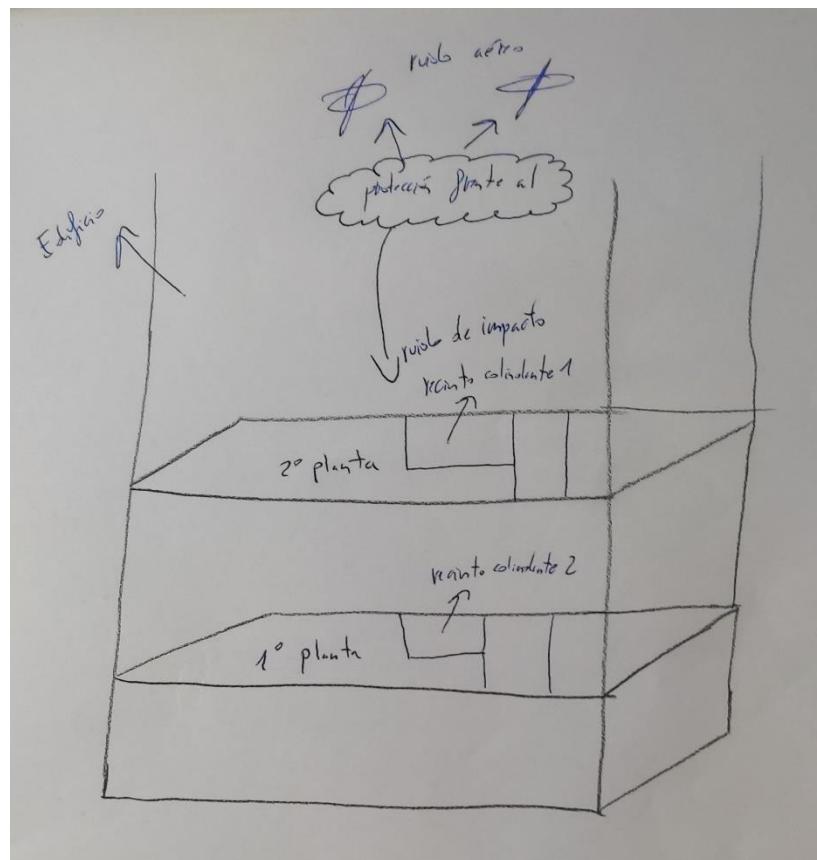


ESTUDIO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO



Ejemplo del Edificio del Banco de España de Palma, Mallorca, Islas Baleares, España:



Dos tipos:

- 1) Protección frente al ruido aéreo.
- 2) Protección frente al ruido de impacto.

El cliente solicita una batería de ensayos, donde se deben cumplir tres Normas:

- 1) La **ISO 16283-1** => es un estándar internacional para determinar el aislamiento acústico frente al ruido aéreo.
Se lleva a cabo en espacios entre [10,250] m³ y cuyas frecuencias estén entre [50,5000] Hz.

Los espacios pueden ser vacíos o llenos (con muebles), donde en ambos casos el campo sonoro puede ser difuso o no difuso.

- 2) La **ISO 16283-2** => es un estándar internacional para determinar el aislamiento acústico frente al ruido de impacto que actúa sobre el suelo, las paredes, las escaleras y/o cualquier objeto dentro de un espacio.

Se lleva a cabo en espacios entre [10,250] m³ y cuyas frecuencias estén entre [50,5000] Hz.

Los espacios pueden ser vacíos o llenos (con muebles), donde en ambos casos el campo sonoro puede ser difuso o no difuso.

- 3) El **CTE DB-HR** => es un documento básico de protección frente al ruido con reglas y procedimientos, recogido en el código técnico de la edificación y aprobado por el RD 1371/2007 de España el día 23 de octubre de 2007.

Dicho Decreto ha tenido las siguientes modificaciones:

- El día 20 de diciembre de 2007 => Su corrección de errores.
- El día 18 de octubre de 2008 => La redacción de su nuevo RD 1675/2008.
- El día 23 de septiembre de 2009 => Su corrección de errores.
- El día 20 de diciembre de 2019 => La redacción de su nuevo RD 732/2019.

Valores a tener en cuenta en los ensayos frente al ruido aéreo:

- 1) Valor de emisión (E): valor que emite una fuente sonora externa hacia el espacio donde se lleva a cabo el estudio acústico.
- 2) Valor de inmisión (I): valor que se emite en el propio espacio donde se lleva a cabo el estudio acústico.
- 3) Ruido de fondo (RF): ruido externo que afecta a la condición acústica del espacio.
- 4) Tiempo de reverberación (TR).

Sobre el **TR**: es la persistencia que tiene un sonido en una sala después de que la emisión de su fuente sonora finalizara.

Su cálculo se lleva a cabo mayormente cuando la caída es a 60 dB (TR60), sabiendo que los materiales se distribuyen de forma independiente y de acuerdo con la siguiente característica:

- Campo sonoro **difuso**: puede ser
 - Con uniformidad en los materiales: se pueden aplicar dos métodos:
 - **Método de Sabine**: si el coeficiente de absorción es menor o igual a 0,2.

El tiempo de reverberación se calcula así:

$$TR60 = \frac{0,161 \cdot V}{Att}$$

Sabiendo que:

V es el volumen total del espacio en m³.

Att es la atenuación en dB.

0,161 es una cte.

TR60 es el tiempo de reverberación en seg para una caída de 60 dB.

- **Método de Eyring:** si el coeficiente de absorción es cualquiera salvo que sea extremadamente grande.

El tiempo de reverberación se calcula así:

$$TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{S \cdot \ln(1 - \alpha)}$$

Sabiendo que:

V es el volumen total del espacio en m^3 .

α es el coeficiente de absorción mencionado previamente.

0,161 es una cte.

S es la superficie total del espacio en m^2 .

TR_{60} es el tiempo de reverberación en seg para una caída de 60 dB.

- Sin uniformidad en los materiales: se aplica el **Método de Millington-Sette**, teniendo en cuenta que:

El coeficiente de absorción puede ser cualquiera salvo que sea extremadamente pequeño.

El tiempo de reverberación se calcula así:

$$TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{\sum_{k=1}^n S_k \ln(1 - \alpha_k)}$$

(n)
superficie vista a parte.

Sabiendo que:

V es el volumen total del espacio en m^3 .

0,161 es una cte.

- El sumatorio es la suma de las partes del espacio a partir de la multiplicación entre la superficie de una parte y el logaritmo neperiano de 1 – el coeficiente de absorción de dicha parte.

- TR_{60} es el tiempo de reverberación en seg para una caída de 60 dB.

- Campo sonoro **no difuso**: se aplica el **Método de Arau**, teniendo en cuenta:

Sin uniformidad en los materiales.

1º) Techo y suelo => $SX = 2 \times (\text{Largo} \times \text{Ancho}) m^2$.

2º) Paredes largo => $SY = 2 \times (\text{Largo} \times \text{Alto}) m^2$.

3º) Paredes ancho => $SZ = 2 \times (\text{Alto} \times \text{Ancho}) m^2$.

S total = $SX + SY + SZ m^2$.

V total = $\text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Alto} m^3$.

Coeficiente de absorción medio del techo/suelo: α_x

Coeficiente de absorción medio de las paredes laterales del largo: α_y

Coeficiente de absorción medio de las paredes laterales del ancho: α_z

NOTA: dichos coeficientes no pueden ser extremadamente pequeños. Y dentro de las paredes podría haber ventanas que tienen otro coeficiente de absorción diferente, entre otros casos.

Fórmula a tener en cuenta:

$$TR_{60} = \left(\frac{0,161 \cdot V}{-S \cdot L_n(1-\alpha_x)} \right)^{S_x/S} \cdot \left(\frac{0,161 \cdot V}{-S \cdot L_n(1-\alpha_y)} \right)^{S_y/S} \cdot \left(\frac{0,161 \cdot V}{-S \cdot L_n(1-\alpha_z)} \right)^{S_z/S}$$

Valores a tener en cuenta en los ensayos frente al ruido de impacto:

- 1) Valor de inmisión (I): valor que se emite en el propio espacio donde se lleva a cabo el estudio acústico.
- 2) Ruido de fondo (RF): ruido externo que afecta a la condición acústica del espacio.
- 3) Tiempo de reverberación (TR).

Pasos a tener en cuenta en el estudio a llevar a cabo:

- Analizar los registros obtenidos para la caracterización frecuencial del aislamiento acústico frente al ruido aéreo entre recintos colindantes, calculando:
 - o DnT, A => es la diferencia de niveles estandarizados, en dBA, entre un recinto emisor y otro receptor => para interiores.
 - o D2m,nT, A => es la diferencia de niveles estandarizados, en dBA, entre un recinto emisor y otro receptor => para fachadas o cubiertas cuyo ruido exterior dominante es rosa o ferroviario.
 - o D2m,nT,Atr => es la diferencia de niveles estandarizados, en dBA, entre un recinto emisor y otro receptor => para fachadas o cubiertas cuyo ruido exterior dominante es de automóviles o aeronaves.
 - o LnT, w => es el nivel de intensidad sonora de protección frente al ruido de impacto.
- Calcular la **incertidumbre** asociada al ensayo. A la incertidumbre también se la conoce como **entropía** y se calcula así:

$$H(X) = \sum_i p_i \log_2 \frac{1}{p_i}$$

- Comparar los valores obtenidos con los valores límites de las normas oficiales.
- Redactar un informe y una declaración de conformidad.
- Guardar y proteger toda la información registrada y a disposición del cliente.
- Redactar consideraciones finales (conclusiones) y mejoras.

Tipos de zonas para estudio acústico:

Objectius de qualitat acústica pel renou aplicables a àrees urbanitzades existents			
Ld	Le	Ln	
65	65	55	A Residencial
75	75	65	B1 Industrial
75	75	65	B2 Serveis Públics
73	73	63	C1 Hospedatje
73	73	63	C2 Oficines/Serveis
73	73	63	C3 Comercial
73	73	63	C4 Esportiu
73	73	63	C5 Recreatiu
75	75	65	D Terciari distint a C
60	60	50	E1 Sanitari
60	60	50	E2 Docent
60	60	50	E3 Cultural

El edificio del ejemplo está situado en la zona Residencial – A.

Clases de Sonómetros:

Clase 0: sonómetros de laboratorio y profesionales, cuya precisión es máxima.

Clase 1: sonómetros para proyectos de ingeniería, cuya precisión es alta, pero no máxima.

Clase 2: sonómetros de uso general, utilizados en las Universidades, cuya precisión es media.

Clase 3: sonómetros de inspección, cuya precisión es baja. Clase eliminada en las últimas normativas.

Los **Calibradores**: generan una señal patrón, conocida como tono puro. Los rangos dinámicos de un calibrador están entre **0 y 140 dB** y **20 y 20000 Hz**. Un tono puro es de 94 dB de intensidad sonora y 1000 Hz de frecuencia.

Calibradores vs Sonómetros:

Clase 0:

- Calibrador: tiene un valor de tolerancia de +/- 0,15.
- Sonómetro: tiene un valor de tolerancia de +/- 0,4.

Clase 1:

- **Calibrador: tiene un valor de tolerancia de +/- 0,3.**
- **Sonómetro: tiene un valor de tolerancia de +/- 0,7.**

Clase 2:

- Calibrador: tiene un valor de tolerancia de +/- 0,5.
- Sonómetro: tiene un valor de tolerancia de +/- 1,5.

Nota: Si en una fuente sonora A la sensibilidad es mayor que en la B, quiere decir que la A es más resistente/robusta al ruido inherente.

Modelos de propagación empleados y oficiales para la medición de niveles de presión sonora:

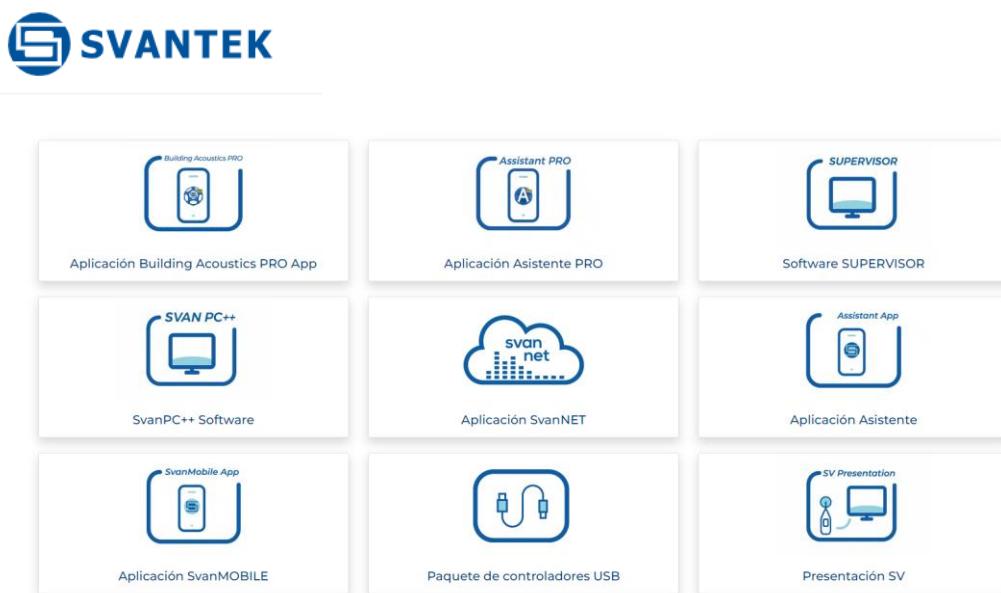
- 1) Para la industria o a nivel general: ISO 9613
- 2) Para las carreteras: NMPB96
- 3) Para los trenes: SRMII

Cálculo del nivel de presión sonora:

$$L_p = 10 \times \log_{10}(\text{Pef}^2 / \text{Pref}^2)$$
, sabiendo que $\text{Pref} = 2 \times 10^{-5}$ Pa.

Software usado para estudios acústicos:

SVANTEK



VI. VERIFICACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE LA CADENA DE MEDIDA

Se verifica al inicio y final del ensayo, la sensibilidad de la cadena de medida. Se toma una medida de un ruido generado por un calibrador sonoro, a un nivel de 114 dB a la frecuencia de 1 kHz. La lectura registrada ha de estar dentro de un rango de ± 0.3 dB, para que el ensayo sea válido.

	Nivel inicial dB	Nivel final dB
Sonómetro SVAN 977W Calibrador SV31 (08/10/2021)	113.7	113.8
Validez	Si	Si

La lectura registrada en el calibrador ha de estar dentro de un rango de ± 0.3 dB para que el ensayo sea válido.

II. NIVELES DE RUIDO DE FONDO OBTENIDOS

	Fuentes en Evaluación	Niveles Obtenidos LAeq,Ti dB(A)
Punto I1	Ruido de Fondo Recinto Receptor 08/10/2021	30.4
Punto I2		27.9
Punto I3		31.8
Punto I4		27.9
Punto I5		25.3

Se lleva a cabo por estas dos fórmulas:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_{z-t}} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_{PA}(t)}{10}} dt \right) \rightarrow T =$$

↓

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{PA,i}}{10}} \right) \rightarrow L_{PA}$$

Tipos de frecuencias límite:

* Tipos de frecuencias límite → ○

CPB = Ancho de Bandas → $f_2 = 10 \cdot f_1$

1/1 Octava → $\log(f_2) = 1 + \log(f_1)$

1/3 Octava → $\log(f_2) = 0,5 + \log(f_1)$

1/n Octava → $\log(f_2) = \frac{1}{n} + \log(f_1)$

Sabiendo que $f_1 = f_c$ frecuencia actual (Hz) y $f_2 = f_c$ frecuencia siguiente (Hz).

$f_1 = 2^{\frac{1}{12}} \cdot f_c$

$f_2 = 2^{\frac{1}{2}} \cdot f_c$

$f_1 = 2^{\frac{1}{3}} \cdot f_c$

$f_2 = 2^{\frac{1}{6}} \cdot f_c$

$f_1 = 2^{\frac{1}{n}} \cdot f_c$

$f_2 = 2^{\frac{1}{n} + 1} \cdot f_c$

* f_c = frecuencia central.

III. AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO

Se expone a continuación la contrastación de los niveles de aislamiento acústico obtenidos respecto a lo establecido en los documentos normativos de aplicación y niveles de referencia mostrados en el punto 3.

Elemento Separador	Recinto Emisor	Recinto Receptor	Ensayo ISO 16283-1	Valor mínimo dB(A)	Contrastación
Forjado entre Planta 1 ^a y 2 ^a	Planta 2 ^a	Planta 1 ^a	DnT,A 47 ± 2 dB(A)	CTE DB-HR 50	FAVORABLE*
Tabique entre viviendas 1º2 ^a y 1º3 ^a	Planta 1 ^a	Planta 1 ^a	DnT,A 61 ± 2 dB(A)	CTE DB-HR 50	FAVORABLE

*Según especifica el CTE DB-HR en el punto 3 del epígrafe 5.3 Control de Obra Terminada: "Para el cumplimiento de las exigencias de este DB se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones *in situ* y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 de este DB, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto..." Por tanto los valores obtenidos se consideran favorables.

Aquí si en el ensayo de la planta 2º como emisor y la planta 1º como receptor fuera de 46 dBA, la contrastación sería desfavorable porque el valor límite mínimo establecido en el CTE DB-HR debe ser de 50 dB con una tolerancia de +/- 3 dBA.

Evaluación acústica de una planta de tratamiento de residuos

La evaluación acústica debe ser: diurna, vespertina y nocturna (mañana, tarde y noche) y hay que cumplir los valores de las normas: **ISO 14001**, **ISO 9001** y la Autorización Ambiental Integrada (**AAI**), definida en el **Boletín Oficial de las Islas Baleares** (nº 52 del día 08/04/2006).

La ISO 14001 es una norma de sistemas de gestión ambiental que sistematiza, de forma sencilla, aspectos ambientales que se generan en cada una de las actividades a desarrollar, que promueve la protección ambiental y que previene la contaminación acústica desde un punto de vista de equilibrio con los aspectos socioeconómicos.

La ISO 9001 es una norma de certificación de calidad.

F coeficiente de absorción medio.

TR ← rights

Tiempo de Reverbación

Def:

es la persistencia que tiene un sonido en una sala, después de que se acaba la emisión de la fuente sonora.

Método de Sabine

Características:

1) Campo sonoro difuso.

2) $\alpha \leq 0,2$

3) Los anteriores se distribuyen de forma independiente.

Su fórmula:

$$TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{ATT}$$

Volumen (m³)
Atenuación (dB)

Característica:

4) Uniformidad de los materiales.

1) Campo sonoro difuso.

2) $\alpha = \text{cualquier cosa, excepto si tiende a ser muy grande.}$

3) Los anteriores se distribuyen de forma independiente.

Su fórmula:

$$TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{-\sum S \ln(1-\alpha)}$$

Volumen (m³)

↓
Superficie de cada parte (m²)

4) Uniformidad de los materiales.

Su fórmula:

$$TR_{60} = \left(\frac{0,161 \cdot V}{-\sum S \ln(1-\alpha_x)} \right)^{\frac{S_x}{S}} \cdot \left(\frac{0,161 \cdot V}{-\sum S \ln(1-\alpha_y)} \right)^{\frac{S_y}{S}} \cdot \left(\frac{0,161 \cdot V}{-\sum S \ln(1-\alpha_z)} \right)^{\frac{S_z}{S}}$$

Se puede calcular por otro métodos:

(Sólo todo para TR con carreta a 60 dB → TR₆₀)

Método de Millington - Sette

Características:

1) Campo sonoro difuso.

2) $\alpha = \text{cualquier cosa, excepto si tiende a ser muy pequeño.}$

3) Los anteriores se distribuyen de forma independiente.

4) No uniformidad de los materiales.

Su fórmula:

$$TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{-\sum_{i=1}^N S_i \ln(1-\alpha_i)}$$

Volumen (m³)

↓
Superficie parte a parte (m²)

Método de Aran

Características:

1) Campo sonoro no difuso.

2) $\alpha = \text{cualquier cosa, excepto si tiende a ser muy pequeño.}$

3) Los anteriores se distribuyen de forma independiente.

4) No uniformidad de los materiales.

Su fórmula:

Como las partes del medio o del campo se dividen en tres:

x => techo y suelo.

y => paredes largas.

z => paredes anchas.

↓
* Sección superficial de cada parte

S_x / S S_y / S S_z / S

* Luego $1 - \frac{S}{S} = \text{superficie total (m}^2\text{)}$.

* V = volumen (m³).

* $\alpha \rightarrow$ para cada parte $\begin{cases} x \\ y \\ z \end{cases}$

Definición: Campo difuso → Características:

1) Es un campo, medio o lugar, donde sus reflexiones, en cada pto, son igual de posibles, pero con distinta dirección. La energía total se obtiene, sumando de forma antiférica los vibraciones de energía de las reflexiones en cada pto. Todas las síntesis en cada pto son incoherentes. Y misma densidad de energía en todos los ptos en el tiempo (t).

1) La uniformidad en la distribución de los material, excepto si el α (coeficiente de absorción medio) tiende a ser muy grande, en cuyo caso, pasa mas a la No Uniformidad.

2) Mismo material en todos los superficies límite (incluido dentro de los límites).

3) Cualquier variación fuente.

4) Cada una de las superficies de dicho campo (incluidos los límites) poseen coeficientes de absorción medio (α):

iguales diferentes

Absorción del recinto

b) hay cuando:

- 1) El campo sobre él es difuso.
- 2) Hay un equilibrio anóptico.

se calcula su área a través de la Att (absorción):

$$Att = \sum_{k=1}^N \alpha_k (S_k)$$

→ A → techo y suelo → 2
→ B → tres paredes → 3 → patrón latigazos → 2

→ C → paredes anchas → 2
3 patrones de 2 componentes cada uno

6 en total //

potencia incidente = P_i ,
intensidad incidente = I_i ,
 S = superficie

$$S = \frac{P_i}{I_i}$$

$$J = \frac{P_{abs}}{P_{inci}}$$

$$Att (d(B)) //$$

$$J = \frac{E_{abs}}{E_i}$$

$$J_c = 2 \cdot \sqrt{\frac{TRG_0}{V}}$$

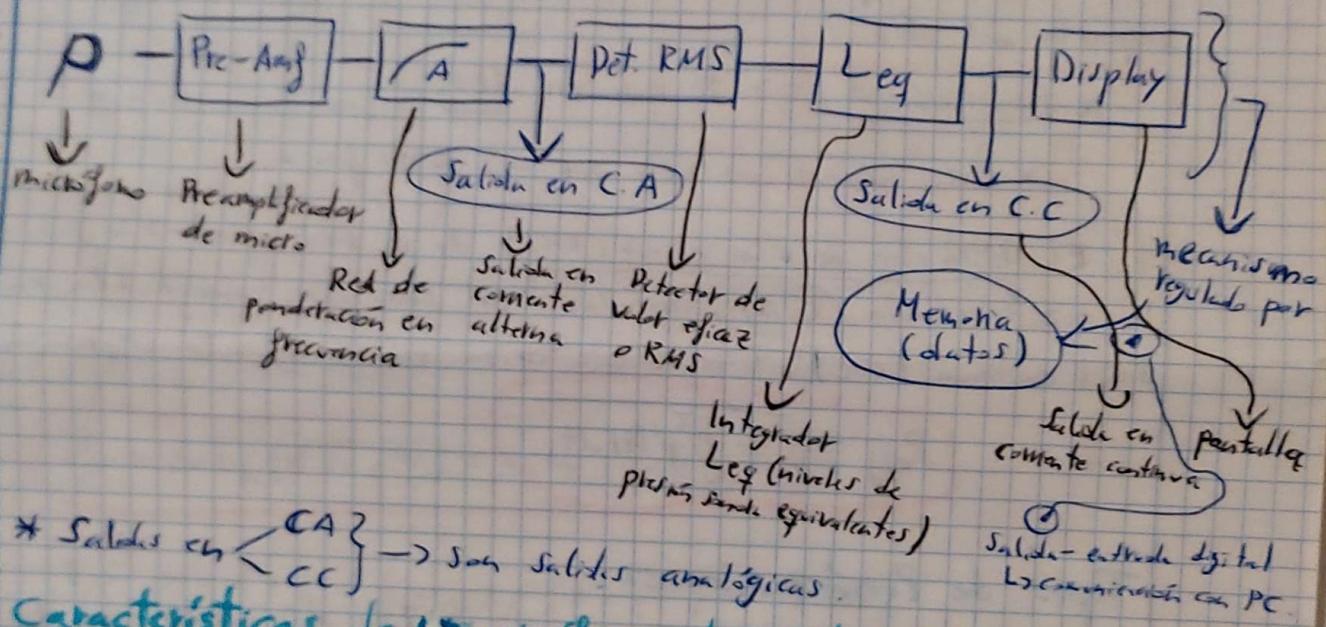
Bloque II : Introducción a la Instrumentación Acústica.

Tema 3 : Instrumentación de medida.

Definiciones importantes :

- ① Sonómetro → es un instrumento que es capaz de medir niveles de presión acústica. También, tiene la capacidad de medir sonido.
- ② Sonómetro integrador → es un instrumento que es capaz de medir niveles equivalentes.

Esquema de un sonómetro:



Características de los micrófonos de condensador.

- ① Su respuesta en frecuencia es plana, es decir, se mide para un ángulo de incidencia de 0° , entre 20 Hz y 12500 Hz .
- ② Es omnidireccional (dirección única) y, por eso, en alta frecuencia pierde propiedades debido a cavidad.
- ③ Cuenta con un Rango dinámico suficiente → 20 a 140 dB.
- ④ Es estable en el tiempo, es decir, es durable. Por tanto, la humedad y la temperatura le afectan poco.
- ⑤ Tiene sensibilidad, que indica la tensión de salida (mV) que entrega el micrófono, por unidad de presión sonora (1 Pa). Esto está relacionado con el tamaño del micrófono.

$$S = \frac{V}{P}$$

↓
Sensibilidad
 $(\text{mV}/1\text{ Pa})$

↑
tensión de salida
o voltaje (mV)

↓
Presión sonora (Pa)

Rango de la Sensibilidad (S)

$$[-1 - 50 \frac{\mu\text{V}}{1\text{ Pa}}]$$

⑥ Toma en cuenta el resto del sistema, que es el nivel de potencia generada equivalente a unos $15 - 23 \text{ dBW}$, dependiendo de la sensibilidad del micrófono.

El nivel de potencia potencia

maior nivels de:

$$20 = 10 + 10 \log_{10} P$$

Potencia Potencia

⑦ Incorpora una puerta anticorriente, que protege al microfono de impulsos y reduce el nivel debido al efecto de ruido que genera el resto del sistema.

⑧ Gracias a una de sus componentes, en concreto, el preamplificador de microfono, puede escandecir la señal que le llega, adaptando su amplitud.

⑨ La Red de ponderación de un teléfono \Rightarrow Nivel de sonido se responde al efecto.

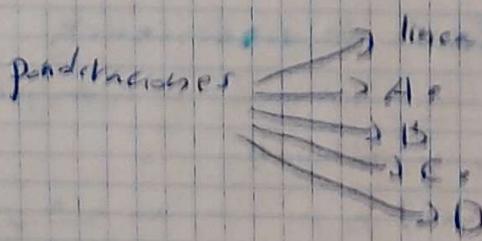
* ponderación A \Rightarrow Se mide en dB

* Dicho resultado \Rightarrow Nivel tot $\Rightarrow 24 \text{ dB}$

⑩ El Detectar de Volar aviones (PTT) de un teléfono \Rightarrow Se realiza sobre la señal alterna (C.A) procedente del micrófono, con amplitudes de una señal continua (C.C). Esto se caracteriza en la siguiente expresión:

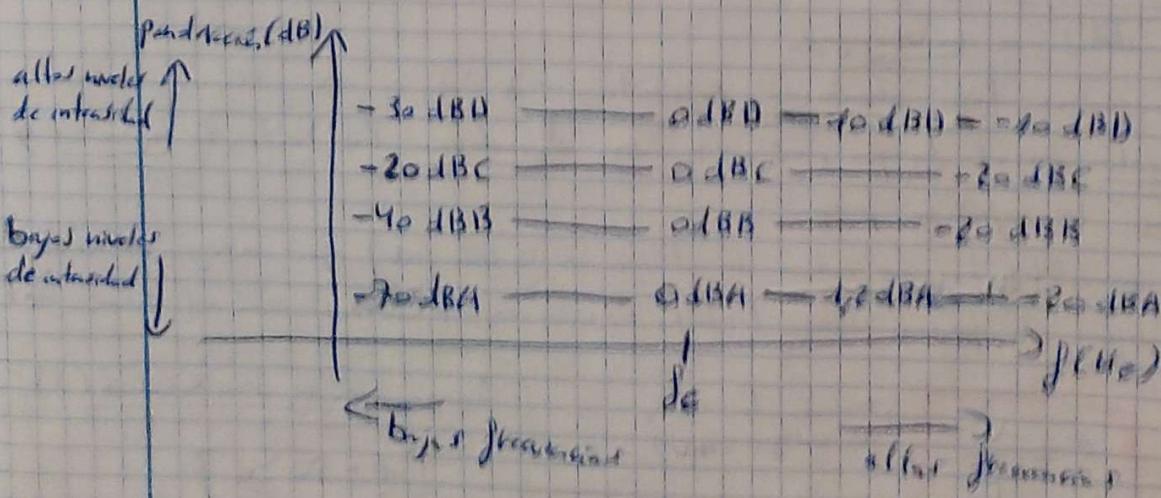
$$P_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt}$$

Tipos de Ponderaciones.



Las 4 ponderaciones tienen la forma:

$A \neq B \neq C \neq D$

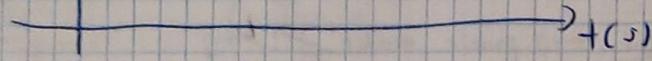


Detector de RMS.

X_{ef}

Dada una señal
periódica

Ej: Una sinusoidal.



al principio el
RMS crece bastante → en función para el tiempo → el RMS se va manteniendo cte.

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{eff}^2}{P_{ref}^2} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt}{P_{ref}^2} \right)$$

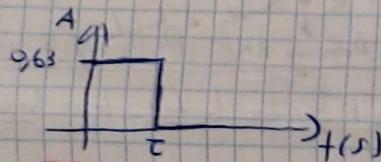
$$L_p(\tau) = 10 \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{\tau} \int_0^\tau p^2(u) e^{-\frac{(t-u)}{\tau}} du}{P_{ref}^2} \right)$$

$\tau = \text{cte}$ en el tiempo (s)

$$\tau = \frac{1}{2\pi f_c}$$

$$FPB: r(t) = A(1 - e^{-t/\tau})$$

$$\frac{\text{error } (e)}{\text{desviación } (\sigma)} = \sqrt{1 - e^{-t/\tau}}$$

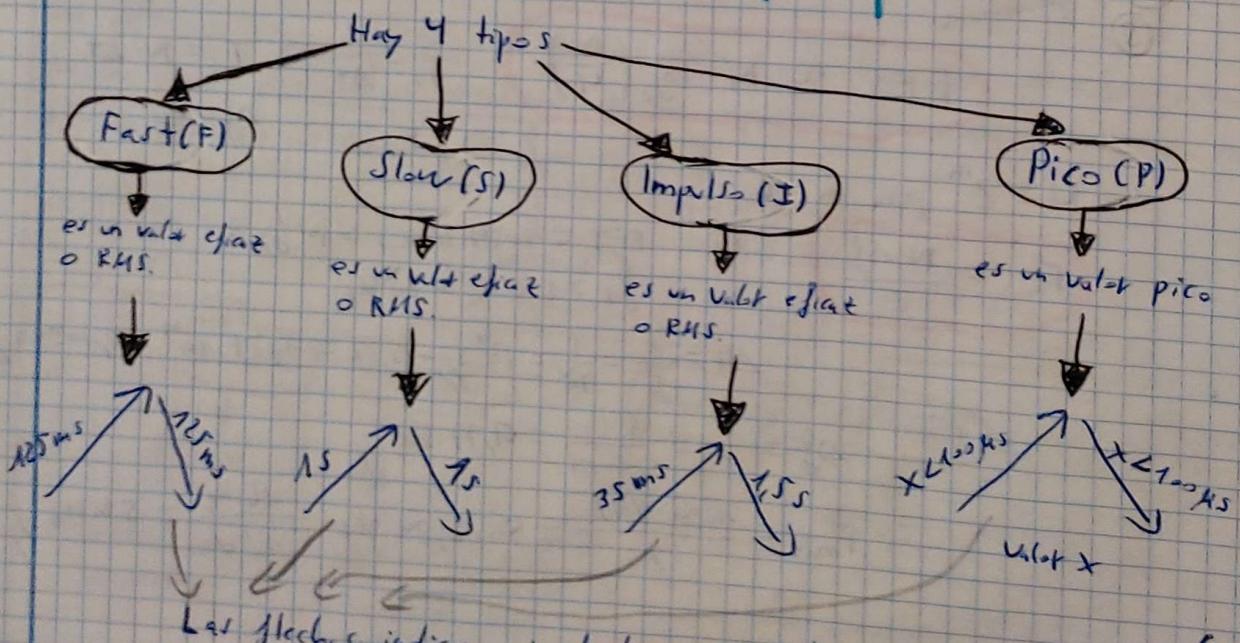


$$H(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}} //$$

$$\frac{E}{\sigma} = 20 \log_{10} (\sqrt{1 - e^{-t/\tau}}) = 10 \log_{10} (1 - e^{-t/\tau})$$

Ej: $\tau = 1 \text{ s}$ { $\frac{E}{\sigma} = 10 \log_{10} (1 - e^{-1}) = -4 \text{ dB}$

Tipos de ponderación exponencial y temporal.



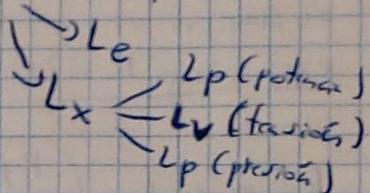
MUJAH (ms)
(ms).

Cuestiones importantes.

* Dentro de los tipos de sintonizadores que hay \rightarrow dentro el sintonizador analizador en FFT.

FFT = Fast Fourier Transform = Transformada Rápida de Fourier = TRF //

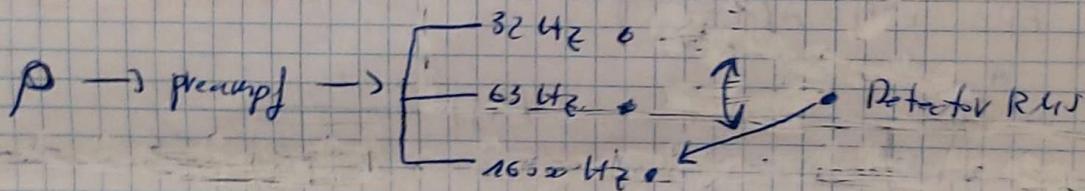
* Un sintonizador integrador \rightarrow puede medir \rightarrow Ley



Tipos de Sintonizadores.

Los sintonizadores se diferencian por su resolución de paseo, que puede ser:

[1] Secuencial \rightarrow realizan búsquedas en frecuencia, analizando la señal banda a banda.



[2] En tiempo real \rightarrow analiza la señal espectral a tiempo real y en todas las bandas de frecuencia.

[3] Mediente FFT \rightarrow la resolución en frecuencia es constante. Cálcula el espectro mediante FFT. \hookrightarrow Nunca paseo constante. FFT

$$\text{FFT} \approx N \cdot \log_2 \left(\frac{N}{4} \right) \quad f_s = \frac{1}{\Delta t} \Rightarrow T = N \cdot \Delta t$$

$$N = 2^m \text{ para } m \in \mathbb{N}$$

$$f_s > 2 F_{\text{max}}$$

$$\Delta f = \frac{1}{T}$$

$$F_{\text{max}} = \frac{N \cdot \Delta f}{2}$$

$$\text{Ej: FFT} = 1024 \text{ kHz} = N$$
$$\Delta f = 1024 \text{ kHz} = 10^4 \text{ Hz}$$

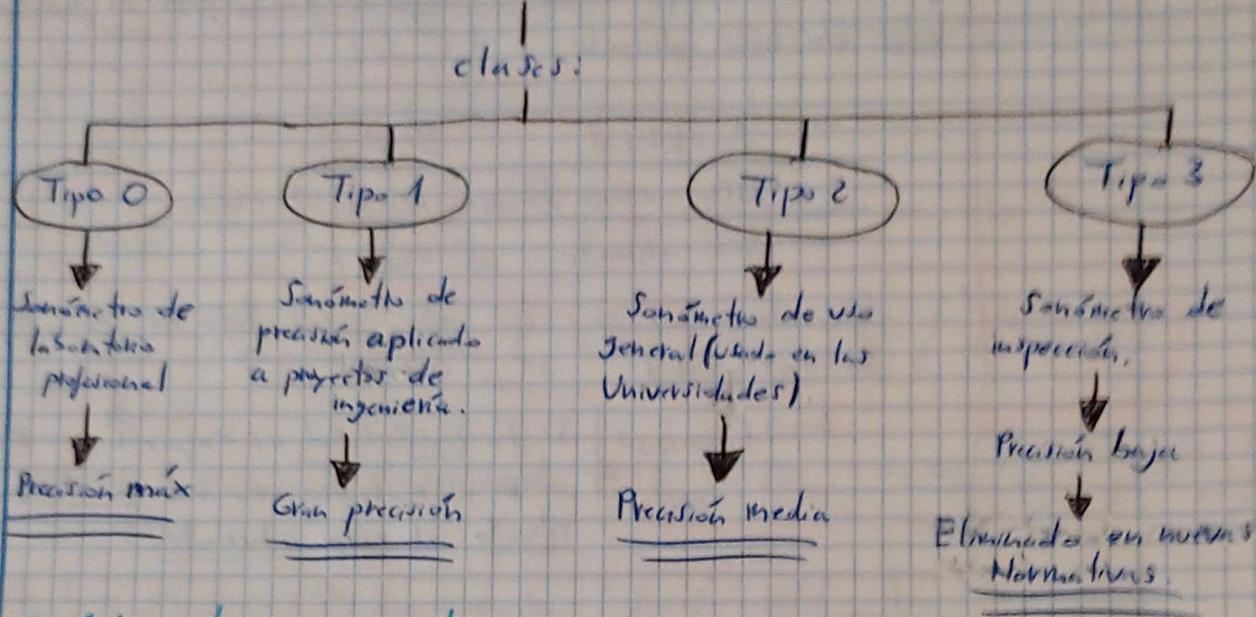
$$\Delta t = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{10^4} = 10^{-4} \text{ s} \Rightarrow T = 1024 \cdot 10^{-4} = 0,1024 \text{ s}$$

$$\Delta f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,1024} = 9,77 \text{ Hz}$$

$$F_{\text{max}} = \frac{1024 \cdot 9,77}{2} = 5002,24 \text{ Hz} \cdot \frac{10^4 \text{ Hz}}{10^3 \text{ Hz}} = 50,0224 \text{ kHz}$$

Clases de sonómetros.

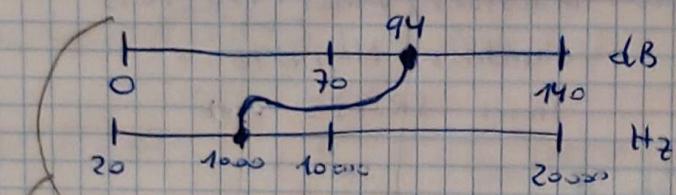
Los sonómetros se clasifican en cuatro clases según su precisión:



Calibradores acústicos.

Un calibrador acústico genera una señal píton, que es conocida, de forma general, como Tono píton.

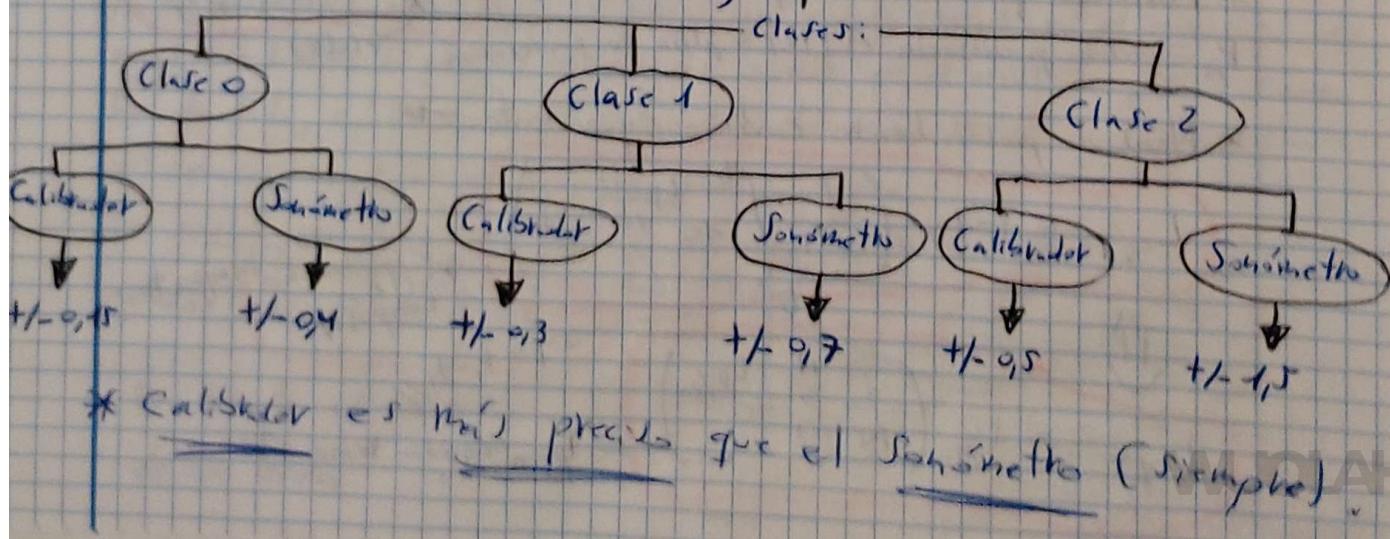
* Conociendo los dos rangos dinámicos más importantes



→ Por lo general, el Tono píton es de 94 dB → $f = 1000 \text{ Hz}$

Calibradores vs Sonómetros.

La instrumentación acústica se puede ordenar en tres tipos de clases, en función de la precisión o tolerancia de los equipos, que están expresadas en \pm un valor de tolerancia (cerca de 0):



Nota: Respecto a la sensibilidad, si tenemos dos sensores de presión sonora con distintas sensibilidades, pero el ruido inherente:

Sensibilidad	$D_f(Q)$
$MD_Q = \text{Márgen Dinámico del } Q$	$\text{①} = \text{②}$
Ruido inherente	$\text{①} = \text{②}$

En este caso, como en números iguales todo es igual, excepto la sensibilidad.

↳ Entonces: Si la sensibilidad es mayor $T \rightarrow$ el microfono es más resistente o robusto al ruido inherente.

Nota:

La realización de simulaciones acústicas implica, el empleo de modelos de propagación teóricos, para la predicción de niveles de presión. Para ello, los modelos empleados en la configuración europea común básica (CEUCB), también conocida como EU-Interim, en la que, se incluye a todo el territorio español.

↳ Son: Industrial / General : ISO 9613.

Carreteras : NMPB96.

Trenes : SRMII.

Formulario Importante.

* Niveles de presión sonora $\rightarrow L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{eff}^2}{P_0^2} \right) \rightarrow$ estándar

L_p = nivel de presión sonora (dB). P_0 = presión de referencia $= 2 \cdot 10^{-5}$ Pa.
 P_{eff} = presión eficaz (Pa)

* Nivel de presión sonora ponderado A $\rightarrow L_{PA} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_A^2}{P_0^2} \right) \rightarrow$ ponderado A
 P_A = presión ponderada A (Pa) = filtro de ponderación.

* Nivel de presión sonora continua equivalente \rightarrow

$$L_{eqT} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} 10 \frac{L_p(t)}{10} dt \right) \rightarrow L_p \text{ promedio respecto al tiempo(s).}$$

$$L_{eqT} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L_{p,i} \right) \rightarrow T = t_2 - t_1 \rightarrow L_p \text{ práctico como cte.}$$

* Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A \rightarrow

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_0 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right) \rightarrow L_{PA} \text{ promedio respecto al tiempo (s).}$$

↓
T = t₂ - t₁ //

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_P(t_i)}{10}} \right) \rightarrow L_{PA} \text{ promedio como cte.}$$

* Nivel de exposición $\rightarrow L_E = SEL = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right)$

T₀ = 1 s //

* Nivel de exposición ponderado A $\rightarrow L_{AE} = SEL_A = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right)$

T₀ = 1 s //

* L_{eq} vs L_E $\rightarrow L_E = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right) =$
 $= 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \cdot \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \cdot \frac{T}{T_0} \right) =$
 $= 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L_P(t)}{10}} dt \right) + 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right) \Rightarrow L_E = L_{eq} + 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right) -$
L_{eq}

\rightarrow y si en esta ecuación le sumamos el nº de sucesos (n) el nivel de exposición L_E → (n) $\rightarrow L_E + 10 \log_{10} (n) = L_{eq} + 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right)$

* L_{Aeq} vs L_{AE} $\rightarrow L_{AE} + 10 \log_{10} (n) = L_{Aeq} + 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right)$

Nota:

L_{AE} es siempre mayor a L_{Aeq}.

L_E es siempre mayor a L_{eq}.

\downarrow
n = eventos sonidos iguales.

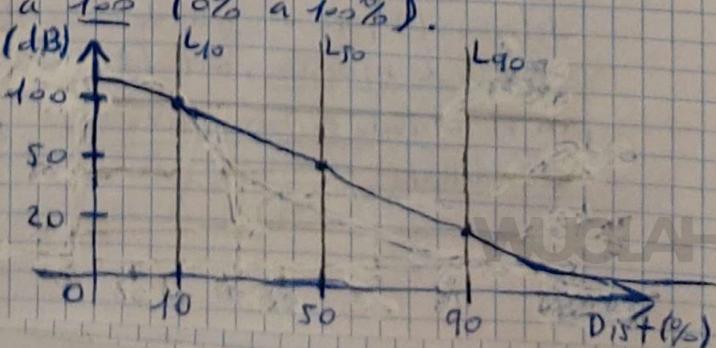
Cuestiones importantes.

* De los niveles estadísticos o percentiles, cuánto menor es el porcentaje del nivel estadístico o percentil → entornos, menor es el nivel de presión sonora. Por otro lado, cuánto menor es el porcentaje de nivel estadístico o percentil → entornos, mayor es el nivel de presión sonora.

Los niveles percentiles van de 0 a 100 (0% a 100%).

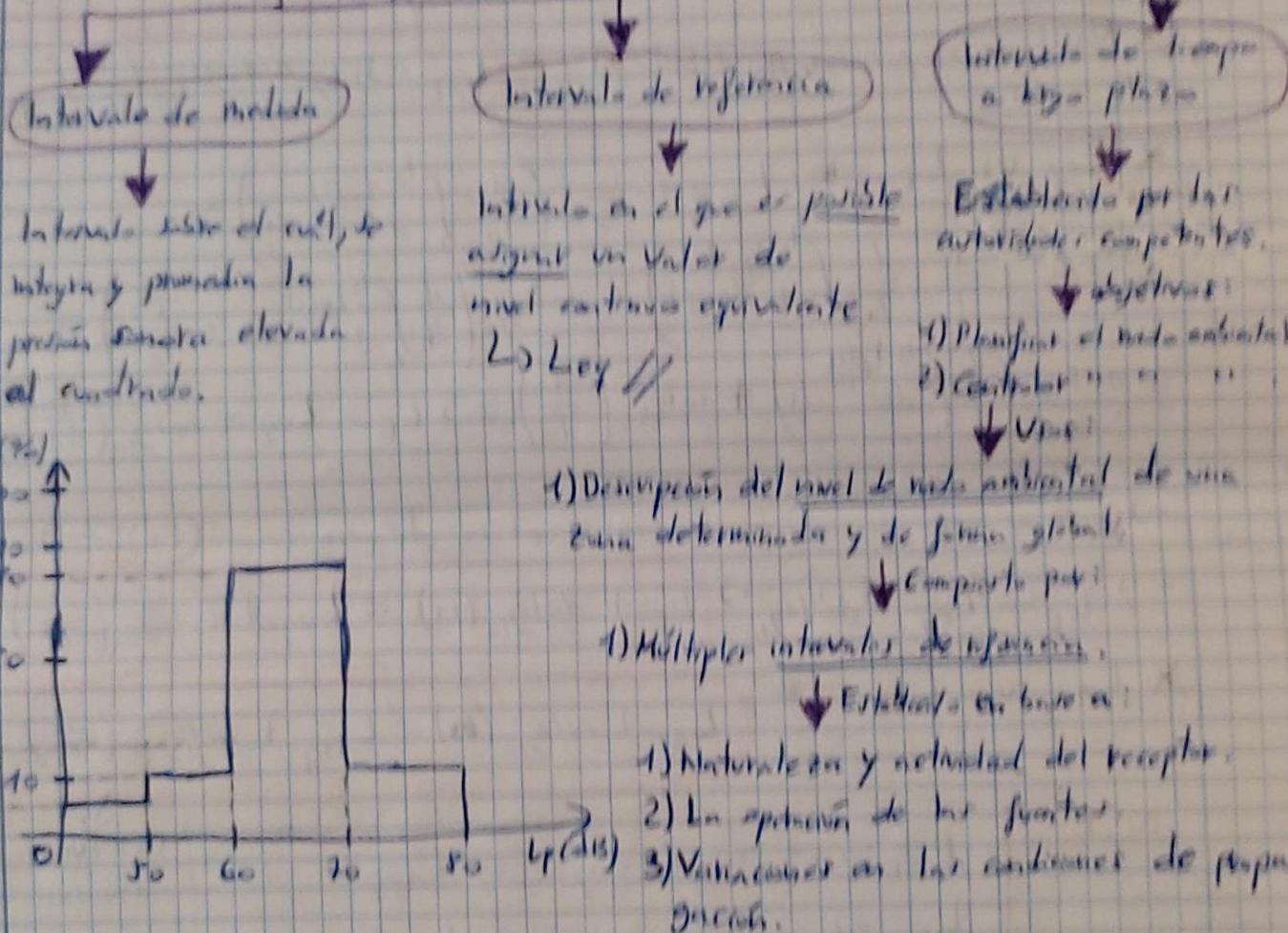
Siendo: L₁₀ > L₅₀ > L₉₀

Ej: durante el despegue de un avión.



- * $L_{10} \text{ y } L_{90} \rightarrow$ no importa considerar puede haber dos operaciones (una o la otra) menor $L_{10} = L_{90}$)
- * Dado $L_{10} \text{ y } L_{90} \rightarrow$ operación $\rightarrow L_{10} \rightarrow L_{90}$ (la operación que opera el L_{10} y opera en el L_{90} de L_{90})

* Pero con esto, podemos ajustar el sonido en cada situación, para que consiga llegar a los dB, en donde, en ciertas situaciones, no superen los 60 dB. Para ello, podemos destinar tres tipos de intervales:



* Después, destinan los intervalos de nivel límite:

Nivel sonoro medio de largo plazo

Es el nivel promedio de los niveles continuos equivalentes, determinados para una serie de intervalos de referencia, incluidos en el intervalo de largo plazo considerado.

Nivel nominal o de evaluación

Es el nivel continua equivalente (Ley) obtenido para un determinado intervalo de referencia, con las operaciones correspondientes al receptor (sonido, de bajo frecuencia, impulsiva o otras del mundo industrial).

• Criteris generals del intervalo de medida

Determinar expresión para
que pueda determinar el
con cierta precisión probable

It is made of
porcelain and
is like this

Si en la tierra se param una o más plantas	La vegetación de la tierra necesita de fósforo para que las plantas crezcan y se multipliquen.
Si en la tierra se param una o más plantas	La vegetación de la tierra necesita de fósforo para que las plantas crezcan y se multipliquen.

Si no se da el
tipo correcto →
→ Ellos obtendrán
de nuevo lo de
grado de formación que
pueden determinar la
el tipo de cada
entrenamiento

Criterios en la integración continua.

The diagram illustrates a double-slit interference pattern. A horizontal dashed line at the top represents the wave source, with two red dots labeled "Value 1" and "Value 2" indicating the positions of the two slits. Below the source, a series of alternating light and dark horizontal bands represent the interference pattern on a screen. The first few bands are highlighted with green arrows pointing to the left, labeled "tempo de medida (corte)" (measurement time (cut)). A red circle highlights the second band, labeled "Value 2". A bracket below the pattern is labeled "intervalo de referência" (reference interval). To the right of the pattern, the text "excepto -> durante medições" (except -> during measurements) is written above a red question mark.

With pressure
With water

Criterios en las técnicas de muestreo.

Diagram illustrating the concept of equivalent time intervals. A horizontal line represents time flow from left to right. A point T_0 is marked on the left. An arrow labeled "Leg. T" points to the right, with a note above it stating "un el intervalo equivalente en un intervalo de tiempo $\rightarrow T$ ". A bracket below the line indicates the total duration from T_0 to the end of the arrow.

Rufous
Phalarope

$$\cancel{L_{\text{eff}} = \frac{1}{2} m_0 \left(\frac{1}{R_{\text{eff}}} + \sum_{i=1}^N \frac{m_i}{r_i^2} \right)}$$

$$L_{A\text{eq}} T \approx \log_{10} \left(\frac{1}{f_{\text{loss}}} \sum_{i=1}^N f_i \cdot \frac{L_i}{L_{\text{loss}}} \right)$$

3) p_i = probabilité de temps correspondante
à la phase i.
 t_i = temps correspondant à la phase
de la phase i.

N₂H₄

- * Nivel de extracción = nominal \rightarrow dirigido por $\rightarrow L_{AP,T}$
término pendiente. A reporte es un intento de informar, dando la información,
sin ideas implicadas \rightarrow se distinguirán dos tipos:

- 1) Sonidos registrados → identificar y marcar los eventos individuales dentro del intervalo de referencia.
 - 2) Sonidos registrados → no marcar los eventos individuales dentro del intervalo de referencia.

Notes

- * Indicadores e indicio das espécies:

$$\textcircled{2} L_{\text{Asg}, T} = \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{\log T_n}{T_n} \right) \Rightarrow \begin{array}{l} \text{Richter de fondo del} \\ \text{periodo temporal } T \end{array}$$

$$\textcircled{1} L_{\log T} = \log_2 \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N T_i \cdot \log \frac{T_i}{T_{\max}} \right) \Rightarrow \text{indice de risc, depende da } T$$

Nota:

$$\text{Siendo } \rightarrow L_{\text{eq},T} = L_{\text{Aeq},T} + L_f + L_g + L_i$$

Nota:

* Para calcular los niveles de evaluación o momentos:

$L_{\text{de medición}} \rightarrow$ las ponderaciones $\begin{cases} A \rightarrow dBA \\ C \rightarrow dBc \end{cases}$

$$\rightarrow \text{Se calcula} \rightarrow L_p = L_{\text{Ceq},T} - L_{\text{Aeq},T}$$

\rightarrow se obtiene la presencia o ausencia de componentes en la frecuencia

$$\text{Si } L_f \leq 10 \rightarrow L_f = 0$$

$$\text{Si } 10 < L_f \leq 15 \rightarrow L_f = 3$$

$$\text{Si } L_f > 15 \rightarrow L_f = 6$$

Resumen:

- * Sonómetros → miden niveles de ruido global instantáneos (L_p) → en dB
 - niveles dudos en ponderaciones → $\begin{cases} A \rightarrow dBA \\ C \rightarrow dBc \end{cases}$
 - frecuencias → $\begin{cases} fast \rightarrow slow \\ slow \rightarrow impulsive \end{cases}$
 - temperaturas → $\begin{cases} fast \rightarrow slow \\ slow \rightarrow impulsive \end{cases}$
- * Sonómetros integradores → miden niveles de ruido global instantáneo → en dB
 - niveles equivalentes (L_{eq}) → en dB.
 - niveles estadísticos (L_+) → en dB.
 - L_{10}, L_{50}, L_{90} → en dB.
 - nivel pico.

- * Análizadores → con sonómetros
 - Integradores → todos los niveles restantes los mide.
 - Si no sonómetros → lo que mide si no tienen el sonómetro.
 - Integradores → spectros de $1/1$ octava y de $1/3$ octava.
 - En la acústica → nigro en tiempo real.

- * Magnitudes básicas de L_p
 - Medida en el tiempo → L_{eq} → Niveles de evaluación.
 - L_{90}, L_{50}, L_{10} → L_E o SEL

Nota:

Intravíales de medida \neq intravíales de referencia.