

CARACTERIZACIÓN DE BARRERAS ACÚSTICAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN BAREMO GLOBAL.

J. Pfretzschner, F. Simón.

Instituto de Acústica (CSIC). Serrano 144. Madrid

1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad numerosas organizaciones de normalización tanto nacionales como internacionales, han creado grupos de trabajo para el estudio de la caracterización de las propiedades intrínsecas de las barreras acústicas (aislamiento, absorción). Tema íntimamente ligado a los anteriores, consistiría en el desarrollo de un procedimiento aplicable a la caracterización de las propiedades extrínsecas a las mismas, es decir, sus pérdidas de inserción, a ser posible mediante un índice ponderador.

La consecución de un índice descriptor de la "calidad" o capacidad de protección de una barrera, así como el procedimiento adecuado para su determinación, producirá numerosos beneficios sobre la base de un lenguaje común de referencia para las Administraciones, ingenierías y consumidores.

2. PROPUESTAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN ÍNDICE GLOBAL DE PÉRDIDAS POR INSERCIÓN APLICABLE A PANTALLAS ACÚSTICAS.

En un trabajo anterior [1], se mostró la viabilidad de la aplicación de un índice global en dBA en la evaluación de las pérdidas por inserción, IL, introducidas por una barrera acústica a partir de seis de los algoritmos de predicción, comunmente utilizados por distintas Administraciones. Se mostró así mismo las relaciones de equivalencia existentes entre los mencionados algoritmos (basados todos en la teoría geométrica de la difracción -GTD-) para valores del número de Fresnel, $N > 1$.

En el presente estudio, se tratan las relaciones que ligan al índice ponderador, con los parámetros geométricos involucrados en el problema. Como algoritmo de partida, para la propuesta, se ha elegido el de Kurze-Anderson [2] por ser el más universalmente aceptado para el cálculo de predicción de pérdidas por inserción producidas por una fuente puntual situada frente a una pantalla semi-infinita:

$$IL = 20 \log \frac{\sqrt{2\pi N}}{\operatorname{tgh} \sqrt{2\pi N}} + 5(\text{dB}) \quad (1)$$

en donde $N = \text{número de Fresnel} = 2\delta / \lambda$, siendo δ la diferencia de caminos entre el rayo difractado sobre el borde de la pantalla y el rayo directo emisor-pantalla, y λ la longitud de onda correspondiente a la frecuencia de emisión.

El valor de N explicitado en función de las distancias emisor-pantalla, S , receptor-pantalla, R , y alturas del emisor, receptor y pantalla, respecto a un suelo horizontal H_s, H_r, H , queda en la forma:

$$N = \frac{2}{\lambda} \left\{ \sqrt{(H - H_s)^2 + S^2} + \sqrt{(H - H_r)^2 + R^2} - \sqrt{(H_r - H_s)^2 + (S + R)^2} \right\} \quad (2)$$

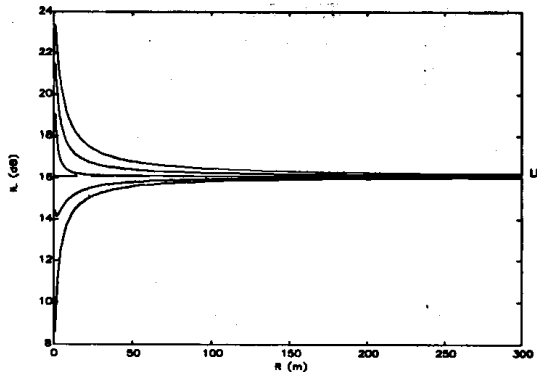


Fig. 1 Variación de $IL(R)$ en función de H_r , para $H_s=1/2m$, $H=3m$, $S=6m$, $F=700Hz$ y $H_r=0, 1, 1.75, 2.5$ y $3m$

La expresión (1) conduce a curvas $IL(R)$ análogas a las de la figura (1) (parámetro H_r), para cualquier situación del emisor y receptor respecto de la pantalla (receptor situado siempre fuera de la zona de brillo acotada por la prolongación del rayo fuente-borde superior de la pantalla), excepto para el caso de incidencia rasante ($H_s=H$), que solo presentará el haz de curvas convexas (parte superior de la figura) al variar H_r .

A partir de unas condiciones predeterminadas del semiespacio emisor (H_s, S y H) puede observarse que la familia de curvas $IL(R, H_r)$ presenta un valor asintótico para $R \rightarrow \infty$ dado por la recta LP (asíntota correspondiente a una altura de recepción H_{ra}).

La recta LP divide al campo de variación de $IL(H_r)$ en dos zonas, que en [1] denominamos zona de sombra (valores de $H_r < H_{ra}$), caracterizada por IL crecientes con R decrecientes; y zona de penumbra ($H_r > H_{ra}$) en donde sucede lo contrario. Análogos resultados se obtienen con el resto de los algoritmos basados en la GTD. La recta LP (y por consiguiente la altura de recepción H_{ra}) constituye el lugar geométrico ideal para la medida de IL , ya que los errores debidos al posicionamiento (R, H_r) de un micrófono receptor se minimizan. Además sobre esta recta se cumple la ley de campo libre de variación de la presión con la distancia (6dB cuando se dobla la distancia de recepción), fácilmente comprobable con un sonómetro para condiciones temporales estacionarias de la señal.

Para una frecuencia determinada, y tras algunos cálculos, el valor asintótico de la ec.(1) cuando $R \rightarrow \infty$ conduce a la expresión:

$$IL_{R \rightarrow \infty} = 20 \log \frac{\sqrt{2\pi N L_i}}{\text{tgh} \sqrt{2\pi N L_i}} + 5 \text{ (dB)} \quad (3) ; \quad \text{con } N L_i = \frac{2}{\lambda_i} \left\{ \sqrt{(H - H_s)^2 + S^2} - S \right\} \quad (4)$$

siendo $N L_i$ el nuevo valor del número de Fresnel cuando $R \rightarrow \infty$, para la frecuencia, i , en cuestión.

Con objeto de independizar los valores de IL respecto de la frecuencia, éstos se pueden referir al espectro del ruido de tráfico normalizado por ISO 717.2 (que corresponde esencialmente al ruido de rodadura de vehículos ligeros en autopistas,

ajustado a un nivel global de 0 dB para las 18 frecuencias centrales de las bandas de 1/3 de octava comprendidas entre 100 Hz y 5000 Hz [3]), promediándose los correspondientes valores de IL para las 18 frecuencias mencionadas.

Facilmente se obtiene a partir de la ec.(3), el índice en dBA, correspondiente al valor asintótico de IL (ILL):

$$IL_{w,tr} = -10 \log \sum_{i=1}^{18} 10^{(A_{w,i} - IL_i)/10} \text{ (dBA)} \quad (5)$$

siendo $A_{w,i}$ los correspondientes valores del ruido de tráfico ponderado en dBA para las frecuencias $i=100 \dots 5000$ Hz.

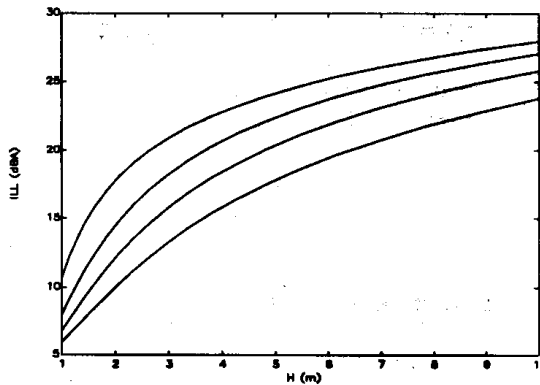


Fig.2 Variación de ILL(H), en función de S para $H_s=1/2$ m, y $S=1, 3, 6$ y 12 m

El nuevo índice propuesto $IL_{w,tr}$, sólo depende de los parámetros geométricos del semiespacio emisor ($S, H_s; H$). Si se fijan mediante acuerdos, los valores de S y H_s (generalmente se acepta para H_s el valor $0,5$ m), el valor de $IL_{w,tr}$, estará relacionado directamente con la altura de la pantalla. La figura (2) muestra los valores de $IL_{w,tr}$, en función de la altura de la pantalla H , para una fuente situada a $0,5$ m del suelo y diversas distancias de emisión, S .

La gráfica es suficientemente explicativa pudiendose obtener interesantes conclusiones de aplicación.

3. ASPECTOS METROLÓGICOS.

Como ya se ha mencionado en el punto 2, el lugar geométrico ideal para la realización de las medidas de campo estaría situado sobre la recta LP, siendo H_{ra} la altura correspondiente al posicionamiento del micrófono.

Si la distancia de emisión $S=0$, el valor de N coincide con NL , para una altura de recepción :

$$H_{ra} = (H + H_s)/2 \quad (6)$$

para cualquier distancia R .

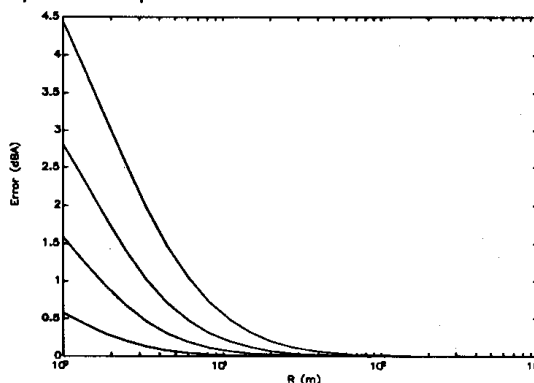


Fig.3 Cotas de error de ILL(R) para $H_{ra}=(H+H_s)/2$, cuando $H_s=1/2$, $H=3$ m y $S=1, 3, 6$ y 12 m

Para valores de $S \neq 0$, los valores de H_r correspondientes a $IL_{w,tr}$, están comprendidos entre el valor de H_{ra} dado por la ec.(6) y la altura de la pantalla H .

A efectos de ingeniería, la ec.(6) resulta ser una buena alternativa, aunque el valor de las pérdidas por inserción difieran del valor constante $IL_{w,tr}$, a medida que $R \rightarrow 0$.

Se pueden obtener gráficas de error para Hra, dadas por la ec.(6) a través de la diferencia de las ec.(1) y ec.(2). La figura 3 corresponde al caso Hs=0,5m y S=3,6, y 12m para una pantalla de 3m de altura.

4. CONCLUSIONES .

-Del análisis de los algoritmos de predicción de las pérdidas por inserción, IL, producidas por barreras acústicas basados en la GTD, en función de la distancia de recepción, R, se concluye que siempre existe un valor asintótico de IL.

-El valor asintótico de IL, (ILL) depende sólo de los parámetros geométricos del semiespacio emisor y de la frecuencia (S, Hs,H,F).

-La independencia de ILL de la frecuencia, a través de la ponderación con el espectro de ruido de tráfico ponderado A (norma ISO 717.2), permite establecer el índice de calidad $IL_{W,tr}$.

-Para distancias S y Hs normalizadas, $IL_{W,tr}$ es únicamente función de la altura eficaz de la barrera (H-Hs).

- $IL_{W,tr}$ permite calificar la "calidad" de protección de una barrera mediante un único número expresado en dBA.

-En lo concerniente a la determinación experimental del índice de calidad $IL_{W,tr}$, se ha determinado la altura óptima del micrófono receptor, así como la vía de obtención del error que se comete para distancias de medida muy próximas a la barrera.

5.BIBLIOGRAFÍA.

[1] J. Pfretzschner, F.Simón. *Viabilidad de un índice de calificación del grado de apantallamiento introducido por las barreras anti-ruido*. Comunicaciones TECNIACÚSTICA 92, 227-230.

[2] Kurze U.J., Anderson G.S. *Sound attenuation by barriers*. Applied Acoustic, 4, 35-53,1971

[3] *Test method for classifying the acoustic performance of road traffic noise reducing devices*. Part 3, Draft Document CENT/ TC226/WG6/TG1 N/36, 1992.

Agradecimientos.

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto PB 91-0884, financiado por la DGYT.