



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -
TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

OPTIMIZACIÓN DIMENSIONAMIENTO DE UNA PANTALLA ACÚSTICA PARA UNA CARRETERA

PACS: 43.50.Lj.

López Santos, Fernando; Giménez Anaya, Isabel
SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.
Avda. San Francisco Javier, 9, 5º-27
Sevilla
Tel: 954 510 031
E-Mail: flopez@sincosur.es ; isabel@sincosur.es

Palabras Clave: PAR, Barrera Acustica, Plan de Accion, Ruido, Noise, Noise Action Plan, Noise barrier

ABSTRACT

The Noise Action Plan of a road infrastructure define the location of the points of conflicts that generate affection on the population, determining the best actuacion. In the case of opting for the installation of an noise barrier, several questions arise: What is the best dimensioning of it? What acoustic situation must be considered in the emitting focus? Is it necessary to protect the existing population in the year of installation or would it be necessary to assume a protection year horizon ?, etc ... These questions and some more have been answered by SINCOSUR in works for the Generalitat Valenciana

RESUMEN

El plan de acción contra el ruido de una infraestructura viaria contempla la localización de los puntos de conflictos que generanafección sobre la población, determinando la mejor actuación. En el caso de optar por la instalación de una pantalla acústica, surgen varias preguntas: ¿Cuál es el mejor dimensionamiento de la misma? ¿Qué situación acústica hay que considerar en el foco emisor? ¿hay que proteger a la población existente en el año de instalación o habría que suponer un año horizonte de protección?, etc... Estas preguntas y algunas más se han respondido por SINCOSUR en trabajos para la Generalitat Valenciana.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -
TECNIACÚSTICA'18-
24 al 26 de octubre

1 INTRODUCCION

La evaluación de la contaminación acústica generada por una infraestructura viaria se determina a través de la elaboración del Mapa Estratégico de Ruidos. Este mapa de ruido se realiza en un momento temporal determinado de la infraestructura, cuya caracterización viene definida fundamentalmente por la intensidad y composición del tráfico en dicho momento temporal. El Mapa Estratégico de Ruidos permite localizar y definir las zonas o puntos de conflicto en donde se sobrepasaban los niveles acústicos máximos permitidos por la legislación vigente [1].

El correspondiente Plan de Acción, atiende a las prioridades de las zonas de conflicto identificadas, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana; definiendo las actuaciones correctoras necesarias que garanticen la reducción de los niveles acústicos en la zona hasta el cumplimiento de la legislación vigente [1].

Pero no hay que olvidar que el Mapa es una imagen de un momento temporal, debiéndose diseñar la medida correctora de formar que proteja la zona de conflicto para dicho momento y para futuros atendiendo a criterios de sostenibilidad y eficacia.

2 CARACTERIZACION DEL TRAFICO VIARIO

La caracterización acústica de una fuente viaria viene determinada por la Intensidad Media Diaria (IMD) y el porcentaje de vehículos pesados, divididos en los periodos del día que contempla la normativa: día, tarde y noche. La evolución del tráfico puede sufrir incrementos y decrementos debido a infinidad de factores, entre ellos la situación económica, como ejemplo se presenta un tramo real de una carretera de la Generalitat Valenciana:

Tabla1: Valores IMD 2007- 2015.

Año	Tramo	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
IMD	32010	34.650	23.936	24.274	27.881	25.832	24.800	24.366	23.492	23.817
	32020	17.286	20.746	16.064	13.490	16.215	15.417	15.487	16.180	17.034

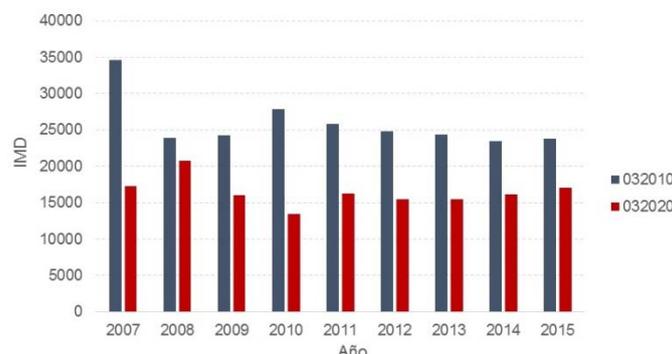


Fig. 1 Evolución del tráfico.

Como se puede observar, existe una importante variabilidad del tráfico, dependiendo del año elegido el Mapa Estratégico de Ruidos arrojará un valor u otro, determinando una afección u otra sobre la población.

3 DISEÑO DE LA MEDIDA CORRECTORA

A la hora de plantear una medida correctora para la mejora de la calidad acústica de una zona determinada se debería diseñar teniendo en cuenta la variabilidad anual del tráfico que circula por una infraestructura viaria. Para ello se pueden plantear dos hipótesis:

- considerar el nivel acústico generado por el tráfico utilizado en el mapa estratégico de ruido que ha definido la afección.
- o plantear un escenario horizonte que garantice la efectividad de la protección acústica en el tiempo.

Desde un punto de vista sostenible y eficiente sería conveniente elegir un año horizonte de efectividad de la pantalla. En ingeniería civil es muy común elegir un espacio temporal de 20 años, a partir de la puesta en servicio, como periodo efectivo de la infraestructura, en este caso como vida útil de la protección acústica.

Llegado a este punto se hace necesario responder a la pregunta: ¿Cómo determinar la caracterización del tráfico en el año horizonte? Existen varias respuestas a esta pregunta:

- en primer lugar si existe documentación constructiva de la infraestructura, estudio informativos, proyectos constructivos, etc.. buscar la Intensidad Media Diaria de Vehículos y el porcentaje de pesados, definido en dichos documentos para el año horizonte, de la infraestructura.
- en segundo lugar, plantear una hipótesis.

Lo más habitual es encontrarnos con la segunda opción, entonces ¿cómo podemos plantear una hipótesis razonable?.

4 DEFINICION DEL TRAFICO DE CALCULO

Una posibilidad es determinar la capacidad máxima de una infraestructura viaria, definida como su facultad para absorber un flujo móvil de vehículos con seguridad razonable dentro de un periodo de tiempo.

El Manual de Capacidad [2] establece una formulación matemática (1) en función del tipo de vía, que determina la Intensidad máxima de vehículos, por ejemplo para autovías:

$$IS_i = 2.200 \cdot N \cdot f_A \cdot f_{VP} \cdot f_c \quad (1)$$

En donde:

- N = Número de carriles en un sentido en la autopista.
- f_A = Factor de ajuste por el efecto de carriles de anchura restringida y/o distancia a obstáculos laterales.
- f_{VP} = Factor de ajuste debido a la presencia de vehículos pesados de la corriente circulatoria (2):

$$f_{VP} = \frac{1}{1 + P_C \cdot (E_C - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)} \quad (2)$$

En donde:

- E_C y E_R =Equivalentes de vehículos ligeros para los camiones/autobuses y vehículos de recreo, respectivamente del flujo circulatorio.
- P_C y P_R = Proporción de camiones/autobuses y vehículos de recreo, respectivamente, en el flujo circulatorio.
- f_C = Factor de ajuste por el efecto de la población o tipo de conductores.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -
TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

Otra opción es utilizar modelos de generación/distribución [3] teniendo en cuenta variables básicas como:

- Población
- Monitorización
- Nivel de renta
- Entorno Socioeconómico
-

Haciendo uso de las previsiones de estas variables para los años de referencia en la prognosis será posible obtener el dato futuro de IMD.

Además de estos modelos existen recomendaciones, como por ejemplo la que tiene publicada la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.

Esta Orden, establece en el punto 5 del Anexo II – Parámetros de eficiencia para los estudios y proyectos de carreteras – los incrementos de tráfico a utilizar en los estudios de tráfico.

Después de plantear una serie de hipótesis el **método elegido** para determinar una Intensidad Media Diaria (IMD) de vehículos que nos sirva para el dimensionamiento y cálculo de la medida correctora, en este caso pantalla acústica en el año horizonte, se ha definido de la siguiente forma, se han considerado los siguientes datos de partida:

- IMD utilizada en la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido 2007.
- IMD actual (Plan de Aforos 2015).

De estos dos valores de IMD se ha escogido el mayor entre ellos, obteniendo así una IMD máxima de partida. A esta IMD máxima de partida se le ha aplicado el Anexo II de la Orden FOM 3317/2010 de 17 de diciembre, la cual señala a partir del 2017 un incremento anual acumulativo del 1,44%.

Teniendo en cuenta una vida útil de la pantalla de 20 años se ha aplicado este incremento anual y acumulativo a la IMD máxima, obteniendo el siguiente valor:

Tabla 2: Valores de IMD.

Tramo	IMD Mapa de Ruido	IMD 2015	IMD máxima	IMD escenario de cálculo
32010	37.260	23.817	37.260	49.594
32020	18.782	17.034	18.782	24.999

Evolución IMD FOM 3317/2010

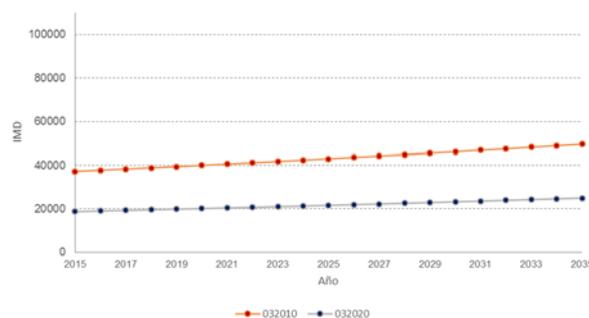


Fig. 3: Evolución del tráfico en 20 años con un incremento acumulativo 1,44%.

5 DIMENSIONAMIENTO DE LA PANTALLA ACUSTICA

Como una primera aproximación y antes de la realización del modelo acústico con las dimensiones correctas de la pantalla a instalar, se realiza un cálculo atendiendo a lo recogido en la "Guide du Bruit des Transports" [4] con el fin de obtener un primer dimensionamiento aproximado.

Permite calcular la eficacia de una pantalla acústica, y al revés, las dimensiones de la pantalla acústica en función de la eficacia deseada, de una manera simple, mediante la lectura de ábacos.

El cálculo se aborda por medio de dos ábacos relacionados entre sí:

- Abaco 1. Cálculo de la eficacia de una pantalla infinitamente larga (difracción pura): dimensionamiento en altura.
- Abaco 2. Cálculo de la energía transmitida de los bordes laterales de la pantalla y de su eficacia global: dimensionamiento en longitud.

Para aplicar el método se necesitan conocer los siguientes valores:

- Distancia del receptor a la carretera.
- Eficacia de la pantalla que queremos construir, es la diferencia entre los valores obtenidos del cálculo con la nueva IMD horizonte y los valores límite establecidos en la legislación autonómica

La lectura de los ábacos nos permite obtener una primera aproximación de las dimensiones de las pantallas acústicas. Posteriormente es necesario usar el software de simulación acústica que permita estudiar todos los fenómenos de la difracción, con el fin de optimizar las dimensiones de las pantallas proyectadas:



Fig. 4: Niveles Acústicos sin pantalla

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -
TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

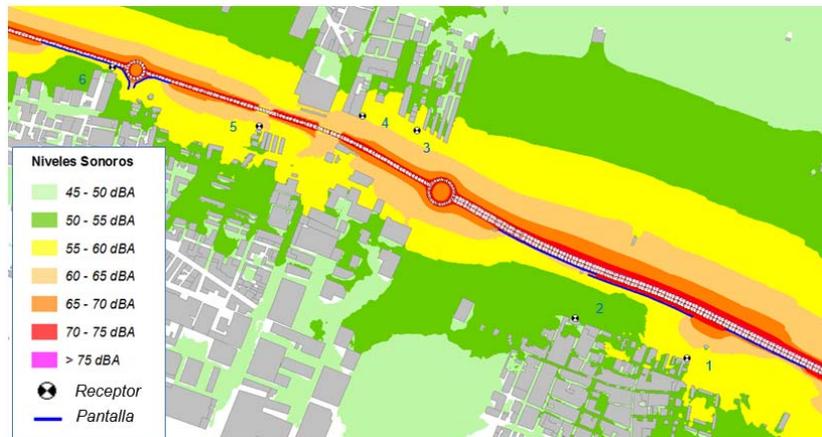


Fig. 5: Niveles Acústicos con pantalla

6 IMPLANTACION E INTEGRACION PAISAJISTICA DE LA PANTALLA EN EL ENTORNO

Definida las dimensiones de la pantalla en el año horizonte a la hora de ejecutar la obra se puede implantar por fases, esto es, ejecutar en primer lugar la cimentación para la altura total calculada en el año horizonte, así como los elementos estructurales y los paneles absorbentes con la altura mínima necesaria para proteger en el año 0 y a medida que pasen los años ir suplementados hasta alcanzar la altura definida para el año horizonte, con el consiguiente ahorro económico y eficiencia de la inversión.

El dimensionamiento de la pantalla acústica no se debe limitar a sus dimensiones y composición, sino que se debe buscar una adecuada integración paisajística, minimizar el coste de mantenimiento y evitar las actuaciones de vandalismo.

Dentro del objetivo de integración paisajística, se analiza tanto el entorno urbano colindante (trasdós de las pantallas) como de la percepción desde el viario.

Con ese fin las pantallas no se deben ubicar inmediatamente al borde de la calzada, compatibilizando el punto de vista exclusivamente acústico con el paisajismo y se retranquean cuando es posible creando una jardinera flanqueada por un murete de mampostería u hormigón. La sección se completa con el acondicionamiento o implantación de los elementos de contención necesarios.

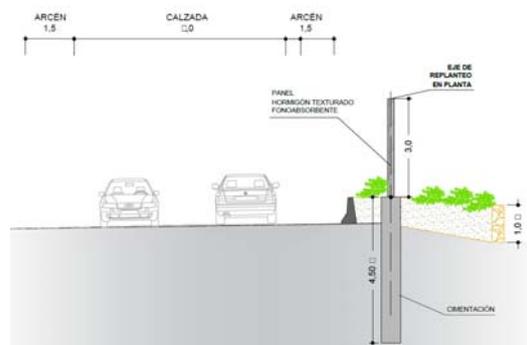


Fig. 6: Ejemplo Diseño Pantalla



FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -
TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre**

7 CONCLUSIONES

El dimensionamiento de una pantalla acústica como medida correctora ante la afección generada por una infraestructura viaria, debe ser realizada desde un punto de vista holístico y con una efectividad en un periodo temporal mínimo de 20 años, que garanticen la sostenibilidad de la actuación y su eficiencia.

Se ha presentado una hipótesis de cálculo que se ha empleado en 8 proyectos constructivos reales en carreteras de la Generalitat Valenciana cuya ejecución nos permitirán evaluar la validez de la hipótesis en el tiempo y determinar si es necesario alguna corrección del método.

AGRADECIMIENTOS

GENERALITAT VALENCIANA y a la empresa CIVIL MATENG, S.L.

REFERENCIAS

[1] Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. «DOUE» núm. 189, de 18 de julio de 2002, páginas 12 a 25.

Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. «BOE» núm. 276, de 18 de noviembre de 2003, pp. 40494 - 40505.

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. «BOE» núm. 301, de 17 de diciembre de 2005, pp. 41356 - 41363.

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. «BOE» núm. 254, de 23 de octubre de 2007, pp. 42952 – 42973

[2] Manual de capacidad de carreteras HCM 2010, Manuel Romana; Miguel Nuñez; Juan Miguel Martínez; Rafael Diez de Arizaleta. Editorial, FC Editorial, ISBN: 978-84-16671-19-9

[3] Ingeniería de Tráfico, Antonio Valdés Gonzalez-Roldan, Bellisco Ediciones, 2008

[4] Guide du bruit des transports terrestre, Centre D'etudes des Transports Urbains (CETUR), 1980