

# Medio Ambiente Acústico: Nociones de confort acústico

## INDICE

### El ruido:

- Introducción
- 1.- El sonido y la audición
- 2.- El decibelio
- 3.- La frecuencia –el HZ-
- 4.- El decibelio A dB (A)
- 5.- Confort acústico
- 6.- Estrategia SOBANE

**Iñaki Galíndez Alberdi**

## EL RUIDO INTRODUCCIÓN

El ruido, definido como cualquier sonido inoportuno, es en la actualidad el mayor contaminante en el mundo actual.

En una sala de conferencias es inoportuno el ruido del aire acondicionado (si tenemos la suerte de tenerlo), el ventilador de los proyectores de diapositivas, los pasos siniestros de alguien en el hall o el ruido del conferenciante que perversa e insistentemente nos impide dormir. Todo ello sin hablar del ruido en la calle, bares de moda o el aparato de música del hijo de nuestro vecino.

En las estas líneas trataremos de no aburrir en exceso, dando una serie de conceptos claros útiles para definir el confort acústico.

### **1.EL SONIDO Y LA AUDICION**

El sonido es desde un punto de vista físico un movimiento ondulatorio que se propaga a través de un medio elástico.

Este sonido se propagará en el aire se introduce en nuestro Conducto auditivo externo y produce una presión a nivel del tímpano el cual vibra. En contacto con el tímpano están unos huesecillos, que amplifican el sonido. Estos huesecillos están a su vez en contacto con un "tímpano interior", que introduce el sonido en un medio líquido en forma de caracol movilizándolo unas estructuras ciliares. Estos movimientos, que son como el movimiento del trigo por el viento, producen una corriente eléctrica transmitida por los nervios hacia el cerebro el cual interpreta. Es decir, tenemos un sistema que transforma una presión en el tímpano en una señal eléctrica la cual es interpretada por el cerebro.

Desde el punto de vista físico vamos a caracterizar un sonido en dos de sus medidas :

- Cuantitativa: el decibelio
- Cualitativa: la frecuencia o el Herzio.

## 2.EL DECIBELIO

La presión sobre el tímpano mínima que somos capaces de escuchar es del orden de:  $P_0 = 0,0002 \text{ ubar} = 0,0000000002 \text{ bar} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ bar} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2 = 0,00002 \text{ N/m}^2$

La presión sobre el tímpano capaz de producir dolor es aproximadamente

$$P = 200 \text{ N/m}^2$$

Es decir entre el nivel mínimo y el dolor hay una relación de 100 millones de veces en términos de presión acústica.

Si la relación la tuviéramos en términos de intensidad acústica es del orden de  $10^{14}$  veces. Además si doblamos la intensidad acústica no tenemos la sensación de haber doblado el ruido.

Es decir en la relación :

Siendo  $I_0$  = la intensidad mínima capaz de ser escuchada

$I$  = la intensidad de un sonido dado.

Para tener dolor  $I$  debe ser  $10^{14}$  veces  $I_0$ .

La sensación acústica no se dobla al doblar  $I$ .

Por esas razones no es válido hablar en términos .Ni de presión acústica Ni de intensidad acústica. Por esas razones en vez de la relación aritmética entre la intensidad y la Intensidad mínima ( $I_0$ ) se utiliza el BELIO o la relación logarítmica entre ambas.

$$\text{BELIO} = \text{LOG } I / I_0$$

Mas usualmente se utiliza el decibelio ( diez veces el belio)

$$\text{DeciBELIO} = \text{Db} = 10 \text{ LOG } I / I_0$$

En este caso:

- -0 Db es el nivel mínimo de ruido capaz de ser oído.
- -140 dB es el nivel de ruido que produce dolor.
- -Si doblamos la intensidad, aumentamos 3 Db
- $Db = 10 \text{ LOG } 2^* ( I / I_0 ) = 10 ( \text{LOG } 2 + \text{LOG } I / I_0 )$   
( el log 2 es igual a 0,3, multiplicado por 10 es igual a 3).
- Si triplicamos la intensidad sonora, aumentamos 5 Db  
(log de 3 = 0,5)
- Si aumentamos 10 veces la intensidad aumentamos 10 Db  
(log 10 = 1)

Una conclusión clara hasta el momento es que la lucha contra el ruido es difícil ya que reduciendo a la mitad la intensidad sonora solo reducimos 3 Db .A nivel práctico si le compramos un aparato de música de la mitad de potencia al hijo del vecino nos seguirá molestando muy parecido.

	dB	Nivel aproximado de ruido asociado a diferentes actividades
Son esperables daños en la audición	140	Umbral del dolor
	130	
	120	
	110	
	100	
	90	
	80	
Son esperables molestias en función del tipo de trabajo	70	
	60	
	50	
No son esperables daños ni molestias	40	
	30	
	20	
	10	
	0	Umbral de la audición

### 3. LA FRECUENCIA- EL HZ-

La cantidad del ruido la definimos por el dB, ahora bien de manera empírica podemos diferenciar la naturaleza de un sonido si es grave o agudo.

Desde el punto de vista físico:

- un sonido grave presenta frecuencias bajas 20 Herzios
- un sonido agudo presenta frecuencias altas 20.000 Hz

Desde el punto de vista de la audición:

- El oído humano es capaz de oír entre la frecuencia 20 Hz a 20 kHz
- La voz humana emite principalmente entre las frecuencias de 500 a 2000 Hz.

Las frecuencias se dividen en “sectores” llamados Bandas de Octava. A la hora de analizar un ruido, para conocer su calidad podemos medir los decibelios para cada banda de octava. Las mas usuales son las centradas en los siguientes valores: 32,5 / 65 / 125 / 500 / 1000 / 2000 / 4000 / 5000 / 10000 / 20000 Hz.

Esto sirve entre otras cosas para:

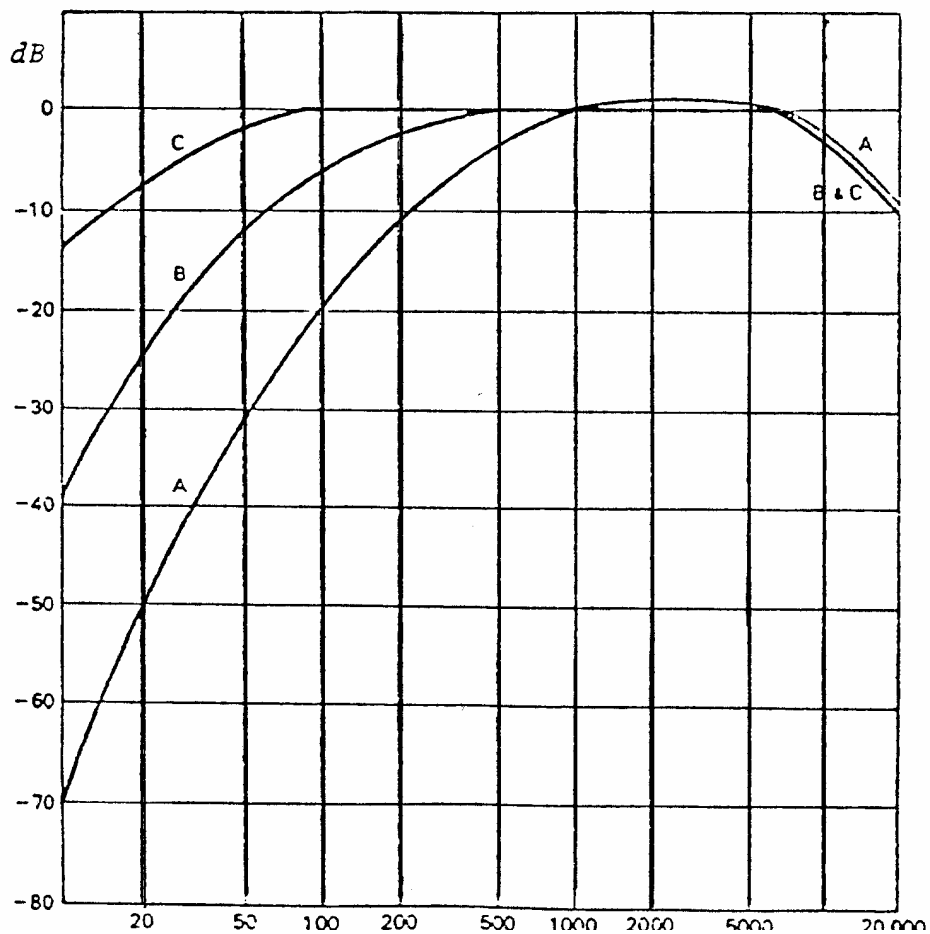
- Saber de donde proviene el ruido
- Ej.: Si un ruido se encuentra principalmente en la banda de octava de 10000 Hz, es muy probable que no venga de la voz del vecino del 3º sino de la flauta del vecino 2º.
- Saber si una perdida auditiva molesta a la vida habitual de un sujeto.
- Es decir si tengo una perdida importante en las frecuencias de 500 a 2000 Hz, no podré comunicarme con mi pareja ( lo cual puede ser tranquilizante), ahora bien si la perdida está más allí de los 10000 hz no tendré ningún problema de charlar con los amigos.

#### 4. EL DECIBELIO A dB (A)

- En realidad el oído humano no escucha igual en todas las frecuencias. Por ello se coloca un filtro llamado "A" que modifica al decibelio según la figura.
- Existen otros dos filtros el B y el C, pero en la actualidad han perdido su importancia.
- Por lo tanto el dB(A) esta más cercano a la sensación auditiva del oído humano.

#### FILTRO A dB (A)

Courbes de pondération des filtres A, B, et C



## 5 ANALISIS CONFORT ACUSTICO

La exposición a un "ruido" menor de 80 dB(A) se considera aceptable. Es evidente que un nivel acústico por debajo del límite legal del RD '1316/1989 no se acompaña de sordera. En cambio dolores de cabeza, nerviosismo, intranquilidad, mal ambiente entre compañeros, errores en la comprensión puede ser facilitado en esas condiciones. Por consiguiente es un Factor que actúa sobre la *Performance* de la empresa, sin duda su rentabilidad

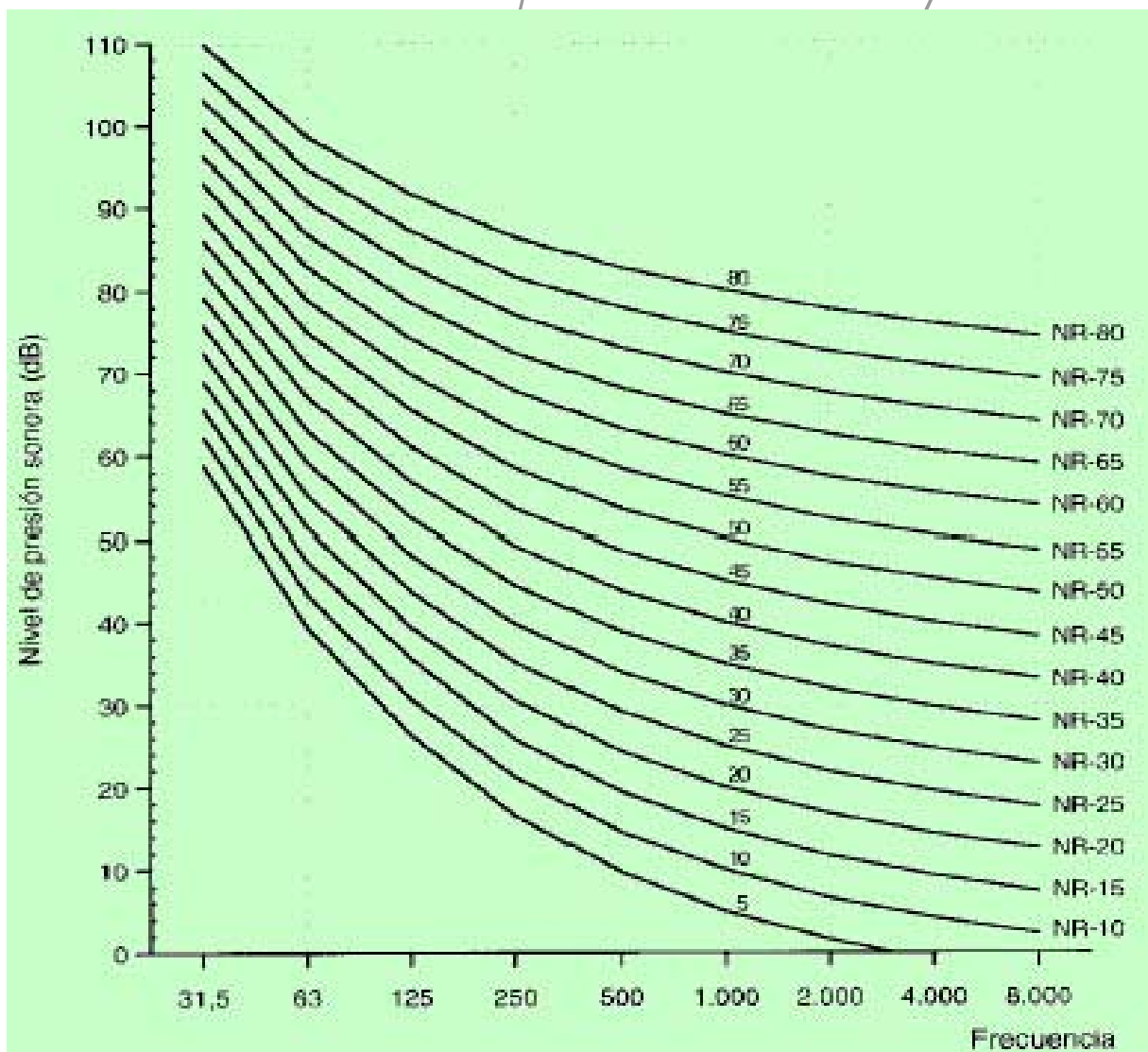
La forma de acercamiento al estudio de los ambientes con exposición al ruido de menor intensidad es variada según las condiciones del local, sus fuentes de ruido y su uso

Tipo de análisis	Abordaje
Ruido de Fondo	1. <b><u>Análisis cualitativo: Índice NR</u></b>
Ruido Variable	2. <b><u>Análisis Cuantitativo: N. Básica Edificación</u></b>
Reverberación del Local	3. <b><u>Análisis estadístico y ruidos de emergencia</u></b>
Interferencia Conversación	4. <b><u>Tiempo de reverberación</u></b>
Indice Ruido Oficina	5. <b><u>Índice PSIL</u></b>
	6. <b><u>Índice Ruido Oficina</u></b>

### 5.1. Análisis Cualitativo: Índice NR

Refleja los límites por banda de octava de un ruido de fondo. Se calcula de la siguiente manera:

- Medir el ruido con el local vacío por bandas de octava
- Rellenar la gráfica adjunta.
- El Índice NR es el de la línea que nuestro espectro "corta" en su punto más alto.
- Los límites se encuentran en la tabla siguiente adjunta



<b>Tipos de recintos</b>	<b>Limites NR</b>
<b>Talleres</b>	<b>60-70</b>
<b>Oficinas mecanizadas</b>	<b>50-55</b>
<b>Gimnasios, salas de deporte, piscinas</b>	<b>40-50</b>
<b>Restaurantes, bares y cafeterías</b>	<b>35-45</b>
<b>Despachos, bibliotecas, salas de justicia</b>	<b>30-40</b>
<b>Cines, hospitales, iglesias, pequeñas salas de conferencias</b>	<b>25-35</b>
<b>Aulas, estudios de televisión, grandes salas de conferencias</b>	<b>20-30</b>
<b>Salas de concierto, teatros</b>	<b>20-25</b>
<b>Clínicas, recintos para audiometrías</b>	<b>10-20</b>

## 5. 2. Límites establecidos en la Norma Básica edificación

### Niveles sonoros continuos equivalentes de ruido aéreo (NBE-CA-82)

TIPO DE EDIFICIO	LOCAL	L <sub>Aeq</sub> (dBA)(8 - 22 h)
Residencial (público y privado)	Zonas de estancia	45
	Dormitorios	40
	Servicios	50
	Zonas comunes	50
Administrativo y de oficinas	Despachos profesional.	40
	Oficinas	45
	Zonas comunes	50
Sanitario	Zonas de estancia	45
	Dormitorios	30
	Zonas comunes	50
Docente	Aulas	40
	Salas de lectura	35
	Zonas comunes	50

### 5. 3. Análisis estadístico del ruido

**Laeq50:** nivel equivalente medio diario de ruido

**Laeq10:** nivel equivalente sobrepasado durante el 10% del tiempo

**Emergencia:** ruidos raros que no contribuyen significativamente al nivel equivalente medio, pero molestos. Ejemplos: pasos, cisternas,...

Local	Laeq 50	Laeq 10	Emergencia
Habitación dormir, Sala de estudio	30-45	40-55	6
Local de reposo, Sala de música- Biblioteca	30-45		3
Oficinas	40-55	50-55	6
Oficinas dactilografía	40-55	55-60	6
Teatros	30	35	3

## 5. 4. Tiempo de Reverberación

El tiempo de reverberación para una frecuencia dada es el tiempo, en segundos, necesario para que después de que cese la emisión de ruido, el nivel de presión sonora disminuya 60 decibelios.

### Tiempos de reverberación (NBE-CA-82)

Tipo de edificio	Local	Tiempo de reverberación(s)
Residencial (público y privado)	Zonas de estancia,	<1
	Dormitorios	<1
	Servicios	<1
	Zonas comunes	<1,5
Administrativo y de oficinas	Despachos	<1
	Oficinas	<1
	Zonas comunes	<1,5
Sanitario	Zonas de estancia	0,8 <T <1,5
	Dormitorios	<1
	Zonas comunes	1,5 <T <2
Docente	Aulas	0,8 <T <1,5
	Salas de lectura	0,8 <T <1,5
	Zonas comunes	1,5 <T <2

Si el tiempo es demasiado largo hay que aumentar la superficie de absorción acústica.

### 5.5. Índice de Interferencia Conversacional

El tiempo de reverberación para una frecuencia dada es el tiempo, en segundos, necesario para que después de que cese la emisión de ruido, el nivel de presión sonora disminuya 60 decibelios

#### Valores indicativos del índice PSIL.

PSIL (dB)	Distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación normal (m)	Distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación en voz muy alta (m)
35	7,5	15
40	4,2	8,4
45	2,3	4,6
50	1,3	2,6
55	0,75	1,5
60	0,42	0,85
65	0,25	0,50
70	0,13	0,26

### 5. 6. IRO- Indice Ruido en oficina

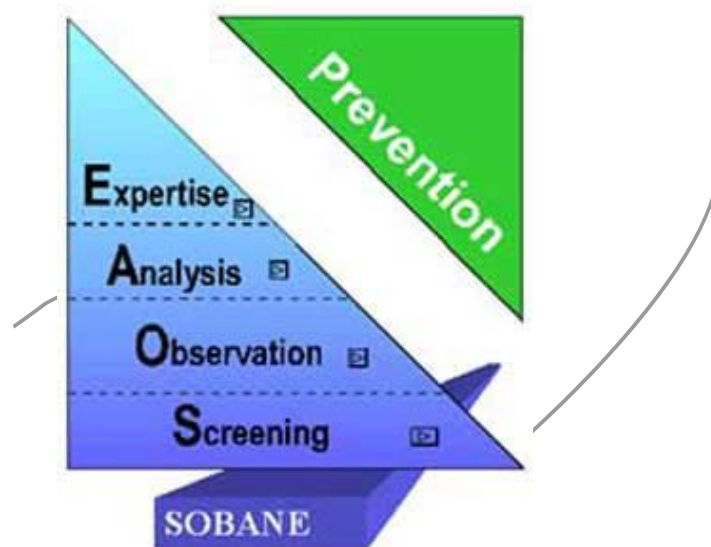
El IRO está inspirado en los siguientes índices: nivel de contaminación sonora e índice de ruido de tráfico, utilizados para la valoración del ruido de las fuentes exteriores, en concreto del tráfico rodado. El interés de estos índices, además de la información que pueden proporcionar acerca del grado de aislamiento acústico necesario para los edificios, radica en que son útiles para la valoración de ruidos generados por distintas fuentes, con distintos espectros y características de emisión. Para su determinación es necesario conocer el nivel de presión sonora y su fluctuación en el tiempo. Esta descripción encaja con el tipo de ruido que existe en las oficinas.

#### Porcentaje de insatisfechos con el ruido de las oficinas

L <sub>10</sub> (dBA)	Porcentaje de insatisfechos para los valores (L <sub>10</sub> - L <sub>90</sub> ) (dBA)								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
55	14	17	20	22	25	28	31	34	37
56	16	19	22	24	27	30	33	36	39
57	18	21	23	26	29	32	35	38	40
58	20	23	25	28	31	34	37	40	42
59	22	25	27	30	33	36	39	42	44
60	24	27	29	32	35	38	41	44	46
61	26	29	31	34	37	40	43	46	48
62	28	30	33	36	39	42	45	47	50
63	30	32	35	38	41	44	47	49	52
64	32	34	37	40	43	46	49	51	54
65	34	36	39	42	45	48	51	53	56

## 6. ESTRATEGIA SOBANE

La estrategia SOBANE para el abordaje de los riesgos derivados del trabajo consiste en un sistema de aproximación a los diferentes problemas cada vez más compleja.



Si observamos las iniciales de: Screening (diagnostico Precoz), Observación, Análisis y Experto constituyen las siglas SOBANE

	<b>Etapa 1 DIAGNOSTICO PRECOZ</b>	<b>Etapa 2 OBSERVACION</b>	<b>Etapa 3 ANALISIS</b>	<b>Etapa 4 EXPERTO</b>
<b>Cuándo?</b>	Todos los casos	Cuando necesario	Casos difíciles	Casos complejos
<b>Cómo?</b>	Discusión	Observaciones Cualitativas	Mediciones Cuantitativas	Mediciones Especializadas
<b>Costo?</b>	Muy bajo	Bajo	Medio	Elevado
<b>Por quién?</b>	Trabajadores	Personas del terreno	Personas del terreno + prevencionistas	Personas del terreno + prevencionistas + expertos
<b>Conocimiento del Trabajo Técnico</b>	Perfecto Baja	Elevado Media	Medio Elevado	Baja Especializada

En las próximas líneas se propone lo que el Prof. J. MALCHAIRE propone en su libro sobre síndrome del Edificio enfermo para el ruido . SU forma de aproximación o análisis.

Al principio se tiene un esquema con el significado de los diferentes elementos:

- **Puntos a examinar**
- ☞ **Acciones**
- ◇ **Mediciones de base (análisis)**
- ◇ **Mediciones especializadas (experto)**

**. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN INTERIOR BAJO EL ANGULO  
<< RUIDO >>**

Datos	• Puntos a examinar	☞ Acciones	◇ Mediciones de base	❖ Mediciones especializadas
-------	---------------------	------------	----------------------	-----------------------------

**1. Ruidos exteriores**

- Ruido de fondo:
  - ☞ Aislamiento acústico de puertas y ventanas
  - . Colocar dobles ventanas (no dobles cristales)
  - . Eliminación de hendiduras en las juntas
  - . Cierre automático de las puertas hacia el exterior
    - \* Ensayos de aislamiento acústico al ruido aéreo.
- Presencia de sonidos puros
  - ☞ Investigación de causas

**2. Ruidos debidos a la ventilación**

- Ruido de fondo
  - . debido al ventilador
    - ☞ Absorción dentro de las conducciones
  - . Debido a las bocas de impulsión
    - \* Mediciones arriba o debajo de la boca
    - ☞ Perfil de las bocas más adaptados.
- Presencia de sonidos puros
  - ☞ Equilibrado del ventilador y desunir de las superficies en vibración

Datos	• Puntos a examinar	☞ Acciones	◇ Mediciones de base	❖ Mediciones especializadas
-------	---------------------	------------	----------------------	-----------------------------

### 3. Ruidos de los locales vecinos

- Ruido de fondo:
  - ☞ Investigación de hendiduras, heterogeneidad del aislamiento
  - ☞ Aislamiento acústico de las paredes
    - \* Ensayos de aislamiento acústico

### 4. Ruidos de pasos

- Ruido de fondo:
  - ☞ Investigación de puentes acústicos
  - ☞ Aislamiento acústico al ruido de masa
    - \* Ensayos de aislamiento acústico
    - \*

### 5. Ruidos particulares

- Ascensores, puertas,...
  - ☞ Emplazar juntas anti-ruido
  - ☞ Emplazar cerraduras progresivas
- Ruidos de agua
  - ☞ Sistema de evacuación y llenado
- Ruidos de escalera
  - ☞ Revestimientos residuales.

### 6. Ruidos ligados a la actividad interior del local

- Propagación de los ruidos individuales (teléfono, voz, actividad, ordenadores, impresoras,..)
  - ☞ Emplazamiento de pantallas (armarios, paneles de 1,5 m entre puestos de trabajo)
    - \* Medición por banda de octava del ruido de fondo.
- Ruido de fondo débil
  - \* Medir en dB(A)
  - ☞ Ruido de fondo hasta llegar a un ruido de fondo óptimo.

## 7. Reverberación

- Palmada fuerte y escuchar la reverberación
  - \* Medida del tiempo de reverberación
- Eco
  - ☞ Identificación de las superficies reflectantes
  - ☞ Recubrimiento de material absorbente.
- Reverberación alargada:
  - ☞ Colocación de materiales absorbentes
    - \* Después de calculo
- Reverberación inexistente: sonido mate
  - ☞ Ocasionalmente demasiada absorción instalada
    - . Revisar materiales absorbentes
    - . Escoger materiales menos absorbentes