

AISLAMIENTO ACÚSTICO EN EDIFICACIÓN

Por Higini Arau Puchades

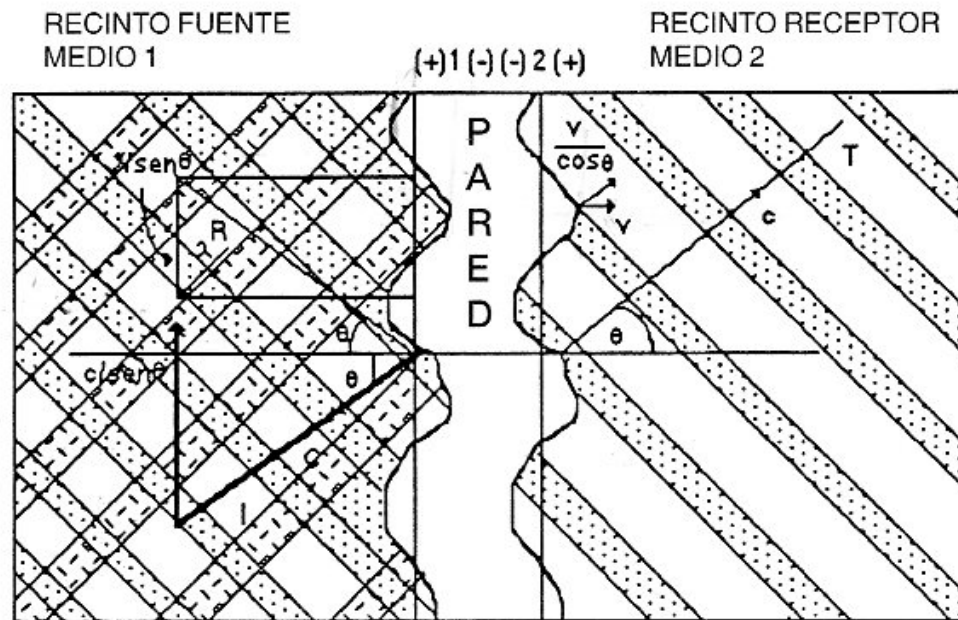
<https://www.arauacustica.com/>

CTE DOCUMENTO BÁSICO HR “Protección frente al ruido”

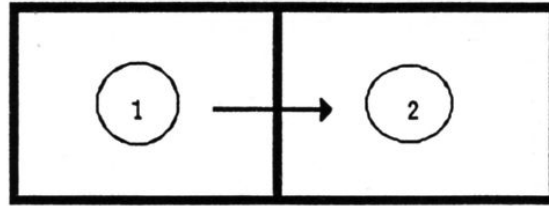
BIBLIOGRAFÍA

- [1]. H. Arau Puchades. (1984). Contribución al estudio de la atenuación sonora de dobles y triples paredes, simétricas y asimétricas, homogéneas, isotrópicas y viscoelásticas.. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- [2].ABC Acustica Arquitectonica. CEAC. (1999) , H.Arau
- [3]. Software dBINSUL. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- [4]. **Documento Básico HR. Protección frente al ruido.** Setiembre 2009.
- [5]. H. Arau- P. Variation of the Reverberation Time of places of public assembly with audience size (1997). Building Acoustics, Volume 4 nº 2.
- [6]. W. C. Sabine, *Collected Papers on Acoustics* (Harvard University Press, Cambridge, 1922)
- [7]. C. F. Eyring, “ Reverberation time in ‘dead’ rooms,” J. Acoust. Soc. Am. **1**, 217–241 (1930)
- [8]. H. Arau - P. An improved Reverberation Formula (#)(1988). Acustica (Hirzel Verlag)Vol 65 nº4, 163-180.
- [9]. Acoustic Rooms. H.Arau (1989-1993). Software of Arau Acustca - (Not sale)

Aislamiento acústico $R_{[1],[2],[3]}$



$$R = L_{p1} - L_{p2} + 10 \log S / A$$



Paredes simples

$$p_1 - p_2 = \left[j\omega m - j(B\omega^3 \sin^4 \theta / c^4) + \eta(B\omega^3 \sin^4 \theta / c^4) \right] v$$

$$f_c = (c^2 / 1.8h)(\rho_p / E)^{1/2} \quad c_f = c / \sin \theta$$

$$Z_p = \omega m \eta (f / f_c)^2 \sin^4 \theta + jm\omega \left[1 - (f / f_c)^2 \sin^4 \theta \right]$$

Siendo ρ_p la **densidad** del material de la pared, **E** el **modulo de elasticidad dinámico** del material de la pared y **h** su espesor, m (kg/m²) es la masa superficial de la pared, f_c es la frecuencia crítica de la misma y **Z_p** la impedancia de la pared llamada de Cremer.

Para $f < f_c$ $R = \log m + \log f - 48$

Para $f_c > f$, $R = 20 \log(\omega m / 2(\rho c)) - 10 \log \pi / 2\eta - 10 \log [f / f_c (1 - f_c / f)]$

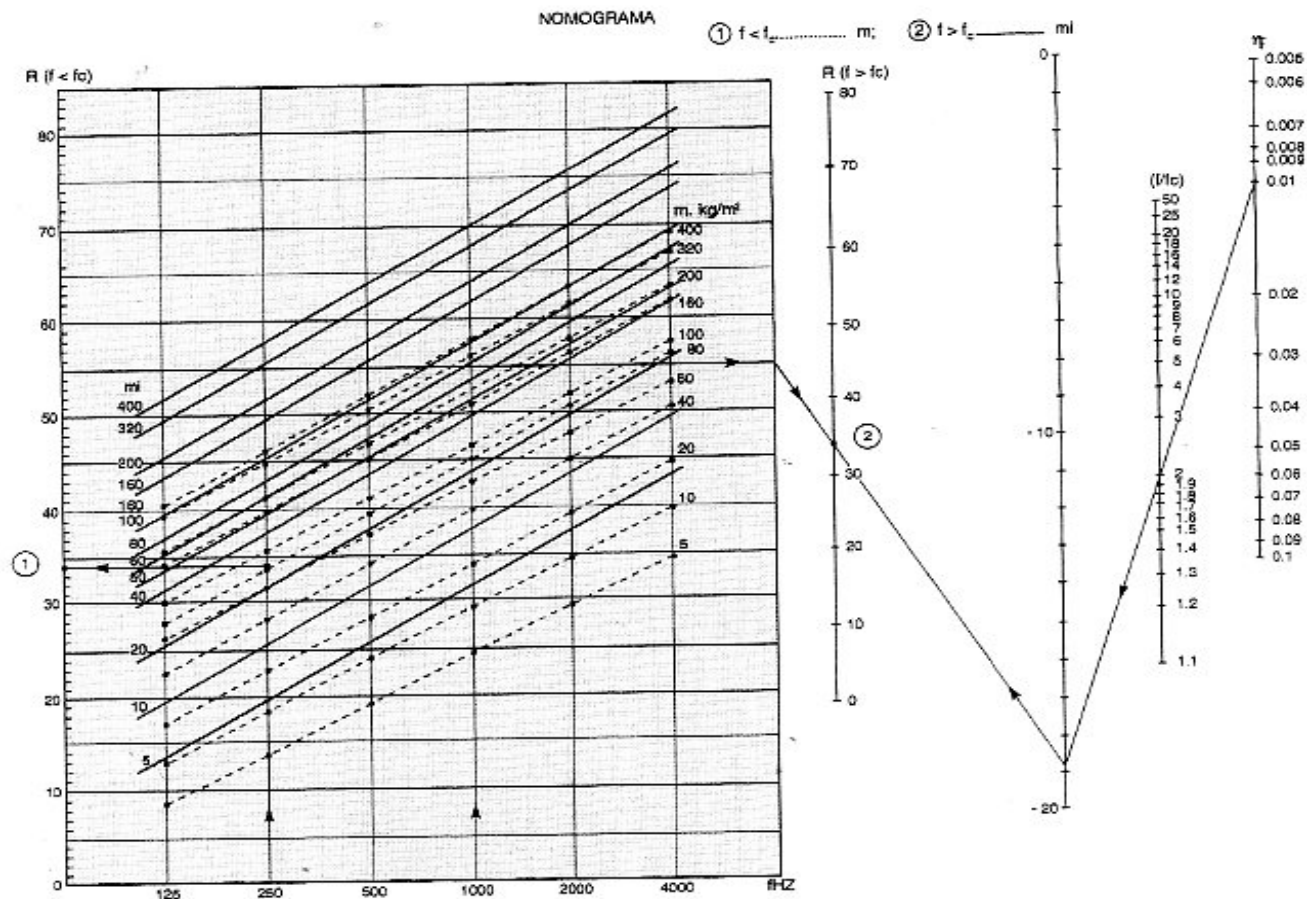
Para $f_c = f$, $R = 20 \log(\omega m / 2\rho c) + 10 \log \eta / \pi$

1. Velocidad de la onda de flexión

- a). Si se cumple que la frecuencia del sonido f es menor que la frecuencia crítica, $f < f_c$, se puede probar, que la velocidad de la onda de flexión es inferior a la velocidad del sonido, $c_f < c$. Esto implica que la elasticidad de la pared no puede actuar, predominando sobre el aspecto másico inercial de ésta.
- b) Si $f > f_c$, la velocidad de la onda de flexión será superior al de la onda incidente, por lo que se cumplirá que exista un ángulo de incidencia θ a partir del cual se producen los fenómenos de coincidencia en la pared.

2. R de una pared simple

1. En la región $f < f_c$, si doblamos la masa unitaria, el aislamiento acústico incrementará en 6 dB aproximadamente.
2. En la misma región $f < f_c$, si doblamos la frecuencia, R aumentará aproximadamente en 6dB.
3. Para $f > f_c$, a igualdad de masa y frecuencia, R incrementa entre 8 y 10 dB cada vez que el amortiguamiento se haga diez veces superior.
Esto es lógico, ya que la relación energética que se disipa por amortiguamiento es diez veces superior, lo que expresado en logaritmos implica $10 \log (10\eta/\eta) = 10 \text{ dB}$
4. Cuando se doble la frecuencia, en la región $f > f_c$, a igualdad de masa y amortiguamiento, R aumentará entre 9 a 10 dB.



Nomograma de calculo del Aislamiento R por frecuencias de paredes simples.

[1] H.Arau . A new contribution to the study of the sound transmission loss of simple walls. Fortschritte der Akustik-Fase/Daga 82-Teil I

Tabla 1 Frecuencia crítica f_c (Hz) y factor de amortiguamiento

Material	Densidad (kg/m ³)	Frecuencia crítica para 1 cm (Hz)	Factor de amortiguamiento η
Ladrillo macizo	1650	2380	$6 \cdot 10^{-3}$
Hormigón denso	2350	2100	1 a $5 \cdot 10^{-3}$
Yeso	1070	3325	$3 \cdot 10^{-3}$
Acero	7850	1000	1 a $6 \cdot 10^{-4}$
Aluminio	2700	1260	$3.5 \cdot 10^{-3}$
Plomo	11300	5000	0.5 a $2 \cdot 10^{-3}$
Fibrocemento	1090	3700	0.007
Madera-cemento	1200	5000	0.003
Cartón-yeso	875	4670	0.063
Vidrio	2500	1200	0.002 (monolítico) 0.02 (laminar)
Madera aglomerada	75	2960	0.022
Madera pino	700	1670	0.041
Madera contrachapada	600	2075	0.0028
Madera Flandes	640	1714	0.021
Caucho espumado	480	27078	0.02
Caucho normal	1000	85000	0.05
Poliestireno extrusoniado	33	10880	0.01

VALORACIÓN GLOBAL DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO R DE PAREDES SIMPLES

A fin de obtener una clasificación del aislamiento acústico R en dB (A) de las paredes en función de la masa superficial, que para el caso de “ruido rosa” el aislamiento acústico R se indica por las siguientes expresiones:

- Si $50 \text{ kg/m}^2 < m < 150 \text{ kg/m}^2$

$$R = 17 \log m + 4 \quad (1)$$

- Si $150 < m < 700 \text{ kg/m}^2$

$$R = 40 \log m - 46 \quad (2)$$

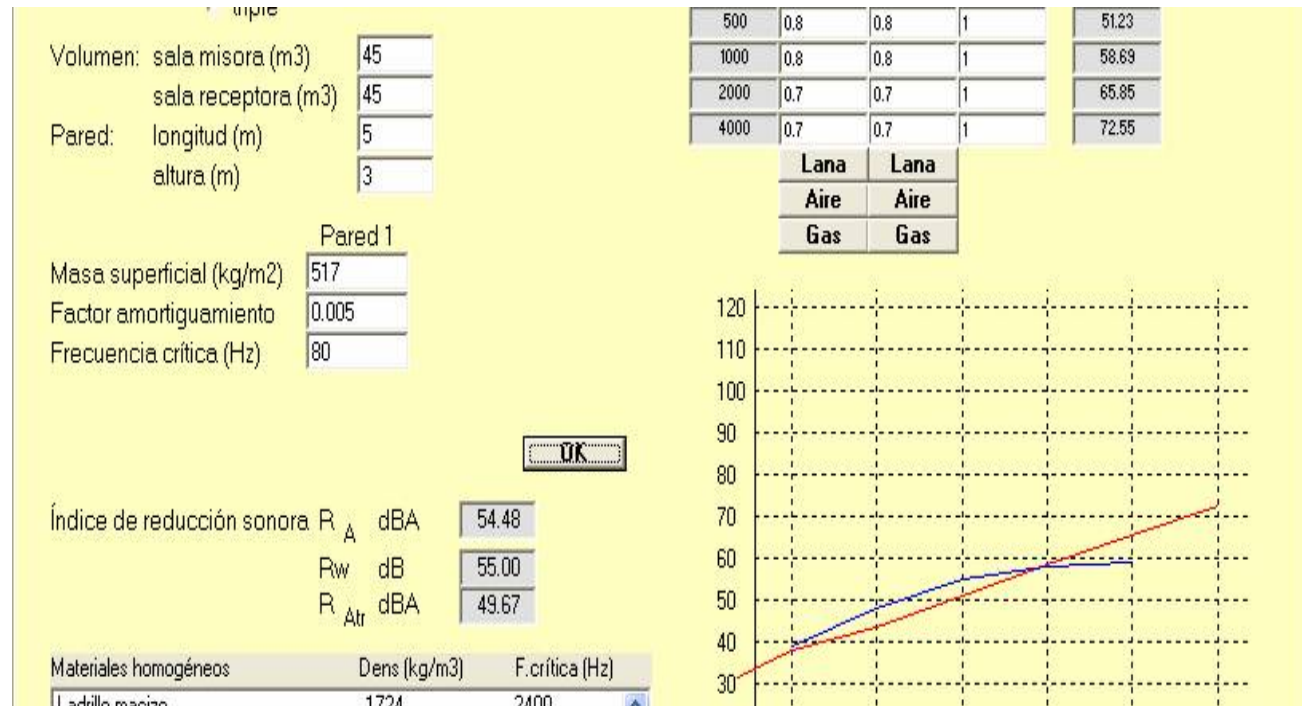
- Si $m > 700 \text{ kg/m}^2$ el valor de R se acercará superior a 63 dB(A).

La norma Española NBE-CA-88.

$$\text{Si } m \leq 150 \text{ kg/m}^2, R = 16.6 \log m + 2, \text{ en dB(A)} \quad (1)$$

$$\text{Si } m > 150 \text{ kg/m}^2, R = 36.5 \log m - 41, \text{ en dB(A)} \quad (2)$$

Pared Ladrillo macizo 300 mm



Aislamiento acústico

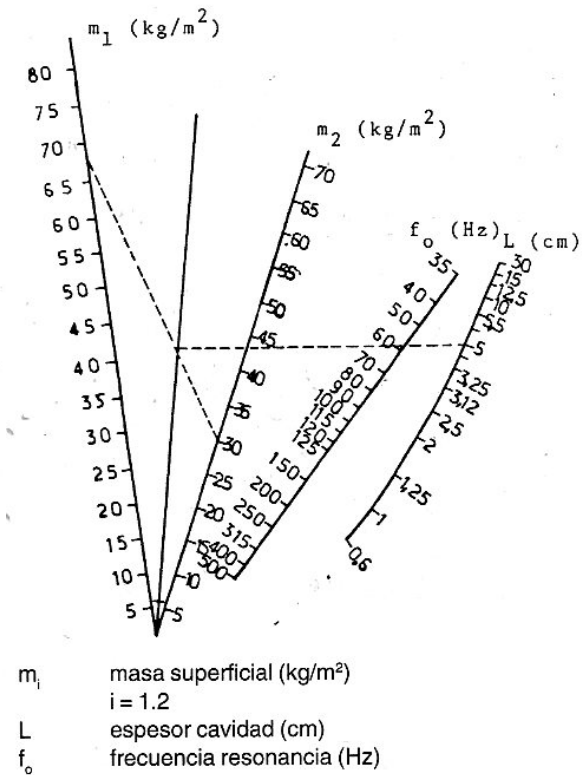
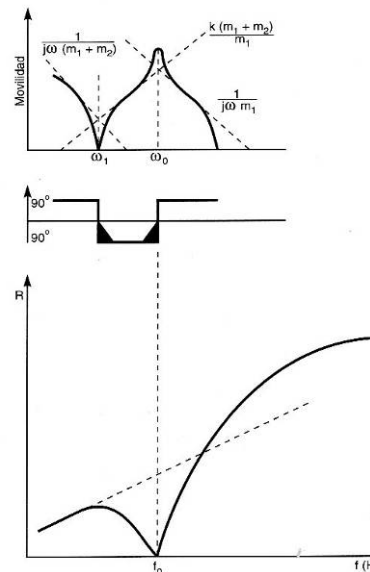
Paredes dobles

$$f_0 = 60 \sqrt{\frac{1}{L} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

Frecuencia resonancia Hz de la cavidad

L en metros m_i $i = 1, 2$, en kg/m^2

Ley de masas de una pared doble



$$R = 20 \log \left[\left(\omega(m_1 + m_2) / 2 \rho c \right) + 20 \log \left(\omega^2 m_1 m_2 L / \rho c^2 (m_1 + m_2) \right) \right]$$

- **AISLAMIENTO ACÚSTICO POR FRECUENCIAS DE UNA PARED DOBLE**

Región 1: $f < f_0$

$$R \approx R(m_1 + m_2) = 20 \log(m_1 + m_2)f - 48$$

Región 2: $f_0 < f < f_L$

$$R \approx R_{m_1} + R_{m_2} = 20 \log fL - 29$$

Región 3: $f > f_L$ *siendo*

$$R \approx R_{m_1} + R_{m_2} + 6 \quad f_L = c / 2L = 170 / L$$

Región 4: $f > f_{ci}$

a) paredes dobles simétricas. $R \approx 40 \log(\omega m / \rho c) + 10 \log(\eta^3 / 2\pi)(f / f_c)(1 - f_c / f)$

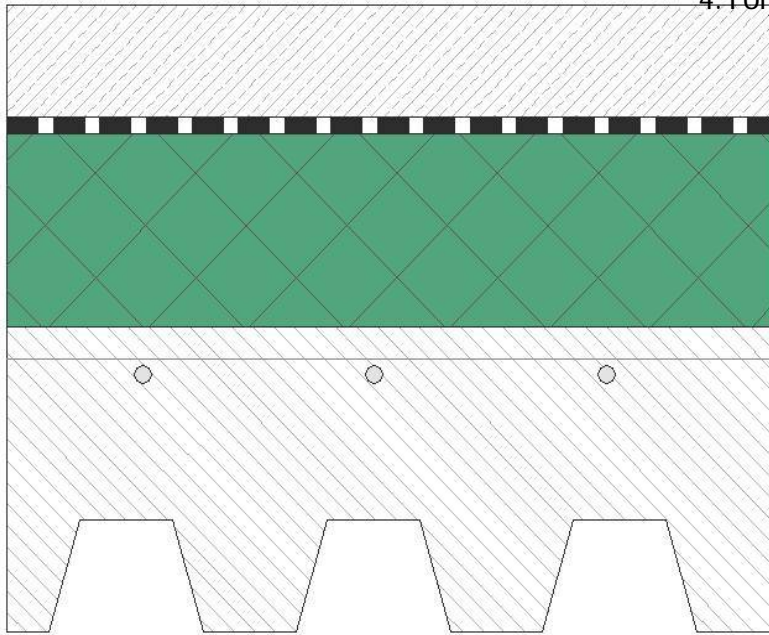
b) paredes asimétricas $R \approx R_{m_1} + R_{m_2} + 10 \log[(\eta_1 + \eta_2)\eta_1\eta_2 / 2\pi] + 10 \log[(fc_2)^3 f / (fc_1)^4] + 10 \log(1 - f_{c_2} / f)$

Siendo $i = 1, 2$.

$$Rm_i = 20 \log(\omega m_i / \rho c)$$

EJEMPLOS DE CALCULO PAREDES DOBLES

1. Capa de hormigón de 70 mm de espesor.
2. Lámina bituminosa impermeable.
3. Poliuretano aglomerado de 120mm y densidad de 80kg/m^3 , con un film de PVC protector en la cara superior.
4. Forjado colaborante de 70 + 120 mm.



AISLAMIENTO ACÚSTICO:

↑ R_A (dBA): 74.0
 R_W (dB): 76.0
 R_{Atr} (dBA): 69.3

↓ R_A (dBA): 75.8
 R_W (dB): 79.0
 R_{Atr} (dBA): 68.8

Asunto : HA 120 mm + PA 120 mm + HA 70 mm G. DOC Menú I

Tipo de pared: ☐ simple
☒ doble
☐ triple

Volumen: sala emisora (m3)
sala receptora (m3)

Pared: longitud (m)
altura (m)

	Pared 1	Pared 2
Masa superficial (kg/m2)	<input type="text" value="300"/>	<input type="text" value="175"/>
Factor amortiguamiento	<input type="text" value="0.005"/>	<input type="text" value="0.005"/>
Frecuencia crítica (Hz)	<input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="250"/>

Cámara 1

Espesor de cámara (m) OK

Índice de reducción sonora R_A dBA
 R_w dB
 R_{Atr} dBA

Materiales homogéneos	Dens (kg/m3)	F. crítica (Hz)
Ladrillo macizo	1724	2400
Hormigón denso	2350	1800

Materiales no homogéneos	Densidad (kg/m3)	Espesor (cm)	F. crítica (Hz)
Tochana	868	9.5	502
		13	367

Cálculo de la f_c de una pared con revoco de un ladrillo o semejante

Frec.	Abs. C-1	Abs. C-2	T.R. (s)	Aisl. esp.
125	0.4	0.4	1	65.81
250	0.7	0.7	1	59.49
500	0.8	0.8	1	82.07
1000	0.8	0.8	1	91.36
2000	0.7	0.7	1	100.60
4000	0.7	0.7	1	113.66

Lana	Lana
Aire	Aire
Gas	Gas

¿?

Asunto : HA 70 mm + PA 120 mm + HA 120 mm G. DOC Menú I

Tipo de pared: ☐ simple
☒ doble
☐ triple

Volumen: sala emisora (m3)
sala receptora (m3)

Pared: longitud (m)
altura (m)

	Pared 1	Pared 2
Masa superficial (kg/m2)	<input type="text" value="175"/>	<input type="text" value="300"/>
Factor amortiguamiento	<input type="text" value="0.005"/>	<input type="text" value="0.005"/>
Frecuencia crítica (Hz)	<input type="text" value="257.143"/>	<input type="text" value="150"/>

Cámara 1

Espesor de cámara (m) OK

Índice de reducción sonora R_A dBA

R_w dB

R_{Atr} dBA

Materiales homogéneos	Dens (kg/m3)	F. crítica (Hz)
Ladrillo macizo	1724	2400
Hormigón denso	2350	1800

Materiales no homogéneos	Densidad (kg/m3)	Espesor (cm)	F. crítica (Hz)
Tochana	868	9.5	502
		13	367

Cálculo de la f_c de una pared con revoco de un ladrillo o semejante

Frec.	Abs. C-1	Abs. C-2	T.R. (s)	Aisl. esp.
125	0.4	0.4	1	53.81
250	0.7	0.7	1	74.37
500	0.8	0.8	1	82.77
1000	0.8	0.8	1	92.70
2000	0.7	0.7	1	101.91
4000	0.7	0.7	1	114.68

Lana

Lana

Aire

Aire

Gas

Gas

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE PAREDES CON ABSORCIÓN EN LA CÁMARA (según Arau)

Asunto : **OPTION B) Gypsum 15 mm x 2 + air chamber 150 mm with fiber glass of 40 mm each side + gypsum 15 mm x 2**

G. DOC

Menú I

Tipo de pared: ☐ simple
☒ doble
☐ triple

Volumen: sala emisora (m3) **45**
sala receptora (m3) **45**
Pared: longitud (m) **5**
altura (m) **3**

	Pared 1	Pared 2
Masa superficial (kg/m2)	25.2	25.2
Factor amortiguamiento	0.005	0.005
Frecuencia crítica (Hz)	2600	2600

Cámara 1
Espesor de cámara (m) **0.15**

OK

Índice de reducción sonora R_A dBA **60.67**
 R_w dB **62.00**
 R_{Atr} dBA **54.74**

Materiales homogéneos	Dens (kg/m3)	F.crítica (Hz)
Yeso laminado	850	3900
Yeso laminado denso	1100	4000

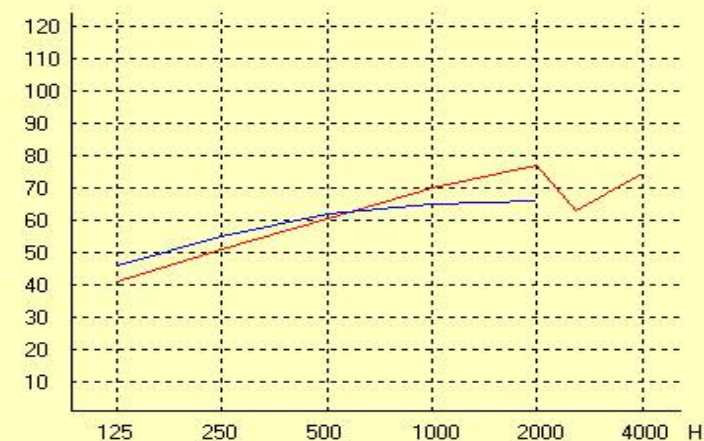
Materiales no homogéneos	Densidad (kg/m3)	Espesor (cm)	F.crítica (Hz)
Tochana	868	9.5	502
		13	367

Cálculo de la f_c **de una pared con revoco** **de un ladrillo o semejante**

Frec.	Abs. C-1	Abs. C-2	T.R. (s)	Aisl. esp.
125	0.4	0.4	1	40.95
250	0.7	0.7	1	51.21
500	0.8	0.8	1	60.89
1000	0.8	0.8	1	69.95
2000	0.7	0.7	1	77.12
4000	0.7	0.7	1	74.48

Lana	Lana
Aire	Aire
Gas	Gas

¿?



Aislamiento acústico R por frecuencias de una triple pared

Región 1: $f < f_0$

$$R \approx R(m_1 + m_2 + m_3) = 20 \log((m_1 + m_2 + m_3)f) - 4$$

Región 2: $f_0 < f < f_{ci}$

$$R \approx Rm_1 + Rm_2 + Rm_3 + 20 \log fL + 20 \log fL_2 - 77$$

Siendo $i = 1, 2, 3$.

$$R_{mi} = 20 \log(m_i f) - 48$$

Región 3: $f > f_c$

$$R \approx 60 \log(\omega m / \rho c) - 10 \log(3\pi / 2\eta^5)(f_c) / f(1 - f_c / f)$$

FRECUENCIAS DE RESONANCIA EN UNA TRIPLE PARED

Un sistema de triple pared es el formado por tres paredes simples separadas por dos cámaras de aire.

Las paredes pueden ser iguales o desiguales; el primer caso constituirá el ejemplo de un sistema de triple pared simétrica, y el segundo constituirá el caso de un sistema de triple pared asimétrica. La asimetría puede deberse también a cavidades distintas de espesor.

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} \quad \omega_0 = \left[\frac{\omega_{12} + \omega_{23}}{2} \pm \frac{[(\omega_{12} + \omega_{23})^2 - \omega_{123}]^{1/2}}{2} \right]$$

$$\omega_{12} \equiv \frac{k_1(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}$$

$$\omega_{23} \equiv \frac{k_2(m_2 + m_3)}{m_2 m_3}$$

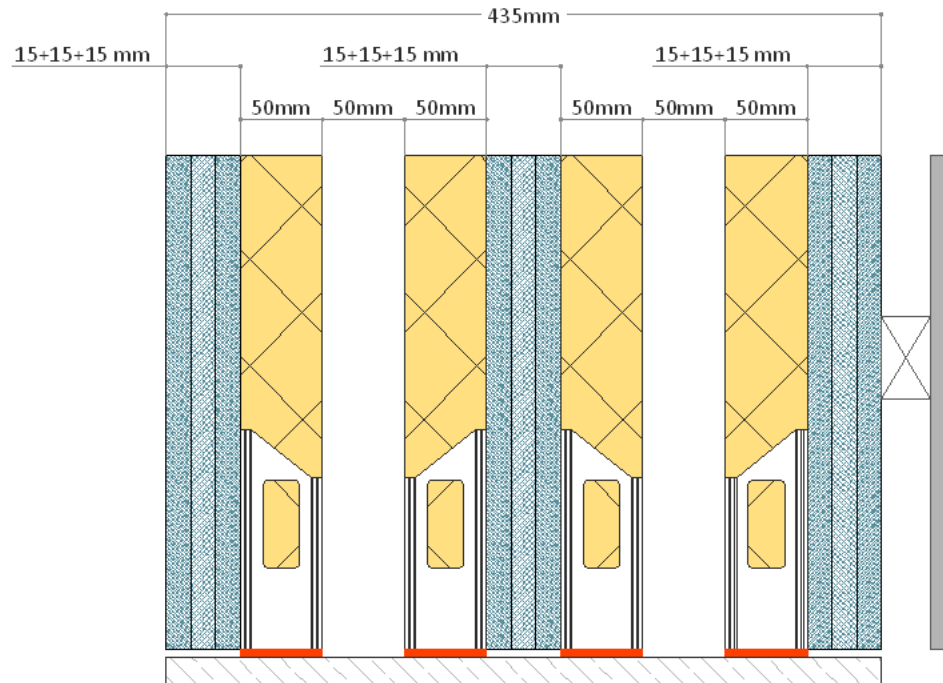
$$\omega_{123} \equiv \frac{4k_1 k_2 (m_1 + m_2 + m_3)}{m_1 m_2 m_3}$$

$$k_1 = \frac{\rho c^2}{L_1 \cos \theta}$$

$$k_2 = \frac{\rho c^2}{L_2 \cos \theta}$$

Exista, por tanto, una *ley de masas para el sistema de la triple pared* que vale para $\theta_0=0$

EJEMPLO CALCULO TRIPLE PARED



1. Triple placa de yeso laminado 15+15+15mm
 2. Fibra mineral de 50mm.
Entre la estructura de soporte del yeso laminado y el suelo se colocaran las bandas elásticas proporcionadas por el fabricante de yeso laminado. O un material de la casa AMC, Tabiabsorber de 5 mm. u otro equivalente.
 3. Cámara de aire de 50mm
 4. Placa de contrachapado de madera de acabado de la sala.
Definida en la Sección 3 de acondicionamiento acústico.
- Nota: Todas las placas de yeso laminado deben llegar hasta el forjado de hormigón, para evitar la transmisión del ruido de otros espacios.

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE PAREDES CON ABSORCIÓN EN LA CÁMARA (según Arau)

Asunto :

G. DOC

Menú I

Tipo de pared: ☐ simple
☐ doble
☒ triple

Volumen: sala emisora (m3) 45
sala receptora (m3) 45
Pared: longitud (m) 5
altura (m) 3

	Pared 1	Pared 2	Pared 3
Masa superficial (kg/m2)	38.25	38.25	38.25
Factor amortiguamiento	0.005	0.005	0.005
Frecuencia crítica (Hz)	2600	2600	2600

Espesor de cámara (m) Cámara 1 0.24 Cámara 2 0.19

Índice de reducción sonora R_A dBA 75.77
 R_w dB 79.00
 R_{Atr} dBA 68.76

Materiales homogéneos	Dens (kg/m3)	F. crítica (Hz)
Ladrillo macizo	1724	2400
Hormigón denso	2350	1800

Materiales no homogéneos	Densidad (kg/m3)	Espesor (cm)	F. crítica (Hz)
Tochana	868	9.5	502
		13	367

Cálculo de la f_c

Frec.	Abs. C-1	Abs. C-2	T.R. (s)	Aisl. esp.
125	0.4	0.4	1	53.69
250	0.7	0.7	1	74.19
500	0.8	0.8	1	95.73
1000	0.8	0.8	1	116.45
2000	0.7	0.7	1	130.92
4000	0.7	0.7	1	115.46

Lana	Lana
Aire	Aire
Gas	Gas



RUIDO DE IMPACTO EN SUELOS

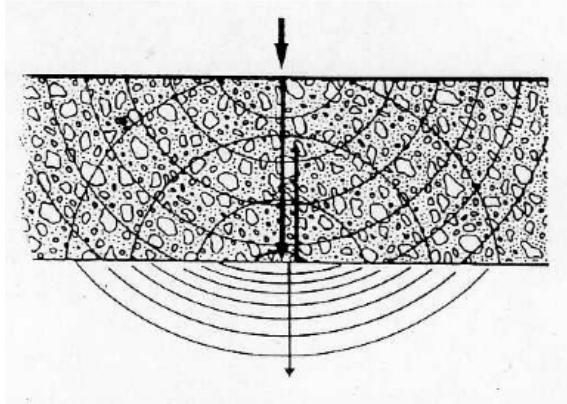


Figura . Mecanismo de propagación de la vibración y generación de ruido por impacto en un forjado

MEDIDAS CORRECTORAS COMPLEMENTARIAS

Un primer método consiste en reducir la cantidad de energía suministrada al suelo. Para esto, es suficiente situar sobre la cara superior del suelo un material elástico flexible.

Un segundo método es el de la losa flotante, que consiste en provocar una discontinuidad perpendicular a la dirección de un material resiliente.

En resumen podemos decir que cuando se produce un impacto sobre la cara superior de un elemento constructivo horizontal se generan unas ondas de vibración que se propagan rápidamente por todo el material, de modo que cuando la energía llega a la cara inferior del elemento horizontal, una parte es reflejada y reenviada a la cara superior y el resto de la energía es transmitida al aire próximo. Así, el aire sometido a una agitación periódica produce un ruido aéreo que se conoce como ruido de impacto. Cuando el nivel de ruido producido en una habitación es causado por el funcionamiento de la máquina de impactos sobre un forjado, éste se denomina entonces “Nivel de ruido de impacto normalizado L_n ”. Su valor, que se expresa en decibelios, se determina a partir del nivel medio de la presión acústica medida en el local subyacente L_i y las unidades de absorción del recinto, o área de absorción equivalente. Resulta que el nivel de ruido normalizado, que también lo llamaremos estandarizado es, : $R + L_n = 43 + 30 \log f, (dB)$

Expresión que sólo es válida para losas gruesas y forjados de hormigón. El nivel de ruido de impacto normalizado L_n a frecuencias medias, en el espacio receptor subyacente, considerado un aislamiento al ruido aéreo R del elemento separador horizontal, se determinará mediante la siguiente expresión . $R + L_n = 135dB(A)$

En virtud de esta expresión podemos observar fácilmente que cuanto mayor sea el aislamiento acústico de l forjado R menor será el nivel de ruido de impacto L_n . **Esto quiere decir que el peso gravitatorio de la losa inerte absorbe de forma importante parte la energía debida al impacto sonoro contra el suelo.**

REQUISITOS ACÚSTICOS DEL CÓDIGO TÉCNICO

- Conceptos básicos del DB-HR, [4].

TIPOS DE RECINTOS

**Unidad de
uso:**

Edificio de viviendas : cada una de las viviendas

Hospitales, hoteles, residencias, etc: cada habitación, incluidos sus anexos

Edificios docentes: cada aula, laboratorio, etc.

**Recintos
habitables**

Edificios residenciales: habitaciones y estancias

Edificios docentes: aulas, bibliotecas y despachos

Edificios sanitarios : quirófanos, habitaciones y salas de espera

Edificios administrativos: oficinas, despachos, y salas de reunión

Otros edificios: cocinas, baños, aseos, pasillos, distribuidores y cualquier otro uso asimilable a los anteriores

**Recintos
protegidos**

**Recintos no
habitables:**

Garajes, trasteros, cámaras técnicas, desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes

TIPOS DE RECINTOS (II)

Recintos de instalaciones	Los que contienen instalaciones, incluidas las cajas de ascensores y los conductos de extracción de los garajes
Recinto de actividad	Recinto con uso diferente al del resto del edificio $L_{A,T} > 70\text{dBA}$ No es un recinto ruidoso $\rightarrow L_{A,T} < 80\text{dBA}$
Recinto ruidoso	Recinto con uso no compatible con recintos protegidos $L_{A,T} > 80\text{dBA}$

METODOS DE CALCULO Y MAGNITUDES ACÚSTICAS

1. Métodos de cálculo. 1. La Opción simplificada, 2. La Opción General

2. Magnitudes acústicas.

- Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A .

Aislamiento acústico de un elemento constructivo medido en laboratorio.

Es un valor global

-Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, R_A' .

Aislamiento acústico de un elemento constructivo medido in situ , incluidas las transmisiones indirectas. Es un valor global.

-Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos D_{nT}

Diferencia entre los niveles medios de presión sonora entre dos recintos. En general es función de la frecuencia.

-Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos $D_{nT,A}$

Diferencia entre los niveles medios de presión sonora entre dos recintos para un ruido rosa. Es una valoración global.

MAGNITUDES ACÚSTICAS (II)

-Transmisión de ruido de impactos

in situ $L'_{nT,w}$

Valoración global del nivel de ruido estandarizado transmitido en el local receptor cuando el emisor es excitado por una máquina de impactos normalizada.

-Transmisión de ruido de impactos obtenida en laboratorio L_n

- Nivel de ruido estandarizado transmitido en el local receptor cuando el emisor es excitado por una máquina de impactos normalizada, en condiciones de laboratorio. Los valores se dan en bandas de frecuencias. La valoración global de esta transmisión se nota $L_{n,w}$

-Reglas mnemotécnicas

L – Nivel de Ruido de impactos A – Ponderación A

R – Índice de reducción acústica nT – estandarizado

D – diferencia de niveles (o aislamiento acústico) n – normalizado

K –Índice de reducción de vibraciones w – valoración global

tr - Ruido exterior dominante de automóviles

REQUISITOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO

R. Protegidos

Misma ud. de uso : tabiquería $R_A \geq 33$ dBA

Ud. de uso diferente- R.protegido : $D_{nT,A} \geq 50$ dBA

Zona común –R. protegido:

Sin compartir
puertas/Ventanas

$D_{nT,A} \geq 50$ dBA

Compartiendo
puertas/ventanas

$R_{A(\text{puerta/ventana})} \geq 33$ dBA

$R_{A(\text{muro})} \geq 50$ dBA

R. inst./actividad – R. protegido : $D_{nT,A} \geq 55$ dBA

Exterior – R. protegido : $D_{2m,nT,SYt} \geq$ valores tabla 2.1

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

REQUISITOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO (II)

R.habitables

Misma ud. de uso : tabiquería $R_A \geq 33$ dBA

R. habitable - R. habitable de otra unidad de uso : $D_{nT,A} \geq 45$ dBA

Zona común – R. habitable:

Sin compartir puertas/Ventanas $D_{nT,A} \geq 50$ dBA

Compartiendo
puertas/ventanas

$R_{A(\text{puerta/ventana})} \geq 33$ dBA

$R_{A(\text{muro})} \geq 50$ dBA

R. inst./actividad – R.habitable : $D_{nT,A} \geq 45$ dBA

Exterior – R. habitable : No hay requisito

Entre edificios

Cada uno de los cerramientos de una medianera debe cumplir

$D_{2m,nT,Atr} \geq 40$ dBA , o bien

El conjunto de los cerramientos de una medianera debe cumplir

$D_{nT,A} \geq 50$ dBA

REQUISITO DE AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTOS

R. protegidos	R. protegido – Ud.de uso diferente $L'_{nT,w} \leq 65$ dBA
	Zona común – R. protegido (Excepto colindantes horizontalmente con escalera en zona común) : $L'_{nT,w} \leq 65$ dBA
	R. instalación/actividad – R. protegido $L'_{nT,w} \leq 60$ dBA

REQUISITOS DE TIEMPO DE REVERBERACIÓN

TIPO DE ESTANCIA	VOLUMEN	OCUPACIÓN	TIEMPO DE REVERBERACIÓN
Aulas y salas de conferencias	$V < 350 \text{ m}^3$	Vacíos , sin butacas	$\leq 0.7 \text{ s}$
		Vacíos, con butacas	$\leq 0.5 \text{ s}$
Comedores y restaurantes	cualquiera	Vacíos	$\leq 0.9 \text{ s}$

En edificios residenciales y docentes, las zonas comunes que comparten puerta con recintos habitables

→ $A \geq 0.2$

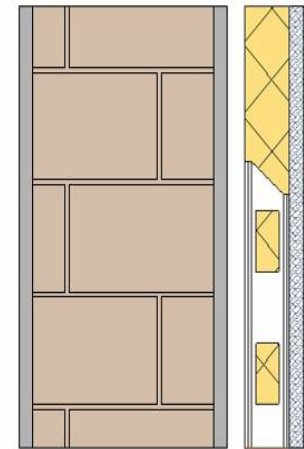
RESUMEN DE LOS REQUISITOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

				REQUISITO A RUIDO AÉREO A CUMPLIR EN EL RECINTO		REQUISITOS A RUIDO DE IMPACTOS A CUMPLIR EN RECINTOS PROTEGIDO
				PROTEGIDO	HABITABLE	
RUIDO GENERADO DESDE	Mnima Ud de uso			$R_A \geq 33$ dBA		Sin exigencia
	Otra ud. de uso			$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA
	Zona común	Sin puertas o ventanas		$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 65$ dBA (Excepto colindantes horizontalmente con escalera en zona común)
		Con puertas o ventanas	Puertas/Ventanas	$R_A \geq 30$ dBA	$R_A \geq 20$ dBA	
			Muro	$R_A \geq 50$ dBA	$R_A \geq 50$ dBA	
	Recintos de instalaciones o actividad			$D_{nT,A} \geq 55$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA	$L'_{nT,w} \leq 60$ dBA
	Exterior			$D_{2m,nY,SYt} \geq$ valores tabla 2.1	Sin exigencia	Sin exigencia
	Otro edificio medianero			$D_{2m,nT,Atr} \geq 40$ dBA de cada medianera o bien $D_{nT,A} \geq 50$ dBA del conjunto		Sin exigencia

EJEMPLOS DE CALCULO . OPCION SIMPLIFICADA

1. Métodos de cálculo. 1. dBInsul simplificado

V1



1. Gero 200 mm enfoscado por ambas caras con 15 mm de mortero
2. Doble placa de yeso laminado tipo Fermacell 15+15 mm con una cámara de aire de 70 mm en la que se incluye una fibra mineral de 50 mm.

V1

SIMPLIFICADO.
Menú I

Identificación:
Atención:
Indique la opción:
☐ horizontal + capa protectora superior
☐ horizontal + capa protectora inferior
☐ horizontal + capa protectora superior e inferior
☒ vertical + 1 capa protectora a un lado
☐ vertical + 2 capas protectoras a un lado
☐ vertical + 1 capa protectora en ambos lados
Trasdosado de la protección 1
☐ Categoría 1
☐ Categoría 2
☒ Categoría 3
☐ Categoría 4
Situar el cursor sobre la categoría para ver su definición.

Debe aceptar la configuración y después introducir los datos y calcular.

ACEPTAR CONFIGURACIÓN

El orden de las paredes, viene definido por el sentido de transmisión del ruido, desde el emisor hasta el receptor.

Masa del elemento base (kg/m²)

	Pared 1	Pared 2
Masa superficial (kg/m ²)	<input type="text" value="241"/>	<input type="text" value="33"/>
Factor amortiguamiento	<input type="text" value="0.005"/>	<input type="text" value="0.005"/>
Frecuencia crítica (Hz)	<input type="text" value="255"/>	<input type="text" value="2666"/>

Cámara 1

Espesor de cámara (m)

y material de relleno

☒ Lana
☐ Aire
☐ Gas

Valores límite: Aislamiento acústico ruido aéreo D_{nT,A}

OK

DimensionesMat. homogéneosMat. no homogéneosRevocos

Volumen: sala emisora (m³)
sala receptora (m³)
Pared: longitud (m)
altura (m)

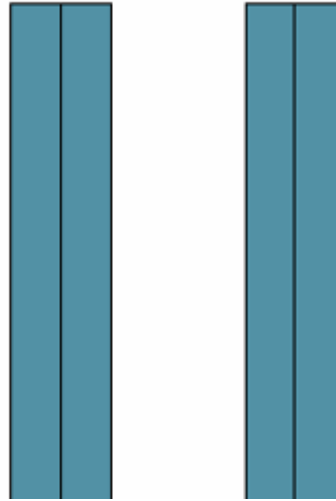
RESULTADOS

Índice de reducción del elemento base R_A

Aislamiento acústico según p. múltiple R

Mejora del índice de reducción del Trasdosado ΔR_A

V2



1. Vidrio laminar 5+5 mm
2. Cámara 10 mm con gas argón
3. Vidrio laminar 5+5 mm

V2

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE PAREDES CON ABSORCIÓN EN LA CÁMARA (según Arau)

Asunto :

G. DOC **Menú I**

Tipo de pared: ☐ simple
☒ doble
☐ triple

Volumen: sala emisora (m3)
sala receptora (m3)

Pared: longitud (m)
altura (m)

Masa superficial (kg/m2)
Factor amortiguamiento
Frecuencia crítica (Hz)

Cámara 1
Espesor de cámara (m) **OK**

Índice de reducción sonora R_A dBA
 R_w dB
 R_{Atr} dBA

Materiales homogéneos	Dens (kg/m3)	F. crítica (Hz)
Ladrillo macizo	1724	2400
Hormigón denso	2350	1800

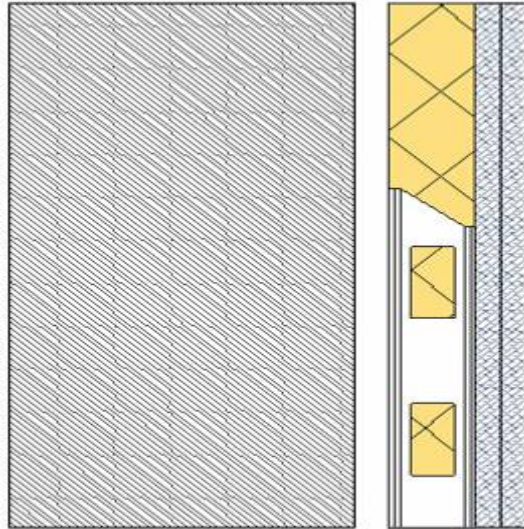
Materiales no homogéneos	Densidad (kg/m3)	Espesor (cm)	F. crítica (Hz)
Tochana	868	9.5	502
		13	367

Cálculo de la f_c ☐ de una pared con revoco ☐ de un ladrillo o semejante

Frec.	Abs. C-1	Abs. C-2	T.R. (s)	Aisl. esp.
125	0.4	0.4	1	45.53
250	0.35	0.7	1	35.16
500	0.3	0.8	1	41.05
1000	0.25	0.8	1	45.67
2000	0.2	0.7	1	48.04
4000	0.2	0.7	1	66.17

Lana **Lana**
Aire **Aire**
Gas **Gas**

V4



1. Muro hormigón 200 mm
2. Doble placa de yeso laminado tipo Fermacell 15+15 mm con una cámara de aire de 70 mm en la que se incluye una fibra mineral de 50 mm.

V4

SIMPLIFICADO.

Identificación:

Atención:

Indique la opción: ☐ horizontal + capa protectora superior ☐ horizontal + capa protectora inferior ☐ horizontal + capa protectora superior e inferior
☒ vertical + 1 capa protectora a un lado ☐ vertical + 2 capas protectoras a un lado ☐ vertical + 1 capa protectora en ambos lados

Trasdosado de la protección 1 ☐ Categoría 1 ☐ Categoría 2 ☒ Categoría 3 ☐ Categoría 4 Situar el cursor sobre la categoría para ver su definición.

Debe aceptar la configuración y después introducir los datos y calcular.

ACEPTAR CONFIGURACION

El orden de las paredes, viene definido por el sentido de transmisión del ruido, desde el emisor hasta el receptor.

Masa del elemento base (kg/m²)

	Pared 1	Pared 2
Masa superficial (kg/m ²)	<input type="text" value="500"/>	<input type="text" value="33"/>
Factor amortiguamiento	<input type="text" value="0.005"/>	<input type="text" value="0.005"/>
Frecuencia crítica (Hz)	<input type="text" value="90"/>	<input type="text" value="2666"/>

Esesor de cámara (m)

y material de relleno ☒ Lana ☐ Aire ☐ Gas

Valores límite: Aislamiento acústico ruido aéreo $D_{nT,A}$

Dimensiones	Mat. homogéneos	Mat. no homogéneos	Revocos
Volumen: sala emisora (m ³)	<input type="text" value="45"/>	Pared: longitud (m)	<input type="text" value="5"/>
sala receptora (m ³)	<input type="text" value="45"/>	altura (m)	<input type="text" value="3"/>

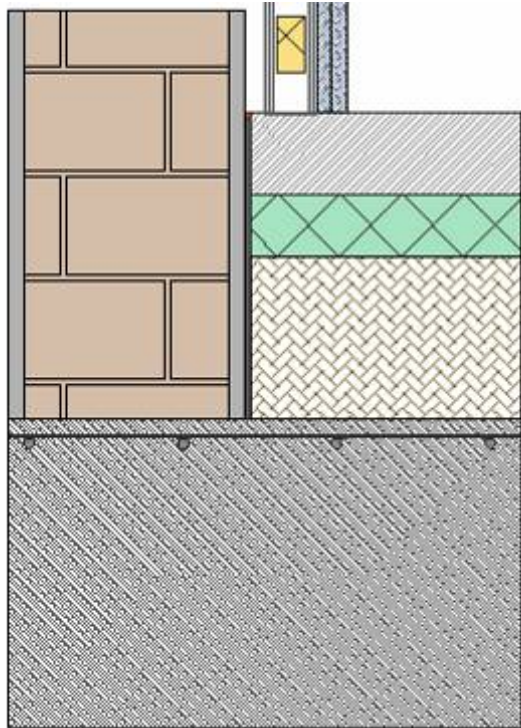
RESULTADOS

Índice de reducción del elemento base R_A

Aislamiento acústico según p. múltiple R

Mejora del índice de reducción del Trasdosado ΔR_A

H1



1. Pared perimetral
2. Polietileno reticulado 5 mm en forma de bañera en toda la banda perimetral para desvincular el suelo flotante de la estructura.
Sellado con sikaflex en los extremos superiores
3. Capa de mortero 80 mm listo para acabado
4. Poliuretano aglomerado 50 mm protegido con film PVC
5. Recrecido de arena o ladrillo
6. Losa de hormigón 300 mm

SIMPLIFICADO.

Identificación:

Atención:

Indique la opción: ☒ horizontal + capa protectora superior ☐ horizontal + capa protectora inferior ☐ horizontal + capa protectora superior e inferior
☐ vertical + 1 capa protectora a un lado ☐ vertical + 2 capas protectoras a un lado ☐ vertical + 1 capa protectora en ambos lados

Suelo flotante: ☐ Categoría 1 ☒ Categoría 2 Situar el cursor sobre la categoría para ver su definición.

Debe aceptar la configuración y después introducir los datos y calcular.

ACEPTAR CONFIGURACIÓN

El orden de las paredes, viene definido por el sentido de transmisión del ruido, desde el emisor hasta el receptor.

Masa del elemento base (kg/m ²)	<input type="text" value="906"/>
	Pared 1 Pared 2
Masa superficial (kg/m ²)	<input type="text" value="906"/> <input type="text" value="188"/>
Factor amortiguamiento	<input type="text" value="0.005"/> <input type="text" value="0.005"/>
Frecuencia crítica (Hz)	<input type="text" value="60"/> <input type="text" value="225"/>
	Cámara 1
Espesor de cámara (m)	<input type="text" value="0.05"/>
y material de relleno	<input checked="" type="radio"/> Lana <input type="radio"/> Aire <input type="radio"/> Gas

Valores límite: Aislamiento acústico ruido aéreo D_{nT,A}
 Nivel de ruido de impacto L'_{nT,w}