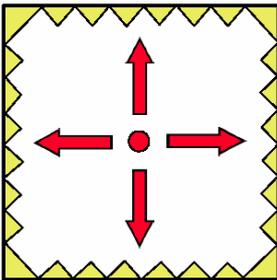
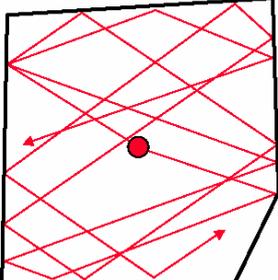
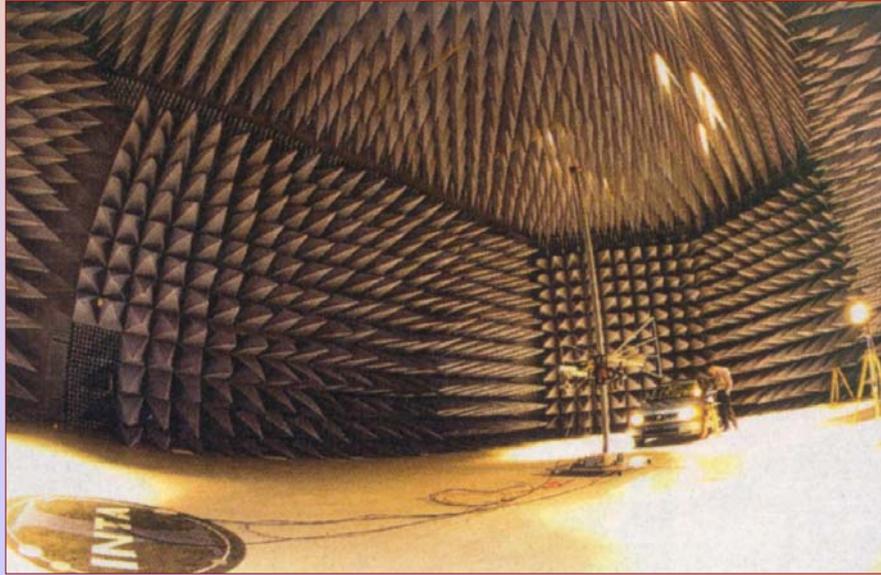


	<p>DIEGO PABLO RUIZ PADILLO Profesor del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Granada. Coordinador del Laboratorio de Acústica y Física Ambiental de la Universidad de Granada. Tel: 958 244161 e-mail: dpruiz@ugr.es</p>	
<p>CONTAMINACIÓN ACÚSTICA</p> <p>Acústica de recintos</p>		
	<p>ACÚSTICA AMBIENTAL</p>	

<p>ENTORNOS SONOROS</p>		
<p>La energía sonora no siempre es radiada libremente desde la fuente, como ocurre en la propagación por CAMPO LIBRE. Los obstáculos que puedan estar presentes, propagación por CAMPO DIFUSO, reflejan y absorben parte de esta energía.</p>		
		
<p>CÁMARA ANECOICA CÁMARA REVERBERANTE</p>		
<p>CÁMARA ANECOICA: Habitación con paredes que absorben toda la energía de la fuente sonora y producen el mismo efecto que la propagación en <u>campo libre</u>.</p>		
<p>CÁMARA REVERBERANTE: Habitación con paredes que reflejan toda la energía de la fuente sonora y producen el mismo efecto que la propagación en <u>campo difuso</u>. La energía se distribuye uniformemente por toda la habitación.</p>		
	<p>ACÚSTICA AMBIENTAL</p>	



ACÚSTICA AMBIENTAL

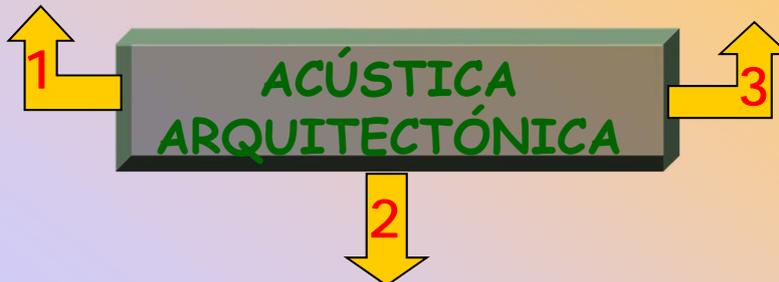


Aislamiento Acústico:

Estudio de la **protección** contra los ruidos y vibraciones que se deseen evitar en los **recintos habitables**

Acústica Urbanística:

Estudia el conjunto de intervenciones dirigidas a asegurar la adecuada **protección frente a ruidos exteriores** de las distintas zonas urbanas, según su uso.



Acondicionamiento Acústico:

Estudia el conjunto de intervenciones dirigidas a dosificar la intensidad sonora percibida por los oyentes y adaptar el recinto al uso al que está destinado/diseñado: **mejora de la calidad acústica interior.**



Absorción acústica en un medio

Si el **medio** es **disipativo**, la propagación del sonido lleva siempre implícita una disipación de energía bajo la forma de un calor cedido.

$$p(x) = p(x_0) e^{-\alpha_a(x-x_0)} \quad \text{onda plana}$$

$$p(r) = \frac{r_0}{r} p(r_0) e^{-\alpha_a(r-r_0)} \quad \text{onda esférica}$$

α_a Constante de atenuación del medio, f(T,f,H)

$$\Delta L_{p \text{ disipado}} = 20 \log(e^{-\alpha_a(r_1-r_2)})$$

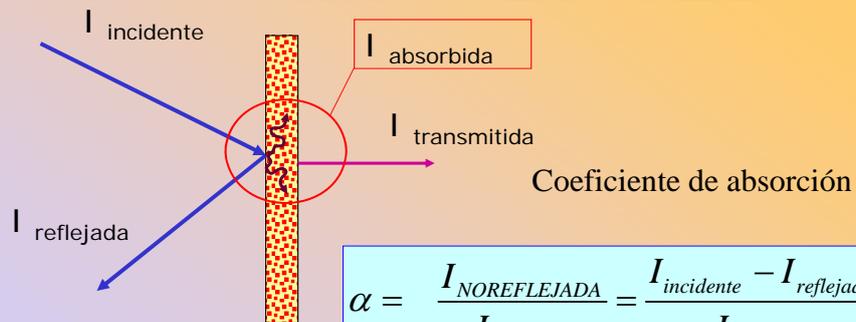
$$\Delta L_{p \text{ disipado}} = -\alpha_a(r_1-r_2) 20 \log e = 8,7 \alpha_a(r_2-r_1)$$



ACÚSTICA AMBIENTAL



Absorción acústica en una sala



$$\alpha = \frac{I_{\text{NOREFLEJADA}}}{I_{\text{incidente}}} = \frac{I_{\text{incidente}} - I_{\text{reflejada}}}{I_{\text{incidente}}}$$

Coeficiente de transmisión

$$\tau = \frac{I_{\text{transmitida}}}{I_{\text{incidente}}}$$

- Materiales porosos
- Membranas
- Resonadores



ACÚSTICA AMBIENTAL



Tiempo de Reverberación



- Prof. Física en la Univ. de Harvard (1890).
- Estudios experimentales de acústica en la sala de estudios de Harvard.
- Ecuación empírica para calcular T_R .
- Acondicionamiento del New Boston Music Hall, hoy Symphony Hall.
- Padre de la Acústica Arquitectónica.



Wallace Clement Sabine
(1869-1919)



ACÚSTICA AMBIENTAL



Absorción acústica de una superficie

$$A = \alpha S$$

- α : Coeficiente de absorción
 S : área de la superficie considerada

Absorción acústica de un local formado por distintas superficies

$$A = \sum \alpha_i S_i$$

$$\bar{\alpha} = \frac{S}{\frac{S_x}{\alpha_x} + \frac{S_y}{\alpha_y} + \frac{S_z}{\alpha_z}}$$

(distribución irregular de α_i)

$$\bar{\alpha} = \frac{A}{S} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

(α_i parecidos)

Coeficiente de absorción medio



ACÚSTICA AMBIENTAL



Tiempo de reverberación (T_{60} , t_R)

Al cesar la acción de una fuente, el sonido se mantiene durante un tiempo llamado **Tiempo de reverberación**

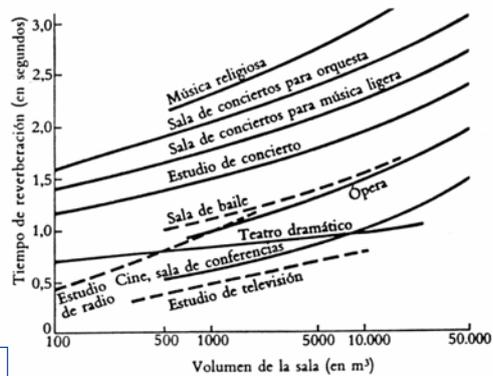
Doble efecto

• **Beneficioso:**

Alarga los sonidos, aumenta su intensidad, elimina la brusquedad de los sonidos demasiado breves.

• **Perjudicial:**

Si es demasiado largo, puede enmascarar unos sonidos con otros sonidos emitidos anteriormente.



t_R elevados : sala de conciertos

t_R bajos: sala de conferencias

Tiempo de reverberación **ÓPTIMO**



ACÚSTICA AMBIENTAL



Tiempo de reverberación: definición

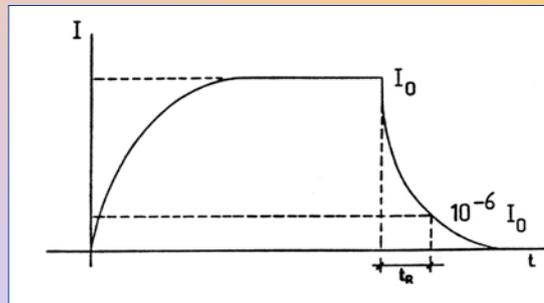
Punto de partida: necesidad de un índice que permita caracterizar la impresión general de cómo se percibe el sonido en una sala.

Condiciones: debe ser un índice cuantificable en cualquier fase del proyecto y relevante en aspectos fundamentales de la calidad acústica del recinto. No debe variar sustancialmente de un punto a otro de la sala.

□ □ → Naturaleza estadística

Wallace Clement Sabine

- Intuye y posteriormente prueba que el parámetro buscado es la REVERBERACIÓN
- Como índice define el Tiempo de Reverberación: *tiempo requerido, después de cesar la fuente, para reducir la energía presente en la sala a la millonésima parte de su valor en régimen estacionario.*



ACÚSTICA AMBIENTAL



Tiempo de reverberación: estimación

Tiempo de reverberación de SABINE

$$T_{60} = \frac{0,161V}{A}$$

V: Volumen de la sala (m³)
A: Absorción total de la estancia

- ⇒ Expresión deducida sobre la hipótesis de **Campo difuso**:
- a) Densidad de energía constante en toda la sala.
- b) La energía que llega por unidad de superficie y tiempo (I) a cualquier cerramiento es constante.
- c) Distribución isótropa y uniforme del campo acústico.
- ⇒ Ofrece mejores resultados si los $\alpha_i < 0,20$
- ⇒ Supone una simplificación que da tiempos de reverberación más altos que los reales en el caso de locales más absorbentes (errores superiores al 10% si el coeficiente de absorción medio es superior a 0,20)
- ⇒ Para campo abierto ($\alpha = 1$) el tiempo de reverberación debería ser cero (y esto no se obtiene nunca por aplicación de la fórmula de Sabine)



ACÚSTICA AMBIENTAL

