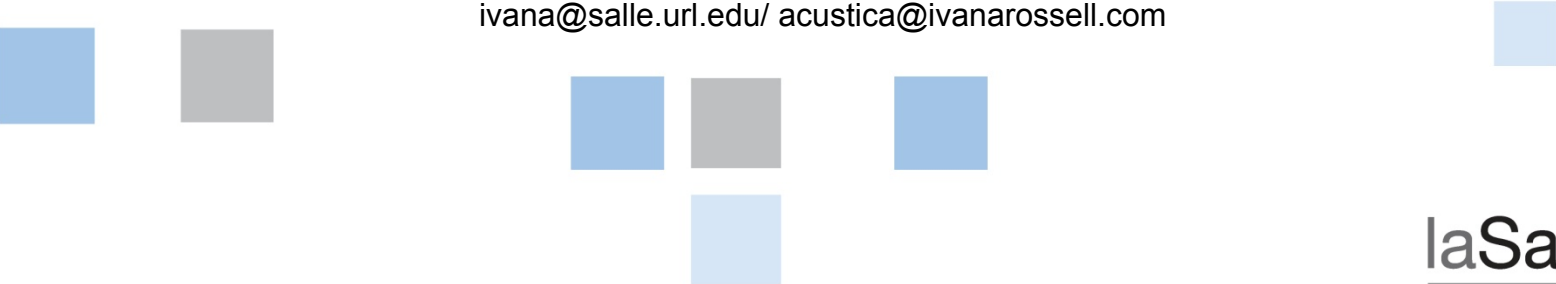


3.1

PARÁMETROS PARA LA VALORACIÓN ACÚSTICA DE UNA SALA

Ivana Rossell Turull

Directora del Máster de Acústica Arquitectónica y Medioambiental
Gerente de Ivana Rossell - Acústica
ivana@salle.url.edu / acustica@ivanarossell.com



VALORACIONES O PARÁMETROS SUBJETIVOS

A continuación definiremos algunas impresiones subjetivas relacionadas con la calidad acústica de una sala.

Estos parámetros intentan traspasar o recoger unas características físicas y fisiológicas en calidad subjetiva y en un lenguaje común (desarrollado por *Beranek*).

1- Intimidad

Define el grado de conexión entre el oyente y la sala.

Es la valoración de la sensación de estar en un espacio pequeño o grande. Está relacionado con la llegada de las primeras reflexiones.

2- Reverberación

Persistencia del sonido en la sala.

Sala reverberante (sala viva) sala absorbente (sala muerta).

VALORACIONES O PARÁMETROS SUBJETIVOS

3- Viveza o brillo

Valora la reverberación de las altas frecuencias. La riqueza en armónicos.

4- Calor

Valora la capacidad de transmisión de la sala a baja frecuencia. Analiza la reverberación de las frecuencias bajas.

5- Amplitud aparente de la fuente sonora/ Sonido envolvente

Impresión del espectador de la fuerza y direcciones con que llega el sonido reverberante

6- Definición / Claridad musical

Capacidad de distinguir sonidos emitidos simultáneamente (definición vertical) o sucesivamente (definición horizontal)

VALORACIONES O PARÁMETROS SUBJETIVOS

7- Eco

Reflexiones no deseadas:

Reflexión de energía elevada con retardo > 50 ms (para voz)
 > 80 ms (para música)

8- Rango dinámico y nivel de ruido de fondo

Desde el Ruido de Fondo a niveles altos de los intérpretes

9- Efectos extraños en la calidad tonal

Coloraciones de la sala

Percepción errónea de la localización de la fuente sonora

10- Uniformidad del sonido

Cobertura uniforme de nivel de presión sonora en cualquier punto de la sala

VALORACIONES O PARÁMETROS SUBJETIVOS

17- Textura

Modo en que llegan las primeras reflexiones: búsqueda de uniformidad

11- Nivel total de sonido

Valora la sonoridad de la sala, la “fuerza” del recinto.

12- Inteligibilidad

Grado en que la sala deforma el mensaje emitido en ella hasta hacer perder la comprensión o buena recepción de éste.

VALORACIONES O PARÁMETROS SUBJETIVOS

13- Balance

Adaptación entre secciones de la orquesta y orquesta y solos

14- Mezcla

Unión de los sonidos de los distintos instrumentos

15- Conjunción

Capacidad de tocar simultáneamente

16- Respuesta inmediata

Sensación de los músicos en que la sala responde de inmediato a las notas

PARÁMETROS ACÚSTICOS **OBJETIVOS** PARA LA VALORACIÓN DE UNA SALA (MÉTRICAS)

Tiempo de reverberación

Curva tonal.

Brillo

Calidez

EDT

Respuesta impulsional

Ecograma

Ecos (Criterio de Ecos)

ITDG

Sonoridad

Energía reverberante

Definición

Claridad musical

Sensación espacial

Índice de difusión

Correlación Interaural

Energía Lateral

Inteligibilidad

STI (*Speech Transmission Index*)

Ruido de Fondo

Curvas NC

TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Indicará la vivacidad de la sala.

La curva tonal es la representación del tiempo de reverberación en función de la frecuencia.

El **Índice de brillo (Br)** relaciona la respuesta de las altas frecuencias respecto las medias

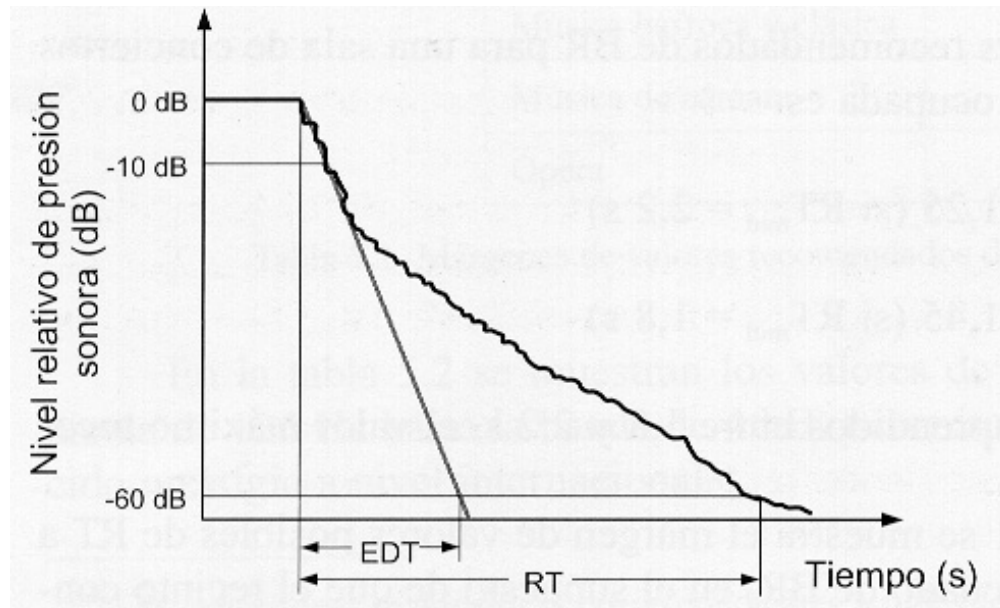
$$I_{brillo} = \frac{T_{2KHz} + T_{4KHz}}{T_{500Hz} + T_{1KHz}} = \frac{T_{HIGH}}{T_{MID}} = \frac{(T_{2KHz} + T_{4KHz}) / 2}{(T_{500Hz} + T_{1KHz}) / 2}$$

El **Índice de calidez (BR)** relaciona el tiempo de reverberación de las bajas frecuencias respecto las medias

$$I_{calidez} = \frac{T_{125Hz} + T_{250Hz}}{T_{500Hz} + T_{1KHz}} = \frac{T_{LOW}}{T_{MID}} = \frac{(T_{125Hz} + T_{250Hz}) / 2}{(T_{500Hz} + T_{1KHz}) / 2}$$

TIEMPO DE REVERBERACIÓN

El **EDT (Early Decay Time)**: Tiempo de extinción a -60dB siguiendo la pendiente de caída de los 10 primeros dB (Tiempo de caída de las primeras reflexiones).



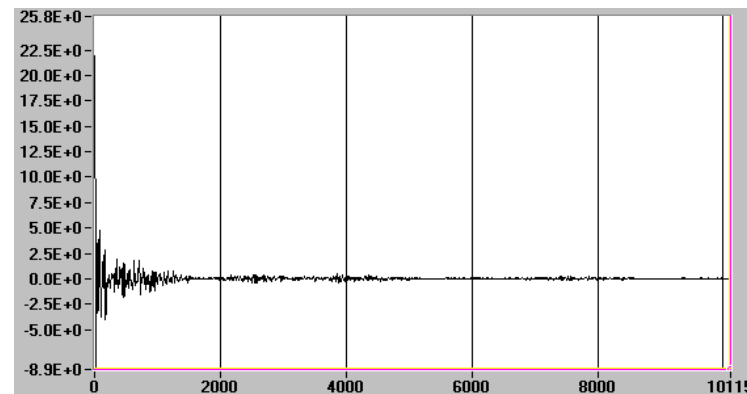
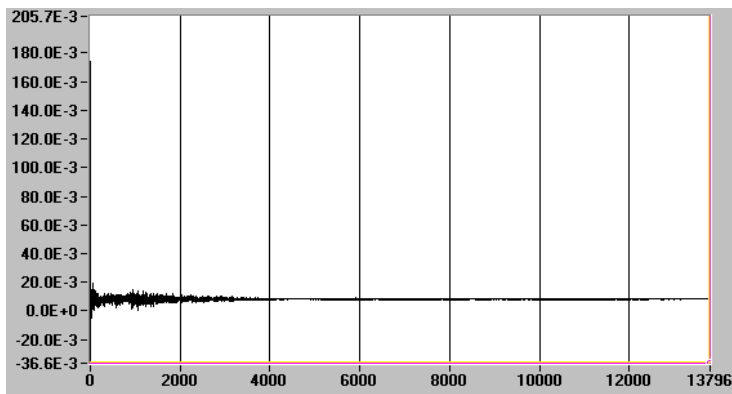
RESPUESTA IMPULSIONAL

Es la respuesta de la sala a un impulso.

Un impulso temporal ideal (*delta de dirac*), de corta duración y potencia elevada, excita la sala a todas las frecuencias con la misma energía.

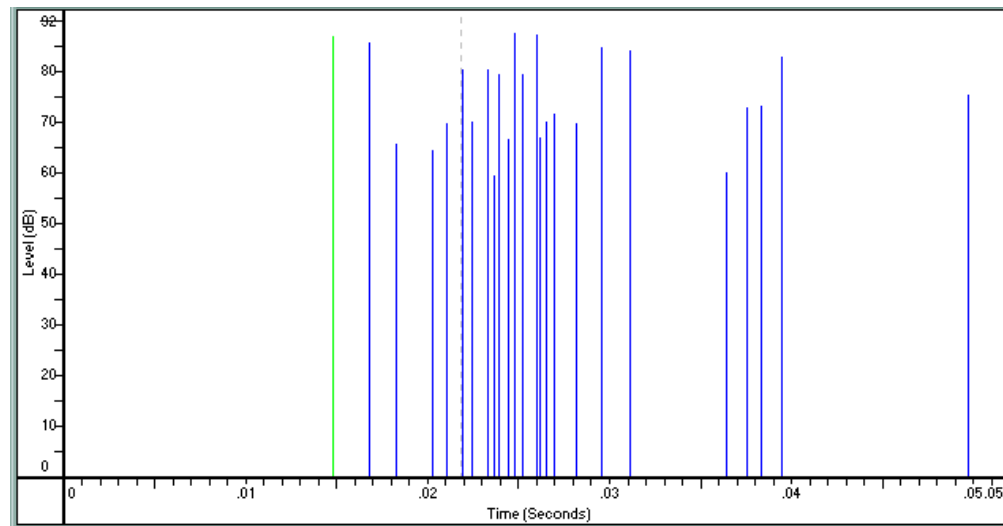
A partir de la respuesta impulsional pueden obtenerse la mayoría de los parámetros acústicos de un recinto.

En su representación temporal se detectan fácilmente posibles ecos o reflexiones indeseadas.



RESPUESTA IMPULSIONAL

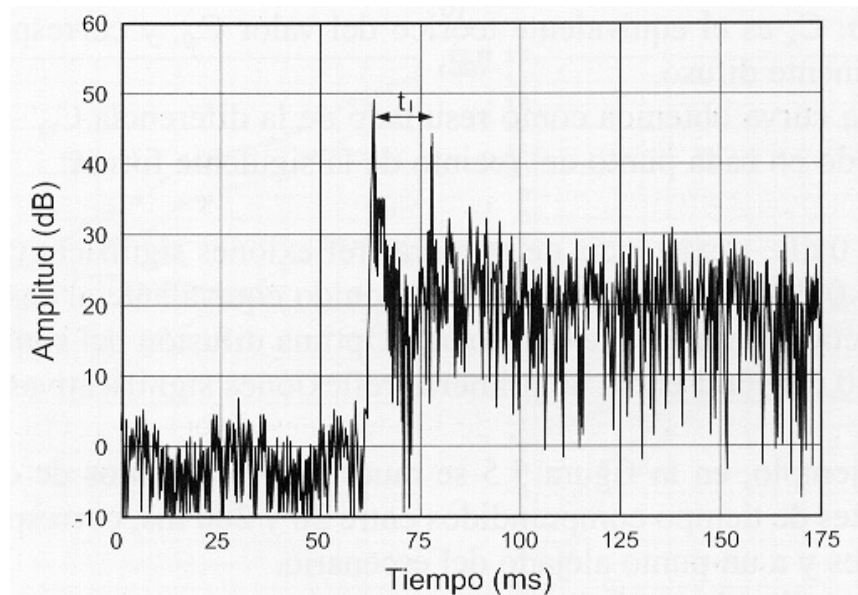
El **ecograma** es una representación de la llegada de las reflexiones a un receptor en una sala, para una banda de frecuencia determinada en función del tiempo y su amplitud energética.



RESPUESTA IMPULSIONAL

ITDG (Initial Time Delay Gap): Es el intervalo temporal de retardo inicial, desde la llegada de la energía directa hasta la primera reflexión.

Está relacionado con el concepto de intimidad acústica.



SONORIDAD

Sonoridad Media (S), en sala vacía, es la diferencia en dB_{SPL} entre el nivel medio de la presión sonora que da una fuente (que simule voz o orquesta) en la sala y la misma medida en campo libre a 10m.

$$S_{\text{mid}} = 10 \log \frac{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p_A^2(t) dt}$$

P_A es la presión sonora de referencia.

Se toman los niveles promedios a las bandas de 500 Hz, 1KHz y 2KHz.

El nivel de sonoridad también se mide con el parámetro **Nivel Total de Sonido ($L_t 10$)**, (*Strength factor*) (G).

Es la diferencia entre el nivel de presión sonora producido por una fuente omnidireccional en un determinado punto de la sala y el producido por la misma fuente situada en campo libre a 10 m (nivel de referencia).

Se usa el promedio de las bandas de 500Hz y 1KHz.

$$G_{mid} = 10 \log \frac{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p_A^2(t) dt}$$

$$G_{mid} = \frac{G_{500Hz} + G_{1KHz}}{2} (dB)$$

ENERGÍA REVERBERANTE; ANÁLISIS DE LAS REFLEXIONES

Definición (%)

Relaciona la energía procedente de las reflexiones “más útiles” para palabra (hasta 50ms, desde la llegada del sonido directo) respecto la total.

$$D_{50} = \frac{\int_{0ms}^{50ms} p^2(t) dt}{\int_{-\infty}^{\infty} p^2(t) dt}$$

Claridad musical (dB)

Relaciona la energía útil para música (reflexiones hasta 80 ms, desde la llegada del sonido directo) respecto el resto de energía (cola reverberante)

Se suele hacer el valor promedio a 500, 1K y 2K.

$$C_{80} = 10 \log \frac{\int_{0ms}^{80ms} p^2(t) dt}{\int_{80ms}^{\infty} p^2(t) dt}$$

ENERGÍA REVERBERANTE; ANÁLISIS DE LAS REFLEXIONES

Claridad de la Voz (dB)

Se define como la relación entre la energía sonora que llega al oyente los primeros 50 ms desde la llegada del sonido directo (incluye el sonido directo y las primeras reflexiones) y la energía que llega tras los primeros 50 ms.

Se calcula en cada banda de frecuencias entre 125Hz y 4kHz.

$$c_{50} = 10 \log \left(\frac{D_{50}}{1 - D_{50}} \right) \quad C_{50} = 10 \log \frac{\int_0^{0.05} p^2(t) dt}{\int_{0.05}^{\infty} p^2(t) dt}$$

Habitualmente se calcula un valor global representativo, como la media aritmética ponderada de los valores correspondientes a las bandas de 500Hz, 1kHz, 2kHz y 4kHz. Este valor se conoce como “speech average”. Los factores de ponderación se corresponden a los porcentajes de contribución estadística aproximada de cada banda a la inteligibilidad.

$$\text{C50 (“speech average”)} = 0.15 \text{ C50 (500Hz)} + 0.25 \text{ C50 (1kHz)} + 0.35 \text{ C50 (2kHz)} + 0.25 \text{ C50 (4kHz)}$$

SENSACIÓN ESPACIAL

Índice de difusión (SDI)

Determina el grado de difusión de la sala

A través de impresión espacial, para hallar el grado de irregularidades de paredes laterales y techo.

Valoración del grado de difusión:

SDI=1	- Sup. Con grandes irregularidades
SDI=0.5	- Sup intermedias
SDI=0	- Sup lisas

Ponderación de valores según la superficie asociada y ocupada.

Se relaciona con la impresión espacial y sonido envolvente

SENSACIÓN ESPACIAL

Correlación cruzada Interaural (IACC)

“Inter-Aural Cross-Correlation” (IACC) se define como la correlación entre los sonidos que llegan a ambos oídos, y es indicativa del grado de similitud existente entre las dos señales. Si son iguales su valor será 1, en caso opuesto (señales aleatorias independientes) su valor sera 0. En salas existentes su medida se lleva a cabo con los “dummy head”.

$$IACC = \max_{\tau} \frac{\int_{t_1}^{t_2} h_L(t) h_R(t + \tau) dt}{\sqrt{\int_{t_1}^{t_2} h_L^2(t) dt \cdot \int_{t_1}^{t_2} h_R^2(t) dt}} \quad \text{Para } -1 \leq \tau \leq 1$$

•Donde h_L y h_R son las respuestas impulsionales asociadas a los oídos izquierdo derecho respectivamente.

SENSACIÓN ESPACIAL

- Se definen dos IACC: - IACCE (“Early”) donde los tiempos t_1 y t_2 se corresponden al intervalo de tiempo comprendido entre los 0.005 y 0.08 segundos.
- IACCL (“Late”), donde los tiempos t_1 y t_2 se corresponden al intervalo de tiempo comprendido entre los 0.08 y 1 segundos.

Habitualmente se representan como una ponderación de las bandas más influyentes, correspondientes a 500Hz, 1kHz y 2kHz.

$$\text{IACCE3} = 1/3 \times (\text{IACCE (500Hz)} + \text{IACCE (1kHz)} + \text{IACCE (2kHz)})$$

$$\text{IACCL3} = 1/3 \times (\text{IACCL (500Hz)} + \text{IACCL (1kHz)} + \text{IACCL (2kHz)})$$

En general se utiliza el valor (1-IACC) porque representa la disimilitud.

(1-IACC_{E3})	(1-IACC_{L3})	Categoría Acústica de la Sala
0.66	0.88	Excelente
0.55	0.87	Muy Buena
0.41	0.85	Buena

SENSACIÓN ESPACIAL

Eficiencia Lateral (LF) (*Lateral Energy Fraction*)

Es la relación entre la energía que llega lateralmente a un oyente dentro de los primeros 80 ms desde la llegada del sonido directo (excluido) y la energía recibida en todas direcciones en dicho intervalo de tiempo.

Se da un promedio entre las bandas de 125Hz y 1KHz.

$$LF = \frac{\int_{0.005}^{0.08} p^2(t) \cos^2 \theta dt}{\int_{-\infty}^{\infty} p^2(t) dt}$$

Habitualmente se utiliza el valor obtenido como promedio de los valores correspondientes a las bandas de octava desde 125Hz a 1kHz:

$$LFE4 = \frac{1}{4} \times (LF (125Hz) + LF (250Hz) + LF (500Hz) + LF (1kHz))$$

Energía Envolvente

Impresión del espectador de la fuerza y direcciones que llega el sonido reverberante. Depende de la difusión de la sala.

INTELIGIBILIDAD

Mide la buena transmisión del mensaje hablado a través de la sala.
Es un parámetro imprescindible para salas destinadas a reproducción de voz.
Suele medirse con el índice de transmisión de la palabra, **STI** o el índice **RASTI**.

* Al final del capítulo se expone la teoría acerca del cálculo y medida de la inteligibilidad.

Tabla de valoración

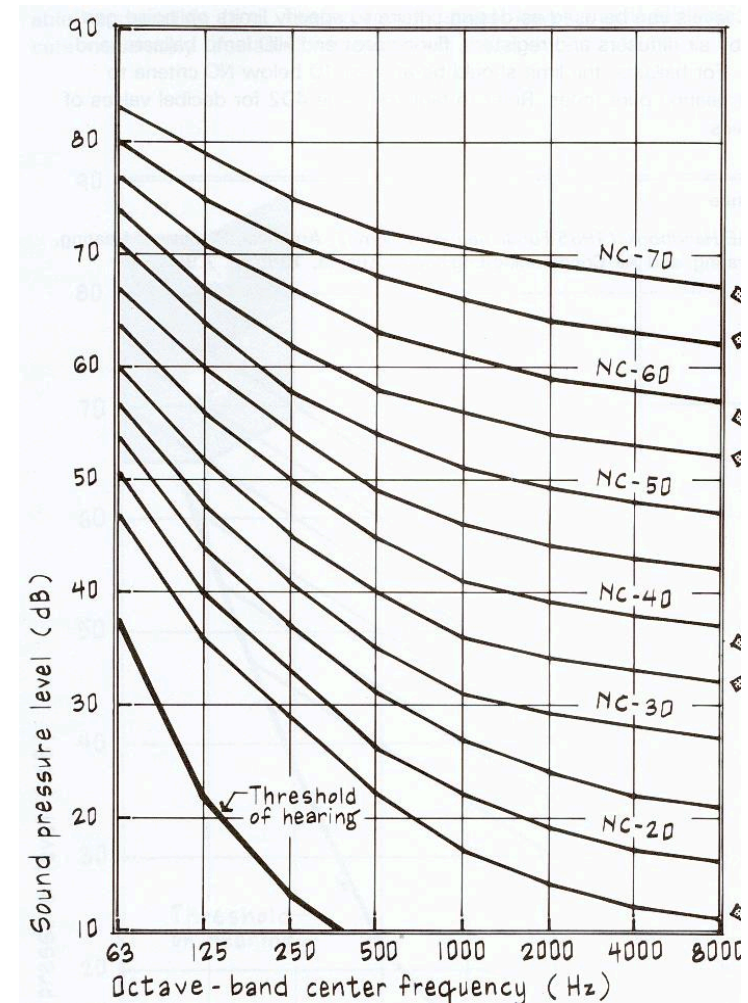
Excelente:	$0.75 < STI < 1$
Buena:	$0.60 < STI < 0.75$
Aceptable:	$0.45 < STI < 0.60$
Regular:	$0.30 < STI < 0.45$
Mala:	$0 < STI < 0.30$

RUIDO DE FONDO

Es un parámetro esencial para asegurar la calidad acústica de un recinto.

Se valora con unas curvas ponderadas y estandarizadas llamadas **Curvas Noise Criteria (NC)**

El ruido de fondo de un recinto se mide con todas las instalaciones en marcha. El nivel SPL (de cualquier banda) que llegue a la curva NC más alta, determina la NC de la sala.



ANALISIS EN BANDA DE OCTAVA							
CURVA NC	Frecuencia Central de la Banda en Hz - Valores en dB						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
NC - 70	83	79	75	72	71	70	69
NC - 65	80	75	71	68	66	64	63
NC - 60	77	71	67	63	61	59	58
NC - 55	74	67	62	58	56	54	53
NC - 50	71	64	58	54	51	49	48
NC - 45	67	60	54	49	46	44	43
NC - 40	64	57	50	45	41	39	38
NC - 35	60	52	45	40	36	34	33
NC - 30	57	48	41	35	31	29	28
NC - 25	54	44	37	31	27	24	22
NC - 20	51	40	33	26	22	19	17
NC - 15	47	36	29	22	17	14	12

RUIDO DE FONDO

Recomendaciones de ruido de fondo:

TIPO DE SALA	CURVA NC RECOMENDADA
Auditorios	NC 15-20
Sala de conferencias / Aula	NC 20-25-30
Biblioteca	NC 30-35
Restaurantes	NC 35-40
Cafeterías	NC 40-45
Polideportivo	NC 40-50

Soporte Objetivo (ST1)

Este parámetro representa la capacidad de los músicos de escucharse a sí mismos y al resto de la orquesta.

Se define como la relación entre la energía asociada a las reflexiones entre 20 ms y 100 ms y la energía recibida en los primeros 20 ms, ambos valores obtenidos a 1 metro de distancia de una fuente omnidireccional situada en el escenario.

$$ST1 = 10 \log \frac{\int_{0.02}^{0.1} p^2(t) dt}{\int_0^{0.02} p^2(t) dt}$$

Se representa en escala logarítmica (dB). Y el valor global conocido como ST1mid se corresponde a la ponderación de las bandas de octava desde 250Hz a 2kHz.

$$ST1_{mid} = \frac{1}{4} \times (ST1(250Hz) + ST1(500Hz) + ST1(1kHz) + ST1(2kHz))$$

INTELIGIBILIDAD CÁLCULO Y MEDIDA

INTELIGIBILIDAD

QUE ES?

- Medida de la capacidad de escuchar un mensaje hablado.

CUANDO SE USA?

- Aplicable únicamente a salas para reproducción de la voz.

COMO SE MIDE?

- Se puede hacer previsión o medición.
 - Previsión mediante cálculo.
 - Medición mediante equipos electrónicos.

DEFINICIÓN:

- % de palabras entendidas sobre un total de palabras pronunciadas por un
- orador “perfecto”.
- La inteligibilidad mide como la sala transforma o degrada el mensaje desde
- que se emite hasta que llega al receptor.
- Los principales enemigos de la inteligibilidad son la reverberación y el ruido.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA VOZ HUMANA:

En el mensaje oral las vocales constituyen la parte más importante. Su tiempo medio de duración es de unos 90ms mientras que las consonantes tienen una duración media de unos 20ms. Esto hace que el nivel de presión sonora de las vocales sea unos 12 dB mayor que el de las consonantes. El contenido frecuencial de vocales y consonantes también está diferenciado, las vocales tienen presencia en la baja frecuencia y las consonantes tienen mayor contribución a altas frecuencias.

La inteligibilidad está relacionada con la correcta percepción de la alta frecuencia, es decir, la correcta percepción de las consonantes.

La máxima contribución del nivel de voz se sitúa en la zona de frecuencias medias, destacando la banda de 500 Hz. La contribución a la inteligibilidad se sitúa (en un 75%) en las bandas de 2 y 4 KHz.

MÉTODOS DE VALORACIÓN DE LA INTELIGIBILIDAD:

- Método de los logátomos.
- Método de Knudsen.
- Método STI o RASTI

Es un método de medida basado en el STI (*Speech Transmission Index*), un índice que mide la pérdida de modulación de una señal inicialmente modulada al 100%

- Método de Peutz (% AICons)

Mide la pérdida de articulación de las consonantes (*Articulation Loss of Consonants*)

MÉTODO DE LOS LOGATOMOS

Monosílabos sin significado representativos de la fonética de cada idioma.

Procedimiento:

Locución por un orador experimentado.

Receptores en diferentes puntos de la sala.

Repetición para distintos receptores y puntos. (Cambio de orden de los logátomos).

- Calificación de la inteligibilidad del recinto en función del porcentaje de logátomos
- entendidos del total pronunciados:

Excelente	96%
Bueno	85%
Satisfactorio	75%
Regular	70%
Malo	< 65%

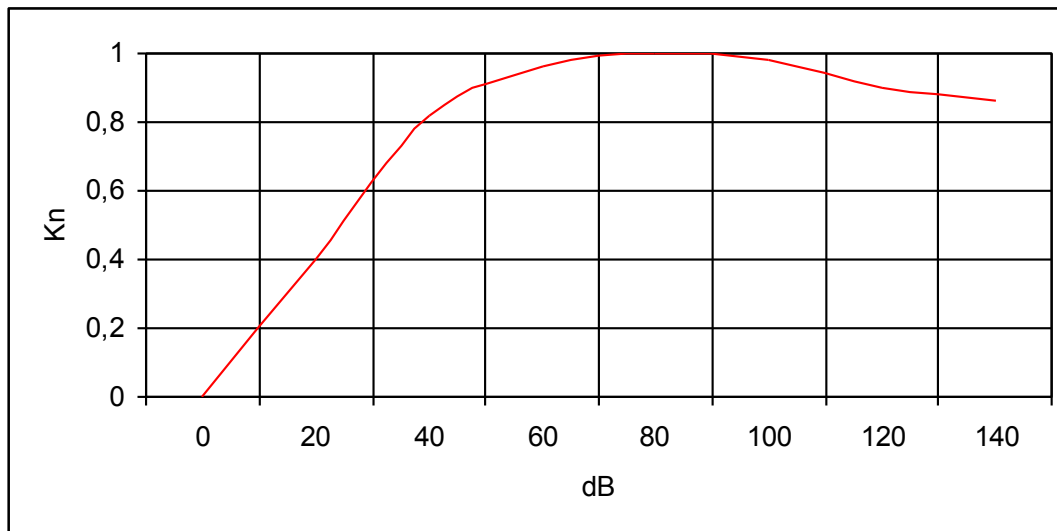
MÉTODO DE KNUDSEN

- Empíricamente Knudsen establece el coeficiente de inteligibilidad:

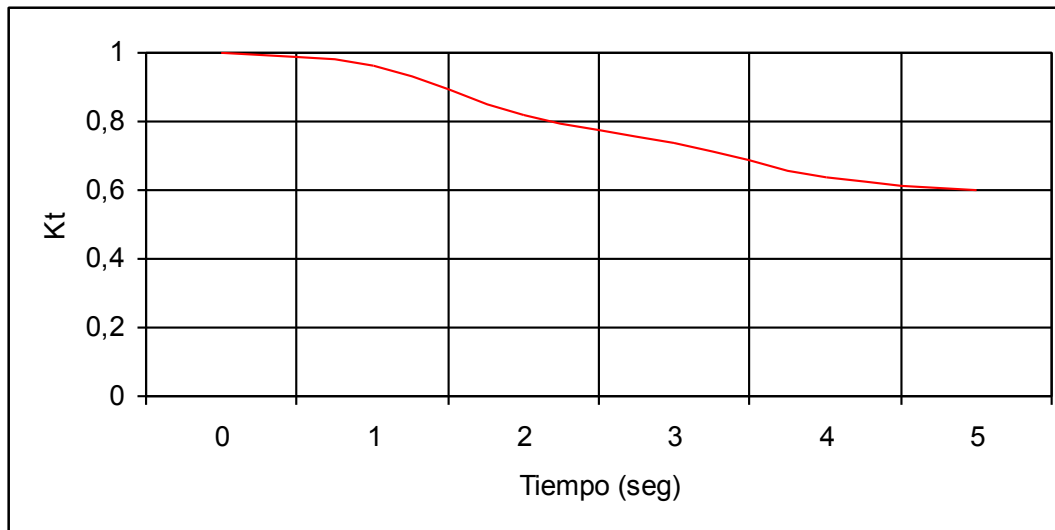
$$P_i = 96 \cdot K_N \cdot K_T \cdot K_R \cdot K_S$$

- K_N Coeficiente que depende del nivel.
- K_T Coeficiente que depende del TR60.
- $K_S = 1$ Proporciones adecuadas. (Depende de la forma y dimensiones del recinto).
- K_R Coeficiente que depende del ruido interior.
 - Detección del ruido ambiental.
 - Visión del locutor.

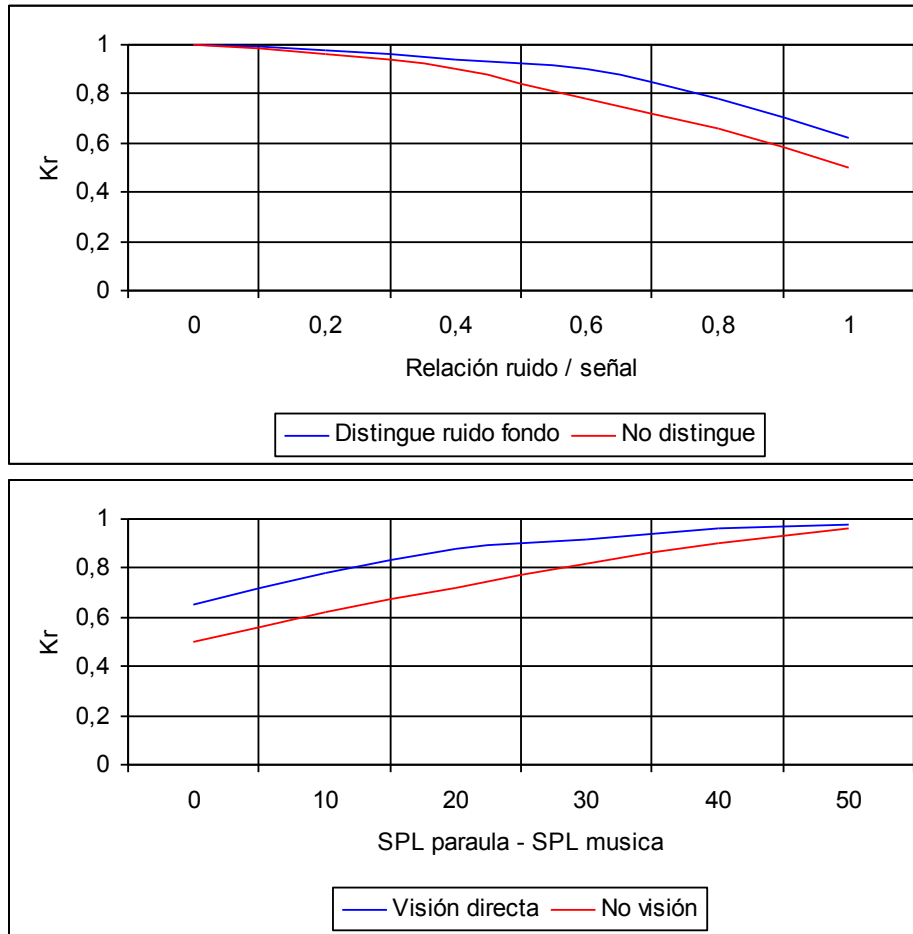
Valor del coeficiente K_n según el nivel que recibe el receptor:



Valor del coeficiente K_t según el tiempo de reverberación:



Valor del coeficiente K_r según la relación señal/ruido en diferentes condiciones:

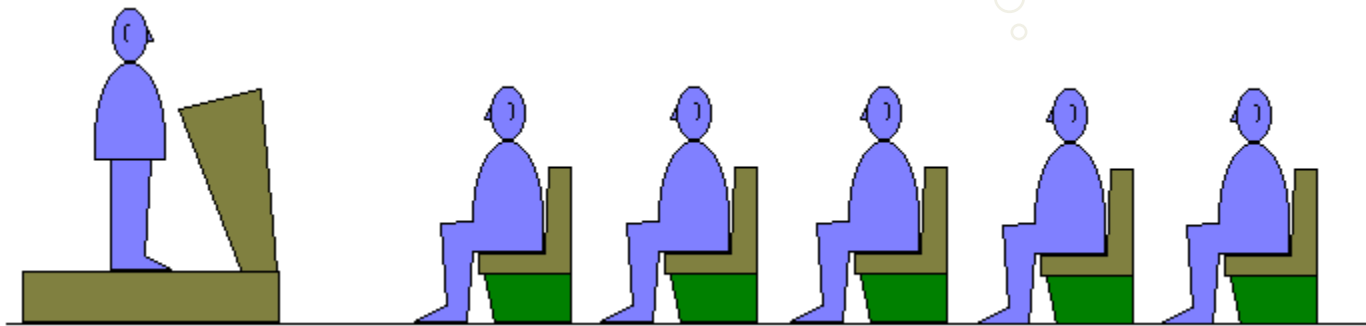


MÉTODO DE CÁLCULO DEL ÍNDICE STI:

El índice STI partió de un método de medida de la inteligibilidad. Este método se basaba en enviar una señal modulada a partir de una fuente sonora en la sala y analizar la pérdida de modulación de amplitud esa señal a partir de la función de modulación y el parámetro de modulación m . Empezó como un método de medida y después se tradujo a un método analítico para poder calcularlo de forma aproximada.

Definición de MTF: (Modulation Transfer Function)

- Función que analiza la pérdida de modulación de la palabra.
- Afecta a la amplitud de la señal sinusoidal.
- Usa señales moduladas en amplitud por frecuencias bajas



MTF:

- Bandas de frecuencias consideradas: (7 octavas de 125 a 8K)
125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, 4 KHz, 8 KHz
- 14 Frecuencias de modulación consideradas con modulación de partida del 100% (m=1):
0,63 Hz, 0,8 Hz, 1 Hz, 1,25 Hz, 1,6 Hz, 2 Hz, 2,5 Hz,
3,15 Hz, 4 Hz, 5 Hz, 6,3 Hz, 8 Hz, 10 Hz, 12,5 Hz.
- MTF es independiente del tipo de señal. (música, voz).
- El cálculo del MTF se basa en la obtención de 98 (7 x 14) valores

CALCULO DE LA PÉRDIDA DE MODULACIÓN (variación del parámetro m):

Influencia del TR60 únicamente

$$m_1(F) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi F \cdot T}{13,8} \right)^2}}$$

F: frecuencia moduladora
(14 valores)

T: TR60 o EDT (7 valores)

- Influencia de la relación señal ruido (S/N) únicamente

$$m_2 = \frac{1}{1 + 10^{(-S/N)/10}}$$

S/N: relación señal/ruido a
cada banda de octava
(7 valores)

- Influencia de ambas situaciones.

$$m(F) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi F \cdot T}{13,8} \right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + 10^{(-S/N)/10}}$$

m(F): se obtienen, para cada banda,
14 valores diferentes (según F).
Tenemos 98 valores de m(F)

STI (Speech Transmission Index):

La obtención del STI se hace, para cada banda de octava, a partir de la S/N aparente:

Calculo de la relación señal ruido aparente: (no es la relación S/N de la sala)

$$(S / N)_{ap} = 10 \text{Log} \frac{m}{1 - m}$$

Para cada banda de octava (F_0) se obtiene una relación a partir de la media aritmética de S/N_{ap} :

$$(S / N)_{ap, F_0} = \frac{\sum_{i=1}^{14} (S / N)_{ap, F_0}}{14}$$

Normalización de todos los valores:

STI = 1 cuando rel S/N \geq +15 dB para los 98 puntos.

STI = 0 cuando rel S/N $<$ -15 dB para los 98 puntos

La obtención de un valor global se realiza a partir de un promedio ponderado según la banda frecuencial de octava:

$$(S / N)_{ap} = 0,01(S / N)_{ap,125Hz} + 0,042(S / N)_{ap,250Hz} + 0,129(S / N)_{ap,500Hz} + \\ + 0,2(S / N)_{ap,1KHz} + 0,312(S / N)_{ap,2KHz} + 0,250(S / N)_{ap,4KHz} + 0,057(S / N)_{ap,8KHz}$$

$$STI = \frac{(S / N)_{ap} + 15}{30}$$

El resultado final, acotado entre 0 y 1 (porque se han acotado todos los valores de 15dB a -15dB), puede darse en valor global o a partir de los resultados parciales a cada banda.

RASTI (Rapid Speech Transmission Index)

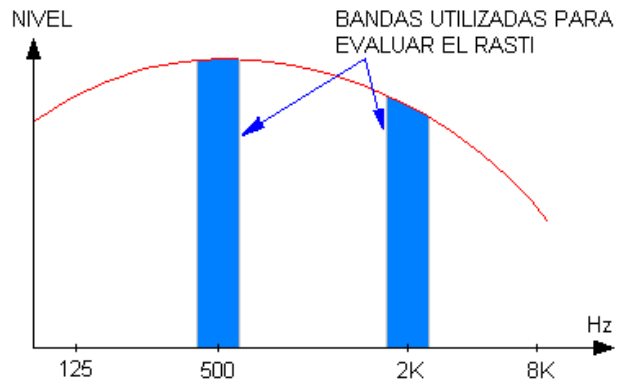
Reducción de los 98 factores del calculo del STI a 9

Mayor velocidad de cálculo

Sólo analiza las bandas de octava de 500Hz y 2KHz.

Usa como frecuencias moduladoras: 1Hz, 2Hz, 4Hz y 8 Hz para la banda de 500 Hz.

0,7Hz, 1,4Hz, 2,8Hz, 5,6Hz, y 11,2Hz para 2KHz.



MODULACIÓ	125	250	500	1K	2K	4K	8K
0,63							
0,8							
1							
1,25							
1,6							
2							
2,5							
3,16							
4							
5							
6,3							
8							
10							
12,5							

El valor final es una media aritmética entre todos los 9 valores de $\text{rel } S/N_{\text{ap}}$.

MÉTODO DE PEUTZ (%Alcons):

Ofrece una formulación y unas gráficas para poder hacer una previsión de la inteligibilidad de una sala, a partir de su diseño acústico previo, o a partir de unas medidas:

La formulación a utilizar difiere según la posición del receptor (r) respecto la D_c de la sala. **Se supone una $S/N \geq 25\text{dB}$** (casos en que el ruido no afecta):

$$r < 3,16 D_c: \quad \%Alcons = \frac{200r^2 TR60^2}{VQ}$$

$$r > 3,16 D_c: \quad \%Alcons = 9TR60$$

Conversión de %ALcons – RASTI:

- Relación Farrel – Becker.

$$\%Alcons = 170,5405 \cdot e^{-5,419STI}$$

$$STI = -0,1845 \ln(\%ALcons) + 0,9482$$

Tabla de valoración:

<i>Qualificació</i>	<i>RASTI</i>	<i>%ALcons</i>	<i>Qualificació</i>	<i>RASTI</i>	<i>%ALcons</i>
<i>Dolent</i>	<i>0,20</i>	<i>57,7</i>	<i>Bo</i>	<i>0,62</i>	<i>5,9</i>
	<i>0,22</i>	<i>51,8</i>		<i>0,64</i>	<i>5,3</i>
	<i>0,24</i>	<i>46,5</i>		<i>0,66</i>	<i>4,8</i>
	<i>0,26</i>	<i>41,7</i>		<i>0,68</i>	<i>4,3</i>
	<i>0,28</i>	<i>37,4</i>		<i>0,70</i>	<i>3,8</i>
<i>Pobre</i>	<i>0,30</i>	<i>33,6</i>		<i>0,72</i>	<i>3,4</i>
	<i>0,32</i>	<i>30,1</i>		<i>0,74</i>	<i>3,1</i>
	<i>0,34</i>	<i>27,0</i>		<i>0,76</i>	<i>2,8</i>
	<i>0,36</i>	<i>24,2</i>		<i>0,78</i>	<i>2,5</i>
	<i>0,38</i>	<i>21,8</i>		<i>0,80</i>	<i>2,2</i>
	<i>0,40</i>	<i>19,5</i>		<i>0,82</i>	<i>2,0</i>
	<i>0,42</i>	<i>17,5</i>		<i>0,84</i>	<i>1,8</i>
	<i>0,44</i>	<i>15,7</i>		<i>0,86</i>	<i>1,6</i>
<i>Regular</i>	<i>0,46</i>	<i>14,1</i>	<i>Excel.lent</i>	<i>0,88</i>	<i>1,4</i>
	<i>0,48</i>	<i>12,7</i>		<i>0,90</i>	<i>1,3</i>
	<i>0,50</i>	<i>11,4</i>		<i>0,92</i>	<i>1,2</i>
	<i>0,52</i>	<i>10,2</i>		<i>0,94</i>	<i>1,0</i>
	<i>0,54</i>	<i>9,1</i>		<i>0,96</i>	<i>0,9</i>
	<i>0,56</i>	<i>8,2</i>		<i>0,98</i>	<i>0,8</i>
	<i>0,58</i>	<i>7,4</i>		<i>1,00</i>	<i>0,0</i>
<i>Bo</i>	<i>0,60</i>	<i>6,6</i>			

Gráficas que permiten la obtención del %ALCons según la relS/N y el TR de la sala:

