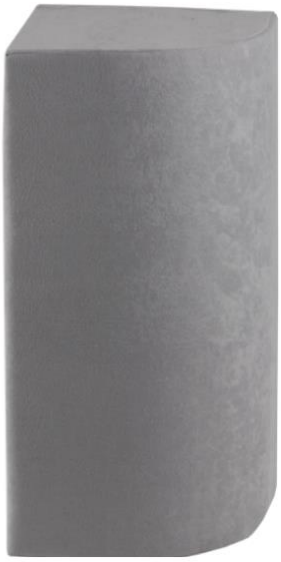
- Trampas de graves
  - Absorbentes de banda ancha
  - Resonadores I
  - Resonadores I I
  - Resonadores I I I
  - Resonadores sin cavidad
  - «Limp bag»

Absorbentes de banda ancha



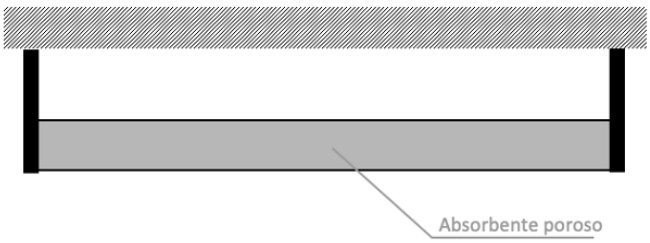
Este tipo de "trampas" de graves se han vuelto muy populares debido a su bajo precio y sencilla construcción que se encuentra profusamente documentada en multitud de videos del tipo DIY («*Do it Yourself*») en internet.

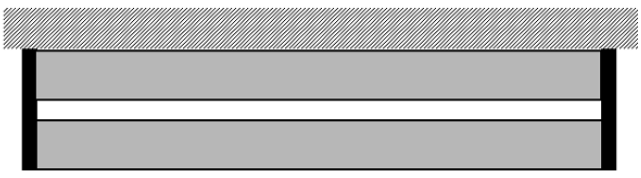
Esta solución está compuesta por una o varias planchas de material absorbente de poro abierto (lana de roca o de vidrio) rigidizadas perimetralmente por un marco que habitualmente es de madera y con el frontal entelado. La anchura de estas configuraciones suele ser de 60 cms. para aprovechar al máximo la superficie de las planchas que se encuentran en el mercado.

Pero si el elemento absorbente es un material poroso y su curva de coeficiente de absorción la habitual en este tipo de materiales, ¿cómo puede funcionar en baja frecuencia?. De dos maneras:

- Separando la solución de la pared rígida y dejando una cámara de aire tras ella.

La profundidad de la cámara de aire debe ser de al menos de un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia para que la "trampa" tenga efectividad, de manera que el máximo de presión de la onda sonora coincida con la posición del material absorbente.
Por ejemplo para 250 Hz la profundidad ha de ser de 35 cms. Con estas dimensiones parece difícil su uso para el control de la baja frecuencia ya que se pierde mucho espacio.

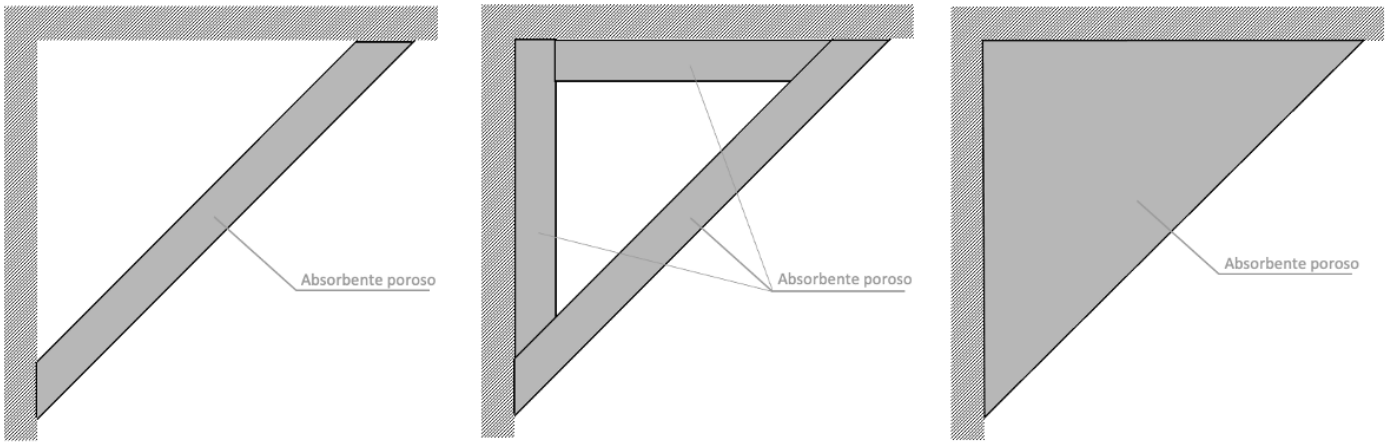




• Colocando la solución en los encuentros de dos paramentos perpendiculares.

La plancha de material absorbente se coloca en chaflán frente al encuentro de dos paramentos perpendiculares. Se pueden añadir dos mas en los laterales interiores o incluso macizar el hueco triangular.

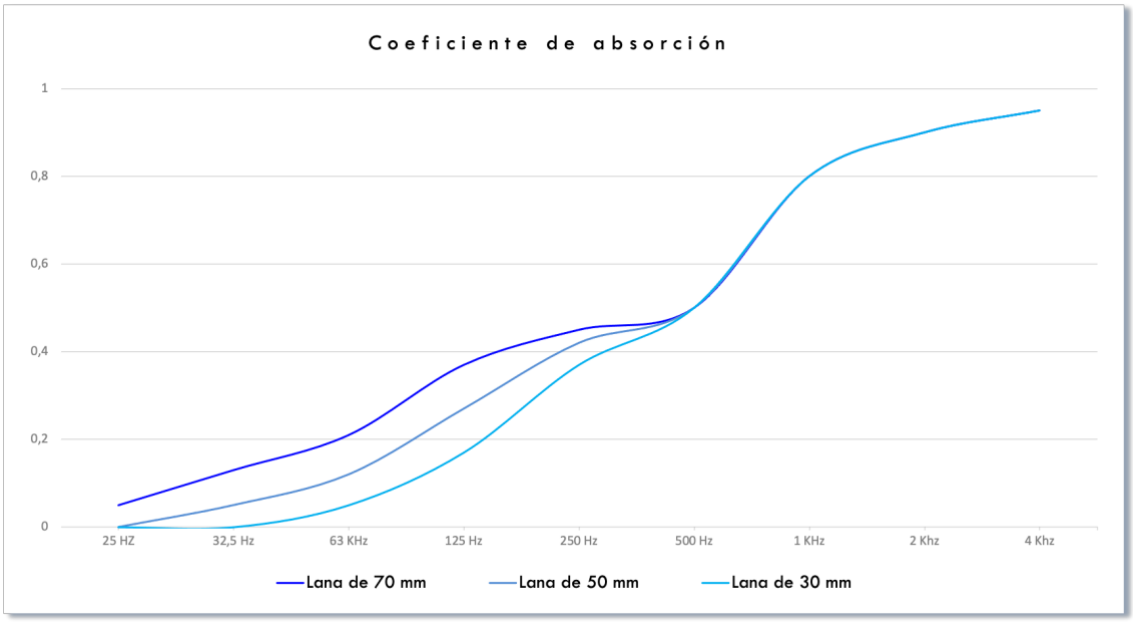
En todos los casos se los conocen como "absorbente de rincón" («*corner absorber*»).



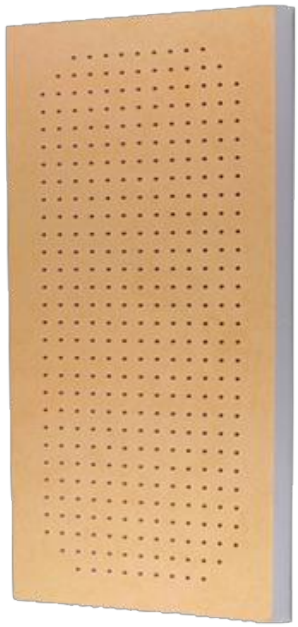
En este caso lo que se produce es la disminución de los máximos de presión sonora que siempre existen en la superficie de los paramentos rígidos del recinto, como resultado de la creación de ondas estacionarias entre dos de ellos enfrentados. La frecuencia será aquella cuya mitad de la longitud de onda coincida con la distancia entre las paredes enfrentadas y sus múltiplos. Es lo que se conoce como "modos propios".

Sus efectos son mas apreciables cuanto menor es el recinto (por ejemplo en los «*home studios*»).

Este último tipo de soluciones "extienden" su eficacia hacia las bajas frecuencias pero funcionan en toda la banda hasta las altas frecuencias, de ahí su nombre: "banda ancha" («*broadband*»). Llamarlas "trampas" es erróneo aunque muy habitual.



Resonadores. I



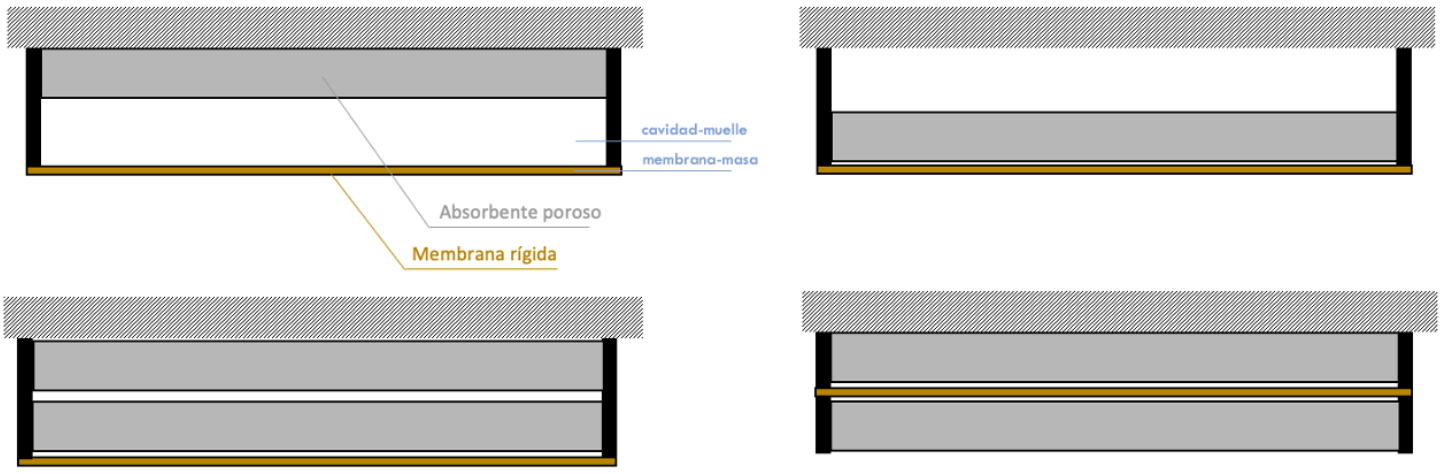
Los resonadores responden a un sistema de masa-muelle de un grado de libertad y por tanto va a existir una frecuencia en la que el sistema tendrá un máximo de vibración que se denomina frecuencia de resonancia.

Existen dos tipos de resonadores y en ambos al incidir la onda sonora sobre el panel o el orificio, respectivamente, hace que estos elementos entren en vibración, produciéndose una pérdida de energía por fricción del material o amortiguamiento.

Además si se introduce material absorbente la atenuación de la energía sonora será de menor nivel pero sucederá en mas frecuencias. Es decir el sistema se vuelve menos selectivo en frecuencia.

• Panel de material rígido no poroso y flexible montado a una cierta distancia de la pared rígida.

Es el mas común y en su estructura mas sencilla es una plancha de madera, por ejemplo, montada sobre un bastidor rectangular y unido a este perimetralmente con un elemento elástico entre ellos para evitar que las vibraciones de la plancha se trasmita al bastidor. Tras la plancha se coloca el material absorbente poroso.



La frecuencia a la que va a resonar el panel se calcula mediante la siguiente fórmula:

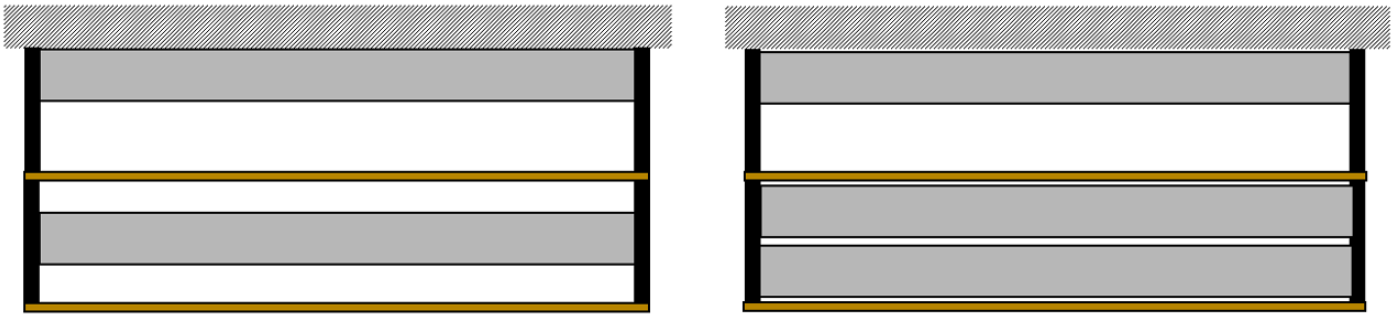
$$f_0 = \frac{600}{\sqrt{Md}} \quad \text{(en Hz)}$$

Donde:

M: es la masa por unidad de superficie del panel (Kg/m^2)
d: es la distancia del panel a la pared en ctms.
Además se cumple que d << λ

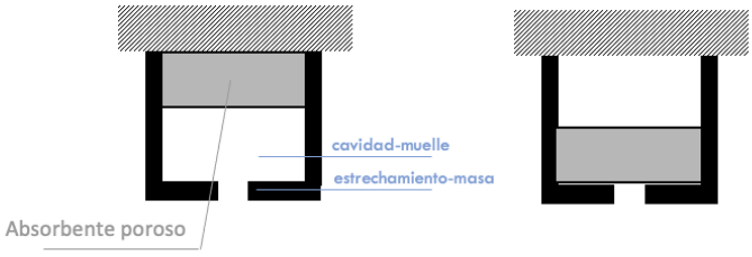
Sin embargo la frecuencia que se obtiene usando la formula es mayor que la real ya que esta va a depender también de la densidad del material absorbente, su grosor, del tamaño del panel resonante y la distancia entre los bordes fijos.

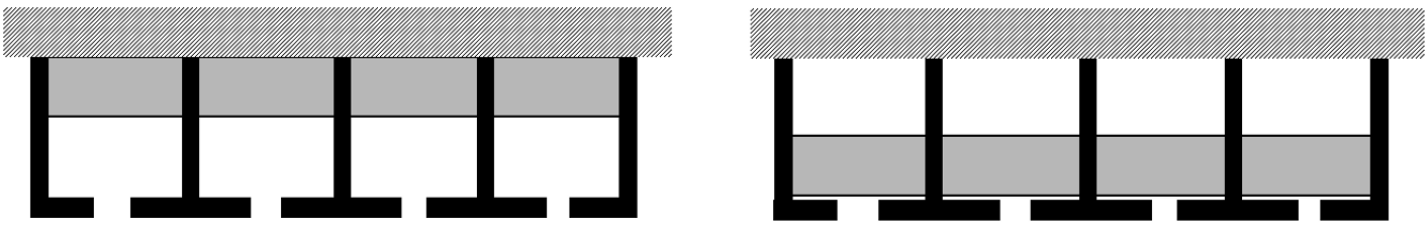
Por otro lado existen multitud de posibles estructuras dependiendo del número de paneles resonantes que formen la solución y de la densidad, cantidad y colocación del material absorbente.



• Cavidad cerrada conectada con el exterior mediante un abertura o cuello mas estrecho que la cavidad.

Se trata de un recinto sin forma específica de paredes rígidas en una de cuyas paredes se practica una perforación que comunica el interior con el exterior. El grosor de la pared donde se sitúe la perforación se corresponde con la longitud del cuello. También se conocen como resonadores de *Helmholtz.*





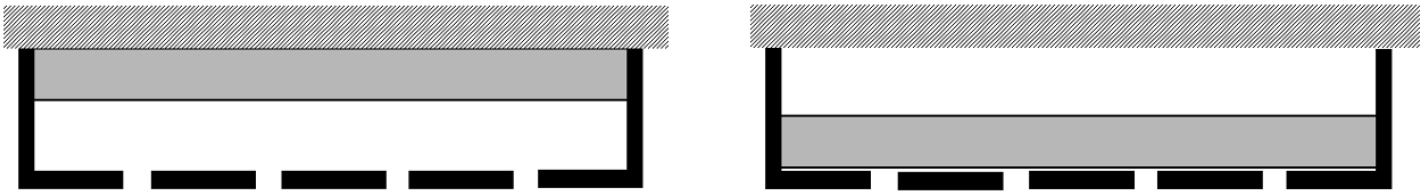
La frecuencia de resonancia, sin absorbente, se calcula mediante la fórmula:

$$f_0 = 5480 \sqrt{\frac{S}{LV}} \text{ (en Hz)}$$

Donde:

S: es la sección del cuello en cms^2
L: es la longitud del cuello en cms
V: es el volumen de la cavidad en cms^3
Ademas se cumple que; $L << \lambda$

Una variante son los que usan un panel perforado, ranurado o listonado que comparte una misma cavidad. Es como si se eliminase la pared divisoria entre dos unidades contiguas.

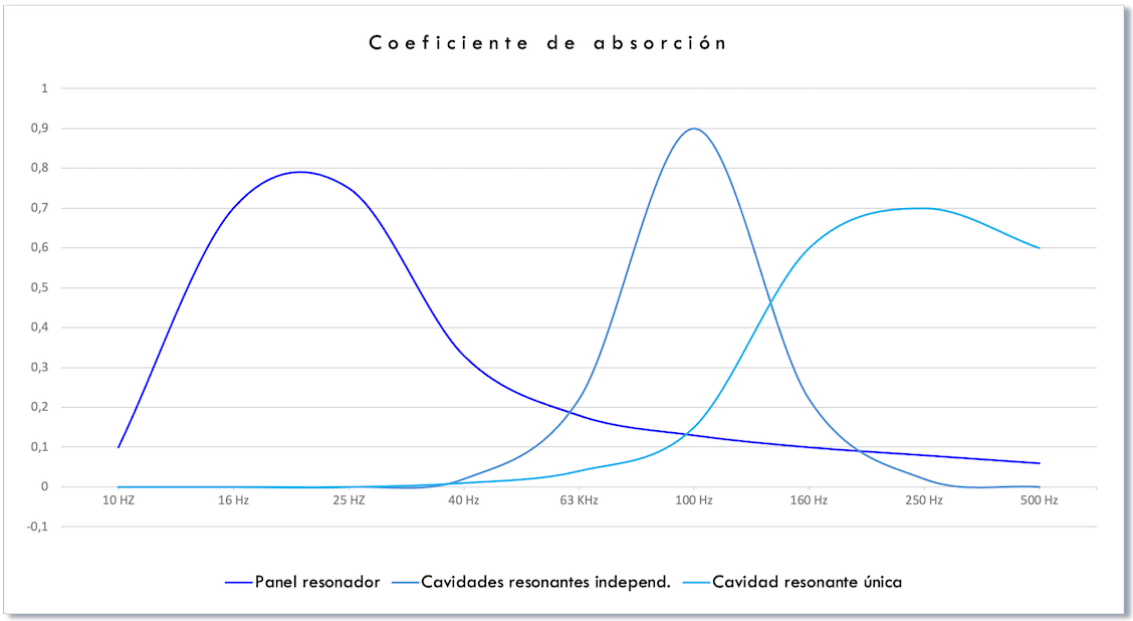


La fórmula es similar a la anterior:

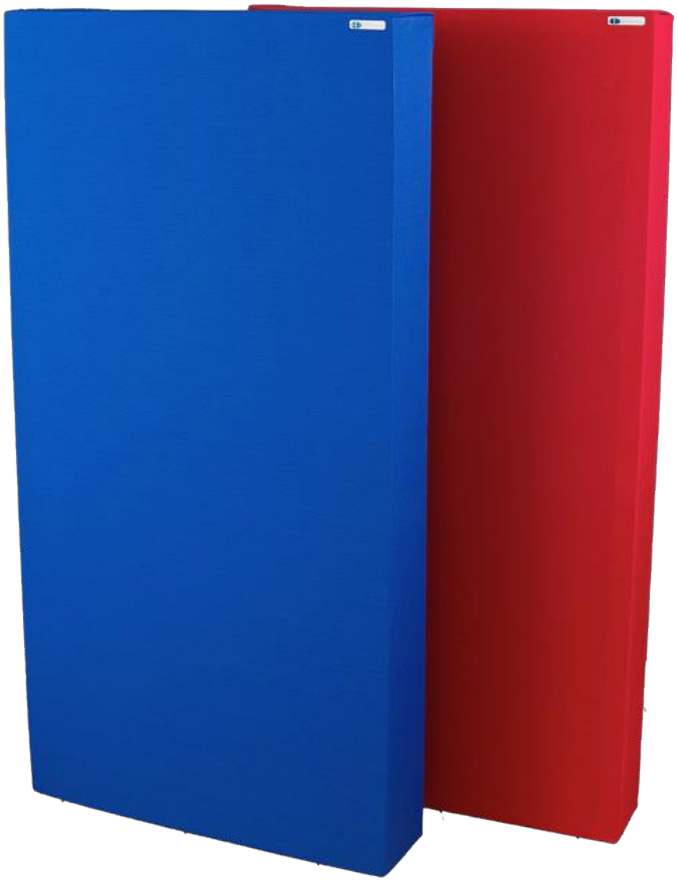
$$f_0 = 5480 \sqrt{\frac{S}{DV}} \text{ (en Hz)}$$

Donde:

S: Suma de las secciones transversales en cms^2.
D: es el espesor del panel en cms.
V: es el volumen de la cavidad en cms^3.
Además se cumple que $d << \lambda$.

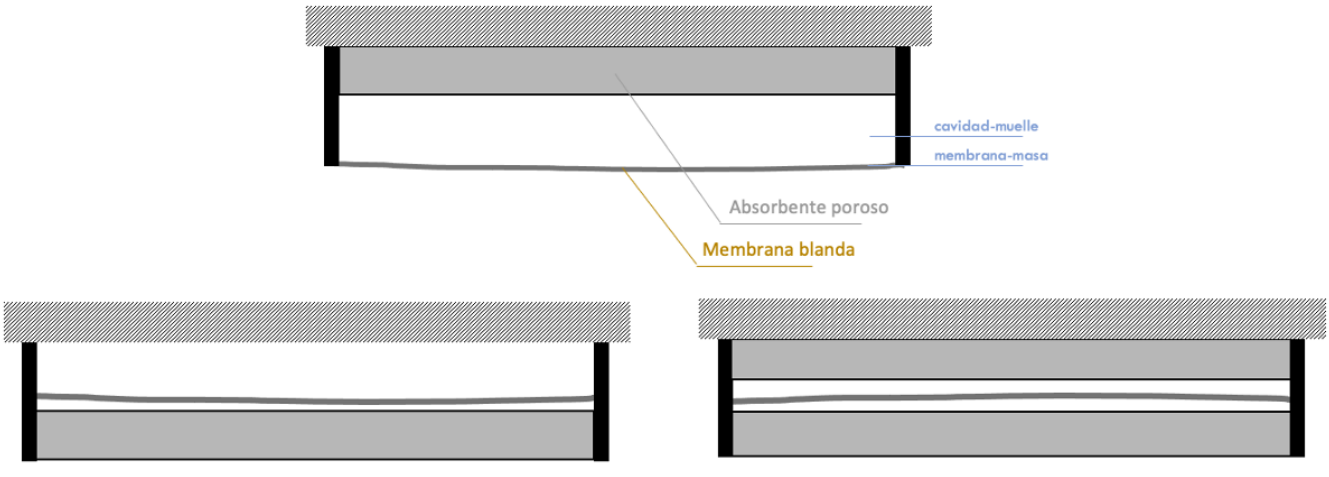


Resonadores. II



El funcionamiento de este tipo de trampas de graves se rige por el principio de resonancia que ya se vio en el tipo anterior. Se ha diferenciado entre las dos por que estas últimas se han desarrollado con posterioridad. De hecho se encuentran productos y literatura técnica que utilizan el término "membrana" o "diafragma" («*Diaphragmatic absorber*»), indiferentemente para definir ambos tipos.

Se puede decir, de manera general, que en las primeras el material que entra en resonancia son planchas de materiales rígidos pero flexibles (contrachapado, DM, metacrilato…) y en las segundas láminas de materiales blandos y flexibles sin rigidez ni tensión alguna (vinilos, elastómeros, plásticos …), que posee una gran masa.



El primero que habló del uso de materiales no rígidos en sustitución de las planchas convencionales fue Jan Voetman en 1989, tras unas experiencias de la BBC en los años 50 con telas asfálticas breadas que se desecharon por que con el paso del tiempo y los cambios de temperatura la frecuencia de trabajo se modificaba, en un artículo en el que definía un nuevo tipo de trampas de graves que el denominaba SLAM («*Soft Layer Absorbent Membrane*») en la que utilizaba un "plástico blando" sin tensión, pero muy pesado.

Puesto que es un resonador para el cálculo de la frecuencia de resonancia se usa la misma fórmula que ya se vio:

$$f_0 = \frac{600}{\sqrt{Md}} \quad \text{(en Hz)}$$

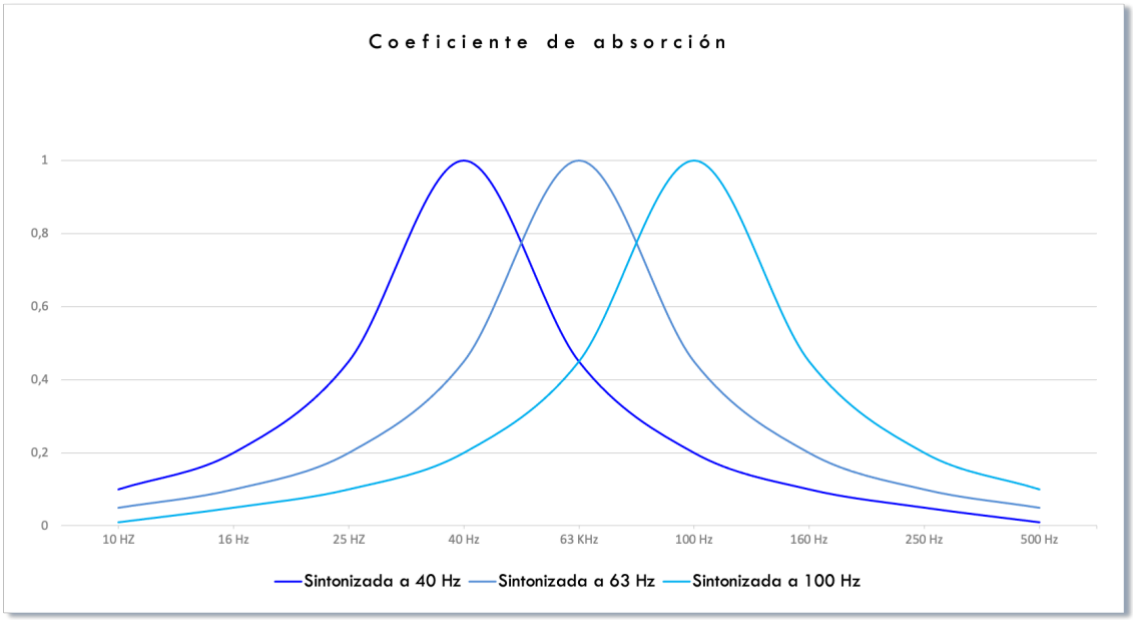
Donde:

M: es la masa por unidad de superficie del panel (Kg/m^2).
d: es la distancia del panel a la pared en cms.
Además se cumple que d << λ.

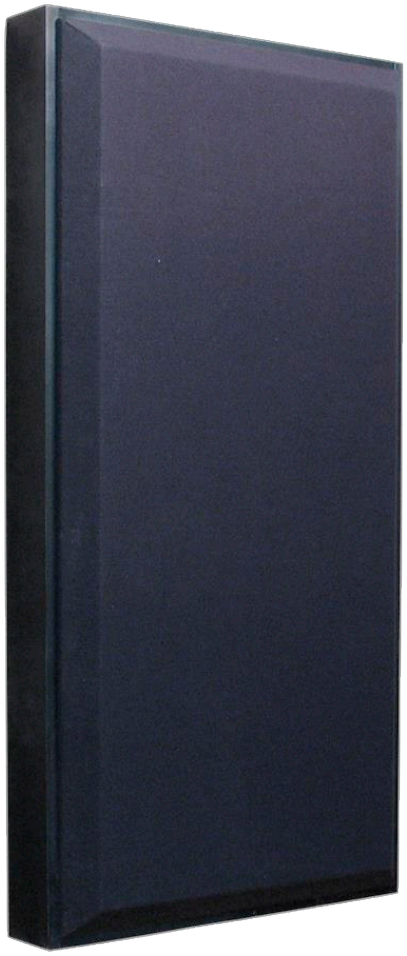
La membrana o diafragma, al que se la define como MLV («*Mass Loaded Vinyl*»), se sujeta al bastidor perimetralmente sin tensarla ya que si se hiciera la frecuencia de trabajo subiría como sucede en cualquier tipo de instrumento de percusión que use una membrana, como un tambor.

Como la masa es superior a la de los paneles rígidos este tipo de soluciones trabajan a frecuencias mas bajas para la misma superficie.

En el mercado existen varios fabricantes que ofrecen trampas de graves usando esta solución aunque es muy normal hacer este tipo de trampas directamente en la pared no vista del estudio de grabación o posproducción.



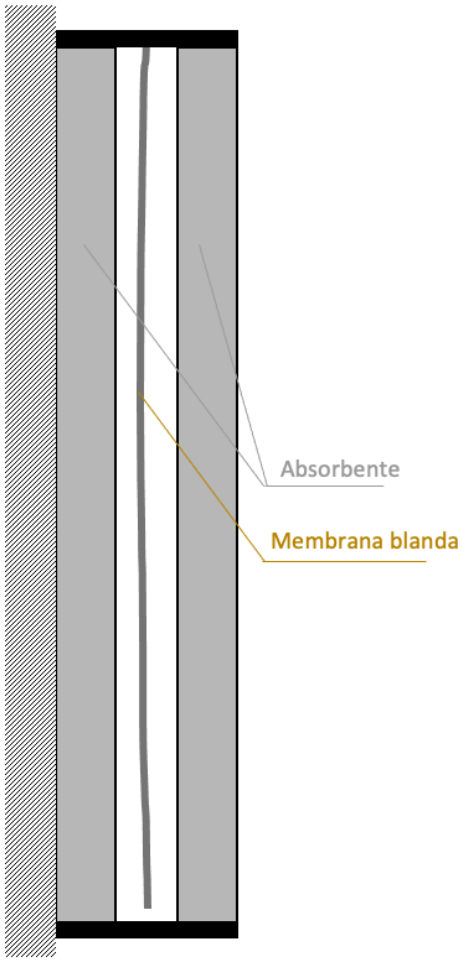
Resonadores. III



Este tipo de solución no deja de ser un “resonador” y por tanto se rige por las fórmulas ya vistas en los apartados anteriores, pero se ha preferido separarlos de los anteriores por sus diferencias constructivas.

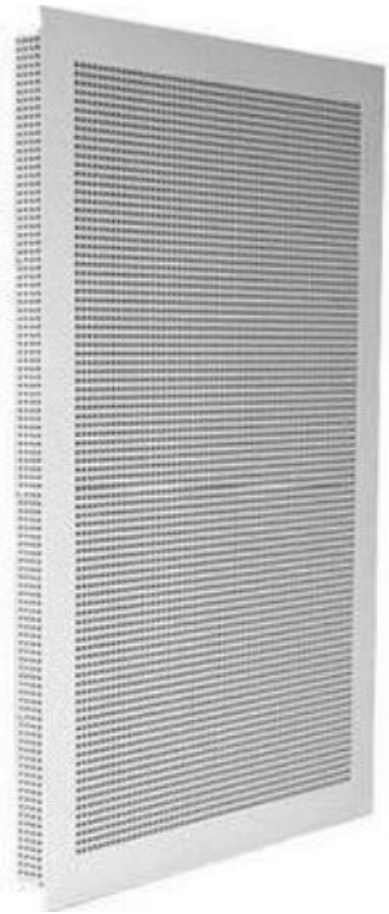
La confusión a la hora de establecer una diferencia entre estas últimas soluciones aparece por que en los llamados de “masa inerte” («*limp mass*») o “peso muerto” («*deadsheets*») la masa que entrará en resonancia esta solo está colgada del bastidor por su parte superior de manera que la cavidad de aire que existe detrás de él es variable y por tanto su comportamiento como los resonadores ya vistos es ligeramente diferente, aunque los resultados son los mismos.

Para ayudar mas a esta confusión al panel se le suele denominar “resonador diafragmático” («*diaphragmatic resonator*»).



Existe fundamentalmente un fabricante conocido que comercializan este tipo de trampas, aunque hay otros tantos que publicitan sus trampas como de «*limp mass*» pero revisando su diseño constructivo se comprueba que es una resonador de membrana. La eficacia de este tipo de trampas es muy grande y algunos fabricantes aportan documentación que indica que se ha testado una eficacia tres veces mayor que los otros tipos de trampas de graves.

Resonadores sin cavidad

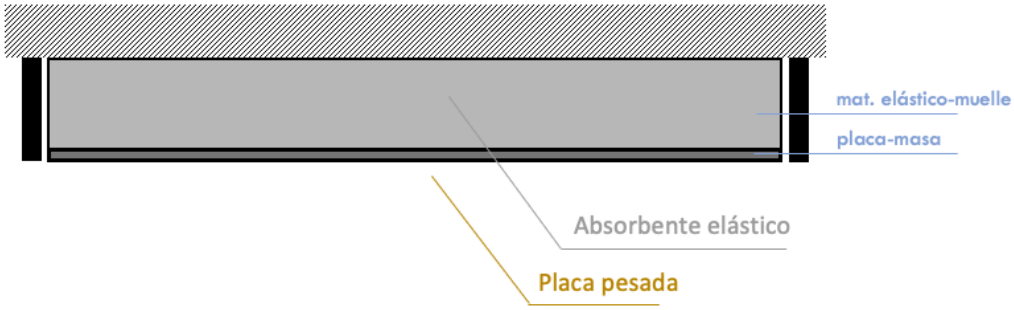


En este tipo hay un cambio importante con respecto a los ya vistos ya que en lugar de usar el aire como elemento elástico se utiliza un material "físico". Debe ser un material con muy poca masa y sin embargo con la densidad justa para tener capacidad de compresión y al tiempo soportar la membrana, por que este material sustituye al aire y a este se "pega" la membrana resonante. Difícil.

La tecnología viene en nuestra ayuda y BAFS desarrolla el «*Basotec*» destinado a sustituir a la, aparentemente eterna, espuma de poliuretano gris antracita que cuelgan de las muchas de las paredes de los "estudios domésticos", por sus mejoradas características ignífugas y acústicas.

Si el muelle tiene masa, la única manera de que el conjunto resuene es aumentando la masa "de la masa", es decir de la membrana. Por eso habitualmente se utilizan planchas de metal en este tipo de resonadores. Además se aprovechan los modos propios de resonancia de la plancha de metal para aumentar la absorción.

Este es el principio de las trampas denominadas VPR («*Verbund Platten Resonator*»), traducido del alemán como "resonador de placa compuesto" o en ingles CBA («Compound Baffle Absorber») desarrolladas y patentadas por el *Franhauter Institute* y disponibles comercialmente por *RPG* en su modelo *Modex* (fotografía).



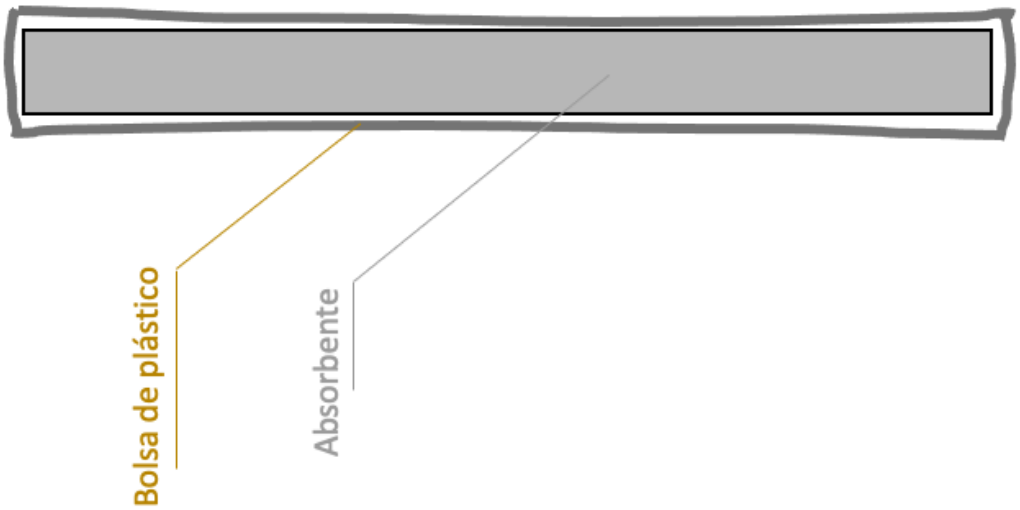
Pero es evidente que dejar una superficie “brillante” al sonido en un recinto no es buena idea y por ello habitualmente al frontal de la placa se añade un material absorbente que suele ser el mismo que sustituye a la cavidad. Este tipo de trampas se denominan BKA («*Breitband Kompakt Absorber*») cuya traducción es “absorbente compacto de banda ancha” o en ingles BCA («*Broadband Composite Absorber*»).

En cualquier caso mecánicamente es complejo que una placa de metal pegada a un material elástico no deforme este último al ir a favor de gravedad y por tanto trabajar “a cizalla”. Se necesitan “puntos de sujeción” y eso entra en contradicción con el principio de que masa y muelle resuenan libremente. Quizas por esto no se usan tan habitualmente como los otros tipos de trampas.

«Limp bag»

Desde hace algunos años circula por algún foro profesional de acústica de recintos una nueva solución que funciona fundamentalmente en bajas y medias frecuencias.

Lo que llama la atención en este caso es la sencillez de la solución: un material absorbente poroso introducido en una bolsa de plástico. ¿Cual es el principio físico que justifica este comportamiento?. Se reconoce que se ha llegado a esta solución de manera empírica pero que “pronto” existirán formulas.



Sin embargo las distintas pruebas que confirman este funcionamiento requiere que la solución cumpla ciertos requisitos:

- Grosor de la bolsa entre 0,05 y 0,1 mm.
- Densidad muy baja del material absorbente. 8-12 Kg/m^3
- Grosor del absorbente entre 5 y 15 cms. A mayor grosor el máximo de absorción se mueve hacia la baja frecuencia.
- Anchura de entre 40 y 60 cms. Mejor funcionamiento
- Altura de la solución de suelo a techo. Mejor funcionamiento

La absorción se obtiene por presión como los resonadores (no por velocidad como los absorbentes porosos) y personalmente he comprobado que no se trata de un absorbente de $\lambda/4$ que al tener delante un material que se "opaca" según aumenta la frecuencia disminuye la absorción, aunque se reconoce este efecto. También existen diferentes criterios sobre si estas soluciones deben estar pegadas a superficies rígidas pueden estar separadas de ellas o si la bolsa sellada puede tener

La invención de esta solución se le puede adjudicar a Ron Sauro y John Brandt.

Existen un par de soluciones comerciales:

- https://www.mbiproducts.com/media/2s3pqxza/mbi_ps-shadowcoustic.pdf
- http://www.acoustex.net/Bandit.pdf.

Si internet es campo abonado para mostrar "ideas" mas o menos ingeniosas, os podéis imaginar lo que se puede encontrar cuando de lo que se trata es "meter lana de roca en una bolsa de basura de perro", como literalmente se define la «Limp bag» en algunas entradas del foro.