

## RUIDO DE TRÁFICO, MOVILIDAD Y PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA

PACS: 43.50.Rq

Jiménez, Santiago<sup>1</sup>; Romeu, Jordi<sup>1</sup>; Cardona, Joan<sup>1</sup>; Sánchez, Ángel<sup>1</sup>; Alsina, Antoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ingeniería Acústica y Mecánica, LEAM. Universidad Politécnica de Cataluña  
C/ Colom, 11

08222 Terrassa, Barcelona

Tel. +34 937 398 146, Fax. +34 937 398 022

E-Mail: [santiago.jimenez@upc.edu](mailto:santiago.jimenez@upc.edu)

<sup>2</sup> Ayuntamiento de Terrassa Medio Ambiente y Sostenibilidad

Raval de Montserrat, 14

08221 Terrassa, Barcelona

E-Mail: [Antoni.Alsina@terrassa.org](mailto:Antoni.Alsina@terrassa.org)

### ABSTRACT

Municipality urban noise management includes a great variety of actions, which require a multidisciplinary working group within the City Council that should include different areas and related services, direct or indirectly to the acoustic pollution and its management, such as environment area, mobility area, traffic area, public roads, town planning, SIG management, etc...

This paper presents and analyzes different town planning actions carried out in a Spanish city. Within these actions the following must be emphasized: public road modifications considering new noise reduction tendencies, as well as changes like reduction of number of lanes, narrowing the road, changing traffic direction, reducing velocity, creating "Zone 30" and "Zone 10" or pedestrian priority, zig-zags in traffic, replacing cobbled streets with asphalt, using sound reducing surfaces, and the relation of all these actions with urban noise reduction.

### RESUMEN

La gestión integral del ruido urbano por parte de los municipios contempla una gran variedad de acciones, que requieren de un grupo multidisciplinar dentro del propio ayuntamiento, que debería incluir las diferentes áreas i/o servicios relacionados, directa o indirectamente, con la contaminación acústica y su gestión, tales como medio ambiente, movilidad, tráfico, vía pública, urbanismo, actividades, gestión de SIG, etc.

En este trabajo se presentan y analizan los resultados de diferentes actuaciones llevadas a cabo en el municipio de Terrassa y otros municipios de Catalunya, que incluyen las actuaciones urbanísticas tales como: modificaciones en la vía pública considerando las nuevas tendencias de carácter pacificador, así como las actuaciones consideradas en los planes de movilidad, como: reducción del número de carriles, estrechamiento de la calzada, cambio de sentido, reducción de la velocidad, creación de zonas 30 y zonas 10 o de prioridad para peatones, circulación en zigzag, sustitución de adoquines por asfalto, utilización de pavimentos sonorreductores, y la relación de todas estas actuaciones con la reducción del ruido urbano.

### INTRODUCCIÓN

La gestión i planificación integral del ruido urbano esta adquiriendo una importancia cada vez mayor en el contexto de programas integrados de protección del medio ambiente, tal como se exige en la Agenda 21 Local. Así como, en los planes de acción contemplados en el artículo 8 de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio del 2002, sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental. [1] Especialmente considerando que muchos ciudadanos europeos están expuestos a un elevado nivel de ruido proveniente del tráfico rodado.

La planificación urbanística es una herramienta de gran utilidad para prevenir los problemas de ruido, pero generalmente es difícil de aplicar en territorios ya consolidados o ciudades compactas, como son la mayoría de las ciudades. La temprana integración de la planificación de la reducción del ruido en el proceso urbanístico, permite una optimización del urbanismo en función del ruido más eficaz.

En la elaboración de un plan general de lucha contra el ruido procedente del tráfico rodado, además de los aspectos relacionados anteriormente, se deben tener en cuenta planes concretos de actuación encaminados a resolver o aminorar el problema del ruido, tales como:

- Planes de movilidad que contemplen las necesidades y motivos de movilidad del municipio, que incluya todos los medios de transporte, e integre a todos los agentes estratégicos implicados con el fin de racionalizar el tráfico y que proponga actuaciones encaminadas a reducir la densidad del tráfico, gestión de aparcamientos, transporte público, restricciones para los vehículos pesados, carriles bici y desplazamientos a pie, así como, la disminución de la velocidad, medidas de moderación del tráfico.
- Planes encaminados a descongestionar las zonas saturadas acústicamente, que contemplen la desviación del tráfico a vías menos conflictivas, asignación de vías para los vehículos pesados, zonas de carga y descarga, optimización de las señales de tráfico.
- Planes para mejorar la superficie del pavimento, dirigidos a la aplicación y renovación de pavimentos de bajo nivel de ruido, (sonorreductor) en las vías de circulación.
- Planificación urbanística que garantice que los futuros desarrollos urbanos se diseñen y construyan de tal forma que se minimice el impacto acústico.

Con objeto de determinar la reducción del ruido obtenida con las diversas actuaciones, se efectuaron medidas de ruido en los mismos puntos antes y después de ejecutar la actuación, en la mayoría de casos, la duración de estas medidas fue de 24 horas.

## PLAN DE MOVILIDAD DE TERRASSA

En la mayoría de ciudades modernas, el comportamiento respecto a la movilidad es similar, (Terrassa no es diferente), mostrando una dependencia excesiva del vehículo privado en los desplazamientos, de esta forma el coche privado ocupa un excesivo espacio público, sometiendo a la población a una elevada contaminación acústica, mermando así la calidad de vida de los ciudadanos.

En Terrassa se considera un modelo de movilidad sostenible, [2] cuyo objetivo es mejorar la calidad ambiental y las condiciones de seguridad vial, propone una jerarquización viaria basada en la aplicación de los principios de moderación de la circulación. Se propone un sistema de distribución del tránsito formado por anillos y radios de entrada donde la velocidad permitida es 50 y 40 km/h. El resto de la red funcionará con velocidad limitada a 30 km/h. En la figura 1 se puede apreciar el modelo de circulación propuesto.

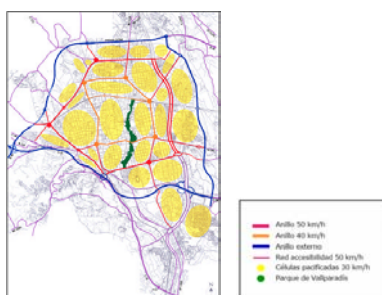


Figura 1: *Modelo de circulación*

La ronda exterior de conectividad regional o anillo externo debe actuar como complemento de la red viaria de características estrictamente urbanas y debe permitir la distribución del tráfico desde el exterior de la ciudad, así como dirigir los vehículos pesados hacia los polígonos industriales y liberar a la ciudad consolidada del tráfico de paso.

La ronda urbana o anillo central (anillo 50 km/h) permitirá, una vez completada, la circunvalación de la ciudad y posibilita la distribución del tráfico en un doble sentido: distribución del tráfico exterior de entrada, conectando con la red viaria interna mediante la red de accesibilidad; pero también para la distribución del tráfico interno, liberando así el centro de la ciudad de la función distribuidora de tráfico.

El sistema interno de avenidas (anillo 40 km/h) formado por las avenidas de Barcelona, Abad Marcet, ctra. de Montcada, constituye el último nivel de distribución de tráfico de la ciudad.

Este sistema de anillos posibilitará que las calles interiores de los barrios (trama urbana) puedan adquirir las características de zona 30, donde la velocidad está limitada a 30 km/h.

Con el objetivo de recuperar el espacio urbano a favor de los peatones, disuadir la infiltración del tráfico de paso, o bien garantizar la accesibilidad y seguridad a las diferentes zonas de la ciudad permitiendo exclusivamente el acceso al tráfico de servicio, se propone la creación de células o zonas donde la velocidad está limitada a 30 km/h, las cuales se definen como zonas de actividad social donde se han de garantizar a los ciudadanos unos determinados estándares de calidad de vida (donde se pueda vivir, trabajar, pasear, ir de compras, desplazarse a pie o en bicicleta protegido de los peligros e impactos de la circulación motorizada, ...).[3]

En los apartados siguientes, se describen una serie de actuaciones encaminadas a la reducción del ruido causado por el tráfico rodado, actuaciones que se han llevado a cabo, una vez realizada la caracterización acústica del municipio, a través del "Mapa Acústico de la Ciudad de Terrassa", [4] lo que permite una correcta elección de las acciones a realizar y una comprobación del resultado final, una vez ejecutadas.

## **ACTUACIONES SOBRE EL TRÁFICO**

Como es evidente, uno de los parámetros que repercuten en el nivel de ruido de una calle es el flujo de tráfico que circula por ella. De manera que la reducción de la circulación de vehículos es una de las actuaciones a realizar. Existen una serie de directrices que se pueden aplicar para reducir, evitar y reubicar las diferentes fuentes procedentes del ruido de tráfico, tales como: mejora y promoción del transporte público, sensibilizar al ciudadano para que utilice estos transportes, fomentar sistemas de transportes alternativos (bici), política coherente en la gestión de aparcamientos, asignación de vías para vehículos pesados, prohibiciones y restricciones de circulación para estos vehículos. [5]

La relación entre el nivel sonoro y el tráfico es de tipo logarítmico, lo que conlleva que la atenuación del ruido es proporcional al porcentaje de reducción de tráfico.

La apertura de nuevas vías de circulación ha permitido la redistribución del tráfico, consiguiendo una disminución del nivel sonoro sobre estas vías u otras influenciadas. En la tabla 1 se puede apreciar la reducción del ruido conseguida con la apertura de los viales norte

de la Ronda Ponent y este de la Avenida del Vallès, viales que forman parte de la ronda urbana o anillo central (anillo 50). También la conexión de la Avenida Joaquim de Sagraera con la Ronda Ponent, disminuye la presión del tráfico sobre la Avda. Àngel Sallent, especialmente de vehículos pesados, obteniendo la consiguiente reducción de ruido.

Tabla 1: Reducción del ruido conseguida con la apertura de nuevos viales del "Anillo 50"

Anillo 50 km/h	L <sub>Aeq</sub>			IMD			Actuación
	A	D	Δ	A	D	%	
Ronda Ponent	73,7	69,0	-4,7	-	-	-	Apertura vial Norte
Avda. del Vallès	72,0	70,4	-1,6	-	-	-	Apertura viales Este
Avda. Angel Sallent	71,8	68,7	-3,1	10.200	8.700	-15	Conexión J. Sagraera - R. Ponent

## ACTUACIONES SOBRE LA VELOCIDAD

Para conseguir una verdadera cohabitación dentro del medio urbano, entre la circulación y la vida local de sus habitantes, la velocidad de los vehículos no puede sobrepasar unos límites determinados, que permitan garantizar la seguridad de los peatones. Esta es la razón por la cual el límite de velocidad en el núcleo urbano es por lo general de 50 km/h.

De igual forma, la gravedad de los accidentes en los que están implicados peatones esta directamente relacionada con la velocidad. Es por esto que, en las zonas sensibles y con presencia de peatones, se recomienda una velocidad máxima de 30 km/h. [6]

En general, se considera que la relación entre la velocidad y el nivel de presión sonora es de tipo logarítmico y sigue el modelo francés NMPB-96 del CETUR. [7]

## Estrechamiento de los Carriles de Circulación

Está comprobado que el espacio de calzada necesario para la circulación depende de la velocidad, a velocidades limitadas, los vehículos necesitan menos espacio, y las calles se pueden distribuir en favor de los peatones. [8] Por otra parte, cuanto más cantidad de calzada es ocupada por la circulación, más inhóspito y desagradable se vuelve el paisaje urbano.

Con objeto de determinar el efecto que ejerce el estrechamiento de carriles sobre los niveles de ruido, se realizaron medidas antes y después de dicha actuación en las avenidas de Abat Marcet y Josep Tarradellas, avenidas que conforman el sistema interno de distribución (anillo 40). En la tabla 2 se reflejan los valores de la reducción del ruido obtenida. La figura 2 muestra simultáneamente la amplitud del carril y el espacio excluido de tráfico en el centro de la calzada de las dos avenidas.

Tabla 2: Reducción del ruido obtenida con el estrechamiento de los carriles de circulación, en las avenidas que forman parte del "Anillo 40"

Anillo 40 km/h	L <sub>Aeq</sub>			IMD			Actuación
	A	D	Δ	A	D	%	
Avda. Abat Marcet	72,9	69,0	-3,9	30.000	25.000	-17	Se estrechan los 4 carriles
Avda. J. Tarradellas	73,1	70,7	-2,4	25.100	-	-	Se estrechan los 4 carriles



4



Figura 2: Dimensiones del carril y zona excluida de tráfico en cada una de las avenidas.

### Calles de Velocidad Limitada a 30 km/h

La moderación de la circulación es uno de los medios más importantes para reducir la contaminación y el ruido en el medio urbano. El ruido disminuye en función de la velocidad, de la intensidad de tráfico y de la forma de conducir de cada uno (a velocidad limitada la conducción es más regular, con menos aceleraciones y frenadas). [7]

En estas calles el régimen de prioridad es el clásico y la limitación de la velocidad es de 30 km/h. En su urbanización persiste una separación física más o menos marcada entre la acera para los peatones y la calzada para la circulación, instalándose puertas de plataforma elevada a la entrada de la zona de moderación. [9]

En la tabla 3 se presentan los niveles determinados en dos tramos de la calle Eusebi Güell, un primer valor de 69,3 dBA correspondiente al tramo normal de la calle y el segundo de 63,5 dBA determinado en el tramo perteneciente a la zona 30. La reducción del ruido es similar a la obtenida en otras ciudades europeas. [10]

Tabla 3: Reducción del ruido obtenida en una zona de conducción calmada "Zona 30"

Zona 30	L <sub>Aeq</sub>			IMD			Actuación
	A	D	Δ	A	D	%	
C. Eusebi Güell	69,3	63,5	-5,5	-	-	-	Puertas de entrada con plataforma elevada

### ACTUACIONES URBANÍSTICAS

La planificación urbanística es esencial para administrar y regular la organización espacial de las ciudades en aras de conseguir una infraestructura urbana y un uso del suelo eficaces. Está demostrando ser un instrumento clave en el desarrollo sostenible a nivel local. La dimensión intersectorial de éste campo es importante ya que afecta a muchas otras áreas, como la planificación de la reducción del ruido, el desarrollo comercial etc. [11] Una planificación urbanística integrada juega un papel crucial en la reducción del impacto acústico generado por los medios de transporte en el entorno urbano.

#### Eliminación de Carriles de Circulación

Una de las nuevas tendencias en la planificación urbanística, es crear o ampliar las zonas peatonales del centro histórico de las ciudades, de forma que estén bien comunicadas y donde pasear e ir de compras sean las opciones más importantes. Las medidas incluyen la eliminación de todas las barreras arquitectónicas, la creación de zonas 30, cambios de circulación estratégicos que permiten una reducción del tráfico de un 40% y una disminución de la contaminación acústica.

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos de las actuaciones pacificadoras llevadas a cabo en diversas calles de la ciudad de Terrassa. Obsérvese la reducción en el L<sub>Aeq</sub> y en el volumen de tráfico, obtenidos en la calle Faraday al eliminar un carril y dejar un solo sentido. Esta calle presentaba una elevada presión de aparcamiento, que ha disminuido al permitir estacionar en ambos lados.

Si bien la actuación urbanística realizada en la calle de la Rasa es idéntica a la anterior, la disminución del ruido es considerablemente menor, la causa se puede atribuir, a la menor reducción en su IMD y por otro lado debido a que discurren varias líneas de autobuses urbanos lo que hace que el nivel de sonoro pueda incrementarse entre 3 y 6 dBA. [5]

Tabla 4: Reducción del ruido obtenida con los nuevos diseños de carácter pacificador.

Trama Urbana	L <sub>Aeq</sub>			IMD			Actuación
	A	D	Δ	A	D	%	
Portal Sant Roc	66,3	65,7	-0,6	8.200	6.300	-23	Se eliminan 2 carriles, amp. aceras
C. La Rasa	69,9	68,6	-1,3	12.000	7.800	-35	Se eliminó 1 carril, sentido único
C. del Norte	70,7	65,2	-5,5	5.500	4.500	-18	Carril + estrecho
C. Volta	70,5	67,8	-2,7	5.500	4.800	-13	Se eliminó 1 carril, amp. aceras
C. Transversal	64,3	60,9	-3,4	12.000	7.800	-35	Estrechamiento del carril
C. Faraday	70,7	61,7	-9	9.000	5.000	-44	Se eliminó 1 carril, sentido único Aparcamiento ambos lados

### Desviación de la Trayectoria Horizontal, Circulación en Zig Zag

Con el cambio de trayectoria horizontal, es decir con el desplazamiento del eje de la calzada, se consigue una disminución de la velocidad, por un lado debido a la necesidad física de reducir la velocidad debido al desplazamiento, y por otro, por el hecho de romper la perspectiva de profundidad. [6]

En diversas calles de la trama urbana del municipio, se han realizado este tipo de actuaciones. La tabla 5 muestra los resultados obtenidos en el nivel sonoro al aplicar esta medida en las calles que se citan. La reducción de la velocidad se consigue al forzar la circulación en zig zag, al permitir el aparcamiento alternativo en los diferentes tramos de la calle. En la carretera de Matadepera, además de esta medida, se realizó una transformación urbanística importante, eliminando un carril y un sentido de circulación. De ahí la bondad en los resultados.

Tabla 5: Reducción del ruido obtenido al romper la trayectoria de la calzada.

Trama Urbana	L <sub>Aeq</sub>			IMD			Actuación
	A	D	Δ	A	D	%	
Ctra. Matadepera	71,0	66,7	-4,3	8.300	5.000	-40	Se eliminó 1 carril, sentido único
C. Arquímedes	72,8	70,4	-2,4	8.300	6.400	-23	Aparcamiento alternativo
C. Galileo	70	69,2	-0,8	11.300	9.400	-17	Reducción de velocidad

La aplicación de estos nuevos diseños de carácter pacificador permite además, de la cohabitación de peatones, bicicletas y coches, disponer de más espacio en las aceras, lo que actúa como impulsor en la instalación de nuevos comercios y servicios.

### ACTUACIONES SOBRE EL PAVIMENTO

Es conocido que el uso de pavimentos sonorreductor disminuye el nivel de ruido ocasionado por el tráfico. Pero se debe tener presente, que el ruido de tráfico en la ciudad tiene dos orígenes la rodadura (contacto neumático-pavimento) i el motor. Se considera que el ruido del motor predomina hasta 50 km/h, velocidad a partir de la cual el ruido de rodadura es el más importante. En consecuencia, si se cumplen los límites de velocidad en la ciudad, la aportación del ruido de rodadura parecería poco significativa.

Sin embargo, en las calles que han sido tratadas con este tipo de pavimentos los resultados han sido positivos, obteniendo reducciones del ruido de 1,5 a 5 dBA, similares a los obtenidos en otras ciudades en condiciones de tráfico urbano, dependiendo de la tipología de calle y el tipo de pavimento empleado. [12] [13]

### Sustitución de Asfalto por Asfalto Sonorreductor

El mercado ofrece asfaltos porosos y microaglomerados. En general, el asfalto poroso es más eficaz en la atenuación del ruido que el microaglomerado, pero requieren un mantenimiento periódico para mantener sus propiedades acústicas. En la tabla 6 y en la figura 3 se muestra los resultados obtenidos en diferentes avenidas de los anillos 50 y 40. La reducción tan notable de este tipo de asfaltos, hace que su uso sea de alto interés en la lucha contra el ruido.

Tabla 6: Reducción del ruido obtenida al aplicar pavimento sonorreductor.

Anillo 50 km/h Anillo 40 km/h	L <sub>Aeq</sub>			IMD			Actuación
	A	D	Δ	A	D	%	
Avda. Santa Eulalia	74,4	70,8	-3,6	28.000	32.000	+14	Pavimento sonorreductor
Rambla d'Egara	74,9	72,4	-2,5	26.400	27.700	+7	
Ctra. de Rubí	72,1	71,2	-0,9	10.000	12.500	+25	

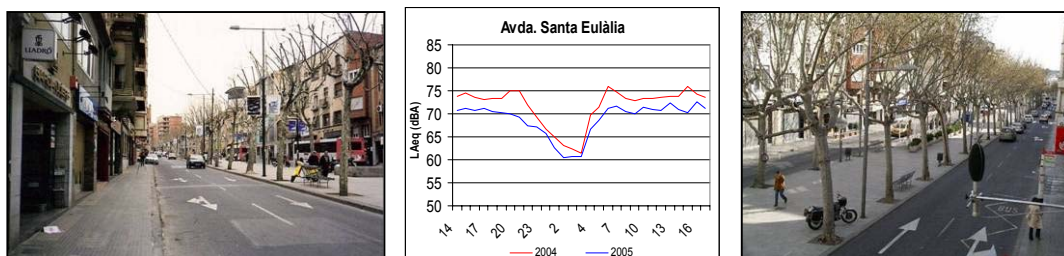


Figura 3: Perfil acústico de la Avenida Santa Eulalia, y vista panorámica de la Rambla de Egara antes y después de la pavimentación con asfalto sonorreductor.

### Sustitución de Adoquines por Asfalto

Se debe remarcar también, como hecho diferencial, la relación existente entre el pavimento y el nivel sonoro de la calle. La mayoría de calles del centro histórico de la ciudad estaban pavimentadas con adoquines, [14] la sustitución de los adoquines por asfalto permite la reducción del ruido entre 3 y 5 dBA. En todo caso, antes de asfaltar estas calles de forma indiscriminada, se debería tener en cuenta el uso que se quiere dar a la calle y la voluntad del municipio y de los vecinos. [5]

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 7, nótese la elevada reducción de ruido en las calles M.D. dels Angels y Sant Valentí. En la primera además de sustituir el pavimento, se redujo el tráfico considerablemente al convertir la calle de la Rasa a sentido único. La calle de Sant Valentí cambio de sentido al reordenar el tráfico, debido a la peatonalización del centro.

Tabla 7: Reducción del ruido obtenida al sustituir los adoquines por asfalto.

Trama Urbana	L <sub>Aeq</sub>			IMD			Actuación
	A	D	Δ	A	D	%	
M.D. dels Angels	67,0	60,1	-6,9	2.300	-	-	Fuerte reducción de tráfico
C. Sant Gaietà	63,0	57,3	-5,7	1.200	-	-	Adoquines x Asfalto
C. Sant Valentí	62,6	56,3	-6,3	-	-	-	Cambio de sentido
C. Sant Isidre	64,3	61,5	-2,8	3.000	-	-	Adoquines x Asfalto
C. Col·legi	69,2	64,7	-4,5	-	3.400	-	Adoquines x Asfalto
Avda. Jacquard	73,4	71,3	-2,1	-	-	-	Adoquines x Asfalto

## ACTUACIONES CONBINADAS

En los apartados precedentes se ha estudiado cada actuación por separado, aunque es difícil discriminar el efecto de cada una de las actuaciones independientemente, debido a la relación existente entre alguna de ellas. En este apartado se presentan los resultados de la combinación de diferentes actuaciones realizadas simultáneamente.

### Nueva Configuración de Calle y Sustitución de Asfalto por Asfalto Sonorreductor

Los resultados presentados en la tabla 8, recogen la reducción del ruido obtenida al combinar un nuevo diseño de calle de carácter pacificador, consistente en eliminar y estrechar carriles de circulación, lo que origina una reducción de tráfico y de la velocidad importantes, liberando a la vez más espacio en la calzada para los peatones, y mejorando el confort acústico de la calle al aplicar asfalto sonorreductor, [15] posibilitando una mejor integración urbana [2] [5] de las avenidas que conforman el anillo 40, ver figura 3.

Tabla 8: Reducción del ruido obtenida al combinar diferentes actuaciones de carácter pacificador.

Anillo 40 km/h	L <sub>Aeq</sub>			IMD			Actuación
	A	D	Δ	A	D	%	
Ctra. de Montcada	75,9	73,8	-2,1	20.000	15.700	-21	Pasa de 3 carriles a 2. Se amplían las Aceras. Asf. Sonorreductor
Avda. Barcelona	72,8	68,5	-4,3	22.000	14.000	-36	Pasa de 4 carriles a 3. Se crea un Paseo Lateral. Asf. Sonorreductor

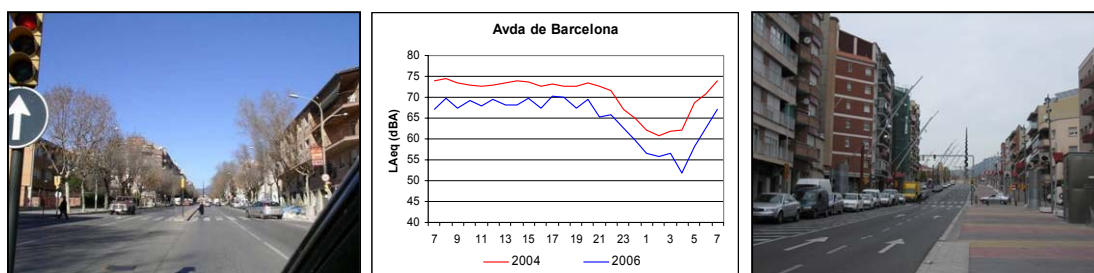


Figura 3: Perfil acústico y vista panorámica de la Avenida de Barcelona antes y después de las actuaciones combinadas.

### Sustitución de Asfalto por Asfalto Sonorreductor y Reducción de la Velocidad

La tabla 9 muestra los resultados de reducción del ruido obtenidos en las medidas de nivel sonoro realizadas en dos puntos de la autopista C-31, situados en un tramo que discurre a través de un entorno urbano. Inicialmente cuando la autopista presentaba asfalto normal y la velocidad permitida era de 120 km/h, [16] y una vez pavimentada con asfalto fonoabsorbente y la velocidad limitada a 90 km/h, [17] el efecto combinado de la aplicación de asfalto sonorreductor y la reducción de la velocidad ha originado una reducción del ruido entre 6 y 7 dBA. como puede apreciarse en la figura 4.

Tabla 9: Reducción del ruido obtenida con el asfalto sonorreductor y la reducción de velocidad.

Autopista en Entorno Urbano	L <sub>Aeq</sub>			IMD			Actuación
	A	D	Δ	A	D	%	
Punto de Control 1	81,3	75,2	-6,1	86.000	86.000	0	Efecto combinado Asfalto Sonorreductor Reducción de la Velocidad
Punto de Control 2	81,4	74,1	-7,3	86.000	86.000	0	



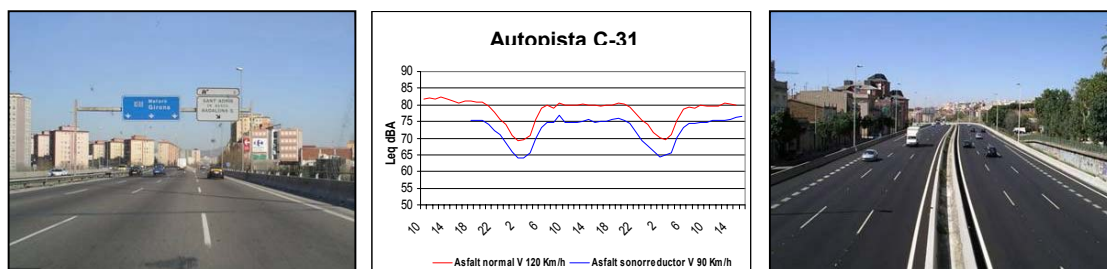


Figura 4: Reducción del ruido debido al efecto combinado del asfalto sonorreductor y la reducción de la velocidad. Vista panorámica de la autopista C-31 antes y después de la actuación conjunta.

## AGRADECIMENTOS

Agradecer a los técnicos de Medio Ambiente y Sostenibilidad, Acción Territorial y Servicios Urbanos, Servicio de Información Territorial y Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Terrassa. Así mismo, a los técnicos del Departamento de Licencias, Información del Territorio y Movilidad del Ayuntamiento de Sant Boi de Llobregat. Finalmente a los técnicos de los Ámbitos de Medio Ambiente y Sostenibilidad, Servicios del Territorio y Recursos Internos del Ayuntamiento de Badalona. Y a todo el personal de los Ayuntamientos que de una u otra forma han echo posible este artículo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Directive 2002/49/EC. *Journal of the European Communities* 18.07.2002.
- 2 Plan Director de Movilidad de Terrassa (2002) Área de Movilidad, Ayuntamiento de Terrassa.
- 3 F. Cardenas La movilidad urbana y el ruido. I Congreso sobre ruido urbano y su gestor natural: el Ayuntamiento. Vitoria-Gasteiz. Marzo 2005.
- 4 S. Jimenez et al, "Gestión integral del ruido urbano. Mapa acústico de Terrassa", Proceedings 36º Congreso Nacional de Acústica y Encuentro Ibérico de Acústica. Terrassa, Octubre 2005
- 5 Directrices para la Reducción del Ruido causado por el Tráfico Rodado (2004) Proyecto Europeo SMILE Sustainable Mobility Initiatives for Local Environment.
- 6 Dossier tècnic de seguritat viària. Elements reductors de velocitat (2002) Server Català de Trànsit.
- 7 CETUR Guide du Bruit des Transports Terrestres. Prevision des Niveaux Sonores. Ministère des Transports. Direction Générale des Transports. Intérieurs. Paris 1980
- 8 Moderació de la circulació a l'ambit urbà. ISBN 84-393-1778-6 (1991) Generalitat de Catalunya
- 9 Carrers per viure. ISBN 84-393-2051-5 (1992) Institut Català de S. V. Generalitat de Catalunya
- 10 Bienvenidos a 14 Ciudades Europeas. Una Invitación a la Acción.(2004) Proyecto SMILE.
- 11 Impulso a Políticas de Transporte Urbano (2004) Proyecto Europeo SMILE
- 12 J. Iturbe et al. Efecto de los asfaltos sonorreductores en el nivel de molestia del ruido. 2002.
- 13 H. Bendtsen et al. Noise reducing pavements for highways and urban roads – State of the art in Denmark. Proceedings Transport Noise and Vibration. 2002
- 14 U. Sandberg Tyre / road noise – myths and realities. Proceedings Inter-noise 2001
- 15 P. Donovan et al. Reducción of Traffic and Tire/Pavement Noise: Initial Results of the Arizona Quiet Pavement Program. Proceedings Inter-noise 2005
- 16 R. L. Wayson. Pavement / Tire Noise Work in the United States. Proceedings Inter-noise 2002
- 17 R. Hofman et al. Silent Roads and Pavements in the Netherlands. Proceedings Euronoise 2003