

**MODELOS MATEMATICOS DE PREVISION DE NIVELES SONOROS. SU APLICACION EN LA N-VI EN EL TRAMO: MADRID-LAS ROZAS**

**Fernando Segués Echazarreta.** Ingeniero de Caminos, C. y P.  
**José Trigueros Rodrigo.** Ingeniero de Caminos, C. y P.  
Director del Programa de Estudios Ambientales del CETA.

Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX  
c/ Alfonso XII, 3 y 5 - 28014 MADRID

**1. INTRODUCCION**

En la presente comunicación se presenta el resumen del trabajo realizado por el Programa de Estudios Ambientales del Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX, por encargo de la Dirección General de Planificación Intermodal del Transporte en las Grandes Ciudades para la determinación, mediante la aplicación de modelo matemático, de los niveles sonoros que se producirán en el entorno de la N-VI en su tramo Puerta de Hierro-Las Rozas (12,3 Km), después de su ampliación e implantación del carril central de alta ocupación. Se han comparado los niveles sonoros actuales y los futuros, considerando un tráfico de hora media y hora punta, con y sin la construcción de pantallas acústicas.

**2. ESQUEMA FUNCIONAL DE LA N-VI. SISTEMA C.A.O.**

El sistema adoptado en el proyecto de remodelación de la N-VI entre Las Rozas y Moncloa está basado en dar prioridad en la circulación a los autobuses de servicio público y los vehículos de alta ocupación mediante la instalación de una calzada central reversible (C.A.O.), separada de las calzadas laterales, cuya utilización se reserva exclusivamente para la circulación de autobuses y vehículos ocupados por más de uno o dos pasajeros.

### 3. EL MODELO DE PREVISIÓN DE NIVELES SONOROS MICROBRUIT

#### 3.1. Consideraciones generales

El modelo utilizado ha sido el denominado, MICROBRUIT, modelo matemático concebido por el organismo francés "Centre d'Etudes des Transports Urbains" (C.E.T.U.R.).

El principio de cálculo consiste en, por una parte, evaluar la potencia acústica de emisión, y por otra, evaluar la atenuación de la energía acústica emitida por una línea fuente originada durante su propagación hasta el punto receptor.

Para cada camino y para las frecuencias centradas en; 125-250-500-1.000-2.000-4.000 Hz, el modelo calcula las atenuaciones debidas a la divergencia geométrica, aire, efecto del suelo, reflexión de fachada y de suelo y difracción.

#### 3.2. Principio de Cálculo

Cada punto-fuente determinado es afectado por una potencia de emisión proporcional a la longitud, de la fuente emisión que representa.

Esta longitud representativa, es igual a la semisuma de las distancias que separan el punto-fuente de sus dos puntos-fuente contiguos:



El nivel de potencia adscrito al punto fuente i es igual a:

$$(Lw)_s = \underbrace{(Lw)_{SVL}}_{\text{vehículos ligeros}} \oplus \underbrace{(Lw)_{SPL}}_{\text{vehículos pesados}}$$

con:

$$(Lw)_{SVL} = (Lw)_{mVL} + 10 \log l$$

$$(Lw)_{SPL} = (Lw)_{mPL} + 10 \log l$$

$(Lw)_{mVL}$  y  $(Lw)_{mPL}$  son los niveles de potencia de emisión, por metro de vía, para los vehículos ligeros y los pesados, respectivamente.

Se tiene:

$$(Lw)_{mVL} = E_{VL} + C + 10 \log Q_{VL} + 20$$

$$(Lw)_{mPL} = E_{PL} + 10 \log Q_{PL} + 20$$

$E_{VL}$  y  $E_{PL}$ : Emisiones sonoras sobre la isófona de referencia, dependientes del tipo de circulación (fluida, pulsada, acelerada) y la pendiente de la vía.

$Q_{VL}$  y  $Q_{PL}$ : Tráfico (vehículos ligeros o pesados) durante el período horario estudiado.

C: Corrección debido a la naturaleza de la capa de rodadura (se aplica sólo a los vehículos ligeros).

#### 4. SIMULACIÓN ACÚSTICA DE LA CARRETERA N-VI

##### 4.1. Hipótesis de cálculo

Para llevar a cabo el estudio se han realizado dos simulaciones de comportamiento acústico de la N-VI: la primera, introduciendo las características infraestructurales y de tráfico actuales, y la segunda, estableciendo una hipótesis de tráfico y funcionamiento del sistema C.A.O. en el año 2000. En ambos casos se han introducido los parámetros correspondientes a la situación de hora punta matinal (representativos del período 7h 30min - 8h. 30 min), de manera que la comparación entre ambas situaciones pueda realizarse en el supuesto de un pleno funcionamiento del sistema C.A.O.. Las velocidades de circulación se han considerado uniformes para todo el tramo estudiado siendo estas:

	SITUACION ACTUAL		SITUACION FUTURA	
C.A.O.			VL=85 km/h	VP=75 km/h
SENTIDO MADRID	VL=60 km/h	VP=60 km/h	VL=57 km/h	VP=57 km/h
SENTIDO VILALBA	VL=70 km/h	VP=70 km/h	VL=70 km/h	VP=70 km/h

En cuanto a la densidad y distribución del tráfico se ha dividido el tramo en 9 subtramos teniendo en cuenta las incorporaciones a la N-VI. La densidad varía desde 6.700 v/h totales, en la situación actual, a 8.200 v/h (850 v/h en C.A.O.) en la situación futura en el tramo de máxima intensidad.

En el reparto por categorías de vehículos se ha considerado un porcentaje de vehículos pesados del 4,75% en las calzadas laterales y del 10% en el C.A.O. (situación futura).

##### 4.2 Resultado de la simulación

Los niveles de ruido obtenidos en una banda de 50 metros a ambos lados de la carretera para el período de hora punta de tráfico están comprendidos en general entre 70 y 75 dB(A), lo que equivale de forma aproximada para el periodo diurno global al intervalo 67 - 72 dB(A).

La simulación de la situación futura ha arrojado unos resultados que en principio resultan ser muy similares a los de la situación actual. La diferencia entre el  $L_{eq}$  (hora punta) de la situación futura y el de la actual, es inferior, un carácter general, a 2 dBA.

#### 5. ESTUDIO DE MEDIDAS CORRECTORAS

Dado que el objetivo a alcanzar es la obtención de niveles de ruido en las zonas a proteger inferiores a 65 dBA  $Leq(7h - 23 h)$  y teniendo en cuenta que la mayor parte de las viviendas son unifamiliares de 1 o 2 plantas, la presencia de pantallas acústicas puede ser una eficaz medida correctora aunque existen una serie de edificios singulares (Clínica de la Zarzuela, colegios, residencias) cuya protección acústica requeriría un tratamiento singular adecuado a sus respectivos usos.

En todo el tramo en estudio es recomendable desde el punto de vista acústico la utilización de pavimento drenante.

## 6. CONCLUSIONES

Las simulaciones efectuadas para la situación actual y la situación futura han arrojado resultados muy similares. Ello se debe a que el aumento de los niveles sonoros originado por el incremento en la intensidad de tráfico y la velocidad en que se producen en la situación futura respecto a la actual, se ven compensados por la disminución de ruido conseguida por la instalación de un firme poroso.

Con objeto de comprobar la validez de los resultados de la simulación de la situación actual, éstos se han contrastado con resultados experimentales de mediciones realizadas "in situ", obteniéndose un grado de validez muy aceptable. Ya que las diferencias obtenidas dentro de un margen de error de  $\pm 3\text{dB(A)}$ .

Teniendo en cuenta los niveles sonoros resultantes en la situación futura y la tipología de la edificación, se ha realizado una zonificación del área de estudio en función de las posibles medidas correctoras de impacto acústico, determinando en concreto las zonas en las que se recomienda la instalación de pantallas.

Se han establecido 4 categorías de zona:

1. Zona residencial consolidada con altos niveles de ruido (superiores a 65 dB(A)).
2. Zona de uso terciario con presencia de edificaciones residenciales aisladas.
3. Zonas de tratamiento singular. (hospitales, colegios y zonas de recreo).
4. Zona urbana de Las Rozas. Se considera que el tratamiento acústico de esta zona debe ser integrado, contemplando todos los focos de emisión y no solo los provenientes de la N-VI.

Como resultado final se ha recomendado el estudio en detalle de la posible instalación de las siguientes pantallas

PANTALLA	SENTIDO	ALTURA	LONGITUD
1	MADRID	4	P.K. 9,20-9,64
2	VILLALBA	4	P.K. 9,70-10,13
3	VILLALBA	3	P.K. 10,20-10,33
4	MADRID	4	P.K. 10,37-10,75
5	MADRID	3	P.K. 11,40-11,53
6	VILLALBA	3	P.K. 12,16-12,38
7	MADRID	3,5	P.K. 12,03-12,28
8	VILLALBA	3,5	P.K. 12,55-13,09
9	MADRID	3,5	P.K. 13,36-14,03
10	MADRID	3,5	P.K. 14,46-14,88
11	VILLALBA	3	P.K. 14,72-14,95
12	MADRID	3	P.K. 16,27-16,39
13	VILLALBA	3	P.K. 16,35-16,80
14	MADRID	3,5	P.K. 16,69-16,96
15	MADRID	3,5	P.K. 17,85-17,95
16	VILLALBA	3	P.K. 17,91-18,01