

Estudio del impacto acústico de la variante de la N-150 a su paso por Terrassa

Romeu J., Jiménez S., Muñoz E., Capdevila R., Salueña X.
 Laboratorio de Mecánica e Ingeniería Acústica
 E.T.S. Ingenieros Industriales de Terrassa UPC
 C/ Colom, 11 Terrassa 08222 Barcelona

Abstract

In this paper, an analysis about traffic noise impact has been carried out for a new bypass in the town of Terrassa, which supports 15.000 vehicles per day and crosses a residential area. The analysis consists of experimental measurements and computer simulation in 3D. The sound power level of traffic has been found out from the CENTUR method, which has provided results within 3 dBA respect experimental measurements.

Introducción

La N-150 es un importante eje de comunicaciones que transcurre por una de las zonas industriales más importantes de Catalunya, uniendo ciudades como Barcelona, Sabadell o Terrassa. En el caso concreto de Terrassa, la carretera cruzaba la ciudad. Con el fin de evitar los consecuentes problemas de tráfico, se inauguró a finales de 1995 una variante por una zona residencial.

Se presenta un estudio del impacto acústico que ha representado la apertura de esta variante. El estudio parte de una serie de medidas de nivel de presión sonora en diferentes puntos del eje y calles adyacentes, que se relacionan con el tráfico existente en el periodo de medidas. Partiendo de estos datos experimentales, finalmente se simula el nivel de presión sonora por bandas de octava en un modelo tridimensional utilizando el software RAYNOISE, realizándose un estudio del impacto acústico global en las fachadas de viviendas.

Medidas experimentales

La zona de estudio comprende una parte del propio eje y una rotonda de acceso al mismo y distribución de tráfico hacia zonas industriales y residenciales próximas a la variante, según se muestra en la fig. 1

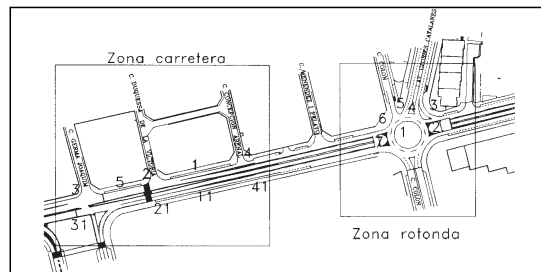


Fig. 1. Zonas de estudio y puntos de medida

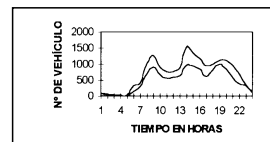


Fig. 2. Densidad de tráfico diaria en los dos sentidos

Para el estudio del impacto acústico se decidió tomar medidas de nivel equivalente en la hora punta en los puntos que se indica en la misma figura, ya que de esta manera se podría relacionar posteriormente con el nivel equivalente diario mediante factores que suministra la bibliografía (1). La hora de máxima densidad de tráfico se determinó con la ayuda del propio Ayuntamiento, que situó unos aforos de tráfico en las calles de interés, dando lugar a una distribución de tráfico diario según la fig. 2. Como conclusión se decidió tomar las medidas de ruido de tráfico entre las 13 y 14 horas para todos los puntos, repitiendo las medidas al menos tres veces para cada punto y en días laborables diferentes, descontando el viernes. El tráfico total diario que circuló por la variante fue de unos 15.000 vehículos como promedio en cada dirección.

Como los valores de intensidad de tráfico para la hora punta eran de 1000 o más vehículos/hora, se decidió tomar medidas de ruido de nivel equivalente con una duración de 15 minutos, tiempo que en general se reveló suficiente para obtener medidas de ruido fiables. Las medidas se tomaron con un analizador de espectros Brüel & Kjaer 2143 con el fin de obtener el espectro del ruido de tráfico por bandas de octava. El micrófono se situó siempre a una altura de 1,2 m sobre la acera, a 1,5 m de distancia del borde de la acera y a 1 m como mínimo de separación de las paredes de los edificios para evitar en lo posible la influencia de la reflexión del sonido en las mismas.

La medida de las mediciones experimentales se muestra en las figs. 5 y 6. En general, las mediciones para un mismo punto no presentaban diferencias superiores a 2-3 dBA para diferentes días.

Paralelamente a las medidas de ruido se filmó el tráfico con el fin de determinar la relación entre vehículos pesados y ligeros, así como determinar la influencia en el tráfico de los accesos a las zonas consideradas. De la filmación y del contaje total, se halló la distribución de tráfico ligero y pesado que se muestra en la fig. 3.

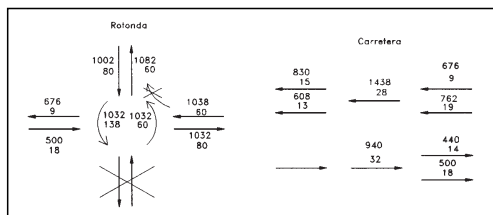


Fig. 3. Distribución de tráfico de vehículos pesados y ligeros en las zonas de estudio

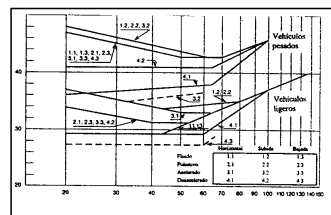


Fig. 4. Ábaco para el cálculo de Es.

Simulación

La simulación del impacto acústico se ha desarrollado con el software RAYNOISE sobre PC. Como características principales del programa cabe resaltar el uso de geometrías tridimensionales, con lo que se puede conocer la característica acústica deseada en cualquier punto, y que los principales datos a entrar, aparte de la geometría, son la potencia acústica de las fuentes sonoras y la absorción de los materiales. Como inconveniente cabe remarcar la imposibilidad de reproducir superficies curvas, por lo que es necesario aproximar por superficies planas.

Determinación de la potencia acústica

El problema principal fue sin embargo como simular la fuente sonora que representa el tráfico; se optó por representar cada carril de tráfico como una fuente lineal de sonido pero era necesario determinar el nivel de potencia acústica de cada fuente lineal. Aunque hay diferentes modelos propuestos en la bibliografía, se escogió el método del CETUR (2). Si bien este es un método para calcular el impacto acústico de viales, también es posible utilizarlo para la determinación de la potencia acústica por unidad de longitud que representa a la circulación de vehículos. La elección de este método estuvo motivada por ser uno de los más contrastados y por el elevado número de características del tráfico que se consideran para determinar la inmisión acústica.

A modo de resumen, el método determina un nivel de presión sonora equivalente para una isofona de referencia. El cálculo distingue entre los siguientes aspectos:

Tipos de vehículos: el método diferencia a los vehículos pesados de los ligeros.

Velocidades: se distingue un rango de velocidades de 20 a 130 Km/h.

Tipo de tráfico: el tipo de tráfico pretende caracterizar el flujo de vehículos, distinguiéndose los tipos fluido continuo, pulsativo continuo, pulsativo acelerado y pulsativo desacelerado.

Tipos de perfil longitudinal: el tipo de perfil longitudinal indica si el firme está inclinado o no.

A partir de estos datos, y con la ayuda del ábaco de la fig. 4, se calcula el parámetro denominado emisión sonora E_s , que se define como el nivel equivalente ponderado A para la circulación de un sólo vehículo hora en la isofona de referencia. A partir de este dato se puede hallar el nivel equivalente en la isofona de referencia con la expresión

$$L_{Aeq} = E_s + 10 \log Q \quad (1)$$

donde Q es la densidad de tráfico. Conociendo el nivel sonoro equivalente, es posible determinar ahora el nivel de potencia acústica por metro de longitud del tramo analizado con

$$(L_w)_m = L_{Aeq} + 20 \quad (2)$$

De esta manera se puede determinar el nivel de potencia sonora ponderado A correspondiente a un tramo determinado. El problema residía en que el software requiere los datos de potencia sonora por banda de octava. A la vista de esta situación, se optó por hacer un promedio de las medidas de presión sonora por bandas de octava de las mediciones descritas anteriormente, resolviéndose una tabla de valores a restar al nivel de potencia acústica ponderado A para obtener el nivel de potencia acústica por banda de octava sin ponderar. Los valores son

Tabla 1

Banda	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Valor a restar a L_{WA} (dB)	2.9	8.1	12.6	14.8	16.8	20.4	23	25.8

La aproximación de la forma del espectro de presión sonora al de potencia acústica no es exacta debido a la absorción del aire a altas frecuencias, con lo que teóricamente puede ser necesario aumentar la potencia acústica a frecuencias altas. En este primer trabajo no se ha considerado este efecto.

Las fuentes lineales representativas de la circulación se han fraccionado a fin de que cada fuente sea representativa de una misma condición de tráfico, representada ésta por las variables descritas anteriormente.

A modo de resumen, el cálculo de la potencia acústica de las fuentes sonoras sigue los siguientes pasos:

- Determinación de la longitud de la fuente para que ésta presente las mismas características
- Determinación de la emisión E_s a partir de la fig. 4 y las variables requeridas, para vehículos pesados y ligeros
- Cálculo del nivel equivalente con la expresión (1) y los datos Q de tráfico
- Cálculo de la potencia acústica con la expresión (2)
- Determinación de la potencia acústica total sumando las correspondientes a vehículos ligeros y pesados
- Determinación de la potencia acústica por bandas de octava aplicando la tabla 1

Resultados

Al realizar la simulación según lo visto anteriormente, se observó que los resultados daban un poco por debajo de las medidas experimentales realizadas. Se decidió entonces de aumentar la potencia obtenida por cálculo en 2 dB por cada banda de octava para todas las fuentes. Las figs. 5 y 6 muestran la comparación de las mediciones experimentales y los resultados de la simulación para los puntos de medida según

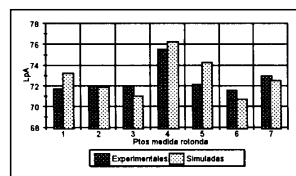


Fig. 5.

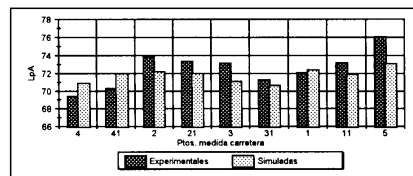


Fig. 6.

este último incremento de potencia. Se comprueba como de este modo, las diferencias entre las medidas reales y las simuladas no superan los 3 dBA, que era el criterio de máximo error admisible que se marcó para la simulación.

Una vez resuelta la simulación, se pueden extraer los mapas de nivel de presión sonora que se desee. Se presentan los resultados para las fachadas de los edificios, con el fin de conocer el nivel de inmisión acústica.

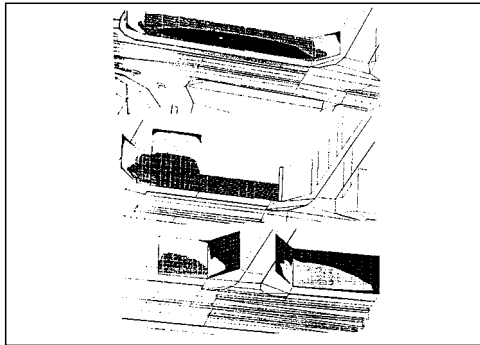


Fig. 7. Niveles de presión sonora en las fachadas

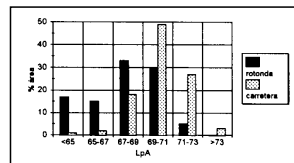


Fig. 8.

La presentación de resultados en forma de malla permite cuantificar el tanto por ciento de área en función del nivel sonoro detectado (fig. 8). Considerando que la Ordenanza Municipal para la regulación del ruido del Ayuntamiento de Terrassa fija un valor máximo diurno de 65 dBA en el exterior para el peor de los casos, el análisis de los resultados muestra como, en hora punta, no hay prácticamente ninguna fachada de la zona de la carretera que cumpla la ordenanza. Para hallar el nivel equivalente diario se cambiaron las densidades de tráfico para el cálculo de potencia acústica de las fuentes, siendo el nuevo valor de tráfico la media del tráfico diario, hallado del flujo diario partido por 17 (1). Los resultados hallados de esta manera muestran una reducción de unos 2 dB sobre los resultados en hora punta. Estos valores concuerdan bien con medidas tomadas de nivel equivalente diario en ventanas de algunas viviendas. Considerando esta reducción, se halla que un 35% de las fachadas analizadas en la rotonda están dentro de la ordenanza municipal, y que sólo un 3% cumplirían en la zona de la carretera, hallándose en esta zona precisamente los valores más altos de inmisión acústica, al haber más de un 75% de las fachadas con un nivel sonoro superior a 69 dBA en hora punta.

Conclusiones

Los resultados de las medidas experimentales muestran que el nivel de inmisión acústica es demasiado elevado, y aunque en otras zonas del eje se han tomado medidas de corrección, también sería conveniente tomarlas aquí. Referente a la simulación, los resultados hallados en los puntos de validación muestran un error por lo general inferior a 3 dB, lo que en este caso se ha considerado aceptable. Una corrección de los factores para hallar la potencia acústica en función de la frecuencia (para representar la absorción del aire) daría mejores resultados. El aumento de 2 dB por banda de octava que ha sido necesario aplicar al valor de potencia acústica puede estar causado por el uso de asfalto poroso en las zonas de la simulación. La simulación en 3D se muestra muy útil al posibilitar la cuantificación de viviendas en función del nivel sonoro, así como su posibilidad para estudiar posibles mejoras y variaciones en las características del tráfico.

Bibliografía

1. J.M. Querol, Manual de mesurament i avaluació del soroll. Generalitat de Catalunya, 1994
2. CETUR, Guide du bruit des transports terrestres. Previsions des niveaux sonores. Ministère des Transports. Direction Générale des Transports Intérieurs. Paris 1980.