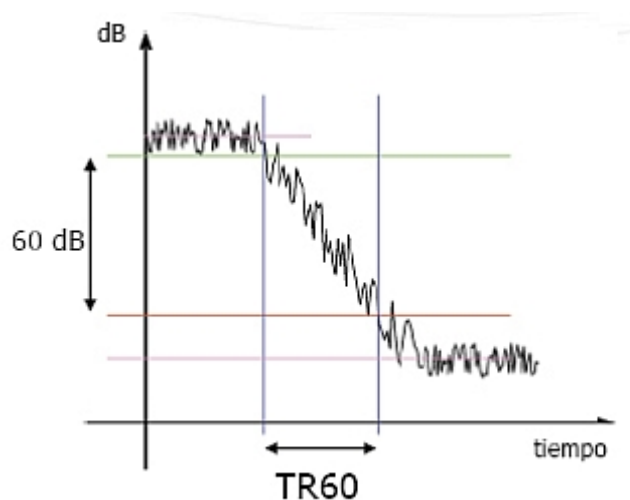


Tiempo de Reverberación

El físico W. C. Sabine definió técnicamente la [reverberación](#) como el tiempo que transcurre desde el instante en que una fuente sonora se interrumpe hasta que su energía decae a 1/1.000.000 de su fuerza original. Esta caída de energía es cuantificada como nivel de presión sonora, que en escala logarítmica corresponde a 60 [decibelios](#), por eso se abrevia como TR-60.

En cuanto a la percepción del oído, correspondería al tiempo que tarda un sonido en desaparecer y fundirse entre los sonidos ambientales dentro de un espacio cerrado.



La formulación de Sabine fue realizada en 1900 y hasta el día de hoy ha sufrido diferentes cambios introducidos por diferentes investigadores. Las hipótesis del TR-60 de Sabine son válidas si el local tiene una distribución uniforme y difusa de la energía y con una absorción continua y constante de la absorción sonora en todas las superficies. Como estas hipótesis no siempre son válidas, la fórmula ha tenido que ser retocada hasta la que se supone la fórmula definitiva del tiempo de reverberación encontrada por el físico catalán Higinio Arau.

TR60 según Sabine (1900) (para salas "vivas", con pequeño grado de absorción):

$$T_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{S \cdot \bar{\alpha}}$$

La absorción total media se calcula como la media aritmética ponderada

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i S_i}{S}$$

TR60 según Eyring i Norris (1930-1932):

Su teoría supone también un campo difuso y, por lo tanto, una distribución uniforme de la absorción de la sala. También se basa en el libre recorrido medio.

$$T_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{S(-\ln(1 - \bar{\alpha}))} \quad \bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i S_i}{S}$$

La Arau- Puchades es la más moderna fórmula de cálculo del T60 capaz de calcularlo considerando exista una distribución asimétrica de la absorción en una sala

$$T60 = \left[\frac{0.162V}{-S \ln(1-\alpha_x)} \right]^{Sx/S} \times \left[\frac{0.162V}{-S \ln(1-\alpha_y)} \right]^{Sy/S} \times \left[\frac{0.162V}{-S \ln(1-\alpha_z)} \right]^{Sz/S}$$

V volumen

S área total de superficies de la sala

α es el coeficiente de absorción de cada pared promediado por la fracción de área

Sx es el área de superficie de Sx1 suelo + Sx2 techo

Sy es área de pared lateral Sy1 izquierda + Sy2 derecha

Sz es área de pared de Sz1 frontal + Sz2 fondo

Observamos como en la formula nos influye el volumen del recinto, las superficies que lo cierran y los coeficientes de absorción de dichas superficies. El sonido es energía que al encontrarse con un obstáculo una parte se absorbe y otra es devuelta al recinto. La reverberación la controlamos mediante los materiales que colocamos, los cuales tenemos que conocer sus coeficientes de antemano, y con el volumen que damos al local.

La fórmula más utilizada es la de Eyring y Norris, aunque existen muchas más y no hay un criterio definido. La fórmula de Sabine no se debería de utilizar cuando tenemos recintos con materiales absorbentes, es una fórmula que tiene un cierto error para este tipo de recintos.

La reverberación influye en la comprensión de un mensaje sonoro. Tenemos espacios con grandes reverberaciones; iglesias, polideportivos... o espacios con poca reverberación, estudios de grabación... Según el uso que queramos dar a un espacio, deberemos elegir su tiempo óptimo de reverberación.

Tiempos de reverberación óptimos para diferentes usos de los locales (medidos en segundos):

Locutorio de radio de 0.2 a 0.4

Sala para la voz de 0.7 a 1.0

Cine de 1.0 a 1.2

Teatro de 0.9

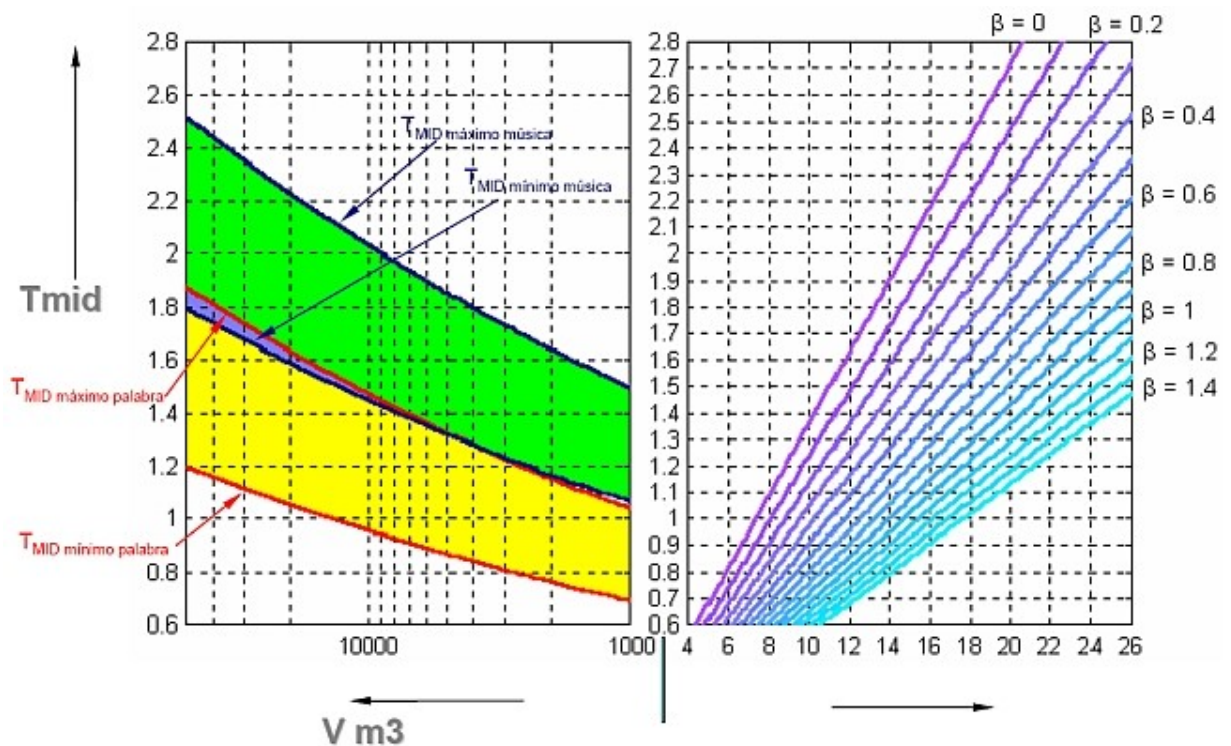
Teatro de Ópera de 1.2 a 1.5

Sala de conciertos de cámara de 1.3 a 1.7

Sala para música barroca y clásica de 1.6 a 1.8

Sala de conciertos de música sinfónica de 1.8 a 2.0

Iglesia o Catedral de 2.0 a 4.0 como óptimo pero llegando hasta 8 segundos en ciertas catedrales.



El TR-60 es uno de los principales parámetros de la calidad acústica de una sala. Su valor depende de numerosos factores: el coeficiente de absorción de los materiales de la sala, su volumen, su superficie y la forma geométrica de ésta.

Más adelante, iremos ampliando los diferentes conceptos que afectan a la reverberación del sonido.

- [Acústica](#)
- [Reverberación](#)
- [Sabine](#)

Comentarios

[O#1](#) leo 14-08-2007 17:48

esta bueno, explica el concepto, t da las formulas para hallarlo y una tablita con algunos Tr optimo

Citar

[O#2](#) camilo sedeño 25-03-2009 17:12

podrian por favor anexar mas tiempos de reverberacion para mas lugares...me serian muy utiles gracias.....

Citar

[O#3](#) David Casadevall 26-03-2009 06:20

La verdad es que con esos TR cubres casi todos los espacios donde se puede realizar música.

Si quieres más TR, deberías concretar en que tipo de espacios los quieres y te los busco sin ningún problema.

Un saludo camilo

Citar

[O#4](#) Dany 28-04-2009 14:34

Habla de tiempos de reverberacion optimos y tiempos de reverberacion mid, esta confundiendo los conceptos, porque son cosas diferentes.

Citar

[O#5](#) David Casadevall 29-04-2009 00:55

Hola Dany.

Son cosas diferentes pero omplementarias para realizar un recinto. La tabla de valores TR está más o menos aceptada, siempre hay quien sube y quien baja un valor. Y como complemento y paraque se visualice el márgen de TR\'s, ponga la gráfica del Tmid para teatro. No explico el Tmid, el cual depende del volúmen del local, peò quizás lo haga en un próximo post.

Un saludo.

Citar

[O#6](#) elo 19-01-2010 06:37

se puede conocer la reverberación que existe en un bosque tropical por ejemplo, o compararla numéricamente con la de un bosque europeo?

[Citar](#)

O#7 David Casadevall 19-01-2010 11:17

Hola,

en un bosque no existe reverberación, existen sonidos reflejados por el suelo, por algún elemento plano vertical o inclinado, etc.

La diferencia entre un bosque tropical o un bosque europeo, es que los europeos parecen muertos al lado de uno tropical. Viví un tiempo en la selva boliviana y era abrumador la cantidad de sonidos que hay en un bosque al amanecer y al atardecer.

He mirado un poc tu web y me parece muy interesante. Creo que voy a escuchar todas tus grabaciones.

Un saludo.

[Citar](#)

O#8 luis 16-02-2010 19:00

me gustaria encontrar una grafica que abarque volúmenes mucho mas pequeños... alguien sabe de alguna?

[Citar](#)

O#9 Mr G 31-08-2011 20:41

Me gustaría conocer quien es el autor de la ultima gráfica...

[Citar](#)

O#10 David Casadevall 01-09-2011 05:41

Se llama Higiní Arau y vive en Barcelona. Es fácil encontrar su dirección ya que tienen una web.

Saludos.

[Citar](#)