

BARRERAS ACÚSTICAS EN CARRETERAS

En los últimos años se instalaron en las carreteras y autopistas concesionadas pantallas para aminorar los efectos del ruido emitido por vehículos en las personas que habitan en las cercanías. Las barreras se pueden construir con diferentes materiales y se diseñan según su efectividad acústica, seguridad, estética, durabilidad y mantenimiento.

CLAUDIO POO B.
Y ESTEBAN RUEDLINGER S.
INGENIEROS ACÚSTICOS IDIEM

S I CONSIDERAMOS el sonido que emite un vehículo circulando en una carretera, el cual se propaga al aire libre, debemos analizar qué es lo que ocurre a cierta distancia de esta fuente emisora en el lugar donde exista un receptor (vivienda u otro). Sabemos que por divergencia geométrica, el sonido se atenúa 6 decibeles cada vez que se duplica la distancia fuente – receptor. Otro factor de atenuación que afecta la propagación del sonido es el tipo de suelo como pasto, pavimento y nieve, entre otros. Debe considerarse además la atenuación del ruido debido a la humedad relativa, vientos, vegetación y topografía. Una expresión general para el cálculo de la disminución del nivel de ruido con la distancia, se indica en la Ecuación 1:

Ecuación 1

$$\text{Atenuación total [dB]} = AT_{div} + AT_{suelo} + AT_{misc}$$

Donde

AT_{div} = Atenuación producida por divergencia geométrica

AT_{suelo} = Atenuación producida por efecto suelo

AT_{misc} = Atenuación producida por diferentes factores

Si en este camino de propagación inserta-

mos una barrera acústica, ésta se constituye como un obstáculo entre la fuente y el receptor siempre que interrumpa la línea de visión entre éstos, por lo que su desempeño acústico (atenuación) se transforma en un componente adicional en la Ecuación 2:

Ecuación 2

$$\text{Atenuación total [dB]} = AT_{div} + AT_{suelo} + AT_{misc} + AT_{barrera}$$

Donde

$AT_{barrera}$ = Atenuación producida por la barrera acústica

Las expresiones AT_{misc} y $AT_{barrera}$ se obtienen para cada frecuencia, por ello el cálculo de atenuación total debe pasar preliminarmente por el análisis en bandas de frecuencia antes de obtener un valor único. Otra consideración consiste en asumir para caminos muy transitados, una línea de vehículos en vez de uno solo, realizando los ajustes apropiados en AT_{div} .

La atenuación acústica producida por una barrera está condicionada por la geometría del problema. Una misma barrera proporcionará distintas atenuaciones dependiendo de cómo y donde se instale, ya que su eficiencia acústica estará gobernada por el fenómeno de difracción. Este fenómeno estudia el cam-

Para propuestas económicas y eficientes
NUEVA LINEA DE EXTRACTORES para baño, con **5 AÑOS DE GARANTIA.**

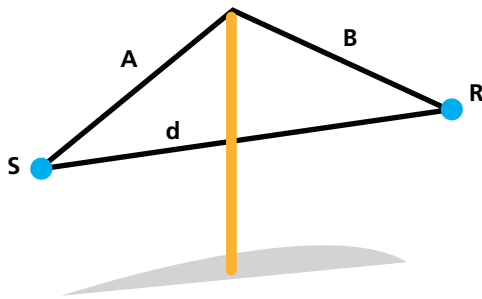
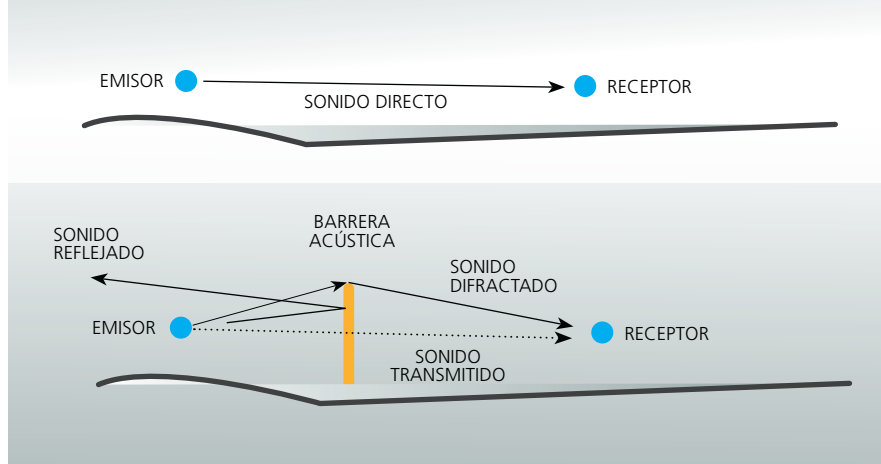


FIGURA 1. Esquema de una barrera acústica. Se observa el cambio en la dirección de propagación del sonido una vez que pasa por el borde superior de la barrera.

FIGURA 2. ESQUEMA GEOMÉTRICO ENTRE LA FUENTE DE SONIDO Y EL RECEPTOR



bio en la dirección de propagación del sonido al atravesar el extremo superior de la barrera (Ver Figura 1).

El fenómeno de difracción es más acentuado para frecuencias bajas, en las cuales el sonido tiene una mayor capacidad para curvar su dirección de propagación. En la figura 1 se esquematiza el problema definiendo los trazos A, B y d que caracterizan la geometría de instalación de la barrera.

Este análisis geométrico obtiene una magnitud característica para la barrera y su posición relativa respecto de la fuente y el receptor, la cual se conoce como Número de Fresnel, y se obtiene mediante la expresión:

Ecuación 3

$$N = \frac{2 \times (A+B-d)}{\lambda}$$

Se observa la dependencia de la longitud de onda λ y por lo mismo de la frecuencia del sonido difractado. Por otra parte, mien-

tras mayor sea la altura de la barrera o mientras más cerca estén de ella la fuente y receptor, será mayor este número. El número de Fresnel permite obtener el valor de la "Perdida por Inserción (IL)" o atenuación acústica de la barrera. Kurze y Anderson proponen una aproximación a la curva de Maekawa (Ref 3) por medio de la siguiente expresión logarítmica para IL:

Ecuación 4

$$IL = 20 \times \log \left(\frac{\sqrt{2 \times \pi \times N}}{\tanh(\sqrt{2 \times \pi \times N})} \right) + 5 \text{ [dB]}$$

Esta ecuación permite obtener aproximaciones bastante satisfactorias para aplicaciones a corta distancia (decenas de metros). Debe considerarse que el aislamiento acústico de elemento constructivo utilizado para construir la pantalla debe ser 10 dB o más que la atenuación IL esperada en terreno. Esto para evitar que el sonido pase en gran medida "a través" de ésta. Por otra



Modelo MK Turbo con mayor caudal de aire, luz piloto y flap antirretorno, con o sin timer.

Modelo	Consumo Watt	Caudal m³/h	Presión estática máx. Pa	Nivel Ruido dB (A)
100MK Turbo	16	128	40	37
125MK Turbo	28	232	63	37
150MK Turbo	30	345	98	41



Modelo MA con celosía antirretorno eléctrica y luz piloto, con o sin timer.

Modelo	Consumo Watt	Caudal m³/h	Presión estática máx. Pa	Nivel Ruido dB (A)
100MA	18	98	35	34
125MA	22	185	55	35
150MA	26	295	88	39



Modelo DK con flap antirretorno, con o sin timer.

Modelo	Consumo Watt	Caudal m³/h	Presión estática máx. Pa	Nivel Ruido dB (A)
100DK	14	95	35	34
125DK	16	180	55	35
150DK	24	292	86	38





BARRERA DE HORMIGÓN ARMADO

DIQUE DE TIERRA



parte la barrera debe presentar condiciones absorbentes de sonido en la cara expuesta a la fuente. Esto último impide la generación de ecos y reflexiones de ruido que desmejoran la atenuación total. Se estima un aumento de IL en 2 a 3 dB para barreras absorbentes frente a barreras reflectantes. Ambas características (aislamiento acústico y absorción) se determinan experimentalmente por ensayos de laboratorio. Experiencias en el laboratorio de acústica del Idiem han arrojado valores de aislamiento acústico mayores que 30 dB y coeficientes de absorción mayores que 0,7 (NRC) en barreras con material absorbente en su cara vista. De la misma forma se han determinado en terreno valores de pérdida por inserción IL entre 10 a 15 decibeles. Por lo general, se obtiene en forma satisfactoria unos 10 decibeles de atenuación con barreras cercanas a la fuente cuya altura sobrepase en varios metros la línea de visión.

Los materiales

El tipo de barrera acústica a utilizar presentará ventajas y debilidades asociadas a las exigencias de cada proyecto. Los materiales se seleccionarán tomando en cuenta factores como la vida útil, seguridad y estética, entre otros. Entre las alternativas se encuentran:

Barreras de hormigón o albañilería: Se emplea de diferentes maneras. Las placas prefabricadas ofrecen un rápido montaje y son fáciles de reemplazar o reparar. Además

requiere de mínima mantención. En el caso de la albañilería, conforma un sistema relativamente simple y conocido que permite variedades de diseños.

Barreras metálicas: Se instalan como paneles modulares que constan de una placa metálica perforada orientada hacia la fuente de sonido y una placa lisa en su parte posterior. Entre ambas se coloca un material que actúa como absorbente sonoro en conjunto con la plancha perforada y en algunos casos se instala además una placa sólida que ayuda a mejorar el aislamiento acústico de este elemento.

Barreras con materiales transparentes: Facilitan el ingreso de luz a sectores o áreas que quedarían en la sombra a causa de una barrera. Estos materiales se emplean en forma parcial, por ejemplo, en la parte superior de una pantalla opaca de gran altura reduce el impacto visual negativo. De la misma manera, se puede mantener la vista de un paisaje y la orientación de los conductores cuando los materiales transparentes se instalan a baja altura.

Diques: El diseño de estos montículos debe ser compatible con el entorno local y con la topografía del lugar, además la factibilidad de su implementación está limitada al espacio disponible al costado de las vías. Una de sus ventajas consiste en la aplicación de gran variedad de materiales como tierra, piedra, roca e incluso escombros. Para asegurar la seguridad y controlar la erosión, la pendiente no debe ser pronunciada y su estabilización inmediata tras la construcción.

La estética

El impacto visual de las barreras sobre las comunidades contiguas y los automovilistas representa un factor importante en el diseño de estos elementos. La instalación puede crear sombras no deseadas y bloquear vistas panorámicas, así como entorpecer la estética del lugar. Para ello, se debe emplear la escala apropiada y el carácter compatible con el ambiente local. Si esto no es posible, se recomienda diseñar de tal forma que no pase a ser el elemento dominante en el campo visual. Se aplican diversos principios



BARRERA
CON
VEGETACIÓN

en su creación:

- Reemplazar las líneas rectas que raras veces se encuentran en la naturaleza, por líneas horizontales y verticales en posiciones apropiadas o por curvas para reflejar horizontes, edificios, o formas naturales como ríos o montañas.
- Uso de colores neutros como los de materiales naturales.
- Emplear superficies irregulares que se ven a distancia.
- Lograr desde el inicio de la barrera una transición natural respecto a su altura, de ser posible, desde el nivel de suelo hasta la altura deseada.

También se pueden considerar plantaciones con fines paisajísticos como un medio eficaz y económico para reducir el impacto visual de una barrera acústica. La vegetación combinada con la barrera sirve para unir la estructura del muro con el entorno natural.

Los árboles, arbustos, o hierbas pueden proporcionar todos los elementos de diseño de línea, forma, color, y la textura y mitigar problemas con la escala y el predominio de la barrera en el paisaje.

La mantención

Un diseño óptimo de barreras debe considerar una mantención mínima. Asimismo, se debe preparar la instalación con el cuidado necesario para evitar que se produzcan daños. En algunos casos, debe considerarse la accesibilidad a la barrera para trabajos de limpieza y reparación. La mantención también puede verse afectada por otros factores:

- La posibilidad de vandalismo que afecta el diseño y la selección de los materiales.
- El clima, que a través de factores como la humedad y los rayos ultravioleta, afectan la vida útil de ciertos materiales.

La seguridad

El diseño de las barreras debe analizarse desde el punto de vista de la seguridad, con especialistas que definan su ubicación respecto de la carretera, la materialidad, ubicación de señalética, servicios y accesos de emergencia, luminosidad y presencia de reflejos luminosos, entre otros.

Conclusiones

El diseño de las barreras acústicas debe ajustarse a cada proyecto vial. Es recomendable que el estudio de los trazados de caminos y carreteras ruidosas se complementen con la planificación del uso de suelo del entorno para que la pantalla no sea la única alternativa de mitigación. Además, debe realizarse un estudio previo o Línea Base de los niveles de ruido que generará cada proyecto identificando a los receptores que se verán afectados por el funcionamiento de la carretera.

Desde el punto de vista de su rendimiento, una barrera acústica generará una atenuación típica de 10 decibeles o más, según la distancia fuente-receptor y la ubicación. Este valor puede ser satisfactorio considerando que el efecto en la percepción de las personas de un ruido que disminuye en 10 dB es una reducción de la sonoridad a la mitad. Finalmente, la barrera debe ser un elemento armónico con el paisaje, consecuente con el tipo de urbanización del entorno, durable y seguro. ■

www.idiem.cl

REFERENCIAS

1. Environmental Protection Department (2003). "Guidelines on Design of Noise Barriers" Government of the Hong Kong SAR
2. "Keeping the Noise Down: Highway Traffic Noise Barriers" (2001) U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration
3. Gerges, S. (1998) "Ruido: Fundamentos y Control"
4. "CDOT Design Guide 2005" (2005); Ch. 18 – Noise. Colorado Department of Transportation U.S.

BIT 65 MARZO 2009 ■ 57

LÍDERES EN
SOLUCIONES
DE ALTA
FLEXIBILIDAD



SISTEMAS DE CONTROL
PISO SOBRE ELEVADO
BOMBAS DE AGUA
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN
VENTILADORES SYSTEMAIR
SERVICIO TÉCNICO KLIMA
CALDERAS A LEÑA CLIMAKALOR
SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO RESIDENCIAL
E INDUSTRIAL
ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE
MICROTURBINA

**KLIMA DISTRIBUIDORA Y COMERCIAL
TÉRMICA LTDA.**

Hurtado Rodríguez N° 351 - Santiago
Fono 352 5400 • Fax 352 5423
Mail: Info@klima.cl
www.klima.cl

