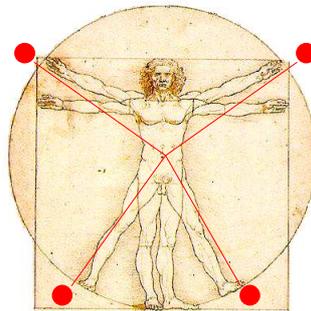


TECNOLOGÍ@ y DESARROLLO

Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

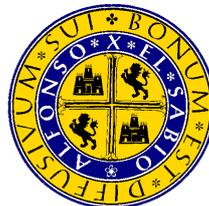
VOLUMEN VII. AÑO 2009

SEPARATA



ESTUDIO DE LA TIPOLOGÍA DE LAS PANTALLAS ACÚSTICAS. NORMATIVA Y ESTADO DEL ARTE

Marta Serrano Pérez, Laura Abad Toribio, Rafael Magro Andrade,
Tomás García Martín



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO
Escuela Politécnica Superior
Villanueva de la Cañada (Madrid)

© Del texto: Marta Serrano Pérez, Laura Abad Toribio, Rafael Magro Andrade y Tomás García Martín, Junio, 2009.

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD09_002.pdf

© De la edición: *Revista Tecnol@y desarrollo*

Escuela Politécnica Superior.

Universidad Alfonso X el Sabio.

28691, Villanueva de la Cañada (Madrid).

ISSN: 1696-8085

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo, ni su almacenamiento o transmisión ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.

Tecnol@y desarrollo. ISSN 1696-8085. Vol.VII. 2009.

ESTUDIO DE LA TIPOLOGÍA DE LAS PANTALLAS ACÚSTICAS. NORMATIVA Y ESTADO DEL ARTE

Marta Serrano Pérez (a), Rafael Magro Andrade (b),

Laura Abad Toribio (c) , Tomás García Martín (d)

- (a) Lcda en Ciencias Físicas. Área de Matemáticas y Física Aplicadas. Universidad Alfonso X el Sabio. Avda de la Universidad nº 1, Villanueva de la Cañada, 28691
Tf: 918105207, email: mserrper@uax.es
- (b) Dr Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Director de la Escuela Politécnica Superior. Universidad Alfonso X el Sabio
Tf: 918105087, email: rmagrand@uax.es
- (c) Dra en Ciencias Físicas. Área de Matemáticas y Física Aplicadas. Universidad Alfonso X el Sabio
Tf: 918105207, email: labad@uax.es
- (d) Dr Ingeniero Químico. Subdirector de la Escuela Politécnica Superior. Universidad Alfonso X el Sabio,
Tf: 918109145, email: tgarcmar@uax.es

RESUMEN:

En este artículo se pretende dar una visión global de la normativa sobre ruido ambiental, así como del concepto de pantalla acústica, sus diferentes tipologías y su utilidad como medida correctora al problema generado por el ruido del tráfico.

PALABRAS CLAVE: Ruido Ambiental, contaminación acústica, pantalla acústica, pantalla antirruído, fuentes sonoras, normativa.

ABSTRACT:

In this article a global vision of the regulation is tried to give on environmental noise, as well as of the concept of acoustic barrier, its different kinds and its usefulness as corrective action to the problem generated by the noise of the traffic.

KEY-WORDS: Environmental noise, acoustic pollution, acoustic barrier, antinoise barrier, sonorous sources, regulation.

SUMARIO: 1. Introducción, 2. Ruido Ambiental: Situación actual, 3. Las actuaciones contra el ruido, 4. Las pantallas antirruído. Generalidades, 5. Uso de las pantallas antirruído, 6. Consideraciones finales y conclusiones, 7. Referencias

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/MAD_24_009.pdf

SUMMARY: 1. Introduction, 2. Environmental noise. Current situation, 3. The actions against the noise, 4. Acoustic-barriers. Overview, 5. Use of the noise-reduction screens, 6. Final considerations and conclusions, 7. References.

1. Introducción

El ruido es un sonido complejo y puede ser caracterizado por la frecuencia de los sonidos puros que lo componen, y por la amplitud de la presión acústica correspondiente a cada una de estas frecuencias. Si estas últimas resultan ser muy numerosas, se puede caracterizar el ruido por el reparto de la energía sonora en bandas de frecuencia contiguas, definiendo lo que se denomina espectro fundamental del ruido. El espectro de las frecuencias de un ruido varía aleatoriamente a lo largo del tiempo, a diferencia de otros sonidos complejos, como pueden ser los acordes musicales, que siguen una ley de variación precisa. Existen multitud de variables que permiten diferenciar unos ruidos de otros, como pueden ser su composición en frecuencias, su intensidad, su variación temporal, su cadencia y ritmo, etc.

El ruido, es sin lugar a dudas, uno de los mayores problemas generados por el tráfico rodado. El hecho de que los ciudadanos y las administraciones hayan tomado conciencia de que la contaminación acústica debida al tráfico es uno de los factores que causan un gran deterioro en la calidad de vida de las personas, hace que la instalación de barreras acústicas a lo largo de las vías de penetración y circunvalación de las grandes ciudades haya sufrido un incremento espectacular en los últimos años. Esto es debido principalmente a que las pantallas antiruido constituyen, en la mayoría de los casos, la solución óptima para la reducción del ruido que percibe la población afectada.

Las pantallas acústicas producen un efecto de atenuación del ruido en la zona del receptor. Esta atenuación depende fundamentalmente de las dimensiones de la pantalla, que son las que determinan la cantidad de energía sonora directa y difractada. La eficacia frente a la transmisión del ruido viene dada por la capacidad de aislamiento de la pantalla que, además de sus dimensiones, depende del material de construcción, así como de su emplazamiento relativo respecto a la situación de la fuente emisora y de la zona de recepción a proteger. Como consecuencia de todo esto, actualmente el estudio y desarrollo de todo tipo de pantallas acústicas está en auge. Es por eso que en la actualidad las firmas fabricantes desarrollan y patentan sus propios elementos y materiales constructivos, (J. Pfretzchner; F. Simón; 1997) [1].

Aún así, la tecnología se encuentra en un punto muerto en lo referente al análisis del borde superior de la pantalla, que es el principal causante de la difracción. Es precisamente la minimización de este fenómeno la que debe acometerse para optimizar la atenuación de la intensidad sonora al otro lado de la pantalla con el fin de alcanzar un nivel de ruido ambientalmente aceptable.

2. Ruido ambiental. Situación actual

Desde el punto de vista *físico-técnico*, el ruido puede definirse como la combinación de tonos puros a las distintas frecuencias que posee un espectro de frecuencia continuo, de amplitud y longitud de onda irregulares. [El Real Decreto](#) 1909/1981, de 24 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-81 (posteriormente NBE-CA-88 y en la actualidad Código Técnico de la Edificación aprobado en el Real Decreto 314/2006) es el que establece en su Anexo 1 esta definición de ruido "*mezcla compleja de sonidos con frecuencias fundamentales diferentes*"[2].



Figura 1: Medición de ruido en la zona de copas de Malasaña (Madrid) : CLAUDIO ÁLVAREZ

Fuente: www.ruidos.org/prensa/

Aunque físicamente no existe ninguna distinción entre sonido y ruido, en el ámbito medioambiental y de la [edificación](#), se define como *ruido* todo [sonido](#) no deseado. Así, desde este punto de vista, la música puede *ser calificada como ruido* por toda aquella persona que en un momento determinado no desee oírla. Citando a Napoleón Bonaparte "*La música es el más bello de los ruidos... pero ruido al fin.*"

La *Norma Básica de la Edificación*, mencionada anteriormente *NBE-CA-81* sobre condiciones acústicas en los edificios define *sonido* como la "*sensación auditiva producida por una onda acústica. Cualquier sonido complejo puede considerarse como resultado de la adición de varios sonidos producidos por ondas senoidales simultáneas*".

En el ámbito español, el *Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas* aprobado por Decreto 2414/1961, de 30 de Noviembre fue la primera norma que, aun sin dar un concepto de ruido, lo estimó como una incomodidad a efectos de calificar las actividades que produzcan ruidos como molestas, sin llegar a precisar nada más.

La Resolución del Consejo de las Comunidades Europeas de 17 de mayo de 1977 relativa a la prosecución y la ejecución de una política y de un programa de acción de las Comunidades Europeas en materia de medio ambiente, define el ruido como un "*conjunto de sonidos que adquieren para el hombre un carácter afectivo desagradable y más o menos inadmisibles a causa, sobre todo, de las molestias, la fatiga, la perturbación y, en su caso, el dolor que produce*" [3].



Figura 2: Campaña control de ruido
Fuente: <http://www.lhh.org/>

En la Figura 2 se muestra el cartel de la campaña contra el ruido, tomada de la página Web, <http://www.lhh.org/>. La celebración de este día internacional, instaurado por la asociación "League for the Hard of Hearing", tiene como objetivo la concienciación de la sociedad sobre esta forma de contaminación. Las consecuencias que la contaminación acústica provoca en la salud se reflejan tanto a nivel fisiológico como psicológico y los efectos de estos pueden llevar a la persona que lo padece a sufrir estrés, disminución del rendimiento laboral o alteraciones del sueño.

Por otra parte, puede decirse que el ruido ha representado un importante problema ambiental para el hombre a lo largo de su historia. Así, por

ejemplo en el Imperio Romano ya existían normas relativas al ruido emitido por las ruedas de hierro de los carros, que al rozar con las piedras del pavimento, podían molestar a los ciudadanos.

En la Roma del siglo I, Plinio el Viejo nos dejó escrito en su tratado *Historia Natural* la observación que hizo de personas que vivían junto a las cataratas del Nilo, muchas de las cuales sufrían sordera. En la Europa Medieval se prohibió el uso de los carruajes en ciertas ciudades durante la noche, con el fin de asegurar un sueño tranquilo a sus habitantes. Ejemplos como estos se pueden encontrar a lo largo de los siglos. El ruido es pues, causa de preocupación entre la población desde épocas remotas. En la actualidad, constituye un problema grave y creciente, que afecta diariamente a todas aquellas personas que viven y trabajan en entornos urbanos. Además de ser molesto, el ruido ambiental, es nocivo ya que perturba el sueño, puede producir estrés, irritabilidad, cansancio y pérdida de audición, reduce la capacidad de concentración y el rendimiento en el trabajo.

En la Unión Europea, se ha estimado que el coste anual de las afecciones producidas por el ruido (costes externos del ruido para la sociedad), considerando la estimación más conservadora, es aproximadamente del 0,2% del PIB (Según la referencia 4, Memoria del Medio Ambiente en España, del año 2006) [4].

En 1972 la Organización Mundial de la Salud (OMS) catalogó el ruido como una forma más de contaminación. Hasta entonces, la contaminación acústica era considerada como una cuestión inherente al desarrollo, algo inevitable con lo que el ser humano tenía que convivir.

Siete años después, la Conferencia de Estocolmo clasificaba al ruido como un contaminante específico. A partir de este momento, se toma conciencia del problema, y se comienza a investigar tanto en los diagnósticos como en las posibles soluciones intentando compatibilizar la evolución tecnológica y el desarrollo con la calidad de vida, desde el punto de vista medioambiental.

Numerosos estudios concluyen que un ruido constante por encima del nivel de 55 dB puede provocar cambios en el sistema hormonal e inmunitario, afectando al ritmo cardíaco y aumentando la tensión arterial. El ruido, también afecta a la comunicación entre las personas, pudiendo provocar aislamiento ante la incapacidad del organismo de comunicarse adecuadamente. En un informe sobre el ruido ambiental publicado en

1974 por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos se recomendaba que el nivel sonoro promediado durante las 24 horas no debía superar los 70 decibeles en orden a evitar lesiones para la salud de la población. (Report to The President and Congress On Noise <http://nepis.epa.gov/EPA/html/pubs/pubtitleORD.htm>) [5].

Citando a Manuel Conde-Pumpido, Defensor del Pueblo Andaluz "... yo mismo confieso que al recibir en 1992, como Adjunto Primero de la Institución, este tipo de quejas no era consciente de la importancia y extensión de lo que, de forma simplificada, denominamos 'las quejas por molestias de ruidos'. Más tarde fui comprendiendo, a través de las cartas de las familias afectadas, la importancia de esta auténtica agresión a la intimidad familiar, a la convivencia de las familias, a la perturbación del descanso, sobre todo, nocturno, hasta llegar, en ocasiones, a la depresión y al abandono de sus propios domicilios" [6].



Figura 3: Ruido generado por tráfico rodado

Fuente: <http://vicentvercher.wordpress.com/2008/04/18>

Los altos niveles de ruido hacen que el cuerpo aumente la producción de adrenalina y otras hormonas, lo que eleva el estrés y debilita el sistema inmunitario. El [ruido ambiental](#) de las grandes ciudades causa [insomnio](#) o [alteraciones del sueño](#) a casi uno de cada cinco habitantes (al 18,75%), y estrés, ansiedad y falta de concentración o de comprensión a más del 27%, según concluye una encuesta realizada por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación a 800 vecinos de diez ciudades con más de 250.000 habitantes (Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Zaragoza, Palma de

Mallorca, Bilbao, Córdoba, Vigo y Gijón). El 17,5% de los encuestados afirmó que la contaminación acústica les causa dolor de cabeza y uno de cada cuatro manifestó que les hace estar más irritables y agresivos. Otros entrevistados aseguraron que, a causa del ruido, padecían problemas de memoria (8,33%), tristeza y síntomas depresivos (5,83%), falta de deseo sexual (2,5%) o ataques de pánico (1,67%). Además, a casi la mitad de los encuestados le molesta bastante o mucho la contaminación acústica, y un 17% asegura que ha visto afectada su actividad diaria por esta causa.

Durante los últimos años, los niveles de ruido han aumentado notablemente en los países industrializados, aumento que está ligado al incremento de población, a la industrialización de la mayoría de actividades y a la utilización de un mayor número de vehículos a motor.

Debido a esto en 1996 en la Unión Europea se publica un importante documento, el denominado *Libro Verde sobre el medio ambiente urbano*, en el que se facilitan datos preocupantes, como que 250 millones de personas en la UE están afectadas por el ruido, se indica también el coste que esto supone y se mencionan los efectos fisiológicos y psicológicos que el ruido produce en estas personas. En el año 2003 se publicó la *Directiva 49 de la Unión Europea sobre Evaluación y Gestión de Ruido Ambiental*, que se traspuso a la legislación Española en el año 2004 con la aparición por primera vez de la *Ley de Ruido* y su normativa que se desarrolla en el año 2005.

La Directiva sobre Ruido Ambiental define dicho ruido como «el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transportes, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los descritos en el Anexo I de la Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de Septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación», Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. [7]. En cuanto a los lugares en los que se padece el ruido, la *Directiva sobre Ruido Ambiental* es de aplicación «al ruido ambiental al que estén expuestos los seres humanos».

Esto se produce en particular en zonas urbanizadas, en parques públicos u otros lugares tranquilos dentro de una aglomeración urbana, en zonas tranquilas de campo abierto, en las proximidades de centros escolares y en los alrededores de hospitales, y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido, pero no únicamente en ellos.

En el libro *Economía del Transporte*, Ginés de Rus Mendoza escribe, «De hecho se calcula que en la unión Europea, el 20% de la población, esto es unos 100 millones de personas soportan niveles de ruido inaceptables, se encuentran sometidos a niveles sonoros superiores a los 65 dB, límite aceptado por la O.M.S. Una cifra que ronda aproximadamente el doble vive en entornos con niveles de ruido considerados molestos. El transporte por carretera aparece como principal causante del problema, mientras que el ruido generado por el ferrocarril afecta al 2% de la población, y el transporte aéreo sólo a un 1%» [8].

Según un informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (*Lutter contre le bruit dans les années 90*. OCDE, Paris, 1991), España era a finales de los años 80 el miembro europeo de la OCDE con mayor índice de ruido, y el segundo en el ranking mundial después de Japón [9].

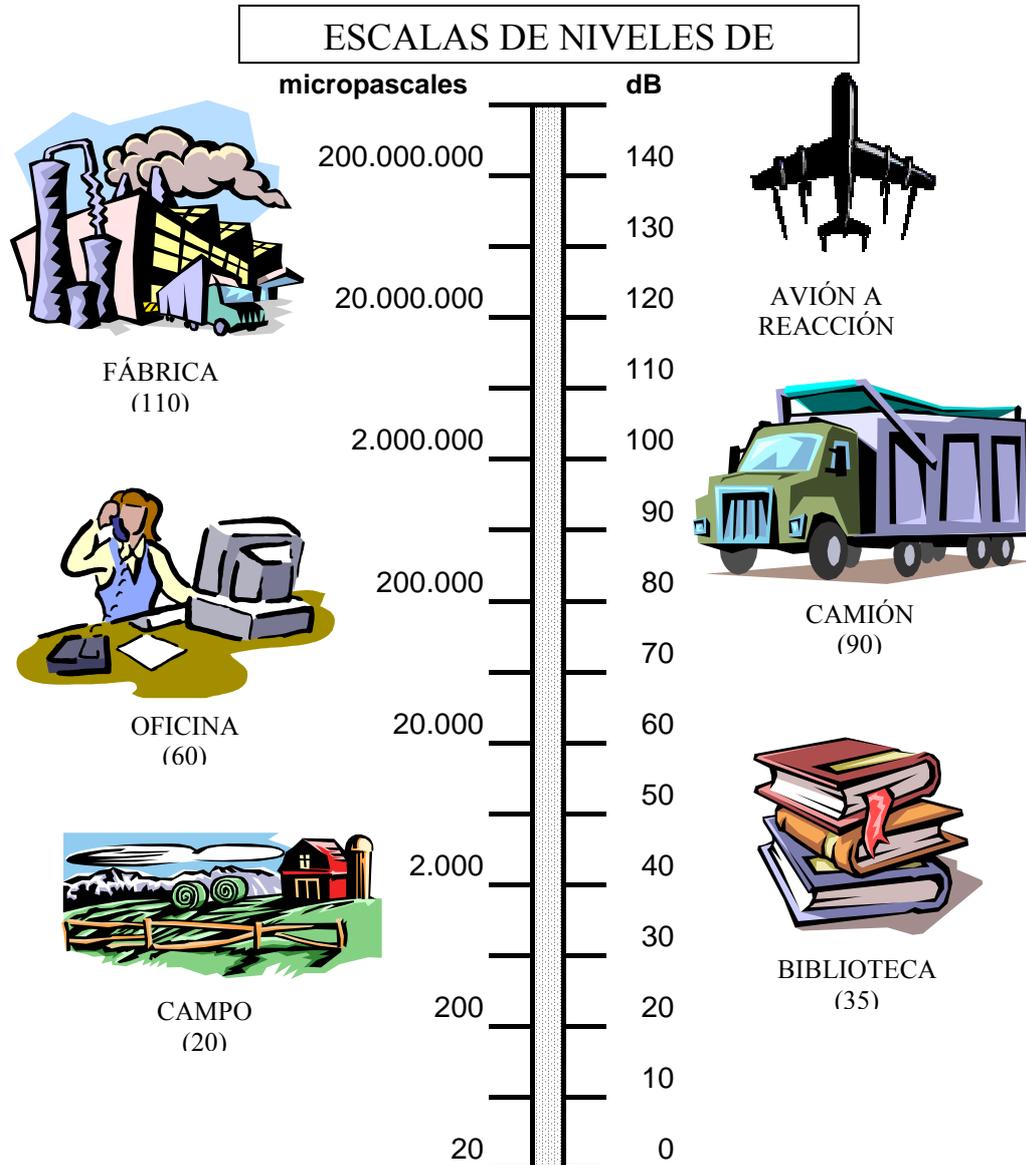
La Tabla 1, que se muestra a continuación, muestra la comparación de algunos sonidos comunes y su efecto desde el punto de vista del daño potencial para la audición. El ruido comienza a dañar la audición a niveles de alrededor de 70 dBA.

Sonidos Característicos	Nivel de presión sonora (dB)	Efecto
Zona de lanzamiento de cohetes (sin protección)	180	Pérdida auditiva irreversible
Sirena Antiaérea	140	Dolor fuerte
Trueno	130	
Despegue de jets (60m)	120	
Martillo neumático Concierto de rock	110	Extremadamente fuerte
Petardos	100	Muy fuerte
Tránsito urbano	90	Muy molesto
Reloj despertador (0,5m)	80	Molesto
Restaurante Ruidoso Oficina	70	Difícil uso del teléfono
Conversación Normal	60	Intrusivo
Tránsito de vehículos livianos (30m)	50	Silencio
Dormitorio	40	
Biblioteca	30	Muy silencioso
Estudio de radio difusión	20	
	10	Apenas audible

Tabla 1. Niveles sonoros y respuesta humana. Fuente: [Noise Pollution Clearinghouse](#)[10]

Tabla 2.

Fuente:



www.dgt.es/was6/portal/contenidos/documentos/la_dgt/recursos_humanos_empleo/opus_iciones/TEMA_074.pdf

En la Tabla 2, se muestran las escalas de niveles de ruido. Los diferentes medios de transporte de personas y mercancías y toda la actividad urbana (obras, actividades

industriales, ocio, megafonía,...) han contribuido al aumento de los niveles de ruido hasta convertir la contaminación acústica en un problema añadido de la vida en la ciudad. El ruido excesivo tiene consecuencias negativas en nuestra salud física y mental y en nuestras relaciones sociales. El 72% de las calles de Madrid, por ejemplo, soporta niveles superiores a 65 decibelios, límite a partir del cual la Organización Mundial para la Salud considera el ruido peligroso.

El ruido considerado nocivo y en general todo tipo de sonido, tiene dos componentes:

- Una objetiva, que es el sonido en sí, y por tanto, es medible y cuantificable.
- Otra subjetiva, *'la sensación que nos produce'*, que no se puede medir pues depende de: quién, dónde, cuándo y cuánto se perciba el sonido.

Según escribe Eduardo Colombo [11], *"un nivel acústico correspondiente a 100-110 dB en una discoteca resulta aceptable e incluso agradable para quién se encuentre allí divirtiéndose, en cambio 40 dB para esa misma persona pueden resultar insoportables si lo que intenta es dormir"*.

Debido a esta dualidad, debemos ser conscientes de que el problema del ruido ambiental no es la evaluación del sonido en sí, sino la evaluación de la molestia que éste produce, y esta molestia depende de gran cantidad de factores. Depende de las características del propio sonido (energía, frecuencias, evolución temporal...) y por supuesto depende también del receptor, su ubicación, su naturaleza y su actividad.

En la Figura 4 se muestran las fuentes principales de ruido urbano.

FUENTES PRINCIPALES DE RUIDO URBANO

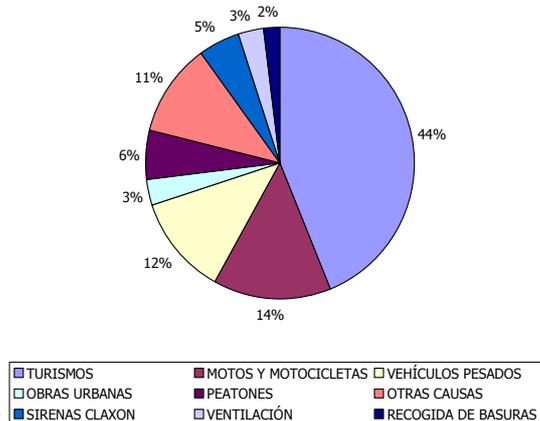


Figura 4: Fuentes principales de ruido urbano

Fuente: www.monografias.com/.../contamacus.shtml

Determinar de forma fehaciente las posibles **fuentes** de ruido urbano conlleva un trabajo minucioso de campo, consistente en ir tomando apuntes de aquellas causas que, a juicio de los técnicos, actúan en el origen de los niveles de ruido que se estaban produciendo.

Un reciente estudio sobre el impacto psicosocial del ruido ambiental elaborado, dentro de la Agenda 21, por el Ayuntamiento de Bilbao en el año 2006 [12], muestra la diferente percepción de la molestia por exposición al ruido ambiental producida por los distintos tipos de fuentes de ruido que operan en el medio ambiente urbano. La valoración se realizó mediante encuesta a los ciudadanos sobre las molestias percibidas cuando se encuentran en casa. Estos resultados se muestran en la Tabla III. En ella puede apreciarse que a la población las fuentes de ruido que le resultan más molestas son los automóviles, motos, camiones, bocinas, en general el ruido del tráfico. Por el contrario el ruido producido por tiendas, talleres o la actividad industrial es percibido por la población como poco molesto.

	No Molesta	Molesta
Tiendas, comercios, mercancías	96,0%	4,0%
Talleres, industrias	95,4%	4,6%
Instalaciones de edificios	95,1%	4,9%
Gente paseando, niños jugando	94,7%	5,3%
Trenes	92,9%	7,1%
Bares, terrazas	87,4%	12,6%
Discotecas (ocio nocturno)	86,1%	13,9%
Limpieza de vías	84,0%	16,0%
Construcciones y obras	73,7%	26,3%
Recogida de residuos urbanos	73,5%	26,5%
Autobuses, camiones	70,5%	29,5%
Bocinas, sirenas	69,3%	30,7%
Motos	60,4%	39,5%
Automóviles	59,9%	40,1%
Tráfico rodado	50,5%	34,9%

Tabla 3. Impacto diferencial de las distintas fuentes de ruido. Fuente: Ayuntamiento de Bilbao [12]

Los resultados de este estudio ponen de manifiesto que, aún considerando las variaciones de carácter geográfico que se producen, dependiendo de la configuración urbanística de los distintos barrios y áreas del municipio, se constata la importancia del ruido producido por los medios de transporte, apareciendo éste a la cabeza de las fuentes de ruido más molestas.

A pesar de lo expresado en este informe al que nos estamos refiriendo, y de ser el tráfico rodado el foco más molesto para los ciudadanos, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) la fuente de ruido más denunciada es el ocio nocturno, al ser el objeto del 37 por ciento de las reclamaciones frente al 6 por ciento que denuncian el tráfico viario [13].

Las administraciones públicas son objeto de una presión cada vez mayor, ejercida por una legislación tan estricta como la directiva europea sobre ruido, y por el público en general.

Dada la existencia de estos elevados niveles de ruido generados principalmente por el tráfico rodado, la aviación, la actividad industrial y el propio vecindario, resulta cada vez mayor el número de reclamaciones y litigios legales. En la actualidad, cada vez hay más denuncias y quejas de particulares, sobre todo en núcleos urbanos, y es más urgente la necesidad de tomar medidas contra este problema. El ruido, es considerado por *el Defensor del Pueblo, Enrique Múgica* como un impacto que «afecta a la dignidad humana».

Como señaló Múgica antes de su comparecencia ante la comisión parlamentaria el 8 de marzo de 2005 [14], *«Recibimos cada año 29.000 denuncias. El ruido provoca influencias muy negativas sobre la salud. Hay que buscar responsables no sólo en los ayuntamientos. Otras instituciones también pueden contrarrestar esta contaminación creciente»*.

De lo anteriormente expuesto se deduce la necesidad de localizar las zonas con un alto índice de ruido, encontrar soluciones y ejecutar planes de actuación.

En la Jornada de reflexión y debate: *“El ruido en el transporte. Demanda social y respuesta Institucional” Madrid, 28 de Noviembre de 2007*, Fernando Segués (Director del Programa de Contaminación Acústica del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas – CEDEX) dijo textualmente: *«Respecto a las actuaciones contra el ruido, simplemente recordar que como prácticamente todos los problemas ambientales las actuaciones hay que abordarlas desde el principio, desde la planificación de las infraestructuras y la ordenación del territorio. Tenemos que seguir recordando que la mejor actuación contra el ruido es alejar en el espacio y diría que también en el tiempo, las fuentes y los receptores,... no podemos evitar que se produzca ruido, pues vamos a intentar que no moleste al receptor; y en último término es cuando tenemos que actuar en el medio de propagación, es cuando tenemos que plantear el construir una barrera acústica o una pantalla... »* [15].

Los ruidos producidos por la circulación viaria tienen su origen en el vehículo, que es la fuente emisora. Puede originarse en los propios elementos mecánicos que lo componen o en su movimiento. El ruido de la circulación rodada está formado por la acumulación del conjunto de los niveles de ruido producidos de forma individual por cada uno de los vehículos que hay en funcionamiento.

Para velocidades superiores a 60 km/h en turismos y 80 km/h en camiones, el ruido de rodadura es más importante que todos los demás, de manera que, a partir de esas velocidades, quedan enmascarados los demás. También influye el régimen de revoluciones del motor de forma que si funciona a un régimen de 1.000 rpm (revoluciones por minuto), el nivel de presión sonora puede ser de unos 70 dBA, y que se elevan a más de 100 dBA si sobrepasa las 4.000 rpm. Esto supone que, a igualdad de condiciones, un vehículo circulando a 4.000 rpm, produce tanto ruido como 32 vehículos desplazándose a 2.000 rpm. Por esto, los habitáculos que alojan los motores deben aislarse lo mejor posible, con el fin de evitar en la medida de lo posible la propagación de ruido al exterior.

Otro aspecto a tener en cuenta es el combustible utilizado por los vehículos, ya que los motores de gasóleo son, en general, más ruidosos que los de gasolina.

También se observan diferencias al analizar el tipo de vehículo emisor. Así, los turismos modernos presentan valores similares entre sí, mientras que los camiones, autobuses, motos, etc., dan lugar a niveles sonoros mucho más variables, ya que la gama de factores que intervienen es de mayor amplitud.

En la Tabla 4 se exponen los niveles de ruido máximos medidos a una distancia de 1,5 m de la fuente productora:

FUENTES DEL RUIDO DE LA CIRCULACIÓN		
ESTADO DEL VEHÍCULO	ELEMENTO PRODUCTOR	NIVEL MÁXIMO ESTIMADO [en dB(A)]
PARADO	Motor	78
	Ventilador	82
	Admisión de aire	75
	Escape	85
EN MOVIMIENTO	Carrocería (aerodinámicos)	variable con la velocidad y con el diseño del perfil
	Neumáticos (rodadura)	95

Tabla 4. Fuente:

www.dgt.es/was6/portal/contenidos/documentos/la_dgt/recursos_humanos_empleo/operaciones/TEMA_074.pdf

Como puede observarse, el ruido debido a la rodadura constituye la fuente más importante, siendo esta fuente la que preocupa más en la actualidad y a la que se están dedicando mayores atenciones y recursos en la investigación.

Los factores que más influencia tienen son los siguientes:

- La velocidad de circulación, que puede proporcionar aumentos entre 9 y 13 dB(A) cada vez que se duplica.
- La clase y el dibujo de las cubiertas. Un dibujo transversal puede producir 3 dB(A) más que los longitudinales.
- La presión de inflado, su nivel de desgaste y estado de conservación.
- El tipo de pavimento (características de la superficie de rodadura)

Los principales focos de ruido ambiental a los que están expuestos los habitantes de una ciudad, dejando al margen las situaciones puntuales (como las zonas de ambiente nocturno de fin de semana) son:

- Instalaciones: industria, centros comerciales, zonas recreativas...
- Infraestructuras del transporte: carreteras, ferrocarriles, aeropuertos,
- Tráfico rodado

De todos ellos, la principal fuente emisora, como ya ha quedado patente es la constituida por los vehículos (el tráfico rodado), de hecho existe un gran consenso para apuntar que nada menos que el 80% de la contaminación acústica que se genera en nuestras ciudades procede de esta fuente.

Se constata según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que hay un predominio de los ruidos provocados por los medios de transporte en relación con las demás fuentes de ruido y, en concreto, que dependiendo de cada país entre el 15 y el 40% de la población está sometida a niveles de ruido superiores a los 65 dB procedentes del tráfico.

Esto se debe a que a partir de los años sesenta se produjo un aumento exponencial de los medios de transporte, provocando un sensible incremento de los niveles de ruido de fondo en los ambientes exteriores, principalmente en los núcleos urbanos.

No obstante, ha de tenerse en cuenta que los vehículos producen ruido tanto parados como en movimiento, pues son dos los elementos que contribuyen a la contaminación acústica:

- el motor
- el rozamiento

El motor y todos los elementos que permiten el funcionamiento del vehículo generan en mayor o menor medida ruido, por eso los fabricantes introducen innovaciones cada vez más silenciosas en los nuevos vehículos.

El rozamiento entre los neumáticos y el pavimento producen a su vez un nivel considerable de ruido, sobre todo a medida que aumenta la velocidad. En este sentido, las innovaciones en los materiales del pavimento permiten reducir estos niveles considerablemente (una calzada adoquinada puede emitir más de 82 dB debido al paso de vehículos, mientras que este valor disminuye hasta los 77 dB si la calzada es semi-rígida o drenante). [16](Patricia Sánchez, 2009).

Por debajo de los 50 km/h, predomina el ruido debido a los componentes del motor. A medida que aumenta la velocidad del vehículo, la contribución acústica del rozamiento neumático-pavimento se hace cada vez más importante. [17].

Así pues, el ruido generado en carreteras, ferrocarriles y tráfico rodado, se puede analizar exhaustivamente lo que permite a las administraciones iniciar actuaciones reales de gestión de ruido ambiental; adecuando éste a la normativa legal y a las necesidades de sus ciudadanos.

Las medidas correctoras para reducir los niveles de ruido originados por la circulación de vehículos en la ciudad pueden plantearse bajo diferentes aspectos. Unos serán de carácter legal, otros se materializarán en la fase de diseño de la vía y en los materiales que se utilicen, y otros serán de carácter corrector, como la instalación de pantallas y túneles que dificulten la transmisión de la onda sonora desde el emisor al receptor.

Según el *Libro Verde*, el futuro no presenta un panorama muy positivo: «los datos muestran que el número de personas gravemente expuestas está disminuyendo, pero el problema global está aumentando. En muchas zonas urbanas los valores extremos de ruido de tráfico no aumentan, sino que lo hace el período de exposición a ruidos elevados. Mientras que en el pasado el período diurno entre las 8 y las 18 horas era el más ruidoso, ahora la noche resulta más ruidosa» (*Libro Verde*, 1996) [18]

3. Las actuaciones contra el ruido.

El texto que se transcribe a continuación corresponde a la referencia [19]: *Publicado el Real Decreto 1513/2005 por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del 17 de Noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.*

El pasado 17 de Diciembre se publicó en el B.O.E, el RD 1513/2005, de 16 de diciembre por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, de Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del Ruido ambiental y completar la incorporación a nuestro ordenamiento jurídico de la Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, tiene por objeto la regulación de la contaminación acústica para evitar y, en su caso, reducir, los daños que pueda provocar en la salud humana, los bienes o el medio ambiente. Se entiende por contaminación acústica la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, que

impliquen molestia o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza o que causen efectos significativos en el medio ambiente.

La citada ley incorporaba las previsiones básicas de la Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, previsiones que ahora se desarrollan y se completa la incorporación de la norma comunitaria sobre ruido ambiental.

Este Real Decreto tiene por objeto la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar los efectos nocivos, incluyendo las molestias, derivadas de la exposición al ruido ambiental, según el ámbito de aplicación de la directiva comunitaria que se incorpora.

Por ello se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto a una serie de medidas que permiten la consecución del objeto previsto como son los mapas estratégicos de ruido, los planes de acción y la información a la población.

A modo de ejemplo, en la Figura 5 se muestra el Mapa de ruido de la ciudad de Murcia. El Ayuntamiento de Murcia ha aprobado la elaboración de los mapas de ruido durante los próximos ocho meses con un presupuesto de 65.000 euros en cumplimiento de la Directiva de la Unión Europea para los municipios con una población superior a los 250.000 habitantes.

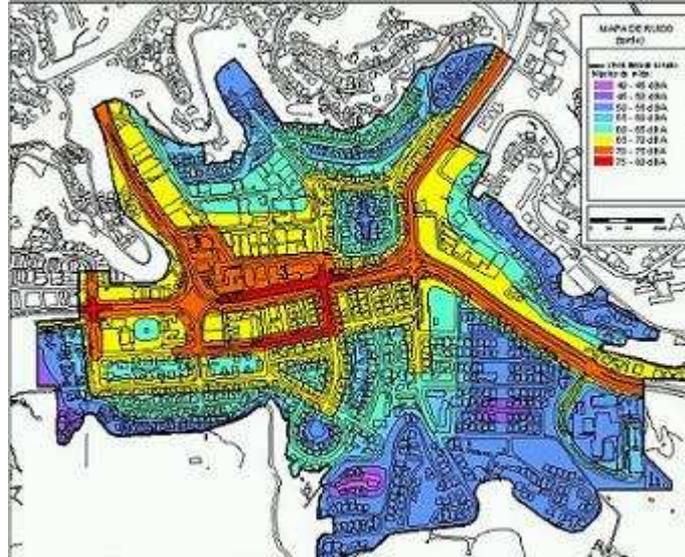


Figura 5: Mapa de ruido de la ciudad de Murcia

Fuente: www.reporterodigital.com

*Fernando Segué*s propone, en cuanto a las actuaciones contra el ruido empezar desde el principio, esto es desde la planificación de las infraestructuras y en la ordenación del territorio pues considera que «una barrera acústica en cierto modo es un fracaso de la planificación del transporte y del territorio» [15]

La mejor actuación contra el ruido es alejar en el espacio y el tiempo las fuentes y los receptores. Una vez hayamos hecho el trabajo en la *planificación y ordenación territorial*, empezaremos a actuar sobre la *fente*.

Según *Dámaso Alegre*, presidente de ANIPAR (Asociación Nacional de Industriales de Dispositivos y Pantallas Anti-ruido) «Resulta evidente que la primera forma de evitar los efectos nocivos de la contaminación acústica de los transportes es una buena planificación urbanística, de forma que los usos del suelo menos sensibles al ruido se localicen próximos a los corredores y zonas de afección de las infraestructuras» (Anales de mecánica y electricidad / marzo-abril 2008) [20].

Actuar sobre la fuente implica vehículos e infraestructuras menos ruidosas, restricciones en las condiciones del tráfico, etc.

Se ha realizado un gran esfuerzo para reducir el ruido producido por el tráfico, actuando sobre los motores de los vehículos, sin embargo, actualmente se ha llegado a unos niveles por debajo de los cuales es difícil descender. Una vez que las fuentes emitan el menor ruido posible, intentaremos que no moleste al *receptor* usando para ello aislamientos de fachadas y cerramientos, como el que se muestra en la Figura 6.

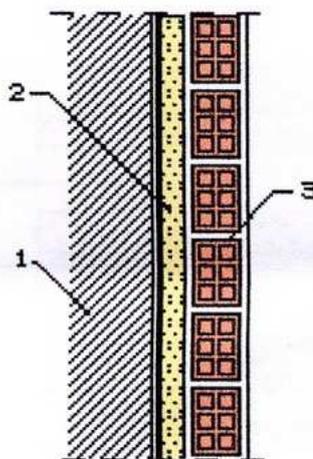


Figura 6: [Aislamiento Acústico de pared](#)

Fuente: www.aislo.com/wp-content/uploads/paredaislant...

Leyenda 1. Pared existente enlucida. 2. Aislamiento multicapa PN70 de 30. 3. Pared de L.H.D. enlucida por su cara exterior en posición flotante respecto

Estas soluciones resultan baratas y eficaces, aunque la mejoría sólo la percibe la población situada en el interior del edificio, no mejorando en ningún caso el entorno.

Sólo en último término es cuando actuaremos en el *medio de propagación*. Es entonces, cuando resulta necesario plantearse la construcción de barreras o pantallas acústicas que dificulten la propagación del sonido, haciendo más difícil que éste llegue al receptor.

Para atenuar el ruido procedente de una fuente sonora que se propaga libremente en varias direcciones., puede interponerse entre el emisor y el receptor una barrera acústica (ver Figura 7).

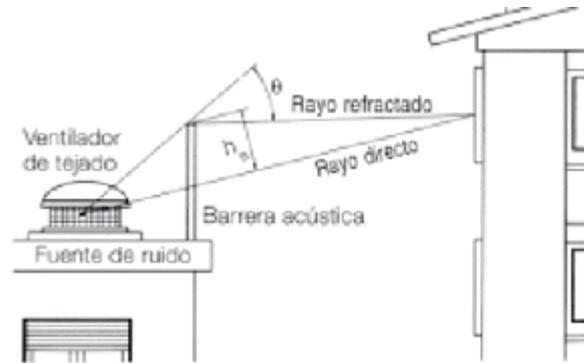


Figura 7: Atenuación del sonido mediante barreras
Fuente: www.solerpalau.es/.../Ffitxa22_ilus_11.gif

Dejando al margen la planificación de las infraestructuras y la ordenación del territorio, queda claro que el control de ruido se puede establecer en tres frentes: reduciendo el ruido en el origen, dificultando su transmisión o insonorizando de algún modo a los receptores. Las pantallas acústicas pertenecen al segundo grupo de actuación y, sin lugar a dudas constituirán en el futuro un factor muy importante en los Planes de Actuación que será preciso adoptar, en cumplimiento de la Directiva anteriormente citada.

En cuanto a dificultar la propagación del sonido, las acciones a ejercer consistirán básicamente en la interposición de obstáculos a la transmisión y la modificación de las condiciones de absorción acústica en las superficies adecuadas. *«Estos parámetros, aislamiento y absorción, son fundamentales en la definición de las dotaciones anti-ruido de la infraestructura y, según sea el problema acústico al que nos enfrentemos, deberemos considerar uno, otro o los dos...»* (Dámaso Alegre, 2008) [20].

Como ya se ha visto, la planificación urbana sería la mejor de las actuaciones contra el ruido. Sin embargo, resulta enormemente compleja y esta sujeta a numerosos condicionantes, lo que imposibilita la organización de una ciudad adecuada desde el punto de vista acústico.

Por eso se hace necesario establecer otro tipo de medidas correctoras, y debido a sus características el apantallamiento antiruido es una de las soluciones globalmente aceptadas.

A modo de ejemplo en la Figura 8 se muestra una pantalla acústica transparente. Este tipo de barrera de sonido se coloca normalmente a lo largo de las autopistas para limitar la contaminación acústica de los que viven a su alrededor.



Figura 8: Pantalla acústica transparente

Fuente: www.madridabierto.com/files/images/2004_silen...

Para poder actuar sobre el ruido e implantar las medidas correctoras descritas anteriormente, hay que vencer una serie de dificultades, que podrían clasificarse de la siguiente manera:

- a) Político-económicas: Tanto la implantación de los dispositivos antirruído, la elaboración de mapas acústicos como la aplicación de las normas a nivel empresarial o las campañas educativo-informativas a la población suponen una inversión económica importante. Además de poder conllevar una cierta impopularidad política por su aplicación.
- b) Culturales: Los factores culturales, entendemos que tienen una importancia primordial en esta materia. Los ciudadanos están dispuestos a soportar diferentes niveles de presión acústica, y ello a pesar de que evidentemente los efectos sobre el organismo humano es el mismo en todos casos, dependiendo de las costumbres en las que uno se ha criado y de la tolerancia individual a los ruidos.
- c) Comportamientos individuales: Para ello es importante que la población sea consciente del problema y sus derivaciones, así como que haya adecuado nivel educativo y de respeto al prójimo.

4. Las pantallas antirruído. Generalidades.

Según Robert Koch, prestigioso médico alemán, “*Algún día el hombre tendrá que combatir el ruido de forma implacable como ha combatido el cólera y la peste.*” Así vaticinó Robert Koch en Berlín en 1880 la evolución futura del ruido permanente sobre las personas, planteando la analogía entre las plagas bíblicas y las nuevas epidemias del ruido que acosa al ciudadano. (www.elpais.com) [21].

En esta línea, las pantallas o barreras acústicas instaladas en las proximidades de las vías de circulación con elevados niveles de ruido, constituyen el medio más eficaz y extendido para la disminución de las afecciones que el ruido intrínseco a estas fuentes producen en su entorno. Pero, la disposición de nuevos elementos en el entorno de una carretera genera una serie de efectos añadidos, tanto sobre el paisaje en sí mismo como sobre las personas que lo perciben. Es decir, una pantalla acústica puede ser considerada como una medida correctora del impacto sonoro, pero su construcción introduce nuevos impactos sobre el medio ambiente.

Se entiende que una barrera o pantalla acústica es un obstáculo que, por su situación y/o características, protege del ruido proveniente de una fuente sonora a un determinado receptor, dificultando de alguna manera la transmisión del sonido a su través.

Usando, entonces esta definición en el término “barrera antirruído” quedan incluidas: las pantallas vegetales, los diques de tierra y las pantallas acústicas.

4.1. Pantallas vegetales

Este tipo de pantallas, puede apreciarse en la siguiente Figura.



Figura 9: Pantallas vegetales

Fuente: www.forte.es/cat-pdf/iconos/pantalla-portada.jpg

Están constituidas por masas de vegetación perenne, muy densas e implantadas en una banda de anchura considerable. Las plantaciones de algunas filas de árboles junto a la carretera no son eficaces. Las especies de plantas se escogen en función de:

- Altura (hierba, matorral, arbusto...)
- Tipo de hoja (perenne o caduca)
- Compatibilidad con el clima (regiones áridas o húmedas)

Cuando se dispone de espacio suficiente, es aconsejable la construcción de la pantalla inclinada, con ello se consigue aumentar el volumen de tierra en el interior de la pantalla mejorando la capacidad de absorción acústica.

El mecanismo de funcionamiento de este tipo de pantallas se basa en que los niveles de ruido producido por el tráfico puede reducirse gracias a la absorción y a la difusión del sonido por la vegetación. No obstante, la vegetación debe ser muy alta para conseguir una aceptable reducción física del ruido. Es decir, su efectividad es escasa, aunque ejercen un efecto psicológico positivo al proteger a los habitantes de la visión permanente del tráfico.

Por ejemplo en Austria, con vegetación natural se han obtenido reducciones de ruido de hasta 3 dB con espesores entre 50 y 100 m. Con espesores inferiores el efecto producido es únicamente psicológico.

Según Dámaso Alegre, «*Las pantallas vegetales, para ser eficaces, precisan de una anchura de 50 metros de bosque de pino denso, para obtener una reducción de 2 a 3 dBA*» [20].

4.2. Diques de tierra

Son obstáculos constituidos por amontonamiento de tierra con grandes espesores en la base. Se suelen recubrir con tierra vegetal y otros elementos que facilitan la revegetación (Figura 10).

El coste material de la ejecución es relativamente bajo (siempre y cuando existan materiales disponibles *in situ*, de lo contrario hay que recurrir a materiales de préstamo que dan lugar a un aumento del coste por transporte y estabilización), aunque la ocupación de espacio que precisan puede desaconsejar su uso como medida correctora. Adecuadamente ejecutados, su integración paisajística puede ser óptima, particularmente en zonas rurales.



Figura 10: Diques de tierra

Fuente: www.iniciativadeprogreso.com

4.3 Pantallas acústicas

Son muros o barreras constituidas por elementos de pared relativamente delgada, verticales o inclinados, que presentan distinto grado de absorción acústica y que ofrecen gran resistencia a la transmisión del sonido a su través. Además por razones de seguridad y durabilidad los materiales y elementos de una pantalla antirruído deben ofrecer gran resistencia a los agentes climatológicos y a determinados agentes externos.

Pueden, por estos motivos, adoptar diferentes formas y estar fabricadas con diversos materiales, como puede observarse en la Figura 11. Para frenar el impacto perjudicial que la contaminación acústica produce en la población, en la actualidad se dispone de una amplia variedad de pantallas acústicas para reducir dicho impacto.



Figura 11:

Distintos tipos de pantallas acústicas

Fuentes: www.vanguard.es/.../pics/137021b892.jpg
www.panrodo.com/imagenes/

Según el material utilizado, podemos clasificarlas como:

- Pantallas de hormigón
- Pantallas metálicas
- Pantallas transparentes
- Pantallas de GRC
- Pantallas de madera
- Pantallas mixtas
- Pantallas de espuma de arcilla
- Pantallas de ladrillos absorbentes
- Pantallas “jardinera”

- **Pantallas de hormigón**

El hormigón es un elemento tradicionalmente presente en todas las obras civiles, por lo que se conocen bien sus procesos de fabricación y comportamiento resistente. Desde el punto acústico, ha sido ampliamente utilizado para la fabricación de pantallas reflectantes. Estas pantallas se adaptan perfectamente a las necesidades de cada proyecto debido a la amplia variedad de formas, dimensiones y colores, lo que permite obtener buenas soluciones desde el punto de vista estético. Se pueden fabricar en diferentes medidas, adaptándose a las necesidades paisajísticas de cada zona, aunque la medida estándar es de 3,96 m. de longitud y 2,40 m. de altura.

Son resistentes al fuego, al impacto, a las heladas y al salitre, requiriendo muy poco mantenimiento (ver Figura 12).



Figura 12: Pantallas de hormigón

Fuente: www.nortenph.com/images/familias

Este tipo de pantallas antirruido constan de una placa matriz de hormigón estructural y otra de hormigón poroso de alta calidad absorbente. Esta capa de hormigón poroso está dispuesta en una sección especial, optimizando la superficie de contacto. De esta manera, la onda sonora se introduce por los intersticios y se disipa en forma de calor por efecto del rozamiento.

- **Pantallas metálicas**

Las pantallas metálicas fonoabsorbentes aportan capacidad de absorción por su pared perforada y aislamiento acústico a través de su espesor. Se componen de paneles fonoabsorbentes tipo sandwich con carcasa metálica en acero galvanizado o aluminio que presenta multitud de perforaciones en una de sus caras y un núcleo absorbente de lana mineral.



Figura 13: Pantallas metálicas

Fuente: www.stopson.com/images/imgs-prod/antiruido.jpg

Las pantallas metálicas reflectantes más habituales están constituidas por cajones metálicos de paredes delgadas con una lámina de aire en su interior de 10-15 cm de espesor. A los paramentos de las pantallas se les somete a un tratamiento anti-corrosión con objeto de que resistan el ataque de los agentes corrosivos de la intemperie. En la Figura 13, se muestra un ejemplo de este tipo de pantallas.

- **Pantallas transparentes**

Las pantallas de vidrio, junto con las de materiales plásticos transparentes, son las soluciones utilizadas cuando, por seguridad o razones estéticas se quiere disponer de un amplio grado de visibilidad a través de las pantallas.

Son del tipo reflectante (sólo aportan aislamiento) y están compuestas por planchas de PMMA (polimetilmetacrilato) además de romper la monotonía y dejar visible el paisaje que de otra manera quedaría cubierto por la barrera opaca, mitigan notablemente el impacto medioambiental de la barrera. Con menor frecuencia se usa también el policarbonato y el vidrio. El policarbonato ofrece una buena resistencia a choques, a los cambios climatológicos y al fuego. También es capaz de soportar deformaciones de

cierta magnitud sin deteriorarse. Su coste de mantenimiento es elevado frente al del vidrio, aunque éste es menos resistente a los impactos. El vidrio, es un material que posee magnificas cualidades de durabilidad, aunque como ya hemos dicho tiene como inconveniente su escasa resistencia a los impactos.

Las pantallas transparentes constituyen **paneles antirruído** perfectos para aligerar las estructuras más pesadas. Construidos en polimetacrilato constituyen una auténtica **barrera acústica** que además deja pasar la luz. Igualmente se puede aplicar para la protección y el aislamiento acústico de carreteras, ferrocarriles, industrias y obras.

Algunas de estas pantallas transparentes se muestran en las Figuras 14 y 15.



Figura 14: Pantallas transparentes

Fuente: www.hiasa.com/imagenes/2/Acustico%201.jpg

En ocasiones, puede usarse también metacrilato. Este material es más barato que el policarbonato, y ofrece mejores condiciones de durabilidad y transparencia, aunque es bastante sensible a las variaciones de temperatura, y puede estallar ante un choque brusco. Los materiales plásticos transparentes se usan en la construcción de pantallas acústicas en paneles de espesores comprendidos entre 8 y 10 mm.



Figura 15: Pantallas transparentes

Fuente: www.metroacustic.es/imagenes/transparentes01.jpg

Pantallas de GRC

(Glass Reinforced Concrete, Hormigón reforzado con fibra de vidrio)

Se trata de un micro hormigón en el que el armado metálico ha sido sustituido por una masa aleatoria de pequeñas hebras de fibra de vidrio –12 a 36 mm de longitud- que se encargan de absorber los esfuerzos a tracción, dotando al material e una elevada resistencia a la flexión, de tal manera que se puede realizar con espesores mínimos. Es un hormigón en el que la armadura metálica es sustituida por fibra de vidrio, absorbiendo ésta los esfuerzos de tracción ("Glass Fibre Reinforced Cement"). De esta manera, se consigue un elemento ligero, debido a su escaso espesor (1 cm) al no ser necesario proteger los elementos metálicos contra la corrosión, lo que permite ser utilizado sin grandes series de fabricación, ni costosas inversiones de moldeo y curado. (Ver Figura 16)



Figura 16: Pantallas de GRC
Fuente: www.gel.co.th/product/Noise%20Barrier1.jpg

Se compone de cemento, áridos finos, aditivos y fibra de vidrio resistente a los álcalis del cemento.

La principal ventaja del prefabricado de GRC frente a otros materiales viene dada por su ligereza, pesando sólo entre 20 y 30 kg/m² debido a su reducido espesor (10-15mm) lo que permite la fabricación de elementos de grandes dimensiones, facilitando por tanto su manipulación y transporte.

- **Pantallas de madera**

Son usadas ampliamente en los países nórdicos y centroeuropeos, debido principalmente el valor estético del material. Estas pantallas son barreras protectoras contra los ruidos fabricadas en madera, muchas veces se trata de pino nórdico de alta absorción acústica. (Ver Figura 17).

En ocasiones, se utilizan también maderas de alta densidad, maderas exóticas, normalmente tropicales que resisten bien a la intemperie.

Existen también otra clase de pantallas antirruido fabricadas en madera (troncos). Se trata de una doble pared de troncos que alberga tierra en su interior. Su durabilidad es escasa, salvo que sea tratada químicamente.



Figura 17: Pantallas de madera

Fuente: www.solarmarkt.com/assets/adb/img_50_16.jpg

- **Pantallas mixtas**

Constituyen soluciones que aportan simultáneamente capacidad de absorción acústica y cierto grado de transparencia.

Mediante combinación de los paneles metálicos y las planchas de metacrilato se pueden conseguir diversos diseños de gran calidad estética. Las placas o paneles de aluminio y fibras minerales ofrecen una absorción acústica inmejorable en relación al origen del ruido más contaminante. Sus materiales también le confieren un carácter ignífugo y perfecta resistencia a los fenómenos atmosféricos, como puede verse en la Figura 18.



Figura 18: Pantallas mixtas

Fuente: www.hiasa.com/imagenes/2/Acustico%201.jpg

- **Pantallas de espuma de arcilla**

Es un material cerámico de porosidad abierta, en pantallas acústicas es necesario combinarla con otros materiales que le servirán de estructura portante.

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD09_002.pdf

- **Pantallas de ladrillo absorbente**

Se trata de ladrillos perforados en una de sus caras, consiguen sus propiedades de absorción acústica funcionando como resonadores. Son particularmente eficaces para reducir el sonido reflejado.

Las pantallas acústicas para la colocación en vías con un tráfico pesado y un nivel de sonoridad alto se realizan mediante el “ladrillo monolítico acústico”. Estas pantallas antirruido autoportantes aseguran un aislamiento fónico continuo recomendable en este tipo de condiciones. Se muestran en la Figura 19.

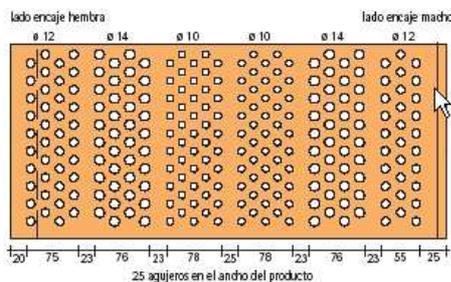
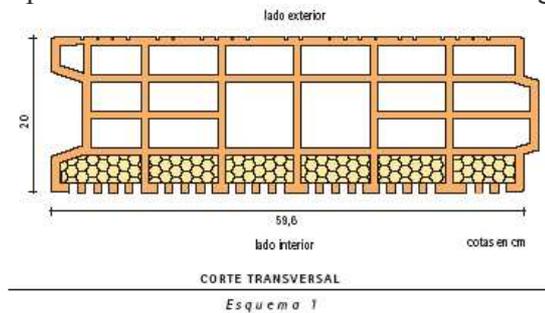


Figura 19: Pantallas de ladrillos absorbentes
Fuente: www.ctav.es/ctav/icaro/materiales/material

- **Pantallas “muro jardinera”**

Sólo son factibles en zonas con el suficiente espacio, y donde se garantice el mantenimiento de la vegetación.

Son muros cuyo paramento exterior está compuesto por módulos prefabricados de hormigón a modo de jardinera. El muro tiene una flexibilidad que le permite adaptarse a los asientos diferenciales que puedan producirse. La altura máxima a la que pueden llegar es unos quince metros (ver Figura 20).



Fuente: www.metroacustic.es/imagenes/hormigon-vegetac...



Figura 20:
Distintos tipos de pantallas jardinera

Fuente: www.projar.es/



- **Construcciones mixtas**

Son soluciones que resultan de la combinación de alguno de los tipos anteriores. Normalmente se obtienen instalando pantallas artificiales sobre pantallas naturales o

disponiéndolas en lo alto de taludes. Presentan una oportunidad crear una barrera acústica verde “viva”. El núcleo de la lana de roca absorbente provee el óptimo control acústico y promueve un establecimiento rápido de una variedad de especies de plantas que pueden ser elegidas según el ambiente circundante.

A través de un sistema simple de riego situado a lo largo de la parte superior de la barrera, una durabilidad y crecimiento a largo plazo puede conseguirse. La estructura de la lana de roca almacena agua mucho más tiempo que otras construcciones.

Pueden ser también estructuras artificiales concebidas para permitir el crecimiento de hierbas, matorrales, arbustos o cualquier otro tipo de vegetación con el fin de obtener un aspecto visual agradable. Son estructuras prefabricadas en hormigón, acero y madera, que contienen un importante volumen de tierra y con frecuencia están equipadas con sistema de riego. Un grupo de estas estructuras puede observarse en la Figura 21.



Figura 21: Construcciones mixtas

Fuente: www1.roxul.com/.../Products/Extensive/0037.jpg

- **Cubriciones parciales o totales de la calzada o vía de circulación**

Una cubrición consiste en tapar las carreteras de forma total o parcial para evitar que se propague el sonido en direcciones no deseadas. Es una solución con un elevado presupuesto de ejecución, lo que la hace inviable la mayor parte de las veces. Aunque desde el punto de vista de la eficacia antirruído son las más interesantes y eficaces.

De todas formas, existen soluciones de cubrición parcial o total mediante elementos ligeros similares a los empleados en las pantallas acústicas (paneles modulares,

enrejados de baffles, cubiertas translúcidas o transparentes..). Como su coste económico es muy alto, sólo se emplean en casos muy especiales.

Es el método más eficaz para combatir el ruido, pues realmente suprime por completo el problema. Una construcción de este tipo puede apreciarse en la siguiente Figura.

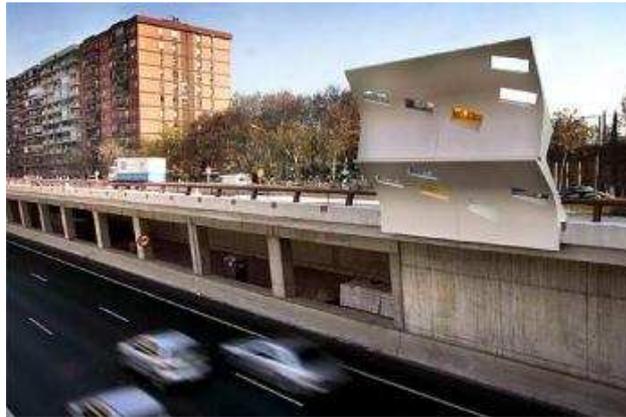


Figura 22: Construcciones parciales

Fuente: www.ruidos.org/.../051230_pais_granvia_barna.jpg

- **Dispositivos especiales**

Están diseñados especialmente para casos muy particulares, como por ejemplo: Juntas de viaductos: dispositivos específicos para reducir el ruido que se produce al paso de un vehículo por juntas de dilatación de viaductos y obras de fábrica. En la Figura 23 se muestra uno de estos dispositivos especiales.



Figura 23: Dispositivo especial

Fuente: thepompomist.files.wordpress.com/2008/03/soun..

El Tubo de Sonido en Melbourne (Australia), es una estructura de acero que reduce la contaminación acústica.

5. Uso de las pantallas antirruído.

Las pantallas anti-ruido suponen una respuesta actual al nivel sonoro en zonas urbanas de la periferia sometidas al impacto directo del tráfico. En Europa existe una dilatada experiencia de más de 30 años en la construcción de este tipo de soluciones para mitigar los ruidos que el tráfico produce. Alemania posee más de 1800 kilómetros de pantallas antirruído. Francia, Reino Unido, Italia y los países del Benelux construyen a lo largo de sus vías de transporte pantallas acústicas muy avanzadas, respondiendo de este modo a una exigente demanda social en materia de ruidos.

En España, durante los últimos años, el uso de barreras acústicas a lo largo de las vías de penetración y circunvalación de las grandes ciudades ha sufrido un incremento espectacular, aunque debemos ser conscientes que *si desde una planta de un edificio puede “verse” el tráfico, también éste se oirá perfectamente.*

Para estudiar la viabilidad de una pantalla antirruído, es necesario analizar el binomio coste-eficacia, por lo que previo a la instalación de una pantalla acústica, debe determinarse la topografía de los emplazamientos del emisor y del receptor, así como las características acústicas del terreno y los condicionantes climatológicos y atmosféricos de

dicho lugar, ya que todo ello repercutirá en la eficacia final de la pantalla.

Las pantallas acústicas son las barreras acústicas más ampliamente empleadas como equipamiento antirruído de las infraestructuras viales.

Debido a sus características constitutivas y a su geometría pueden aumentar el riesgo de accidente, además al ser obras de grandes dimensiones podrían producir un fuerte impacto visual en el entorno, es por eso por lo que: «*Habrá que cuidar extremadamente su diseño para evitar cualquier afección a la seguridad vial...*» (Dámaso Alegre, Anales de mecánica y electricidad / marzo-abril 2008) [20].

Es por todo lo descrito con anteriormente, que en la actualidad el estudio y desarrollo de pantallas acústicas de todo tipo esta en auge, sin embargo, el análisis del borde superior de la pantalla, que es el principal causante de la difracción que evita que la atenuación de la intensidad sonora sea la necesaria es por todos el gran olvidado.

6. Consideraciones finales y conclusiones

Aunque las pantallas antirruído forman ya parte del paisaje urbano, sufren de cierta pobreza estructural (la mayoría de ellas son rectas).

Además, los métodos clásicos de cálculo no dejan caracterizar, desde que se conciben, su eficacia. Sólo la medición sobre un prototipo hace que se pueda prever el comportamiento de la pantalla acústica antes de realizarla.

De forma complementaria a los diferentes estudios realizados con distintos tipos y disposiciones de materiales absorbentes usados en la construcción de las pantallas acústicas, sus formas también se han visto alteradas tanto en su sección recta como en sus perfiles longitudinales con objeto de incrementar su eficacia. Habitualmente este tipo de estudios se realiza sobre modelos a escala reducida, pasando posteriormente, en aquellos modelos prometedores a ensayos a escala real.

Durante los últimos 30 años, las teorías de la difracción por barreras han sido desarrolladas en un número elevadísimo de publicaciones. Una amplia bibliografía sobre el mismo puede encontrarse en “*Caracterización acústica de pantallas anti-ruído mediante un índice global*”, tesis doctoral, U. Complutense, Madrid 1996. F. Simón. [22]

En la actualidad, nuestro grupo de investigación está acometiendo un estudio, basado en datos experimentales, que nos permita establecer una metodología para determinar los parámetros óptimos de diseño de pantallas acústicas, incluyendo en éste la minimización de los fenómenos de difracción que el borde de la pantalla provoca.

Estas medidas ha sido obtenidas a partir del diseño de una maqueta de una pantalla, sobre la que se pueden acoplar diferentes perfiles de borde.

7. Referencias

[1] Barreras Acústicas y Ruido de Tráfico. PFRETZSCHNER, J.; SIMON, F. INSTITUTO DE ACÚSTICA, CSIC REVISTA DE ACÚSTICA. VOL.28, N.3-4, AÑO 1997. (CSIC)

[2] [Real Decreto 1909/1981, de 24 de julio](#), Norma Básica de la Edificación

NBE-CA-81, Anexo 1 (posteriormente NBE-CA-88, en la actualidad Código técnico de La Edificación R.D.314/2006)

[3] Resolución del Consejo de las Comunidades Europeas de 17 de mayo de 1977

[4] Medio Ambiente en España.2006 (Memoria "Medio Ambiente en España 2006". NIPO-310-07-075-6. Presentación e índice · Balance del año 2006)

[5] Report to The President and Congress On Noise.
(<http://nepis.epa.gov/EPA/html/pubs/pubtitleORD.htm>)

[6] Manuel Conde-Pumpido, Defensor del Pueblo Andaluz, *Informe sobre contaminación acústica en Andalucía derivada de actividades recreativas y consumo de bebidas en las vías públicas. Mayo de 1996*

[7] 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.

[8] “Economía del transporte”, Ginés de Rus Mendoza, Javier Campos, Gustavo Nombela

-
- [9] Organisation for Economic Cooperation and Development (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OECD), *The state of the environment*. Paris, 1991 (Dobris report).
- [10] [Noise Pollution Clearinghouse-NPC](#), Organization URL(s), npc@nonoise.org,
- [11] Eduardo Colombo (Ing. en Seguridad Ambiental, Revista Proyecta num.66)
- [12] Estudio de impacto psicosocial del ruido ambiental. Ayuntamiento de Bilbao, 2006.
- [13] Instituto Nacional de Estadística (INE)
- [14] Enrique Múgica, Defensor del Pueblo antes de su comparecencia ante la comisión parlamentaria el 8 de marzo de 2005.
- [15] Jornada de reflexión y debate: "El ruido en el transporte." Demanda social y respuesta Institucional"
Madrid, 28 de Noviembre de 2007, Fernando Segué
- [16] Patricia Sánchez, "Tendencias en asfalto". BIT. Revista de la Construcción, nº 64, enero 2009, pag. 70-75.
- [17] Carlos Pulido Sánchez, Temario específico ESTT-OEP 2005, tema 74
- [18] Libro Verde,1996:5
- [19] [CONSTRUIBLE.es](#) - 10/01/2006
- [20] Dámaso Alegre, Anales de mecánica y electricidad / marzo-abril 2008
- [21] www.elpais.com/articulo/madrid/pantallas/antirruído
- [22] "Caracterización acústica de pantallas anti-ruido mediante un índice global", tesis doctoral, U. Complutense, Madrid 1996. F. Simón.