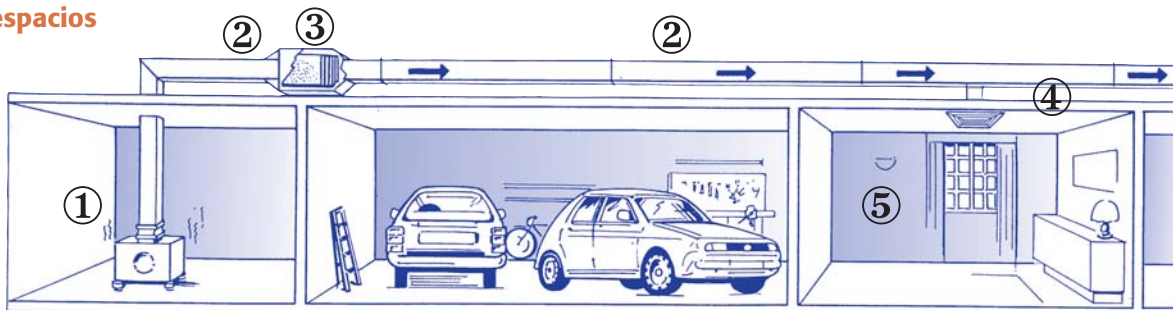
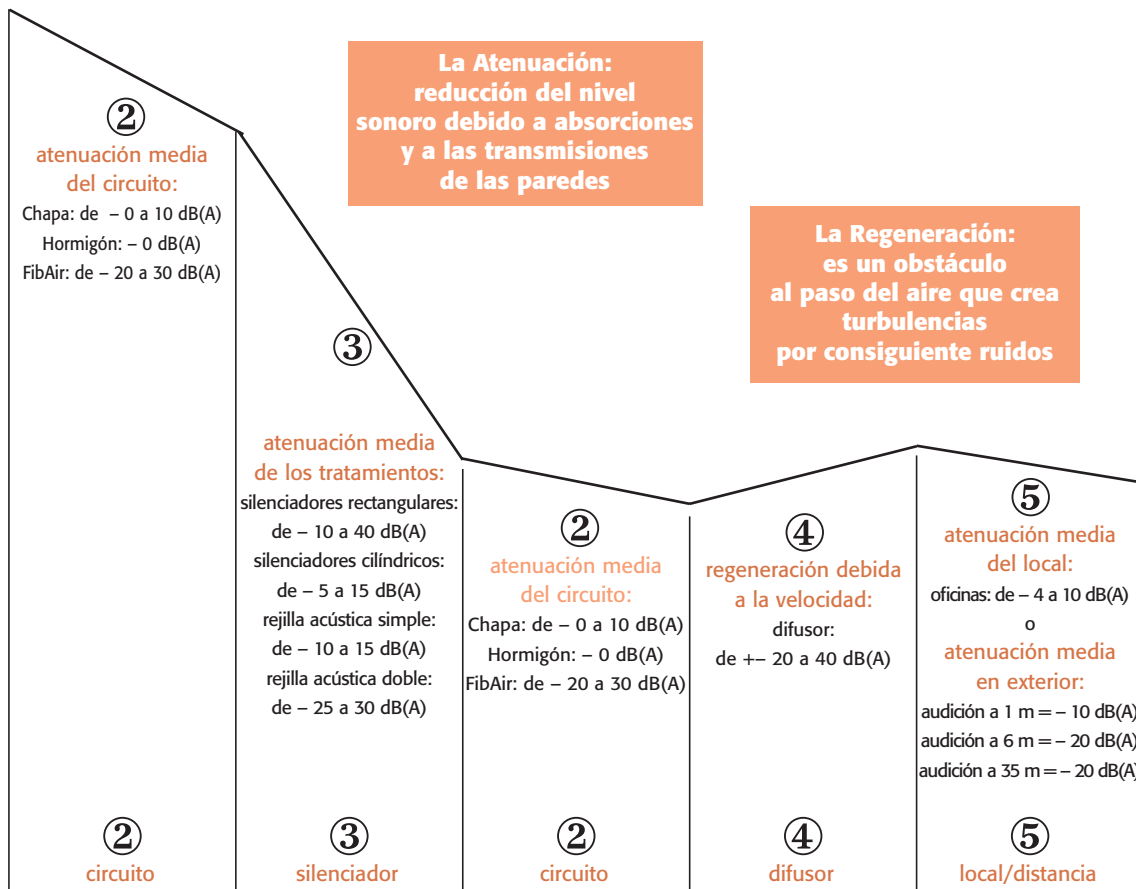


# La acústica: en un vistazo

## Los espacios



**1**  
valor medio de potencia acústica de la fuente:  
de 70 a 100 dB(A)



### Ejemplo 1: circuito terciario:

- fuente ventilador: 70 dB(A)
  - circuito de chapa: - 10 dB(A)
  - local : - 5 dB(A)
- $$\begin{array}{r} 70 \\ - 10 \\ - 5 \\ \hline 55 \end{array} \text{ dB(A)}$$

- nivel de presión recomendada: 30 dB(A)

falta una decena de dB de atenuación.

**Solución:** instalar un silenciador.

### Ejemplo 2: rechazo:

Rechazo en una calle peatonal mediante una cámara en hormigón.

- Fuente ventilador : 100 dB(A)
  - circuito hormigón : - 0 dB(A)
  - rejilla acústica simple : - 15 dB(A)
  - audición a 3 m : - 20 dB(A)
- $$\begin{array}{r} 100 \\ - 0 \\ - 15 \\ - 20 \\ \hline 65 \end{array} \text{ dB(A)}$$

- nivel de presión recomendada: 55 dB(A)

falta una decena de dB de atenuación.

**Solución:** doblar la rejilla.

**Nivel de presión acústica recomendada:**

sala de reuniones, biblioteca	de 30 a 40 dB(A)
despachos	de 35 a 40 dB(A)
salas de recepción, gimnasios	de 40 a 50 dB(A)
supermercados	de 45 a 50 dB(A)

**Lw: la potencia sonora (unidad): dB**







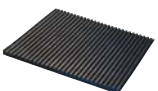



- caracteriza el equipamiento,
- es la base de todo cálculo,
- es la base de toda comparación.



**Lp : la presión sonora (unidad): dB**

- caracteriza el equipamiento en su entorno (posición, distancia, local,...),
- es el resultado que se requiere para obtener en el local cuya medida es efectuada por un sonómetro

► En todo el circuito, una solución acústica...

posicionamiento	atenuación		ondas	antivibrátiles
	principal (20-50 dB(A))	secundaria (5-25 dB(A))		
<b>local técnico</b>	<p><b>Arpège</b></p>  <p><b>SCN</b></p>  <p><b>Octave</b></p>  <p>especial bajas frecuencias</p>	<p><b>SC/VMC especial VMC</b></p> 	<p><b>Espuma Acústica</b></p> 	<p><b>amortiguadores antivibrátiles PAR + BCA</b></p>   <p>aislamiento cajas pequeñas y soporte de conductos Isolvib</p>
<b>local a tratar</b>	<p>rejilla acústica <b>atson</b></p> 	<p>especial antitelefonía</p>  <p>CAF</p>  <p>TM</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• paso de pared</li> <li>• suspensión de conductos</li> </ul>

► Los niveles sonoros

- Cuando dos tramos pasan al mismo tiempo, la sensación auditiva no se duplica.
- esto impone la introducción de logaritmos en la expresión matemática de la presión acústica (lo que el oído percibe) y de la potencia acústica (lo que la fuente emite).
- La sensación auditiva varía (ley de Fechtner) como el logaritmo de la excitación. Esto hace, que se comuniquen los niveles (potencia, presión) en logaritmo y en relación a una base de percepción de frecuencia.

variaciones presión	impresión del oído	logaritmo (base 10)
<b>excitación</b>	<b>sensación</b>	
<b>10</b>	1	1 = Log 10
<b>100</b>	2	2 = Log 100
<b>1 000</b>	3	3 = Log 1 000

- La potencia acústica se mide en decibelios (dB) y se define por la relación siguiente:

$$L_w = 10 \text{ Log} \left( \frac{W}{W_0} \right)$$

con W = potencia en watts

W<sub>0</sub> = potencia de referencia = 10<sup>-12</sup> watt

- Los niveles de presión acústica se miden igualmente en decibelios, y se definen por una relación similar:

$$L_p = 10 \text{ Log} \left( \frac{P}{P_0} \right)^2$$

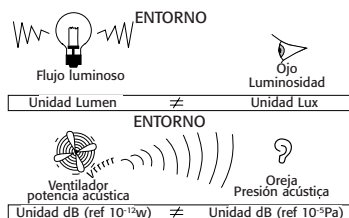
avec P = presión acústica en pascuales

P<sub>0</sub> = presión de referencia, base de auditibilidad a

1 000 Hz = 2 · 10<sup>-5</sup> Pa

**Atención:** En los dos casos, se habla de niveles en decibelios, pero son dos magnitudes físicas diferentes.

Ejemplo:



**Conclusión:**

Potencia ↔ característica intrínseca del material

Presión ↔ caracteriza el material en un entorno dado

► Suma de niveles sonoros

- La introducción de logaritmos hace que la suma de dos niveles sonoros no se corresponda a la suma aritmética, entonces: 60 dB + 60 dB ≠ 120 dB
- En efecto, sumando los niveles sonoros, añadimos aritméticamente las potencias (o presiones) aplicadas, y el cálculo del nivel sonoro final se hace de la manera siguiente:
- Sea una potencia aplicada de 10<sup>-6</sup> W.

El nivel sonoro correspondiente es de 60 dB:

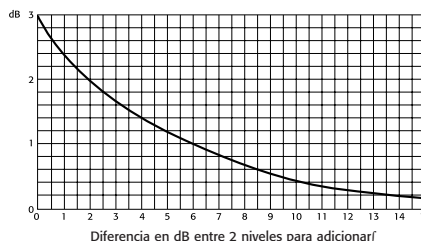
$$10 \text{ Log} \left( \frac{10^{-6}}{10^{-12}} \right) = 60 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned} L_w &= 10 \text{ Log} (2 \times 10^{-6} / 10^{-12}) \\ &= 10 \text{ Log} 2 + 10 \text{ Log} (10^{-6} / 10^{-12}) \\ &= 3 + 60 \\ &= 63 \text{ dB} \end{aligned}$$

Entonces 60 dB + 60 dB = 63 dB

En la práctica, para conocer el resultado de la suma de dos niveles sonoros, es suficiente referirse al ábaco siguiente, y leer, a partir de la diferencia entre los dos niveles, el valor a añadir al nivel mayor.

**Atención:** Los niveles de potencia se pueden sumar sin riesgo, pero para niveles de presión es necesario verificar que el entorno es el mismo (por ejemplo para 2 ventiladores que impulsan en el mismo conducto, si uno hace 60 dB(A) a 3 m y el otro 60 dB(A) a 1, no podremos deducir nada directamente).

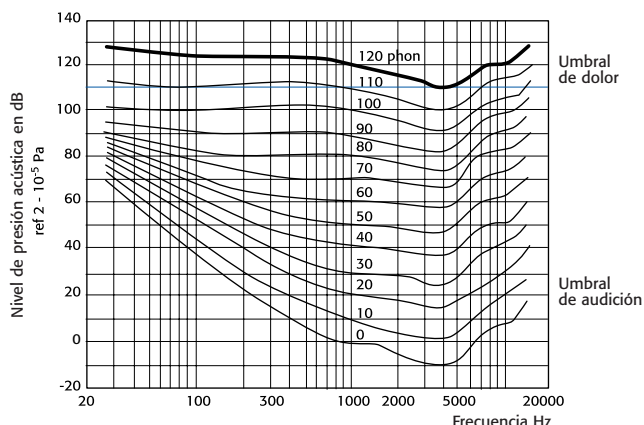


► Las curvas isofónicas y la ponderación A

• Las curvas isofónicas

- El oído humano no percibe todos los sonidos de la misma forma: no percibe los sonidos graves (60 dB a 63 Hz) igual de bien que los sonidos agudos (60 dB a 1.000 Hz). El ser humano presenta una mayor receptividad para las altas frecuencias que para las bajas frecuencias.
- De ahí es necesaria la utilización de las curvas isofónicas, es decir, curvas de igual sensación para un sonido. Por ejemplo, el oído percibe la misma sensación para: un sonido de 50 dB a 100 Hz que para un sonido de 20 dB a 1.000 Hz.

Diagrama de Fletcher - Munson curvas isofónicas



• La ponderación A

En las curvas isofónicas, se ha establecido una "ponderación A" en la que se restituye la sensibilidad diferencial del oído en función de las frecuencias, donde se baja el nivel de las bajas frecuencias (poco percibidas) está rebajado. El dB (A) representa lo que percibe el oído en los niveles débiles (< 60 dB (A)). Para calcular esta ponderación, se añadirán los siguientes coeficientes al valor real en dB.

frecuencia Hz	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000
ponderación A	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1

Nota: para distinguir mejor el dB (A) del dB no ponderado, se hace referencia a este último como dB (lin).

Existen otras dos ponderaciones: la B y la C, para los niveles más importantes (< 85 dB para la B y > 85 dB para la C).

► Cálculo del nivel global

Considerando un espectro en banda de octava, el cálculo del nivel global se realiza sumando de dos en dos los valores de los niveles de cada banda de frecuencia, según el método de cálculo descrito anteriormente.

Observación: se puede calcular este nivel global tanto en dB (lin) como en dB (A).

Criterios de confort:

- Dos espectros sonoros diferentes pero idénticos en nivel global dB (A) pueden producir una sensación de incomodidad diferente, sobre todo si uno de los espectros presenta una emergencia significativa en una banda con respecto a las bandas adyacentes. Por razones de comodidad, se han definido diferentes criterios para estudiar el fenómeno, como el Noise Criteria (NC), que se utiliza en Estados Unidos, y el Noise Rating (NR), que se ha adoptado como norma ISO y NF.

- **El Noise Rating (ISO)** : para respetar una curva NR dada, es necesario que el espectro esté situado por debajo de la curva NR en todas las bandas de frecuencias.

► Niveles acústicos preconizados

- Se pueden tener en cuenta dos casos: en el exterior o en el interior de un edificio.

En el primer caso, los límites fijados consideran el lugar de implantación. El valor máximo se define como una emergencia con respecto a un ruido ambiental (3 a 5 dB (A), según los casos).

En el segundo caso, algunos locales tienen exigencias normativas (zona de viviendas, locales de enseñanza, código del trabajo, etc.) y para los otros locales se pueden tener en cuenta las recomendaciones del GIAC.

tipo de local	nivel de presión acústica	
	exigencia alta dB(A)	exigencia baja dB(A)
<b>local de restauración</b>		
comedor de empresa	35	50
restaurante, cafetería	35	45
<b>sala de empresa</b>		
hogar, sala fumadores	35	45
<b>sala de reunión</b>	30	40
<b>local deportivo</b>		
piscina deportiva, pista patinaje	40	45
piscina lúdica	45	50
sala de relajación	30	35
sala EPS	35	45
gimnasio	40	50
gran sala, palacio de deportes	40	50
<b>lugar de paso</b>		
patio	40	50
galería comercial	45	55
<b>entrada aeropuerto</b>	40	50
<b>entrada de estación</b>	45	55
<b>sala de exposiciones</b>		
tienda	40	50
<b>lugar de culto, iglesia</b>	30	45
<b>museo</b>	30	40

Niveles de ruido de fondo recomendados por el GIAC por tipo de actividad (sin juzgar previamente los niveles fijados por la normativa).

tipo de edificio	tipo de local	nivel de presión sonora dB(A)		
		A	B	C
<b>guardería</b>	<b>guardería infantiles</b>	30	40	45
<b>comercios</b>	<b>supermercados</b>	40	45	50
<b>despachos</b>	<b>oficinas y salas de conferencias</b>	35	40	45
	<b>oficinas de planta abierta</b>	35	40	45
<b>restaurantes</b>	<b>cafeterías y restaurantes</b>	35	45	50

- Las letras A, B y C corresponden a categorías de edificios y no tienen ninguna relación con los ponderadores A, B o C aportados al dB (de conformidad con el proyecto de norma europea CEN TC 156/WG 6).
- Niveles de presión en dB (A) generados o transmitidos por el sistema de ventilación y autorizados en los diferentes locales.

► Ficha de cálculo simplificado

1. Nivel de potencia = .....<sup>40</sup>..... dB(A) (1)

2. Nivel directo de presión

• Distancia al oyente = .....<sup>2</sup>..... m  
 - Referirse a la figura n°1-  
 Corrección = .....<sup>17</sup>..... dB (2)

• Directividad  
 - Referirse a la figura n°2-  
 Corrección = .....<sup>3</sup>..... dB (3)

**Lpd = .....<sup>26</sup>..... dB(A) (4) = (1) + (2) + (3)**

3. Nivel reverberado de presión

(ninguno en campo libre (exterior))  
 • Volumen del local = .....<sup>125</sup>..... m³  
 - Referirse a la figura n°3-  
 Corrección = .....<sup>7</sup>..... dB (5)

• Tiempo de reverberación = .....<sup>0,6</sup>..... s  
 - Referirse a la figura n°4-  
 Corrección = .....<sup>3</sup>..... dB (6)

**Lpr = .....<sup>30</sup>..... dB(A) (7) = (1) + (5) + (6)**

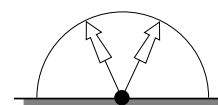
4. Nivel final

- Referirse a la figura n°5-  
 30 - 26 = 4 → valor para añadir: 1 dB

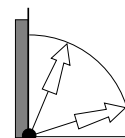
**Lp = Lpd + Lpr = .....<sup>31</sup>..... dB(A)**

	dB
20	-37
	-36
15	-35
	-34
	-33
	-32
10	-31
9	-30
8	-29
	-28
7	-27
	-26
6	-25
	-24
5	-23
	-22
4	-21
	-20
3	-19
	-18
2	-17
	-16
	-15
	-14
	-13
	-12
	-11
1	-10

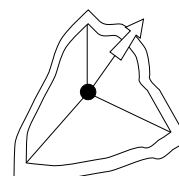
Fig. 1 : distancia al oyente



+ 3 dB — 1/2 esfera (pared, techo...)



+ 6 dB — 1/4 esfera (ángulo de 2 paredes)



+ 9 dB — 1/8 esfera (ángulo de 3 paredes)

Fig. 2 : directividad

V 10	+4
	+3
15	+2
	+1
20	0
	-1
30	-2
	-3
50	-4
	-5
100	-6
	-7
125	-7
	-8
200	-9
	-10
	-11
	-12
500	-13

Fig. 3 : volumen del local

Tr (s)	-8	0,2
	-7	
	-6	
	-5	
	-4	
	-3	0,5
	-2	0,6
	-1	
	0	1,0
	+1	
	+2	
	+3	2,0
	+4	
	+5	3,0

Fig. 4 : tiempo de reverberación

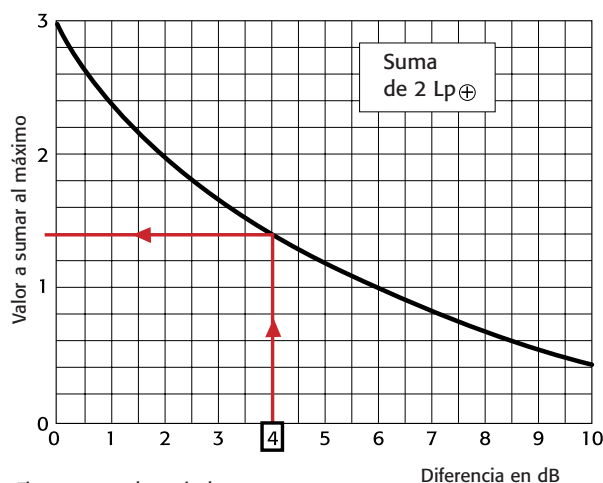


Fig. 5 : suma de 2 niveles sonoros