias altas. Existen gran variedad de textiles, fibras, espumas, cuya efectividad aumenta con el espesor y densidad. Sin embargo, deben excluirse aquellos materiales de células cerradas, tales como el poliestireno expandido o el poliuretano rígido, los que no son absorbentes acústicos.
- b) Materiales que forman membranas, o paredes flexibles, permiten absorción de bajas frecuencias.
- c) Los materiales que combinan una superficie perforada o ranurada con un relleno poroso pueden alcanzar elevada absorción en una amplia gama de frecuencias



# principios generales

Por último, algunos recursos para lograr **AMORTIGUACIÓN** de sonido o vibraciones en sólidos son los siguientes:

- a) Interrumpir la continuidad de las estructuras como son las juntas de dilatación, evitando elementos monolíticos, especialmente en los muros.
- b) b) Incorporar elementos flexibles en las fijaciones especialmente cañerías, ductos, descargas y otros elementos sujetos a vibraciones.
- c) Uso de losas flotantes donde se prevén golpes pisadas o apoyo de equipos.
- d) Montaje antivibratorio en estructuras mecánicas



A black parabolic microphone is mounted on a tall, thin black pole. The microphone is positioned in the upper right quadrant of the frame, pointing towards the left. The background is a bright, overcast sky with soft, white clouds. The overall color palette is dominated by light blues and greys, with the black of the microphone and pole providing a strong contrast.

# RUIDO AÉREO

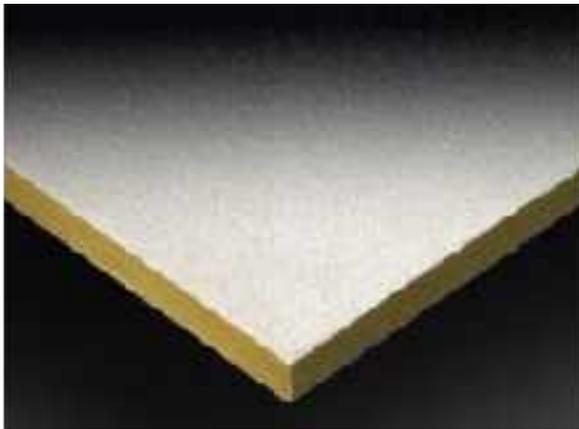
# ABSORCIÓN

- Se pueden agrupar en 4 los métodos para obtenerla, sin perjuicio de su combinación. Cada uno de ellos puede ser incorporado en la concepción de la envolvente, de los espacios o del equipamiento.

# ABSORTOR POROSO

Cuando la energía acústica penetra al interior de poros o perforaciones propias de la naturaleza del material, la presión generada hace vibrar el aire interior, produciéndose una transformación energética a calor.

Para frecuencias bajas en este tipo de absorbentes se requiere grandes espesores. Por lo tanto, es importante para los efectos del comportamiento absorbente de los materiales, la accesibilidad externa de los poros.



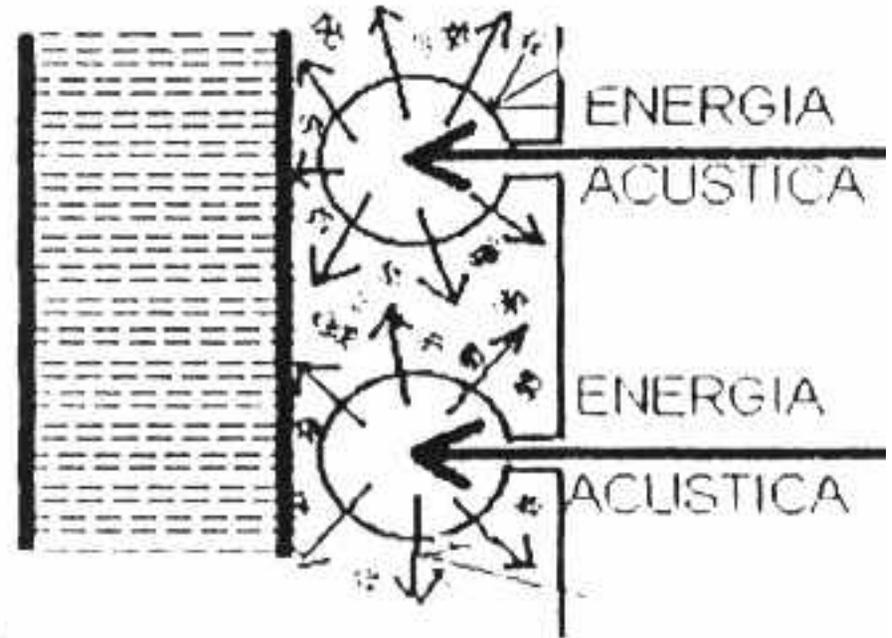
AC161  
Pebble Grain Vinyl



AC200  
Nubby White Quilt

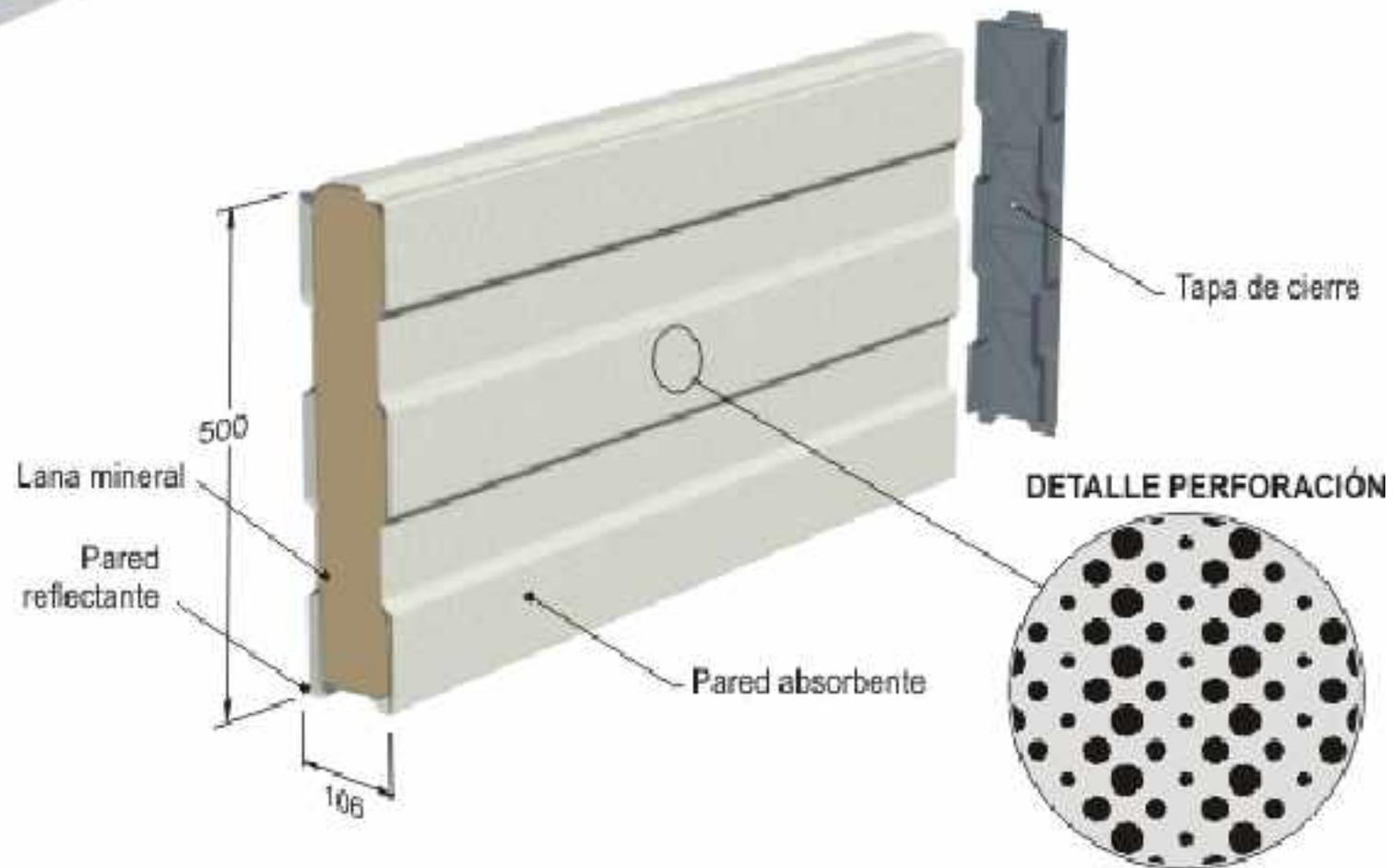
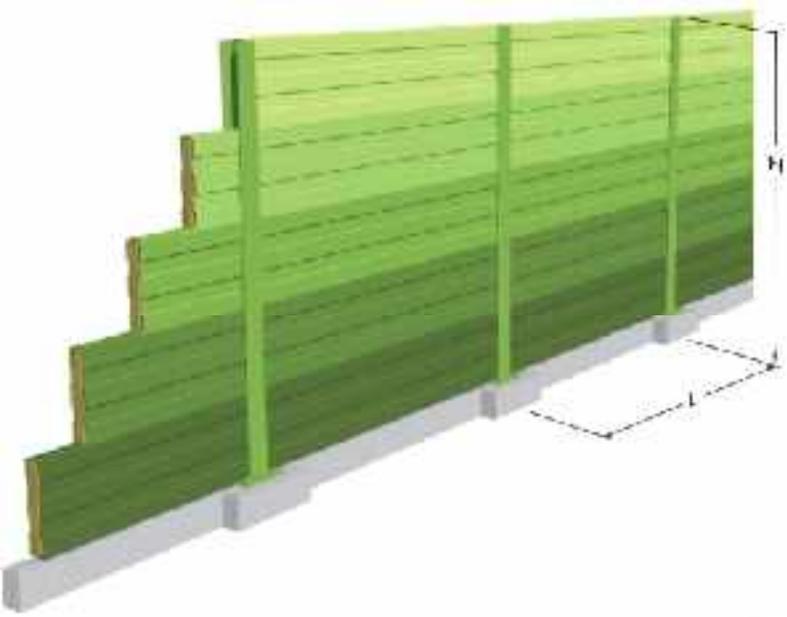


AC365  
Signature White Cloth

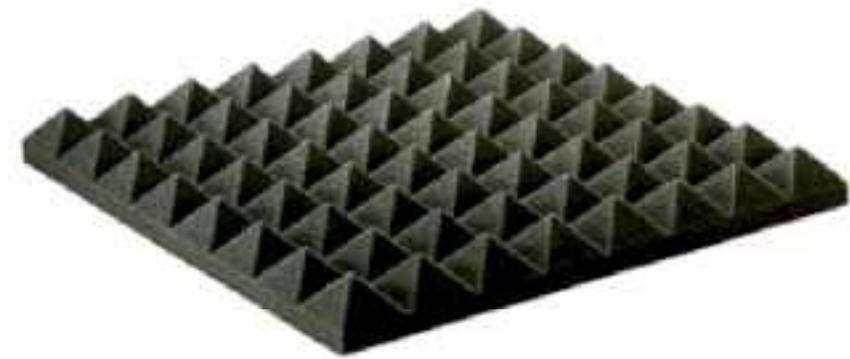








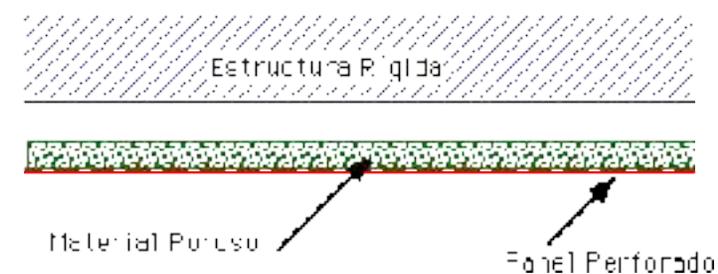
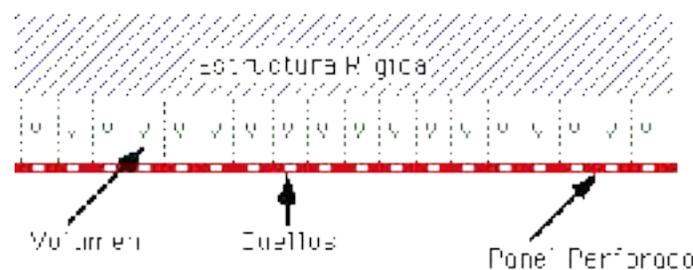
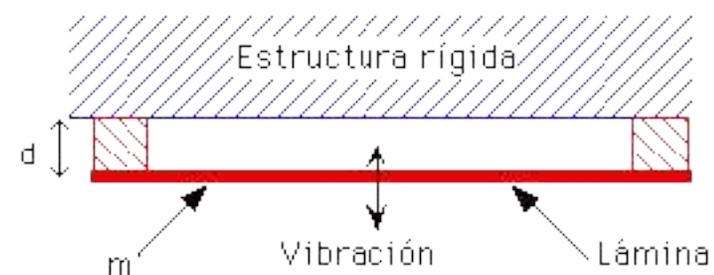
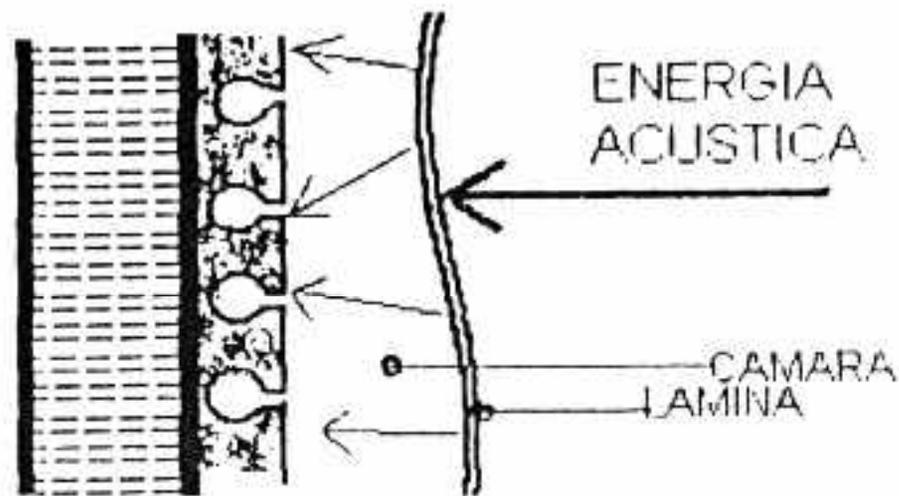
# absortores espumosos



# ABSORTOR OSCILANTE

Cuando la onda acústica deforma una lamina impermeable al aire conformando una cámara tras ella, las moléculas del aire confinado sufren una presión que es transmitida a la cara posterior.

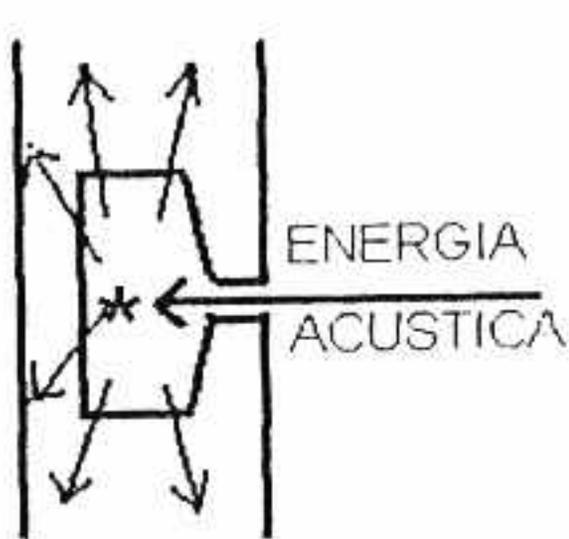
SI esta última posee un material poroso, recibirá esta presión bajo los mismos principios que el método anterior, pero modificada por el efecto previo de la lamina elástica, (el sistema tiene efectos incluso para la frecuencia de resonancia de ella).



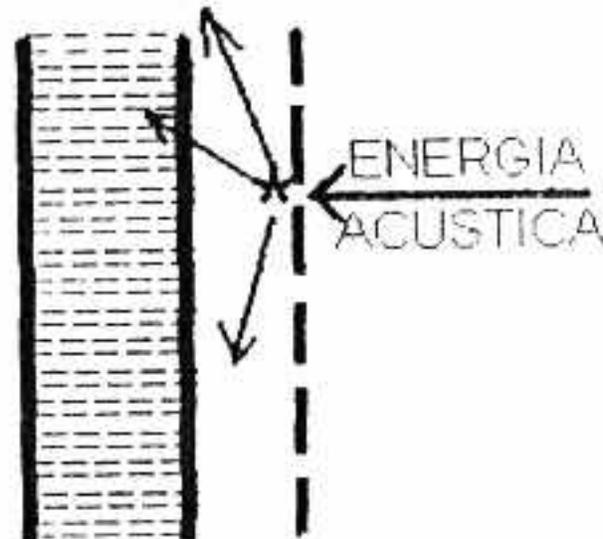


# ABSORTORES RESONADORES

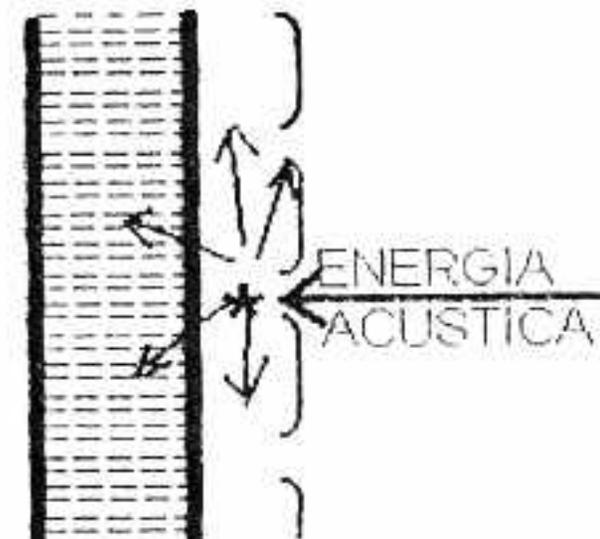
Recrean por diseño condiciones a otra escala, similares a las de la porosidad Intrínseca de los materiales.



UNITARIO



LAMINA PERFORADA

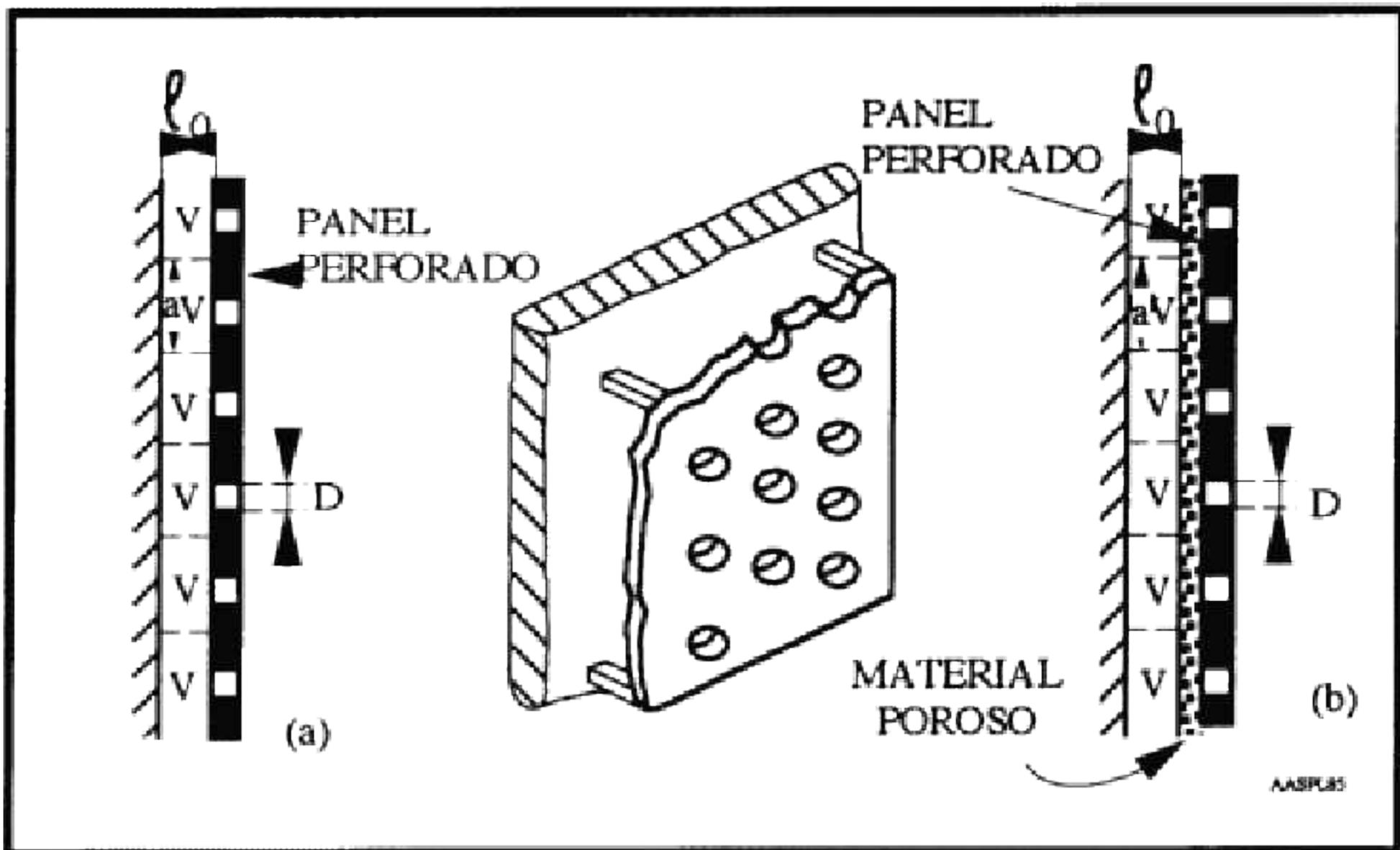


RANURADO

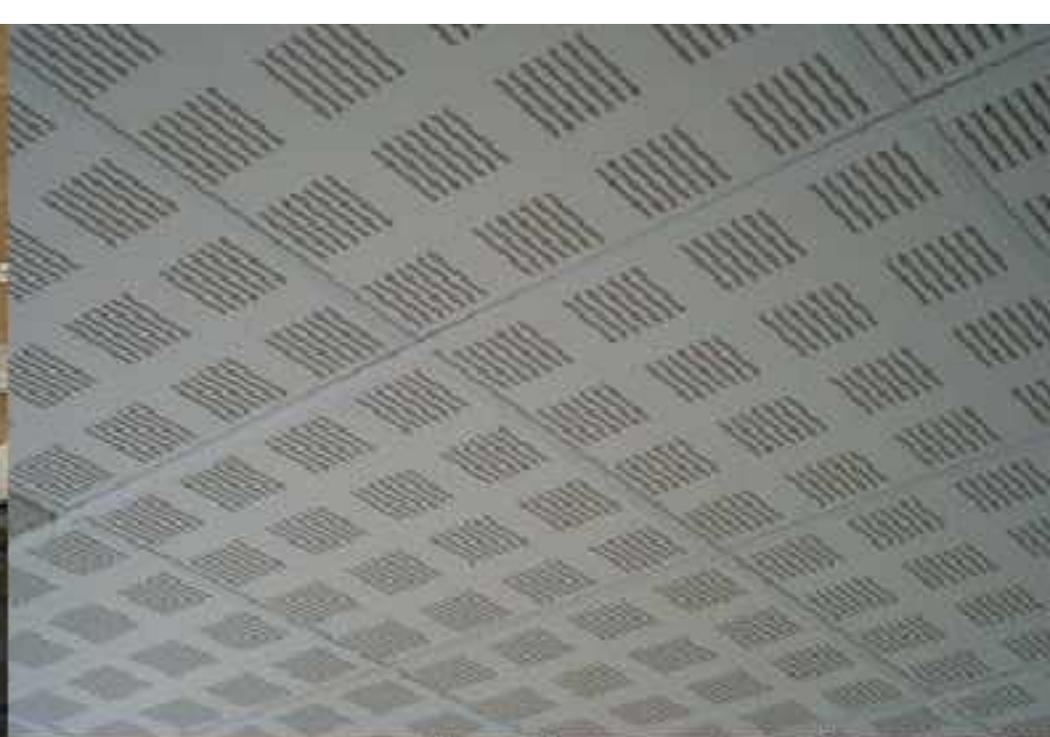
# ABSORCIÓN DEL AIRE

Las grandes masas de aire, dependiendo de cada frecuencia, también producen transformación energética

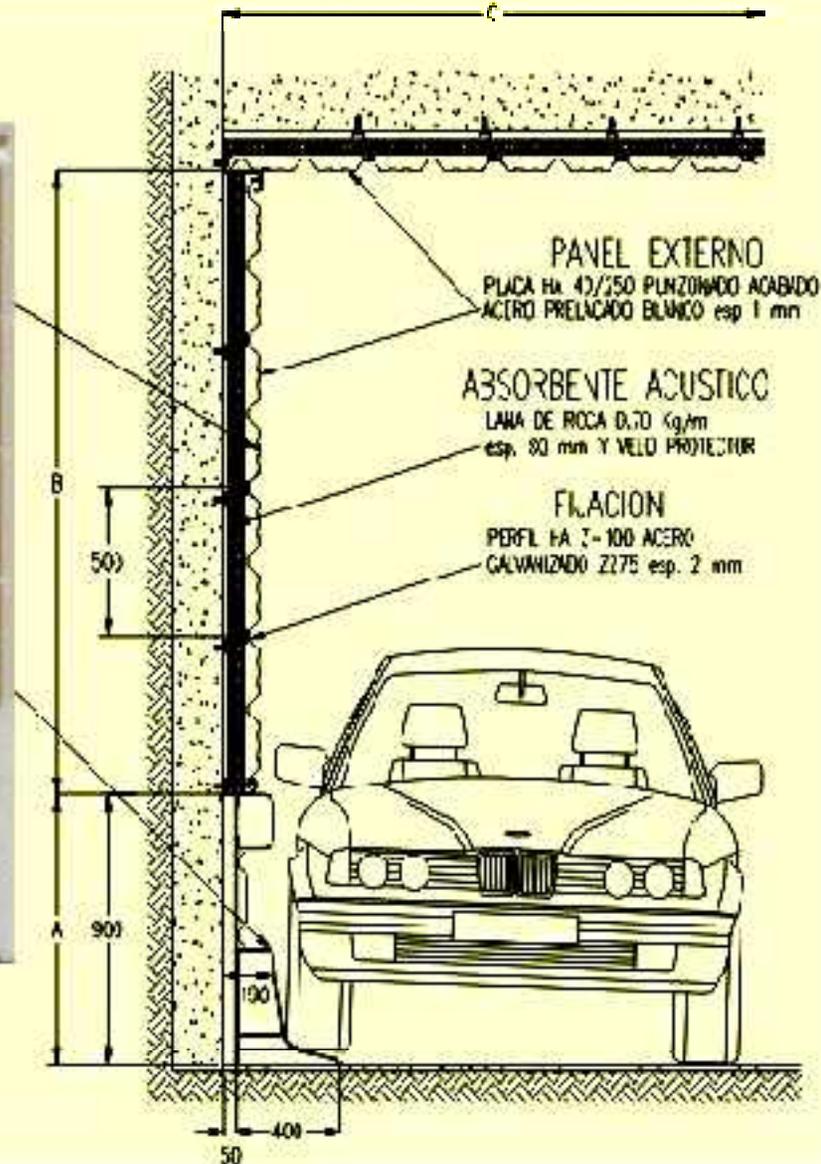
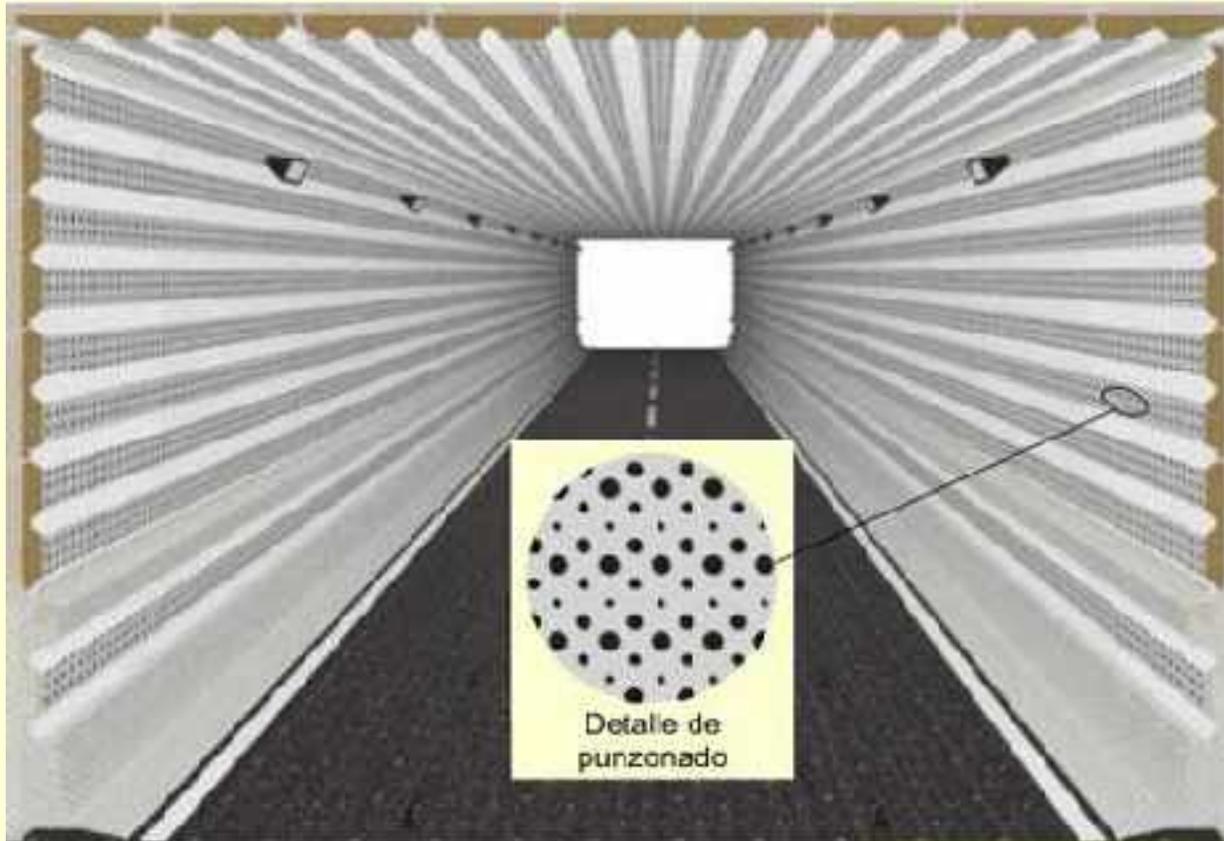








# ABSORCION ACUSTICA EN TUNELES PARA RUIDOS DE AUTOMOVILES



# ABSORCIÓN ACÚSTICA SEGÚN MATERIAL

Producto nombre	Descripción	NRC	Coeficiente de Absorción <sup>α</sup> a Frecuencia (Hz)					
			125	250	500	1000	2000	4000
<b>Acero</b>								
<b>Soluciones Constructivas</b>	plancha de acero esp.45 mm o aluminio 8 mm. perforado al 18% con 2 cm de lana mineral	<b>0,813</b>	0,5	0,8	0,9	0,75	0,8	0,8
	plancha de acero perforado 22% con 4,5cm de lana mineral	<b>0,875</b>	0,38	0,87	0,93	0,86	0,84	0,85
<b>Agua</b>	agua	<b>0,01</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
<b>Aire</b>	40% humedad relativa	-	-	-	-	-	0,002	0,009
	50% humedad relativa	-	-	-	-	-	0,002	0,008
	60% humedad relativa	-	-	-	-	-	0,001	0,007
<b>Alfombra</b>	de fibra vegetal	-	0,08	-	0,17	-	0,30	-
	de goma	<b>0,07</b>	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
	forrada de fieltro	<b>0,30</b>	0,11	0,14	0,37	0,43	0,27	0,27
<b>Arena</b>	Humeda	<b>0,05</b>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15
	seca	<b>0,45</b>	0,15	0,35	0,40	0,50	0,55	0,80
<b>Baldosa</b>		<b>0,035</b>	0,01	0,02	0,03	0,05	0,04	0,01
<b>Butaca</b>	sencilla de madera	<b>0,03</b>	0,02	0,02	0,03	0,035	0,038	0,038
	de madera	<b>0,06</b>	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	-
	tapizada, asiento y espalda blando	<b>0,14</b>	0,09	0,12	0,14	0,16	0,15	0,016
	de plástico	<b>0,26</b>	0,20	0,20	0,25	0,30	0,30	0,30
	Tapizada en terciopelo	<b>0,31</b>	0,30	0,32	0,27	0,30	0,33	0,33
<b>Cal</b>	Revoco de cal	<b>0,03</b>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07
	cal más arena	<b>0,06</b>	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
<b>Cemento</b>	enlucido rugoso	<b>0,05</b>	0,025	0,026	0,06	0,085	0,043	0,056

<b>Corcho</b>	corcho	0,64	0,12	0,27	0,72	0,79	0,76	0,77
	corcho aglomerado	0,68	0,12	0,28	0,85	0,82	0,78	-
	aglomerado a 25 cm de la pared	0,310	0,14	0,25	0,40	0,25	0,34	0,21
<b>Espuma</b>	antihumedad cerrada al 100%	0,48	0,09	0,29	0,41	0,37	0,86	0,28
	blanda poliuretano	0,94	0,44	0,58	0,91	1,16	1,10	1,13
	blanda poliuretano dase poliester	1,02	0,36	0,59	1,15	1,23	1,12	1,21
<b>Fibra de vidrio</b>	fibra de vidrio espesor 3mm	0,63	0,32	0,46	0,66	0,70	0,69	-
	fibra de vidrio espesor 4mm	0,64	0,20	0,35	0,65	0,80	0,75	0,65
	fibra de vidrio espesor 5mm	0,78	0,38	0,63	0,78	0,87	0,83	0,77
	fibra de vidrio espesor 10mm	0,92	0,75	0,96	0,96	0,9	0,84	0,74
<b>Fieltro</b>	fieltro	0,55	0,13	0,31	0,56	0,69	0,65	-
<b>Grava</b>	Grava más suelo	0,68	0,25	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
<b>Hormigón</b>	hormigón normal	0,02	0,01	0,012	0,02	0,02	0,023	0,035
	hormigón pintado	0,20	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
	hormigón enlucido con cemento	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
	hormigon en bloque	0,35	0,30	0,45	0,30	0,25	0,40	0,25
	hormigon en bloque pintado	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09	0,10	-
	hormigon celular (espesor 5 cm.)	0,400	0,12	0,18	0,27	0,50	0,65	-
<b>Ladrillo</b>	a la vista	0,04	0,024	0,025	0,032	0,042	0,05	0,07
	enlucido en yeso	0,03	0,013	0,015	0,02	0,028	0,04	0,005
	pintado	0,02	0,012	0,014	0,017	0,02	0,023	0,025
<b>Lana mineral</b>	lana mineral espesor 15 mm	0,58	0,47	0,53	0,60	0,62	0,58	0,56
	a granel espesor 2,5 mm	0,43	0,06	0,19	0,39	0,54	0,6	0,75
	a granel espesor 10 mm	0,72	0,42	0,66	0,73	0,74	0,76	0,80
<b>Lana de vidrio</b>	lana de vidrio	0,44	0,10	0,15	0,45	0,55	0,60	0,60
	lana de vidrio espesor 5 cm.	0,778	0,38	0,63	0,78	0,87	0,83	0,77
	lana de vidrio espesor 10 cm.	0,915	0,75	0,96	0,96	0,90	0,84	0,74
<b>Linoleo</b>	espesor 0,7mm	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
	espesor 5 mm	0,03	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,04

<b>Madera</b>	madera	0,11	-	0,16	0,13	0,1	0,06	0,05
	madera barnizada	0,08	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,07
	contrachapada	0,08	0,05	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01
	panel de pino	0,08	0,098	0,100	0,061	0,081	0,082	0,110
<b>Soluciones Constructivas</b>	pino barnizado esp. 15mm sobre listones distanciados a 50 cm	0,095	0,098	0,112	0,104	0,081	0,082	0,113
	madera esp. 3 mm con 5 cm de cámara de aire	0,18	0,25	0,34	0,18	0,10	0,10	0,06
	madera esp. 3 mm con cámara rellena con lana de vidrio	0,28	0,61	0,65	0,24	0,12	0,10	0,06
	madera esp. 6 mm con 5 cm. de cámara de aire	0,24	0,60	0,42	0,35	0,12	0,08	0,08
<b>Mármol</b>	mármol	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
<b>Parquet</b>	parquet	0,06	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
	parquet sobre asfalto	0,07	0,05	0,03	0,06	0,09	0,10	0,22
<b>Pavimentos</b>	de goma sobre cemento (e= 5mm)	0,07	0,04	0,04	0,08	0,012	0,03	0,10
	pavimento de goma	0,09	0,05	0,06	0,01	0,12	0,08	-
<b>Personas</b>	expertador	0,46	0,36	0,43	0,47	0,44	0,49	0,49
	público en general sentado	0,37	0,30	0,32	0,37	0,44	0,36	-
	persona en bancos de madera	0,31	0,20	0,25	0,31	0,35	0,33	0,30
	personas en asientos de madera	0,34	0,15	0,25	0,35	0,38	0,38	0,35
	expertador en asiento tapizado	0,43	0,30	0,35	0,42	0,46	0,48	0,40
	músico con instrumento musical	1,15	0,40	0,85	1,15	1,40	1,20	1,20
<b>Pintura</b>	pintura rugosa	0,060	0,05	0,04	0,07	0,01	0,12	0,18
<b>Poliestireno</b>								
<b>Soluciones Constructivas</b>	expandido espesor 15 mm con 4 cm. de cámara de aire	0,563	0,51	0,63	0,8	0,42	0,40	0,9
<b>Rejilla de vent.</b>	rejilla de ventilación	0,388	0,50	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25

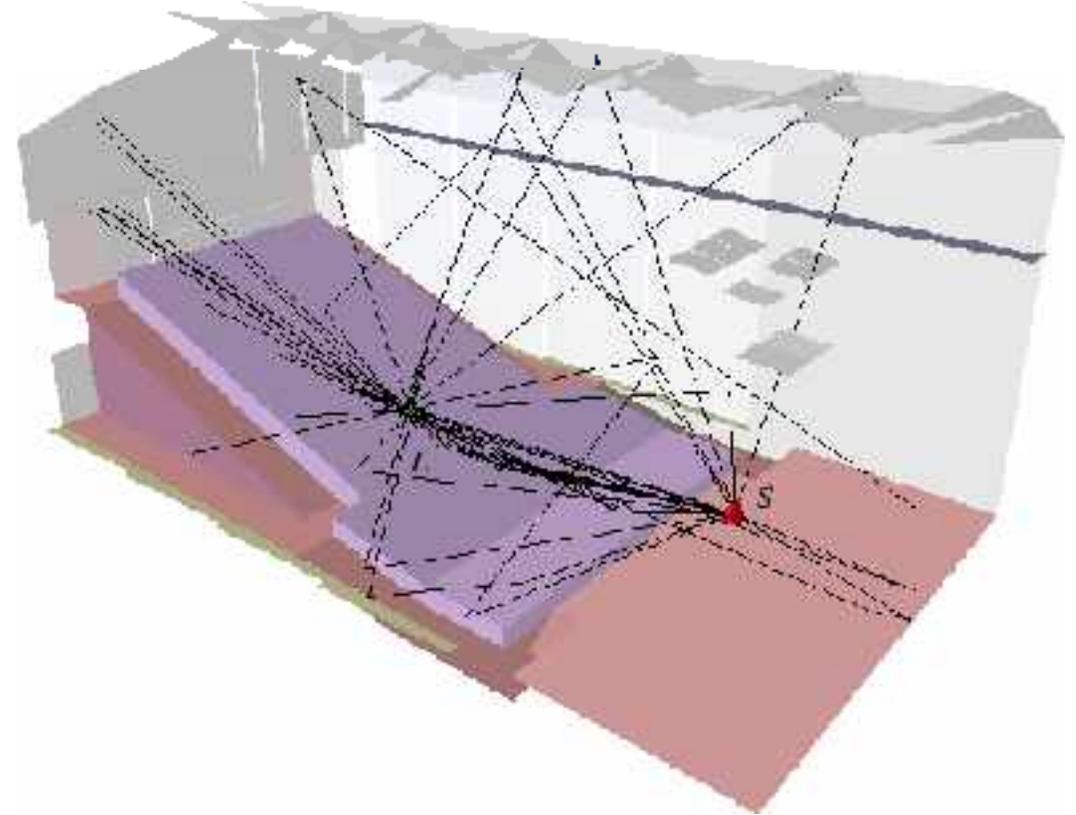
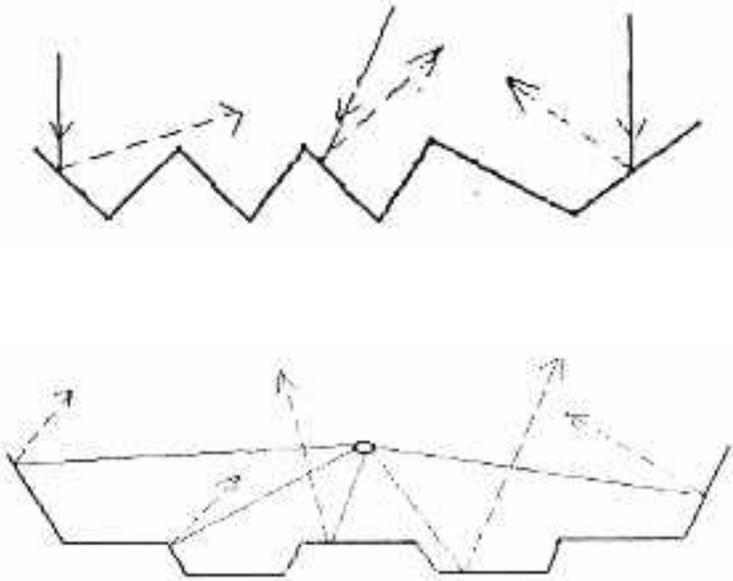
<b>Tejidos</b>	de algodón 360 gramos/metro	<b>0,14</b>	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
	de algodón 500 gramos/metro	<b>0,19</b>	0,04	0,07	0,13	0,22	0,33	0,35
	de algodón plegado (3/4 de su sup.)	<b>0,43</b>	0,04	0,23	0,40	0,57	0,53	0,40
	terciopelo	<b>0,33</b>	0,05	0,12	0,35	0,45	0,38	0,36
	terciopelo a 10cm. de la pared	<b>0,41</b>	0,18	0,29	0,44	0,50	0,40	0,35
<b>Telas</b>	de algodón lisa	<b>0,19</b>	0,05	0,08	0,12	0,22	0,32	-
	de arpillera sobre madera	<b>0,24</b>	0,30	0,27	0,27	0,26	0,15	-
	tela fruncida a 2 cm de la pared	<b>0,42</b>	0,05	0,22	0,40	0,54	0,52	-
<b>Soluciones Constructivas</b>	tela fina tirante a 1 cm de panel de madera de esp. 6 mm, separada a 4 cm del paramento.	<b>0,18</b>	0,25	0,20	0,27	0,15	0,10	0,07
	tela fina tirante, con lana de vidrio en el espacio de 4 cm	<b>0,31</b>	0,50	0,40	0,50	0,25	0,10	0,10
<b>Terciopelo</b>	liso	<b>0,33</b>	0,05	0,12	0,35	0,45	0,38	-
	liso en contacto con la pared	<b>0,57</b>	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,06
	liso colgando a 20 cm de la pared	<b>0,41</b>	0,08	0,29	0,44	0,50	0,40	0,35
	terciopelo plegado a 1/2 de su sup.	<b>0,57</b>	0,07	0,31	0,49	0,81	0,66	0,54
<b>vidrio</b>	ventana normal	<b>0,03</b>	0,035	0,04	0,027	0,03	0,02	0,02
	vidrio de espejo	<b>0,03</b>	0,035	0,025	0,019	0,012	0,07	0,04
	láminas de vidrio	<b>0,04</b>	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
<b>Yeso Cartón</b>	yeso cartón	<b>0,043</b>	0,02	0,04	0,05	0,05	0,03	0,01
<b>Soluciones Constructivas</b>	panel de yeso perforado 12%, con 2 cm de lana de vidrio	<b>0,70</b>	0,4	0,8	0,8	0,6	0,6	-

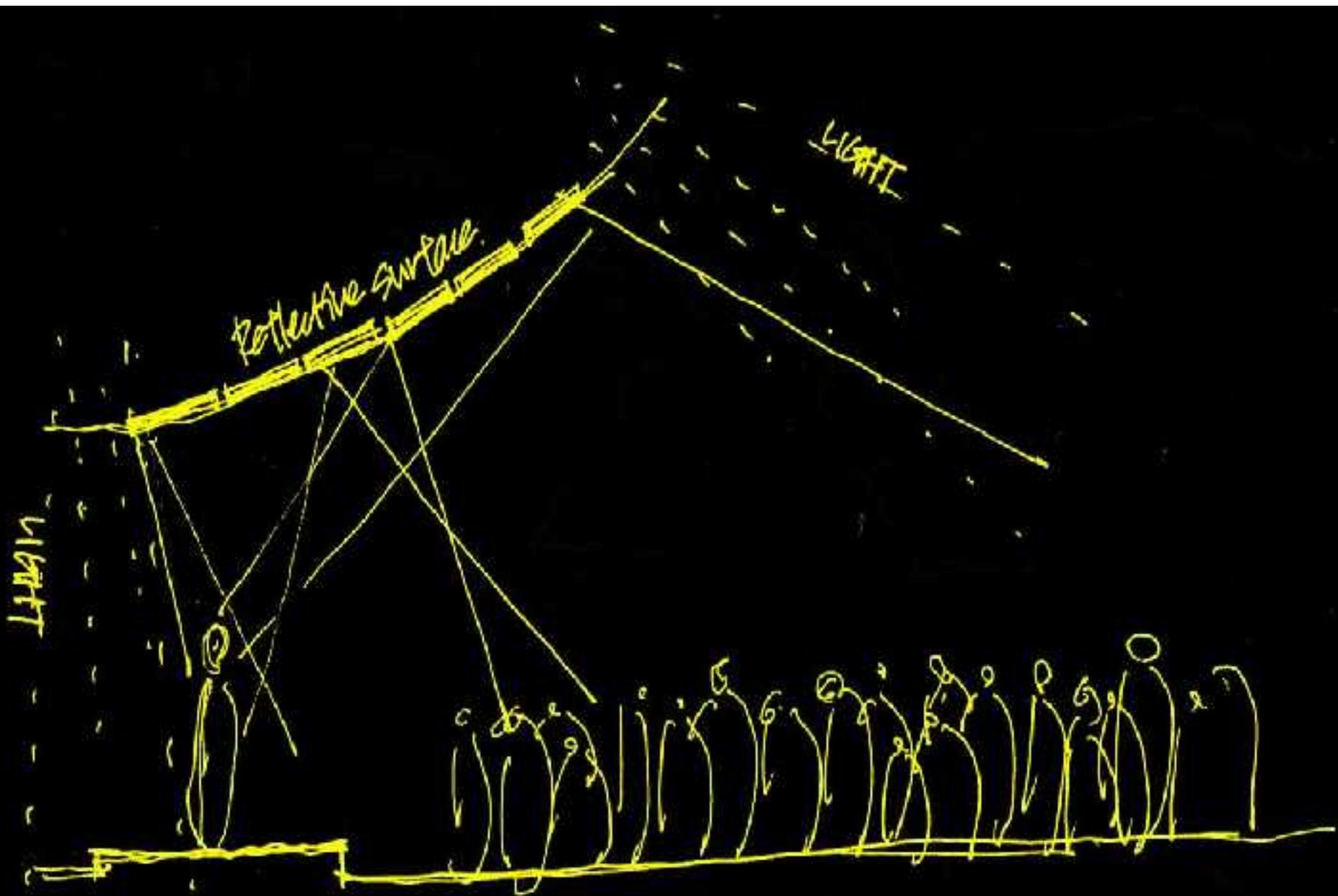
# REFLEXIÓN ESPECULAR

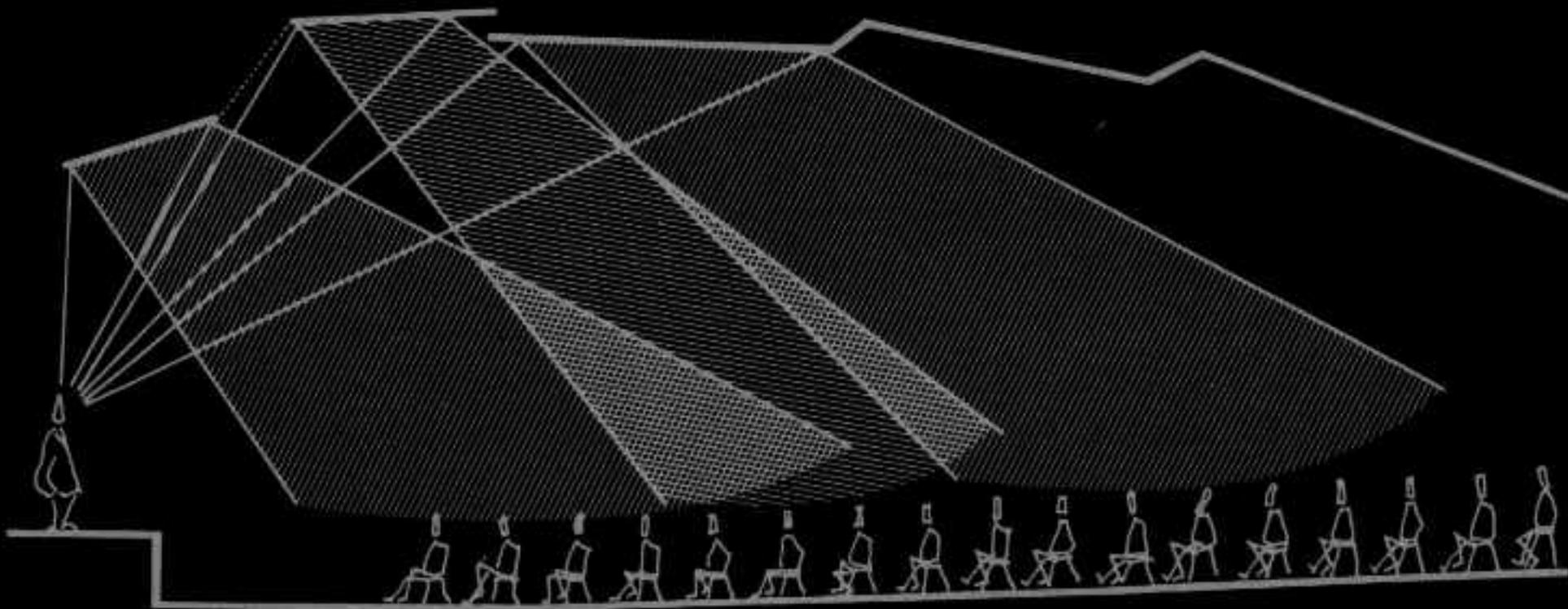
Para lograrla se usan materiales duros y rígidos, distinguiéndose 3 casos según su textura:

- 1 Cuando esta es sensiblemente lisa el resultado es de carácter regular
- 2 Cuando contiene irregularidades considerablemente menores que la longitud de onda, se asimila al caso anterior.
- 3 Cuando contiene irregularidades considerablemente más grandes que la longitud de onda, se comporta como un conjunto de planos diferentes regulares.

Al respecto son frecuentes los reflectores tanto de escenario como de auditorio.



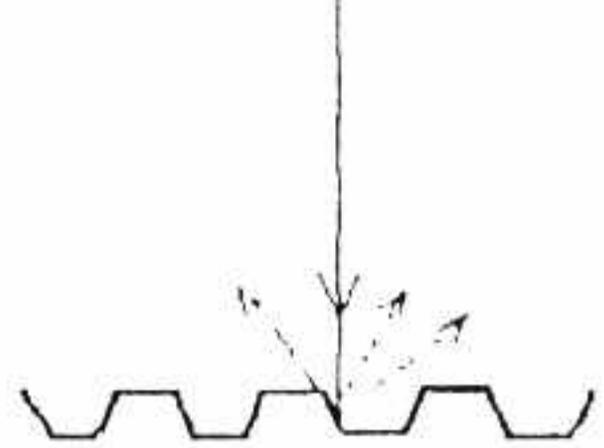
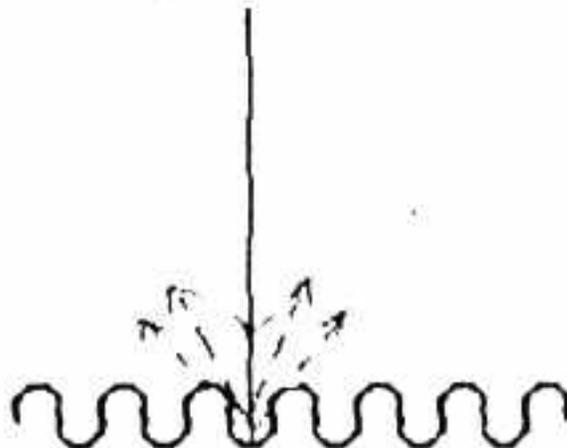
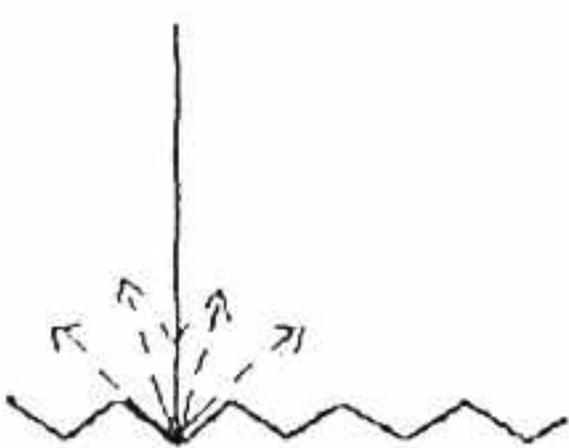


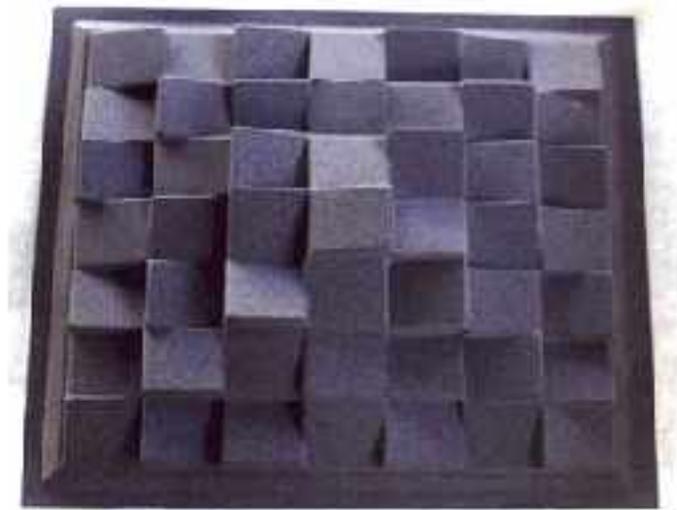
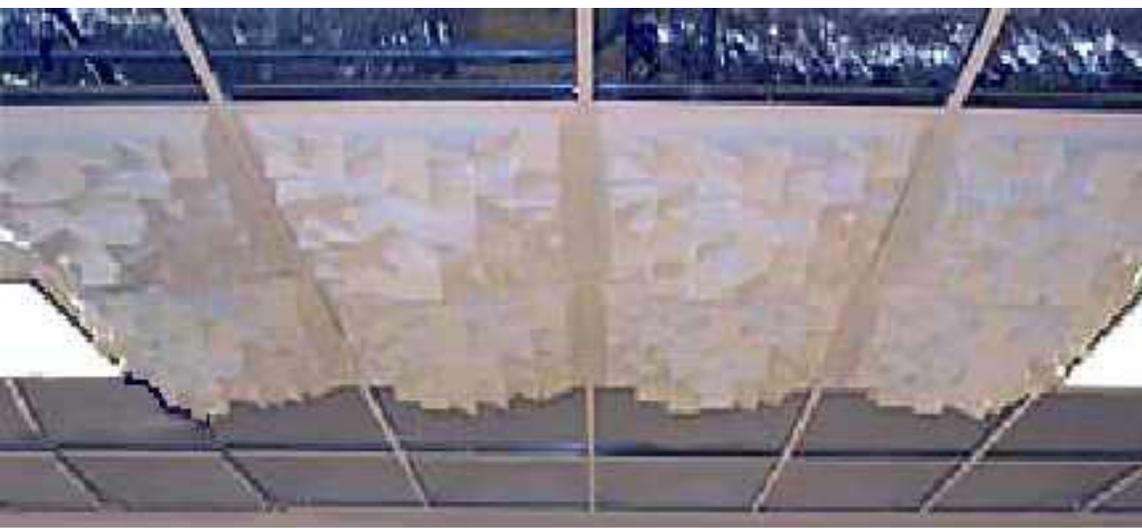


# REFLEXIÓN DIFUSA

Los difusores son superficies que producen dispersión del sonido incidente. Cuando la superficie incidente contiene irregularidades aproximadamente iguales a las longitudes de onda, el resultado es una dispersión. Habrá por lo tanto difusores apropiados para cada tipo de sonido. Un ejemplo típico de propiedad difusora (repartición del sonido a sus proximidades) restringido a un rango limitado de frecuencia (de algún instrumento) es el que acusan los cartones estampados (para envases).

Otro criterio es la combinación coordinada de materiales absorbentes con reflectantes, con lo que se produce un quiebre de la onda, de buena efectividad en recintos de pequeña dimensión. En este caso el efecto va acompañado de un pérdida importante de nivel sonoro





# D I F U S O R E S

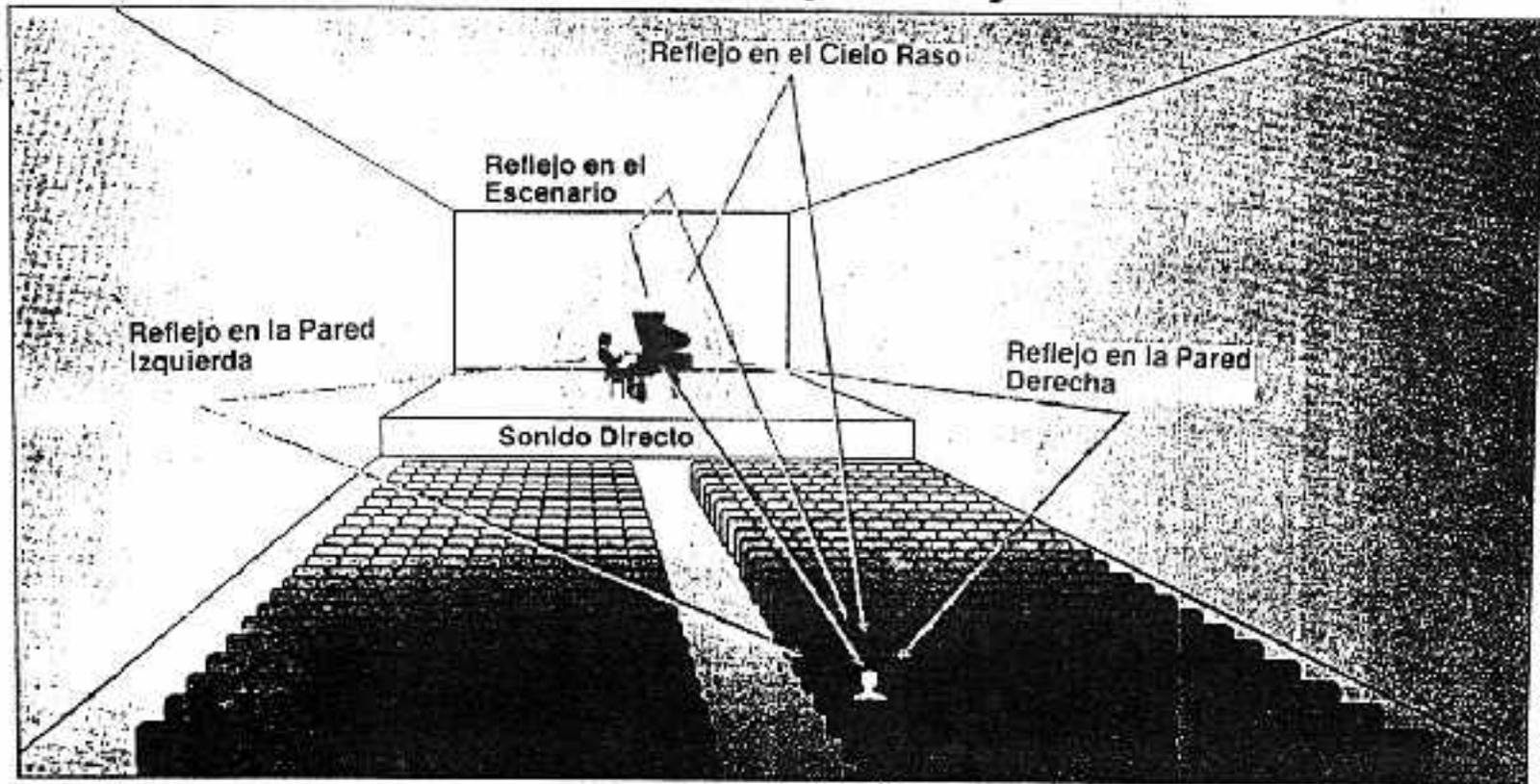




# GEOMETRIA DEL RECINTO

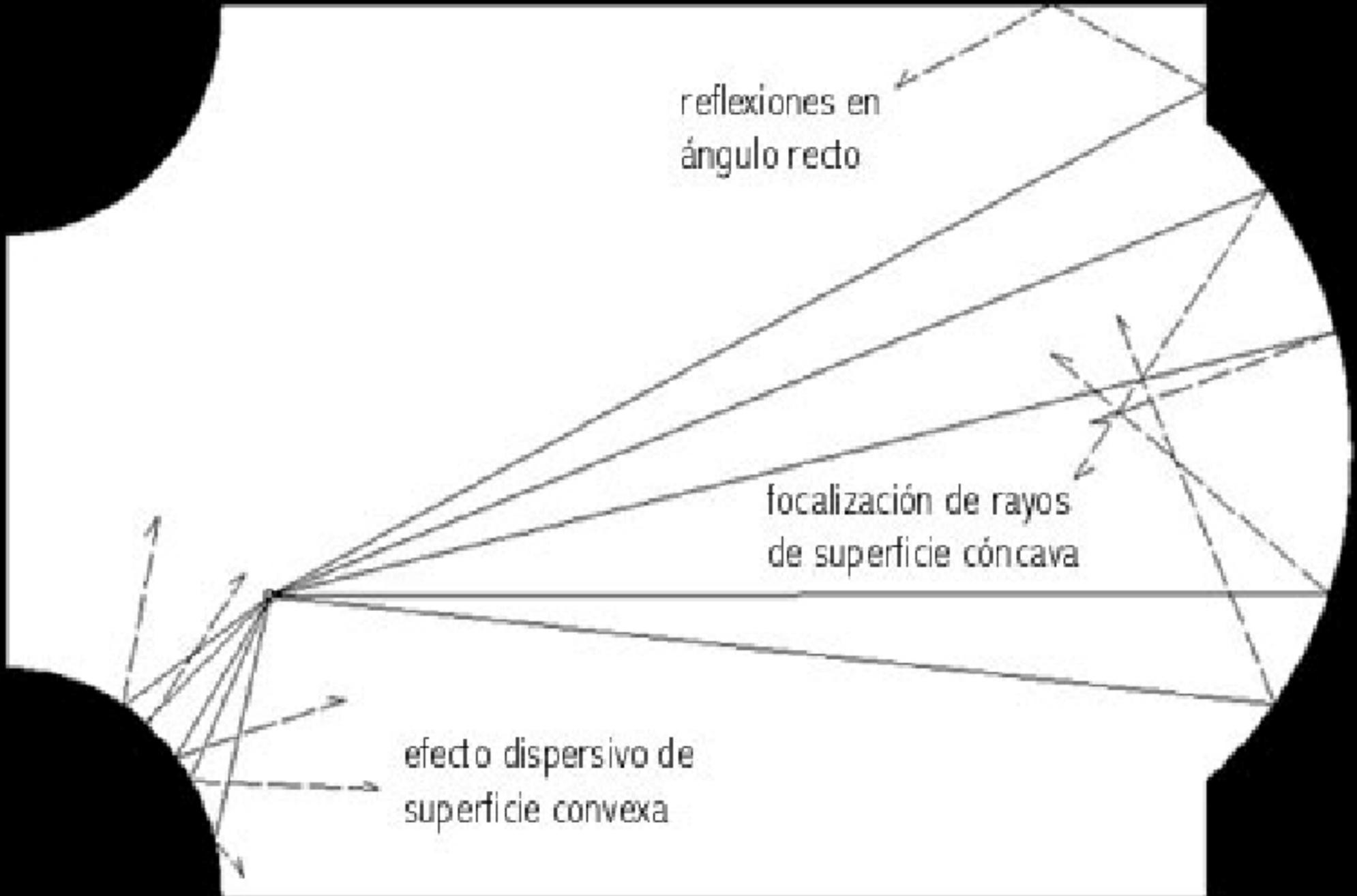


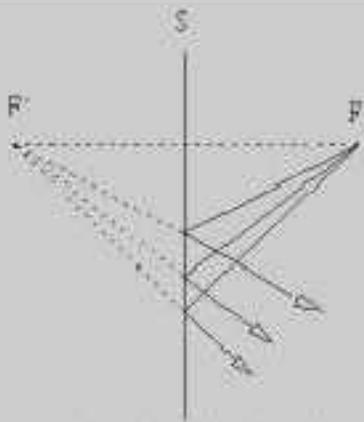
# Sonido Directo y Reflejado



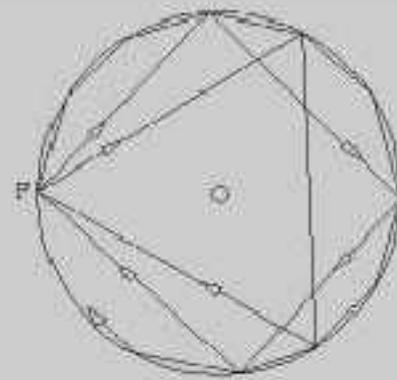
## Esquema de Reflejos



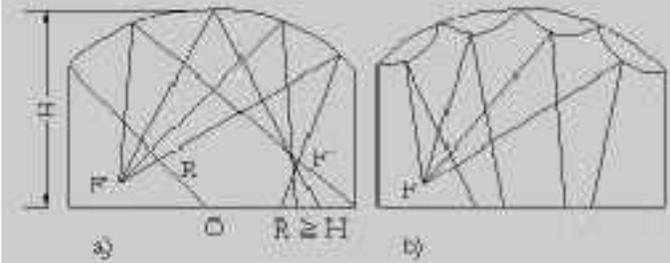




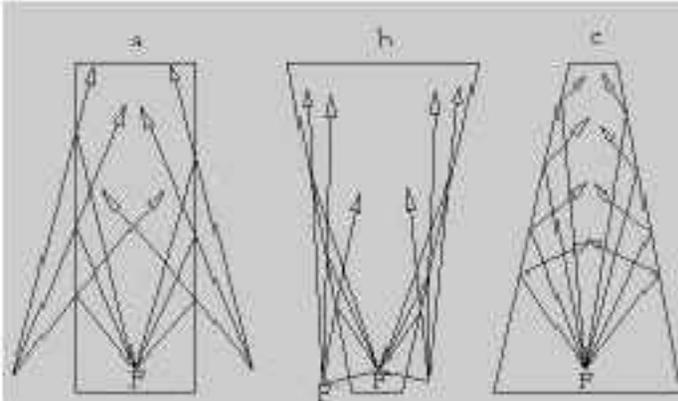
REFLEXION SOBRE UNA SUPERFICIE PLANA



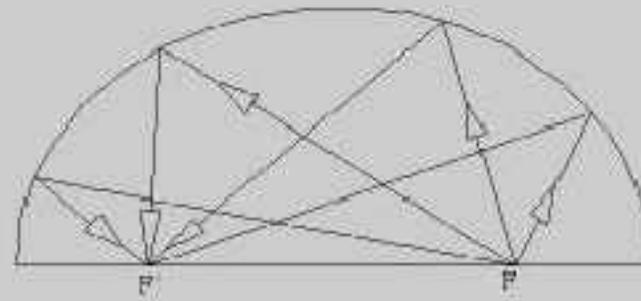
RECORRIDO DE LOS RAYOS SONOROS EN UN ANILLO PERIMETRAL EN UNA SALA CIRCULAR



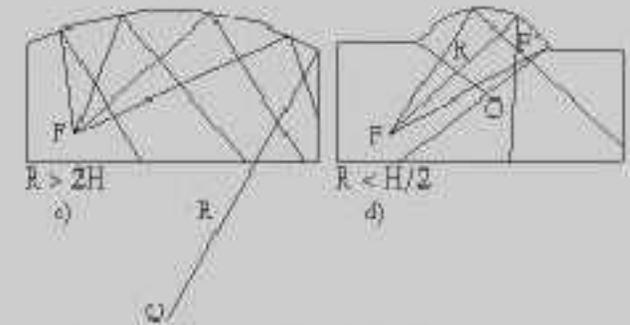
REFLEXION DE UN TESCO ABOVEDADO



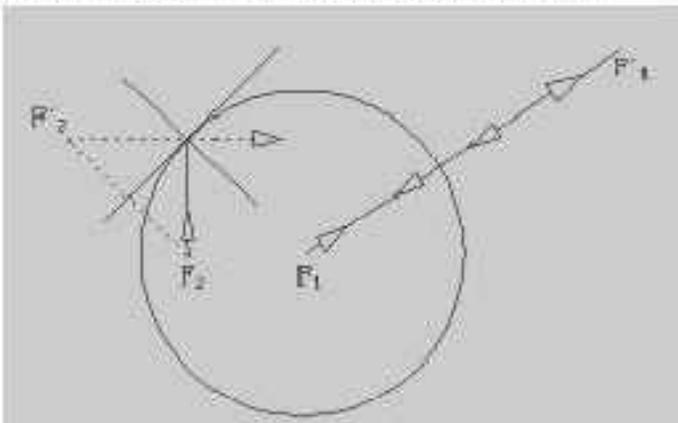
PRIMERAS REFLEXIONES DE LAS PAREDES DE UNA SALA



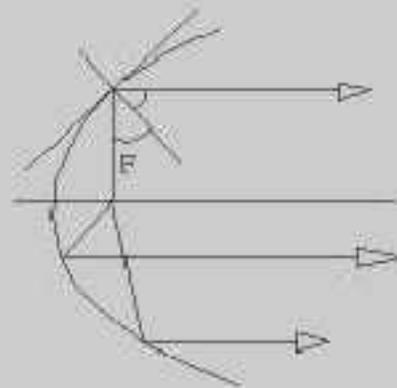
FOCALIZACION PRODUCIDA POR UNA MITAD DE



REFLEXION DE UN TESCO ABOVEDADO

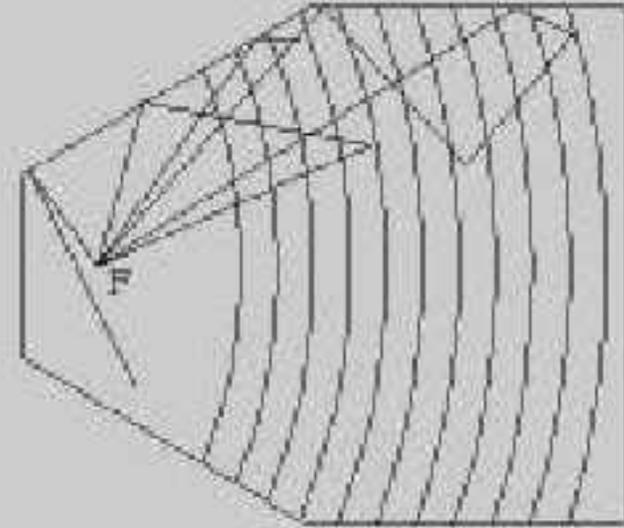


REFLEXION SOBRE UNA SUPERFICIE CURVA

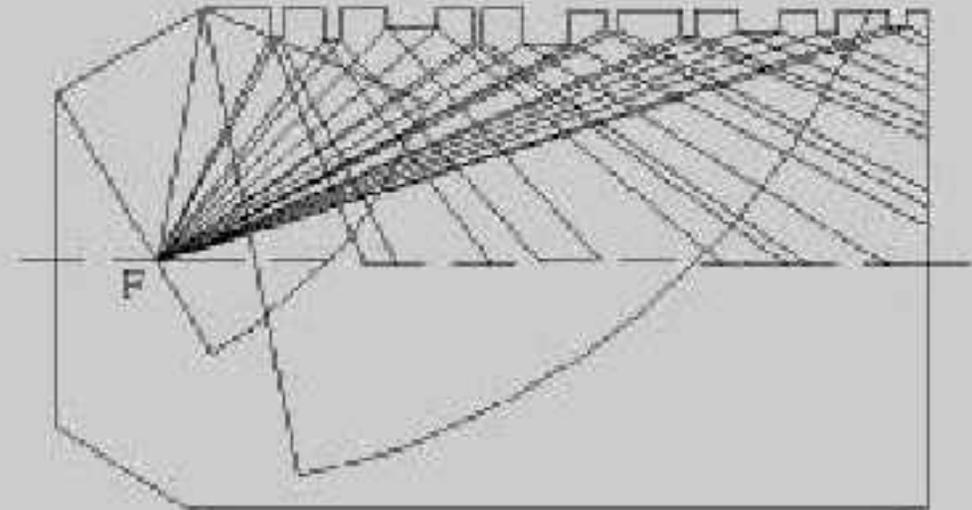


FOCALIZACION PRODUCIDA POR UNA PARABOLA

A diferencia de lo que ocurre en una sala de audición de conferencias, en una sala de música son necesarias muchas reflexiones que decaigan en intensidad a medida que se alejan del sonido directo, por lo que se deben utilizar reflectores combinados con difusores.



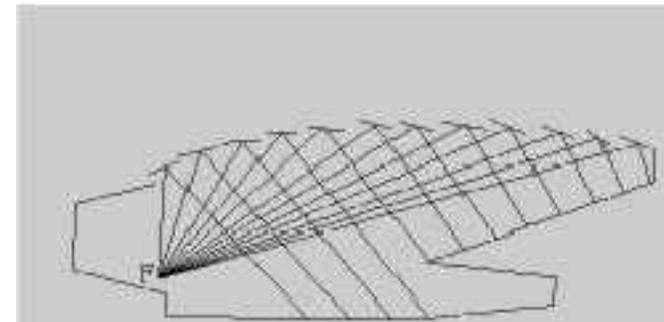
PAREDES LATERALES ADECUADAS PARA UNA SALA DE AUDICION VEBRAL



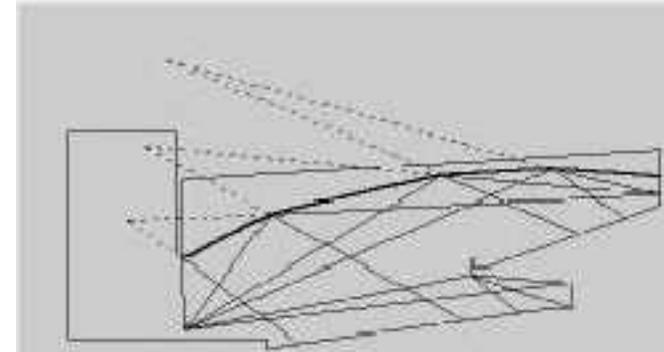
PAREDES LATERALES ADECUADAS PARA UNA SALA DE AUDICION MUSICAL



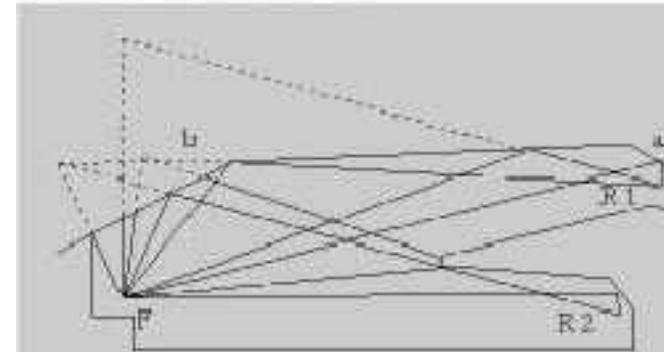
Planos reflectantes hacen converger las reflexiones sobre el plano de audición (público) a medida que se aumenta la distancia al foco sonoro, de esta forma el incremento de nivel sonoro conseguido por la superposición de reflexiones compensa la pérdida de intensidad por distancia



EQUIPOTENCIALIDAD DE LAS PRIMERAS REFLEXIONES DE TECHO

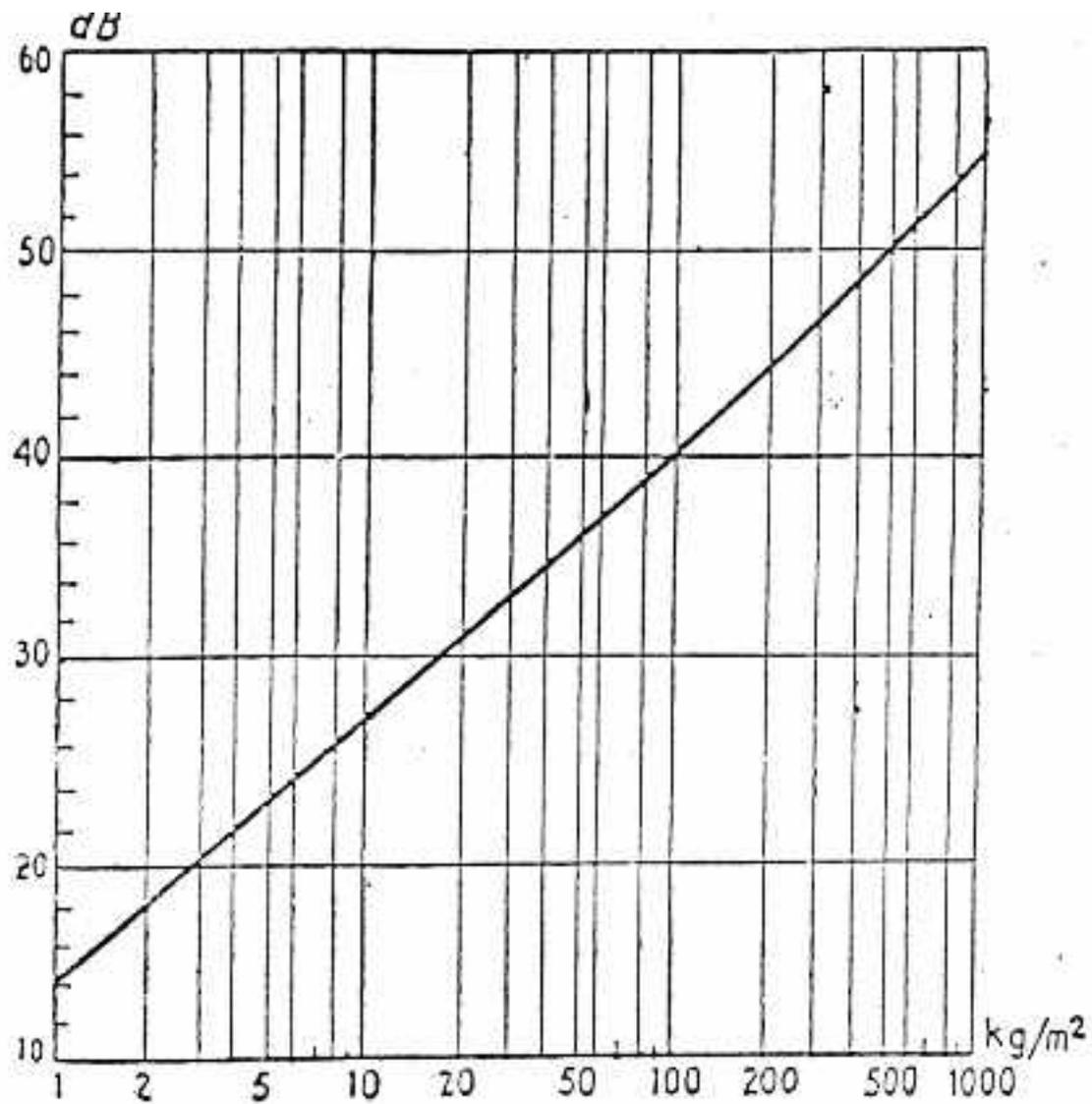


TECHO QUE INCREMENTA EL NUMERO DE REFLEXIONES CON LA DISTANCIA A LA FUENTE



RE FUERZO DEL SONIDO MEDIANTE REFLEXIONES

COMODIDAD A CUSTICA



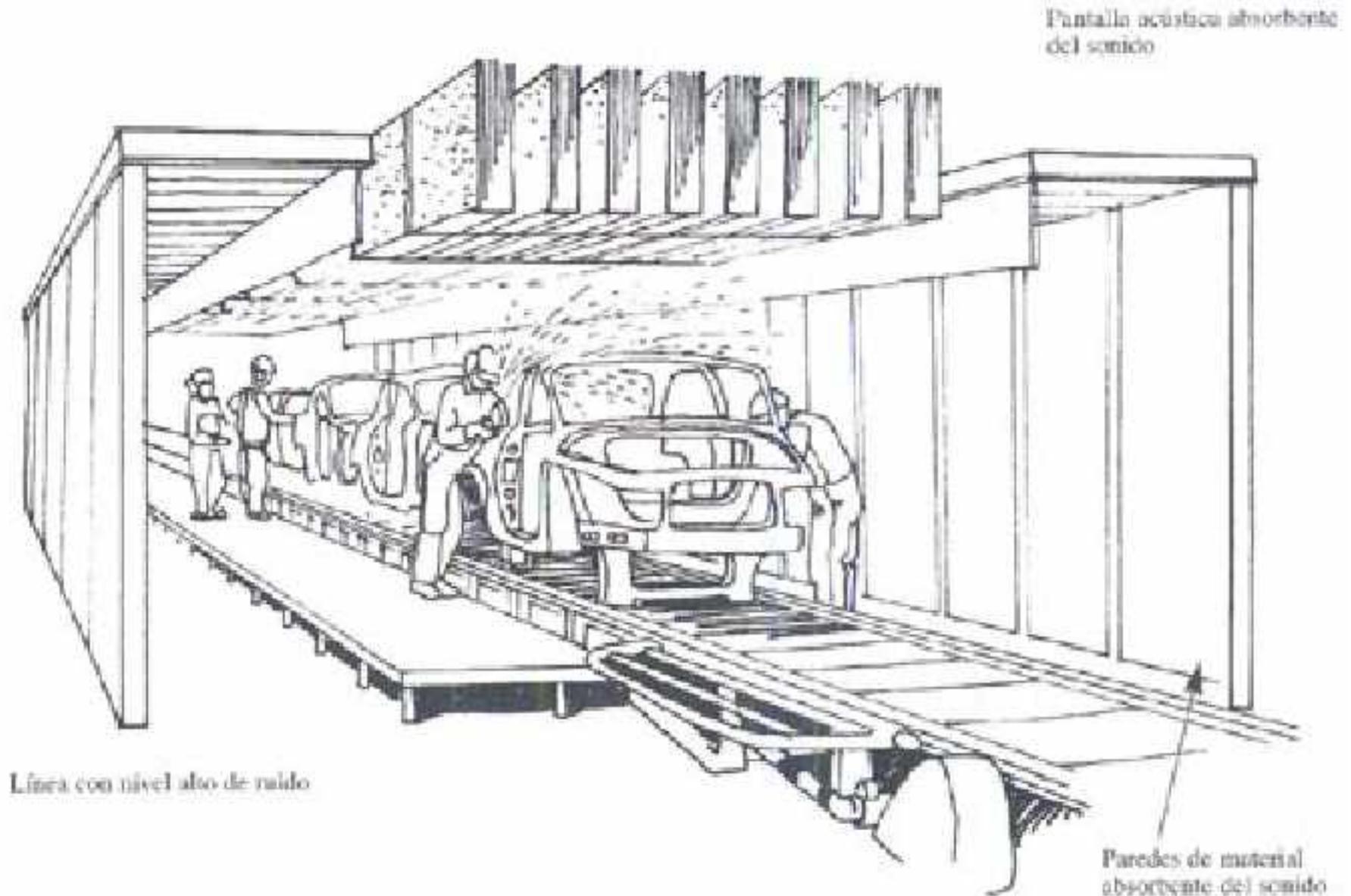
AISLACION ACUSTICA.

DIAGRAMA DE LA AISLACION DE UN MURD: A MAYOR DENSIDAD MAYOR AISLACION SONORA.  
 GENERALMENTE LA AISLACION NO ES IGUAL  
 PARA TODAS LAS FRECUENCIAS.

# aislación acústica ante ruido aéreo según frecuencia

Producto	Rw	R	Espesor	Densidad	aislamiento R (dB) a Frecuencia (Hz)					
	dB	dBA			mm	Kg/m2	125	250	500	1000
<i>Lámina de Acero Galvanizado</i>	19,7	21,4	0,5	6,0	8,0	14,0	20,0	23,0	26,0	27,0
	23,0	23,5	0,9	7,0	8,0	14,0	20,0	26,0	32,0	38,0
	26,3	27,5	1,2	9,5	13,0	20,0	24,0	29,0	33,0	39,0
	29,0	29,8	1,6	13,0	14,0	21,0	27,0	32,0	37,0	43,0
<i>Lámina de Aluminio</i>	0,0	0,0	0,6	1,6	0,0	18,0	13,0	18,0	23,0	25,0
<i>Madera de Roble</i>	-	-	45,0	36,0	11,5	15,0	20,5	22,0	26,0	-
<i>Madera de paneles sin yeso</i>	-	-	25,0	19,0	-	2,0	6,0	6,0	8,0	8,0
sobre bastidores de madera	19,2	20,4	6,0	31,5	9,0	13,0	16,0	21,0	27,0	29,0
<i>Madera contrachapada</i>	21,8	23,0	8,0	5,0	15,0	21,0	21,0	26,0	26,0	22,0
<i>Madera aglomerada</i>	24,7	26,0	19,0	11,0	17,0	18,0	25,0	30,0	26,0	32,0
<i>Madera de cahoba</i>	29,3	30,2	50,0	25,0	19,0	23,0	25,0	30,0	37,0	42,0
<i>Madera de Pino</i>	33,8	35,2	25,0	49,0	27,0	31,0	33,0	35,0	37,0	40,0
<i>Piedra</i>	59,0	60,1	300,0	990,0	47,0	51,0	57,0	61,0	67,0	71,0
<i>Hoja de Plástico</i>	-	-	25,0	11,7	15,0	19,0	22,0	26,0	27,0	-
<i>Planchas de Plomo</i>	31,8	32,5	1,5	17,0	28,0	32,0	33,0	32,0	33,0	33,0
	33,8	33,8	3,0	34,0	30,0	31,0	27,0	38,0	44,0	33,0
<i>Terciopelo forrado</i>	10,8	11,5	5,0	6,0	8,5	9,0	10,0	12,5	12,0	12,5
<i>Yeso</i>	-	-	10,0	9,3	16,0	20,0	27,0	34,0	31,0	-
<i>Placa de yeso cartón</i>	26,3	27	9,5	26,8	23,4	23,4	23,4	31,4	28	28

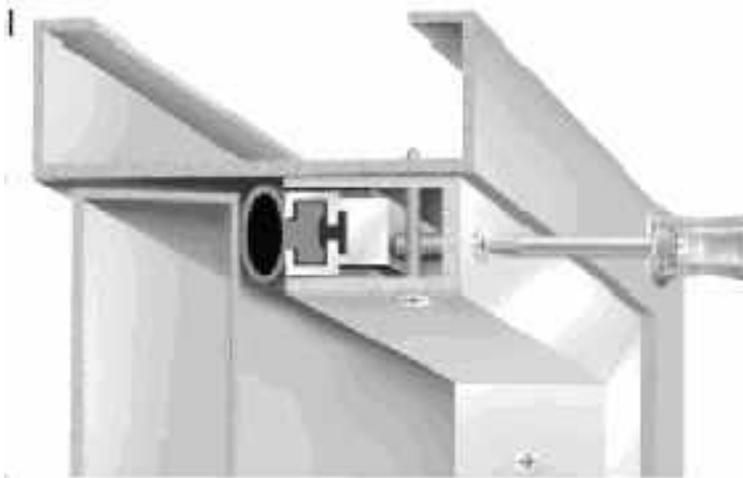
# PANTALLAS ABSORBENTES



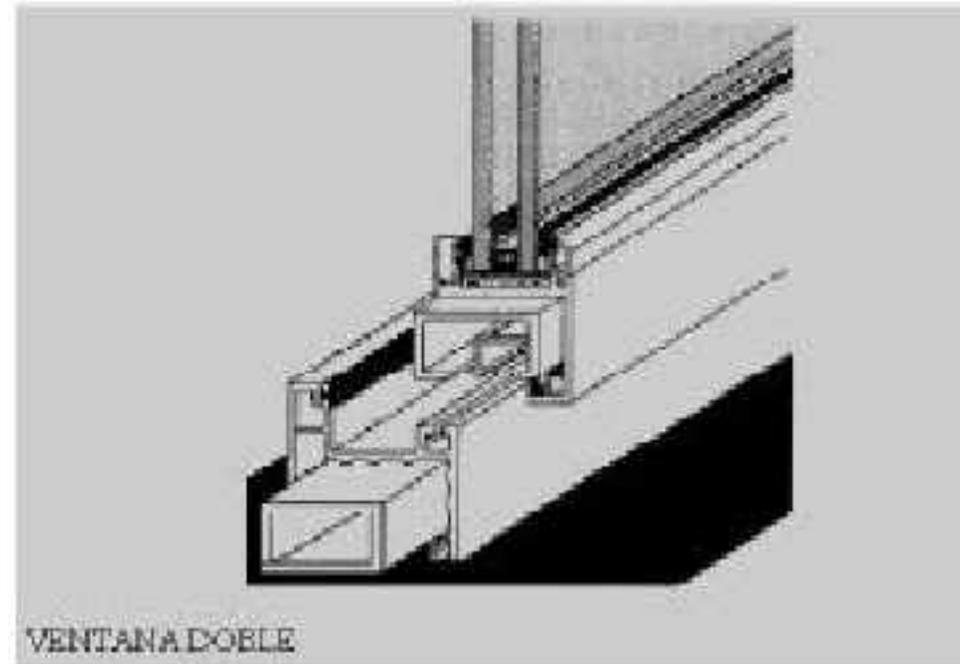
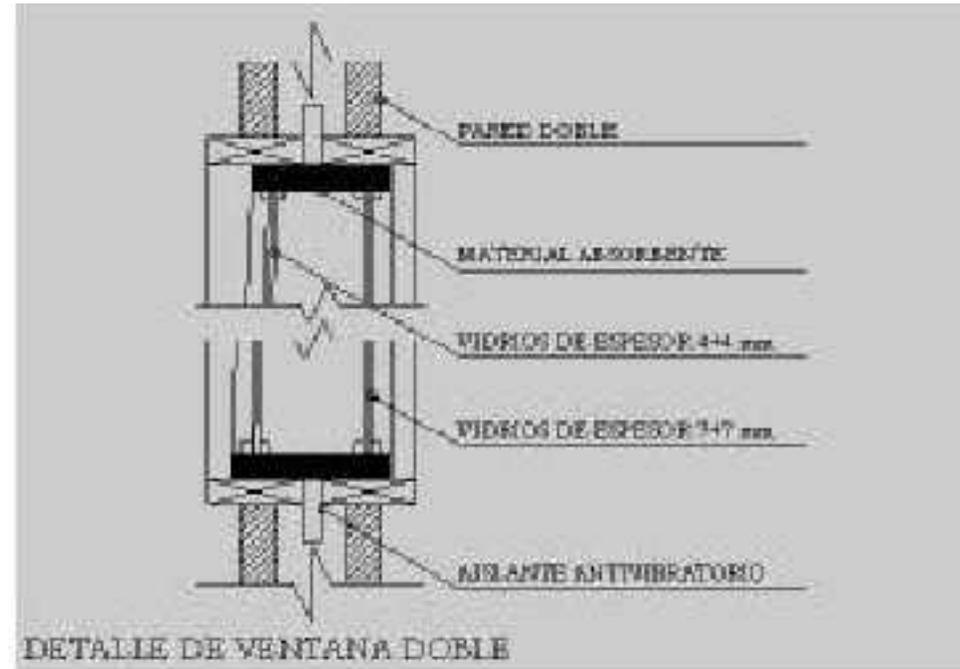
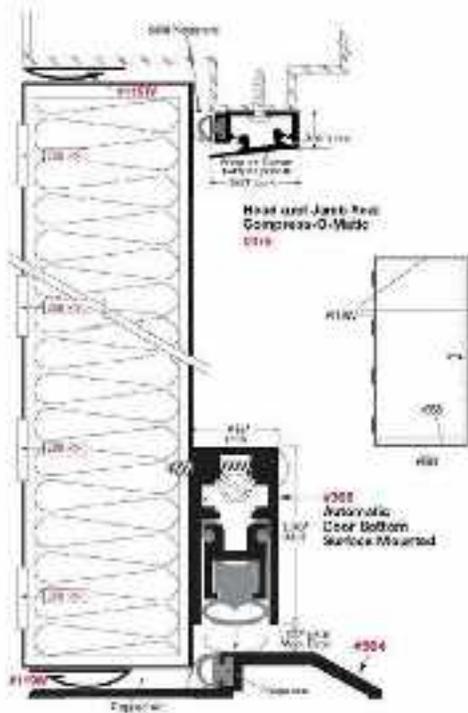
# SOLUCION PARA EVITAR REBERVERACION EN GRANDES ESPACIOS INTERIORES



# CONTROL DEL RUIDO POR ABERTURAS FUNCIONALES



Door Seal Kit



# RUIDO POR IMPACTO



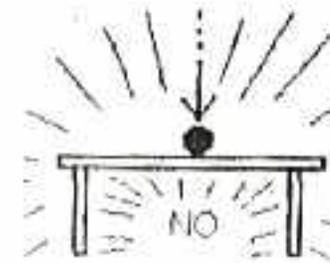
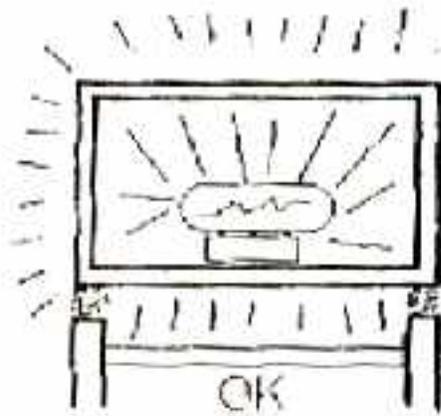
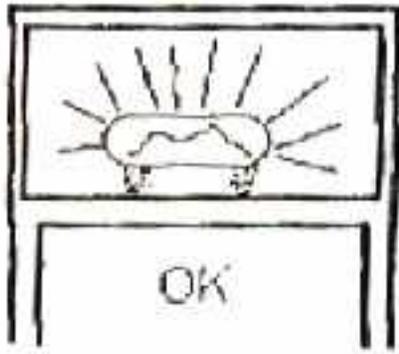


# RUIDO POR IMPACTO

Cabe mencionar 2 tipologías de acuerdo a su mecánica de percepción, que no implican en todo caso, mayor diferenciación en cuanto a los recursos de diseño para su control. Ellos son:

- Impactos y vibraciones audibles
- Impactos y vibraciones no audibles (estas últimas generalmente corresponden a frecuencias fuera de rango, que igualmente son percibidas por el sentido del tacto)

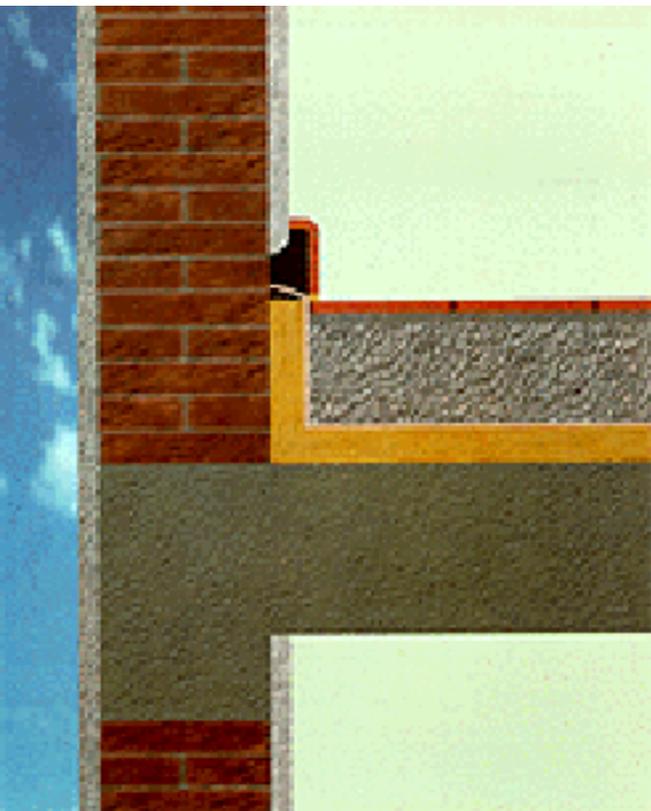
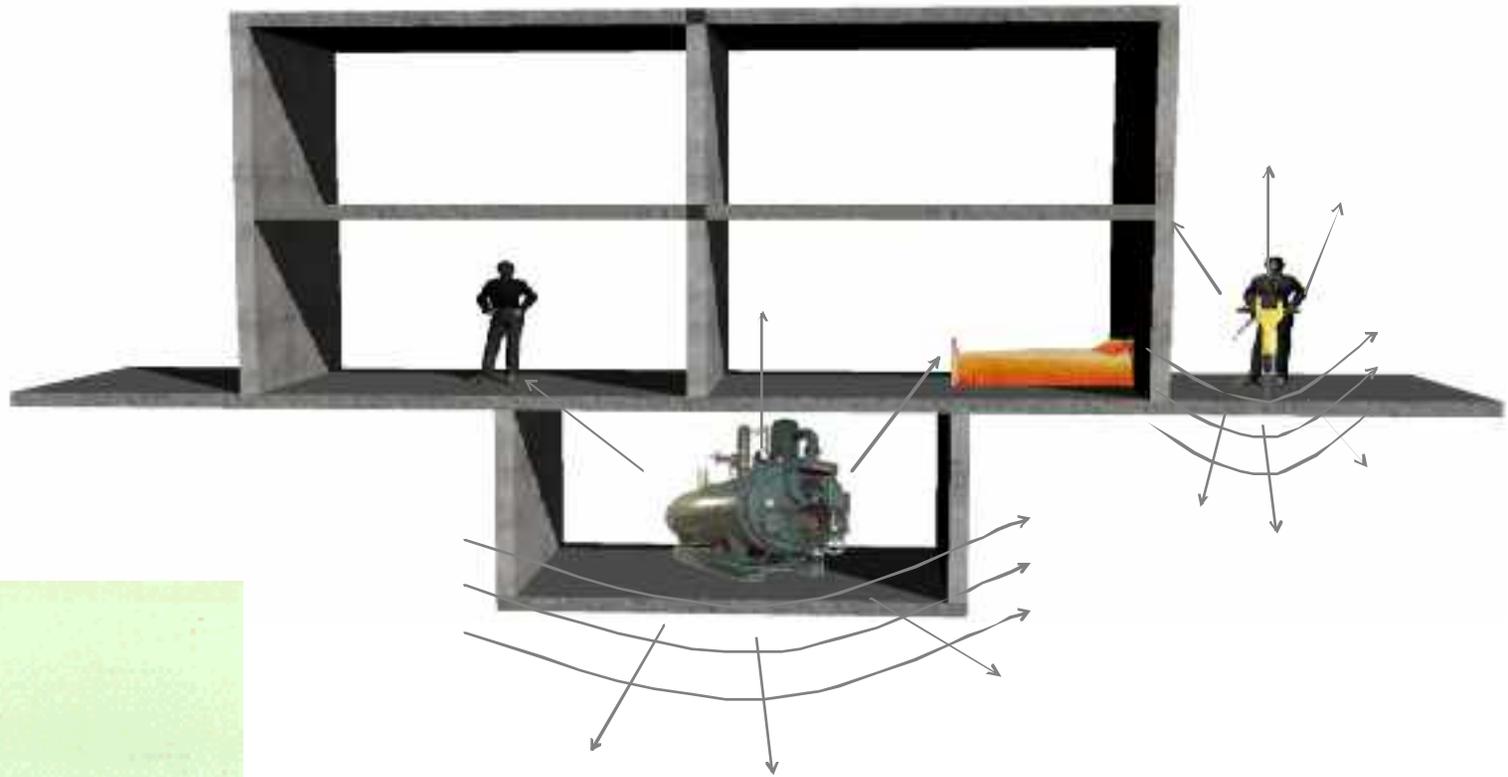




La idea fundamental es producir la **discontinuidad mecánica** entre la fuente productora y la estructura o materialidad susceptible de transmitirla (Incluyendo dentro de este concepto, al terreno mismo). Ella se puede plantear a dos niveles:

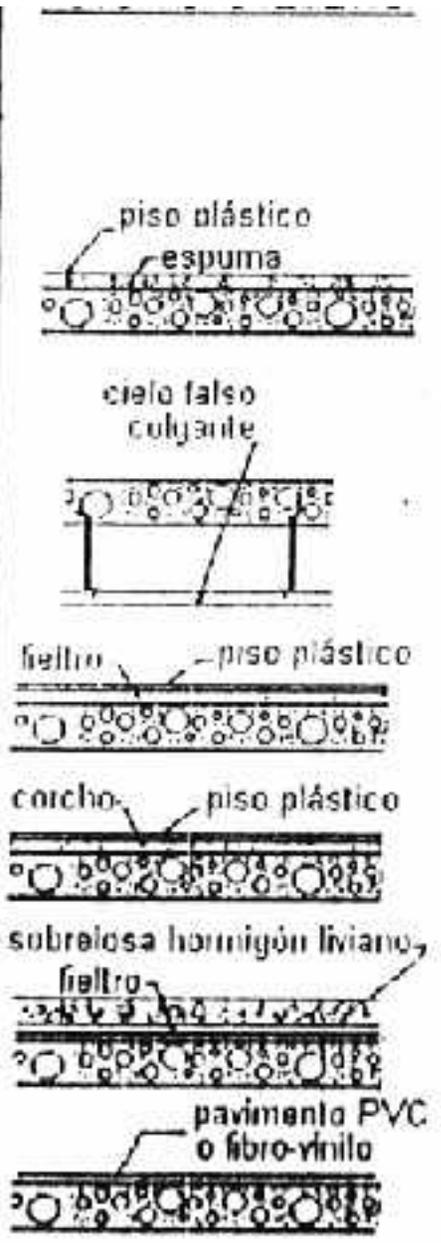
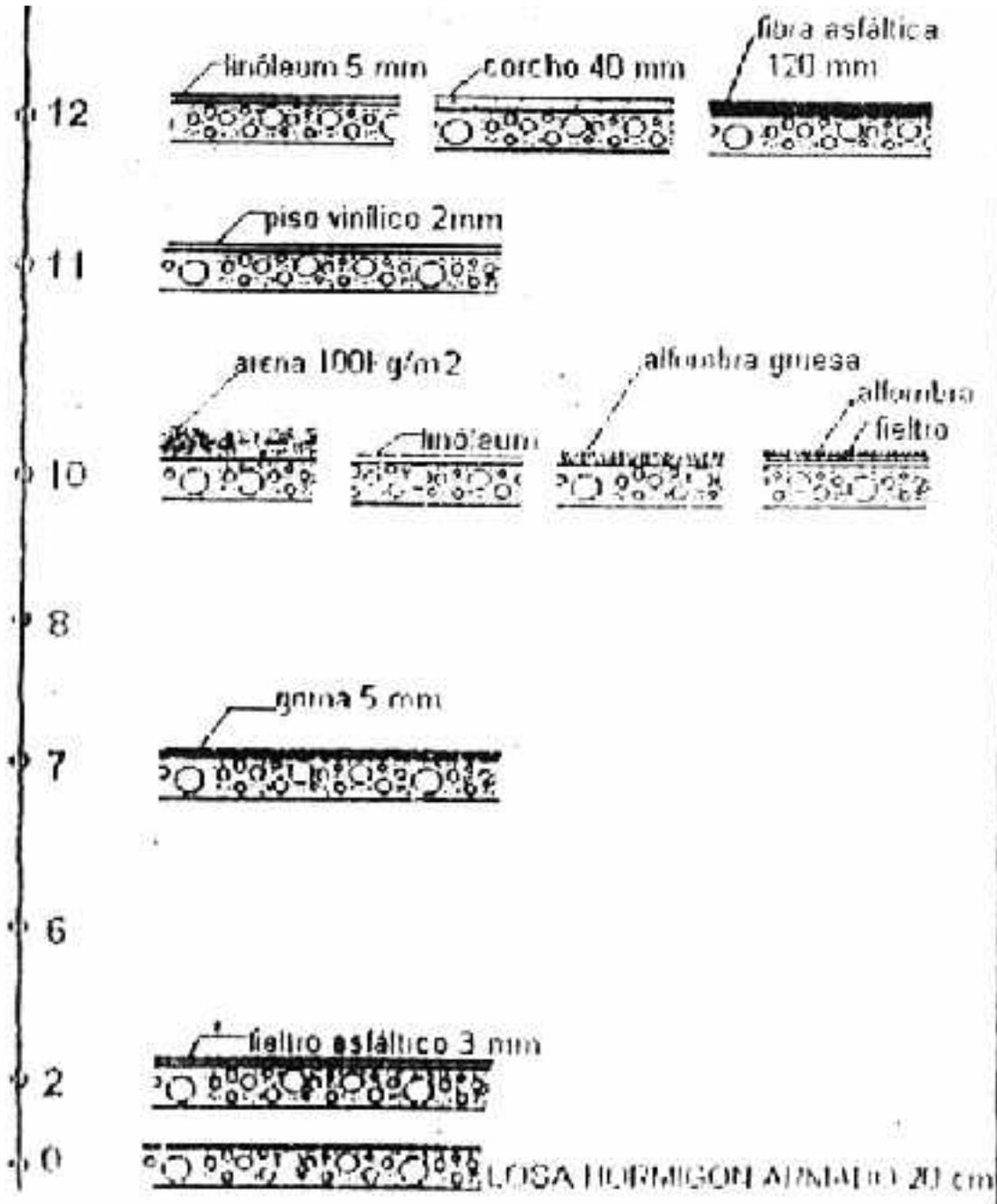
- **Apoyo amortiguador:** bases y suspensiones elásticas para las máquinas instalaciones y ductos vibrantes. Alfombras y revestimientos blandos para las pisadas.
- **Uniones flotantes:** Soluciones móviles entre elementos constructivos, pavimentos flotantes de entrepiso, soluciones elásticas a nivel de fundación y estructura (especialmente para vibraciones de origen externo no controlable, que pueden implicar cortes verticales y/o horizontales.)



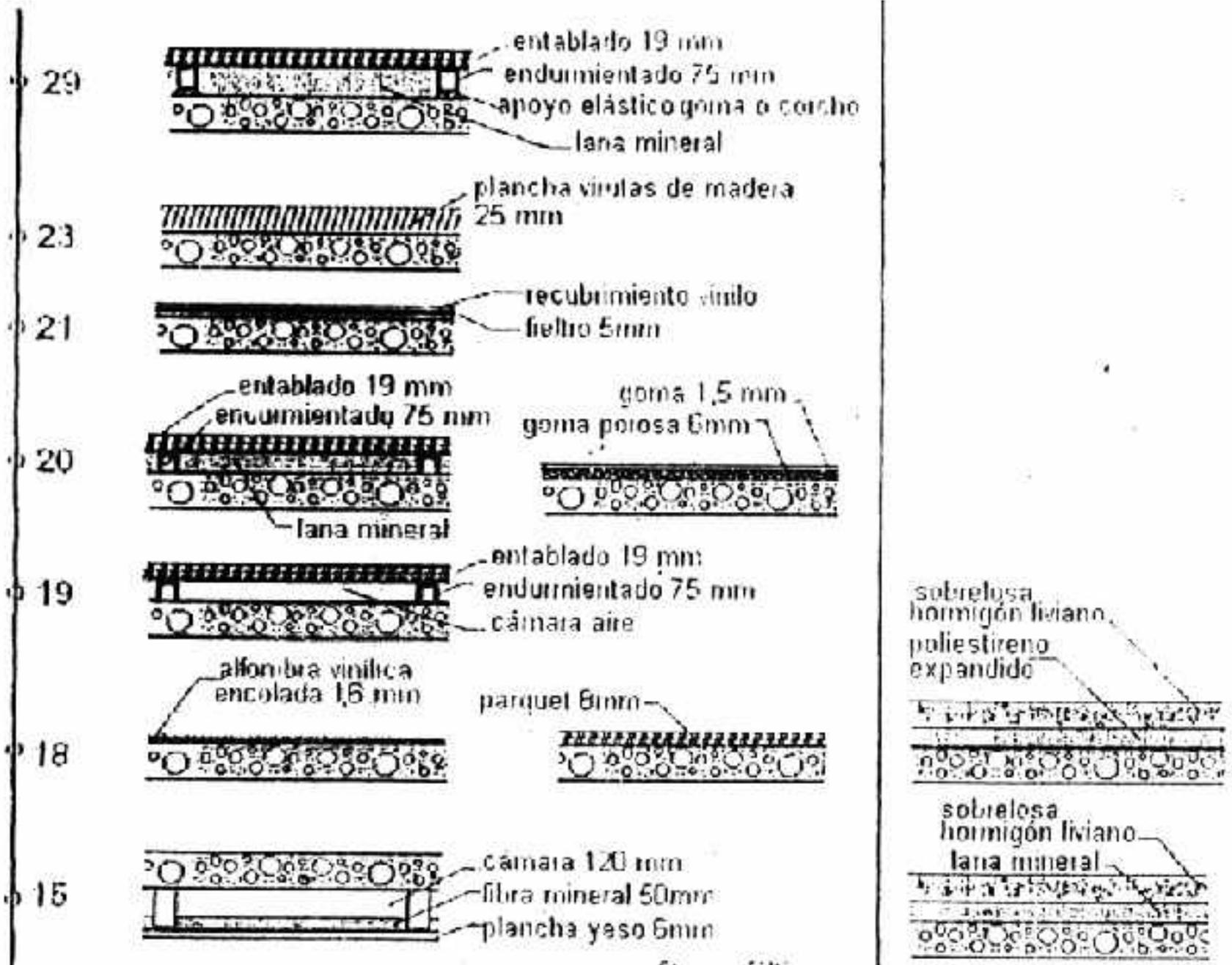




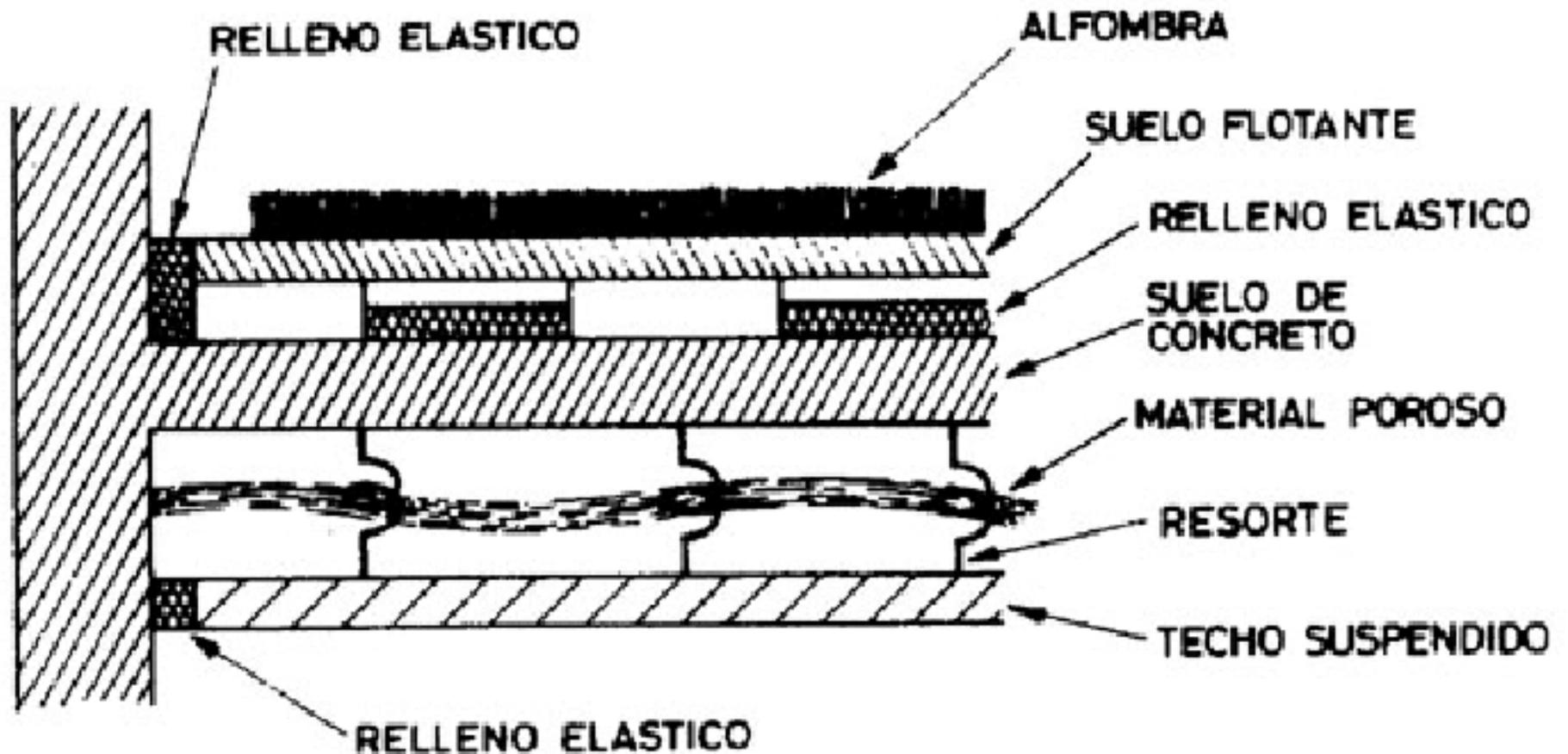
# AMORTIGUACION (dB)



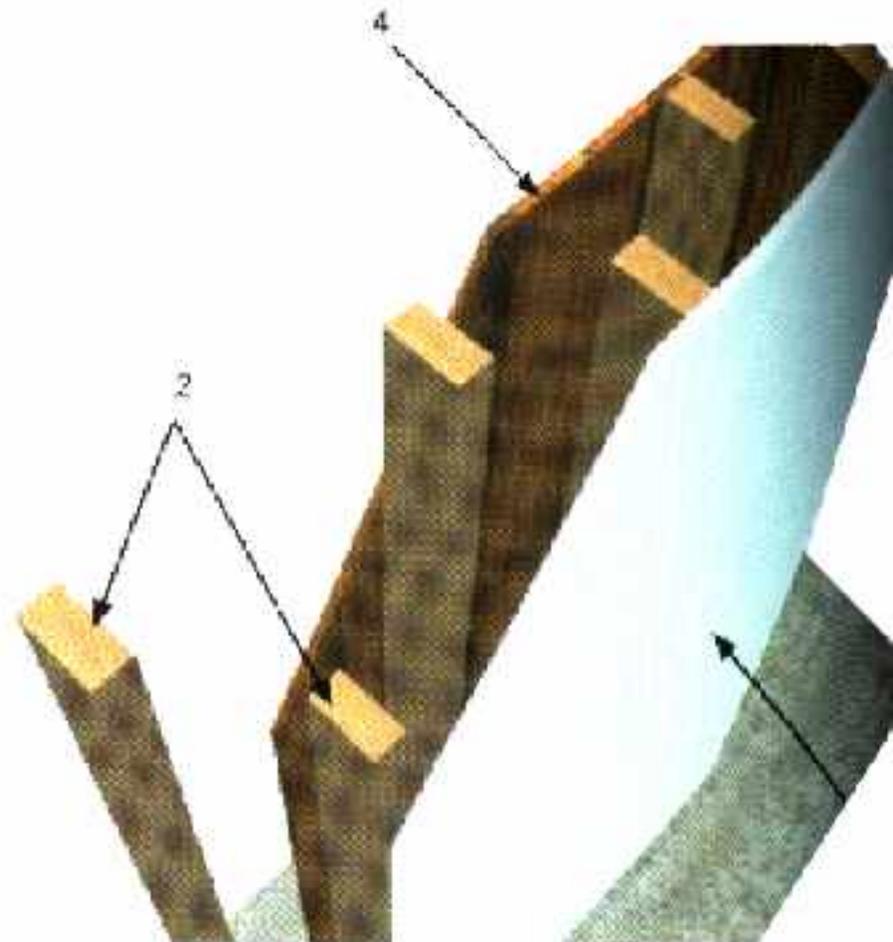
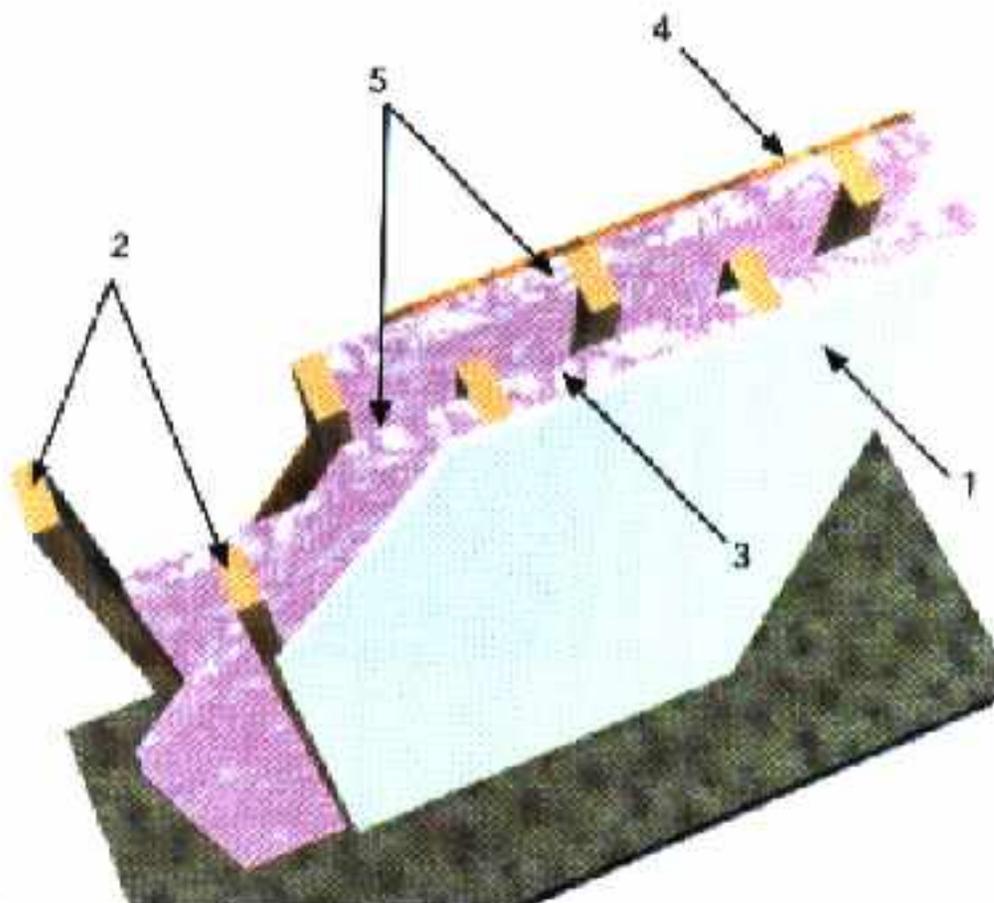
# AMORTIGUACION (dB)



# SOLUCION TRIPLE AMORTIGUACION ACUSTICA PARA PISOS CON DE ALTO RUIDO DE IMPACTO



# tabiques acústicos



COMODIDAD ACÚSTICA

# soluciones constructivas frente a ruido por impacto

Nombre Solución	Descripción del Montaje	$\Delta L$ dB A	$\Delta L$ dBA					
			125	250	500	1000	2000	4000
<i>Tratamiento Losa Flotante + Panel</i>	Losa de hormigón armado, espesor 140 mm y peso aprox. 330 Kg/m <sup>2</sup> , sobre ella panel "Isover" de lana de vidrio de 25mm de espesor y peso 1,5 Kg/m <sup>2</sup> , bajo la losa flotante de hormigón en masa de 50 mm de espesor y 90 Kg/m <sup>2</sup> de peso	<b>16</b>	8	8	11,5	15	24	41
<i>Tratamiento Losa Flotante + Fieltro</i>	Losa de hormigón armado, espesor 140 mm y peso aprox. 330 Kg/m <sup>2</sup> , sobre ella fieltro "Isover" de lana de vidrio de 3 mm de espesor y peso 0,25 Kg/m <sup>2</sup> , bajo la losa flotante de hormigón en masa de 40 mm de espesor y 76,5 Kg/m <sup>2</sup> de peso	<b>13</b>	-2	4	8	15,5	24,5	32,5
<i>Tratamiento Losa Flotante + fieltro + baldosa hidráulica</i>	Losa de hormigón armado, espesor 140 mm y peso aprox. 330 Kg/m <sup>2</sup> , sobre ella fieltro "Isover" de lana de vidrio de 3 mm de espesor y peso 0,25 Kg/m <sup>2</sup> , bajo baldosa hidráulica de 25mm de espesor unida con mortero de agarre de 25mm de espesor ambos con un peso de 83,5 Kg/m <sup>2</sup>	<b>17</b>	0	7,5	13,5	20	29,5	40,5
<i>Tratamiento Losa Flotante + cielo falso de 35mm y panel de 25mm</i>	Losa de hormigón armado, espesor 140 mm y peso aprox. 330 Kg/m <sup>2</sup> , sobre ella panel "Isober" de lana de vidrio de 25 mm de espesor y peso 1,5 Kg/m <sup>2</sup> , bajo una losa flotante de hormigón en masa de 50 mm de espesor y peso 90 Kg/m <sup>2</sup> . Bajo todo esto un cielo falso de placas "Caribel" de fibra de vidrio y yeso carton de 35 mm de espesor y 9,25 Kg/m <sup>2</sup> de peso. Con cámara de aire de 50mm de espesor	<b>26</b>	14,5	18,5	22,5	24	35	48,8

Disminución al Impacto $\Delta L$	Soluciones Constructivas
0	Losa Hormigon Armado
2	Fieltro asfáltico 3 mm.
2	Pavimento PVC o fibro-vinilo
6	Sobrelosa hormigón liviano sobre fieltro
7	Goma de 5 mm
7	Piso plástico sobre corcho
8	Piso Plástico sobre fieltro
10	Arena (100 Kg /m2)
10	Linóleum
10	Alfombra gruesa
10	Alfombra sobre Fieltro
10	Cielo Falso Flotante Colgante
11	Piso vinámico de 2 mm
11	Piso Plástico sobre Espuma
12	Linóleum de 5mm
12	Corcho 40 mm
12	Fibra Asfáltica 120 mm
15	Cielo falso de Plancha de yeso 6mm bajo fibra mineral, de 50mm con una cámara de aire de 120 mm
15	Sobrelosa de Hormigón Liviano Flotante, sobre lana mineral
18	Alfombra Vinílica Encolada de 1,6 mm
18	Parquet de 8 mm

# ENMASCARAMIENTO

Es un recurso muy usado en ambientes de carácter comercial y oficinas.

Las condiciones para su eficiencia son:

- Rango de nivel compatible con el ruido que se desea cubrir
- Frecuencia adecuada
- Tiempo compatible con el ruido de fondo
- Ubicación adecuada de la fuente

Oficina ejecutiva	25 a 30 dB
Sala de conferencia	25 a 30 dB
Oficina privada	30 a 35 dB
Oficina abierta	35 a 40 dB
Sala de computación	40 a 45 dB
Pasillos	40 a 45 dB



# comodidad acústica

