



**MEZCLAS BITUMINOSAS SMA NORMALIZADAS (UNE EN 13108-5)
SOSTENIBLES Y MEDIOAMBIENTALMENTE AMIGABLES**

Ficha explicativa de ensayos CPX-LA²IC

Santiago Expósito Paje

Laboratorio de Acústica Aplicada a la Ingeniería Civil (LA²IC)

Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM)



la2ic@uclm.es

29/01/2013



Método de auscultación acústica de mezclas SMA en servicio: *Close Proximity (CPX method)*

El método denominado ***Close Proximity (CPX method)*** está basado en la medida y el registro de los niveles sonoros generados durante la rodadura de un neumático de referencia y el pavimento que se quiere auscultar.

Permite caracterizar, a través de la emisión sonora, la homogeneidad longitudinal y el comportamiento acústico de la capa de rodadura en tramos extensos.

Para ello es necesario realizar los ensayos a velocidades por encima de los 30 km/h, en donde el sonido de rodadura es el dominante.

Principios

Al menos dos micrófonos localizados en las cercanías de la zona de interacción neumático/pavimento, ver figura 1, miden el nivel sonoro equivalente con ponderación- A, generado por diferentes neumáticos de referencia durante la rodadura sobre el pavimento que se quiere evaluar, a una velocidad determinada.

Los neumáticos se pueden montar en un vehículo convencional, ver figura 2, o en un remolque con una cámara que absorbe gran parte del sonido que le llega procedente del pavimento, evitando así reflexiones no deseadas (Fig 3).

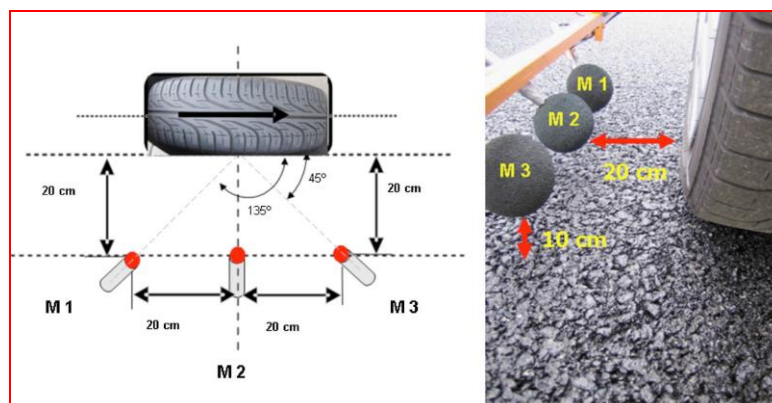


Figura 1. Neumático de referencia y localización de micrófonos en la metodología CPX [1].



Figura 2. Vehículo convencional para la auscultación de la capa de rodadura [2].

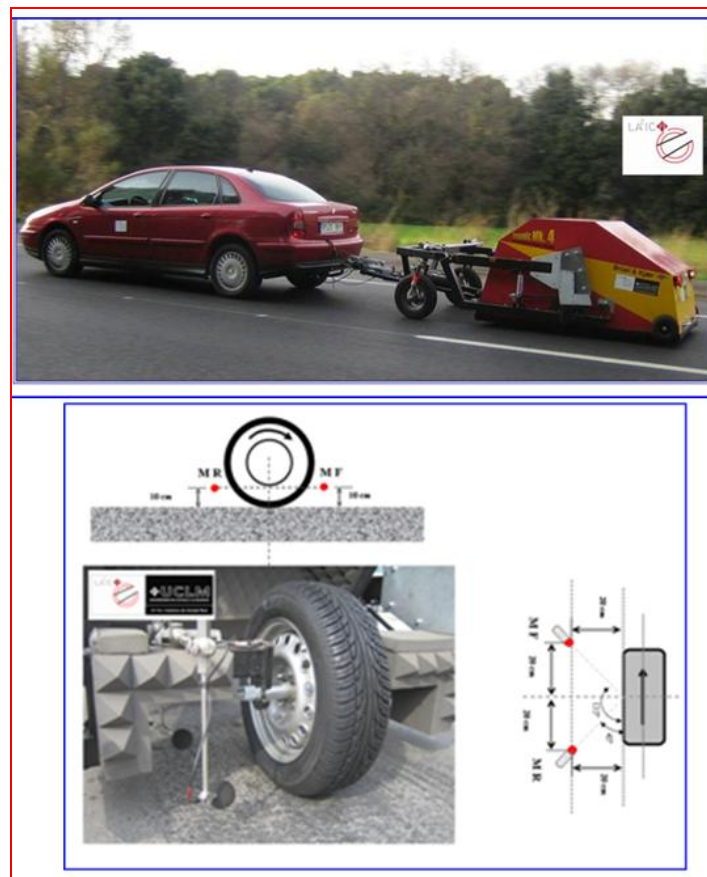


Figura 3. TireSonicMk4-LA²IC y localización de micrófonos [3].



Procedimiento

Durante la auscultación, el vehículo se desplaza a lo largo de la zona de ensayo, registrando los micrófonos los niveles sonoros L_{CPT} en dB(A) cada segmento de cierta distancia (10 m, por ejemplo).

Durante el ensayo, la velocidad se mantiene constante, en la medida de lo posible, en la velocidad de referencia seleccionada (por ejemplo 50 km/h, 80 km/h, 110 km/h o cualquier otra velocidad que resulte de interés para la evaluación).

En cada segmento recorrido, el nivel sonoro continuo equivalente con ponderación A es determinado:

$$L_{Aeq}[\Delta l] = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{l_2 - l_1} \int_{l_1}^{l_2} \frac{P^2_{ref}(x)}{P^2_{ref}} dx \right]$$

Posteriormente, las señales de los micrófonos nos permiten obtener un valor medio. Este valor es corregido por velocidad. Para ello se utiliza la expresión siguiente [4]:

$$L_{corr} = L_{me} - B \cdot \log \left(\frac{v}{v_{ref}} \right)$$

siendo v_{ref} la velocidad de referencia seleccionada, v la velocidad registrada en cada momento y B la constante de velocidad, que se determina a partir de la medición del nivel sonoro frente a la velocidad, ver figura 4.

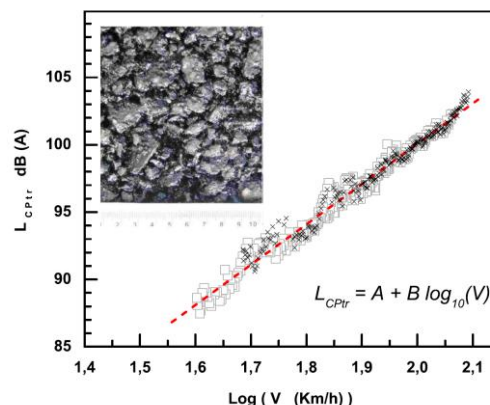


Figura 4. Regresión lineal del nivel sonoro frente a la velocidad para la obtención de la constante de velocidad B [4].

Se pueden realizar diferentes pasadas en el tramo de ensayo, con el fin de estudiar la repetitividad, y utilizar diferentes neumáticos de referencia, por ejemplo los presentados en la figura 5, junto con una cámara absorbente.



Figura 5. TireSonicMk4-LA²IC, localización de micrófonos, y neumáticos de referencia [3].

Los sistemas de medida basados en la metodología CPX permiten la evaluación de la superficie de la carretera (evaluación de pavimentos en servicio) de forma geo-referenciada [5]. La figura 6 muestra las coordenadas GPS registradas durante una auscultación acústica de mezclas tipo SMA11 y SMA16 en la CV-43, y xSMA11 con alto contenido en huecos y con la incorporación de NFU, en la AP-4.



MEZCLAS BITUMINOSAS SMA NORMALIZADAS (UNE EN 13108-5)
SOSTENIBLES Y MEDIOAMBIENTALMENTE AMIGABLES

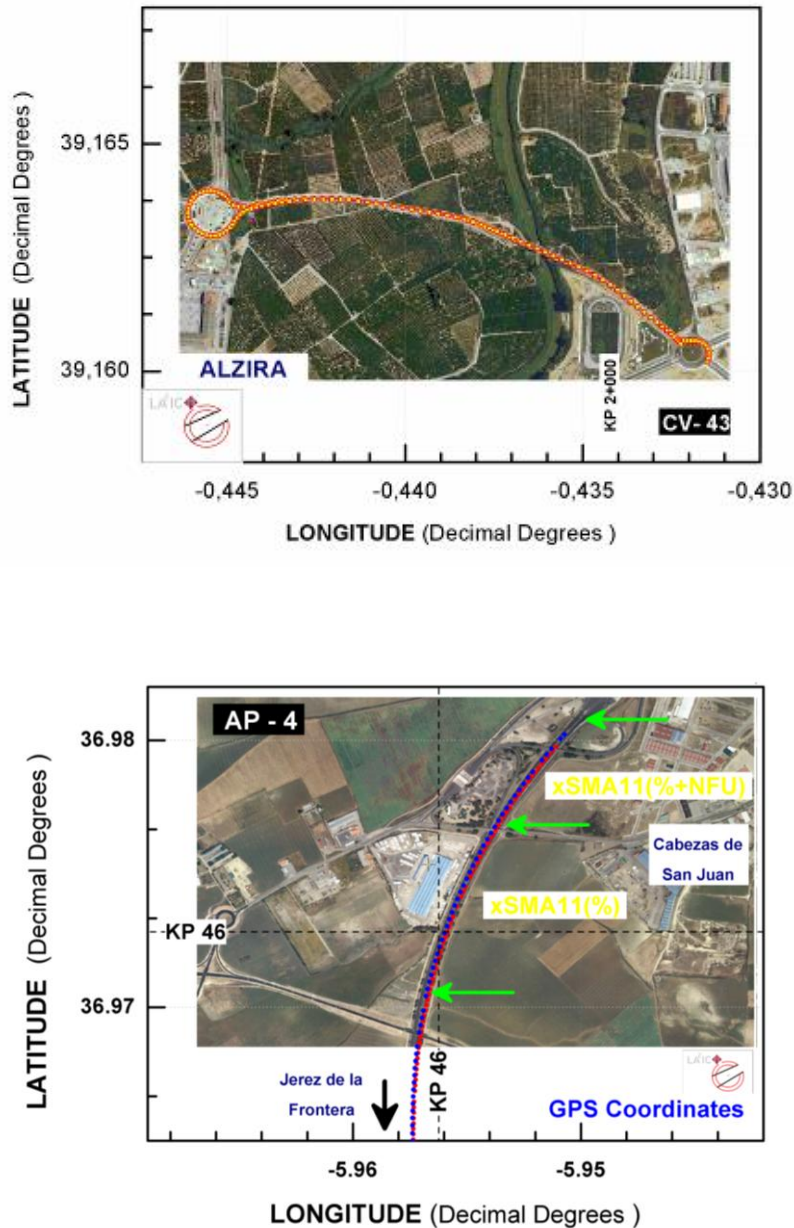


Figura 6. Registro de coordenadas GPS en los tramos de ensayo con mezclas SMA [6, 7].

Este tipo de geo-auscultación permite la correlación de niveles sonoros con coordenadas de posicionamiento, dando lugar a mapas de estado de la vía [5, 8].



**MEZCLAS BITUMINOSAS SMA NORMALIZADAS (UNE EN 13108-5)
SOSTENIBLES Y MEDIOAMBIENTALMENTE AMIGABLES**

- [1] S. E. Paje, M. Bueno, F. Terán and U. Viñuela. *Monitoring road surfaces by close proximity noise of the tire/road interaction*. Journal of the Acoustical Society of America, 122 (5): 2007; 2636-2641.
- [2] S. E. Paje, F. Terán, U. Viñuela, S. Lopéz, A. Sanz, R. Crespo del Rio, F. J. Saura, F. Cendrero y R. Martín-Serrano. *Evaluación acústica de la superficie de rodadura para su gestión y rehabilitación*. VII Congreso Nacional de Firmes. Avila, 2006.
- [3] S. E. Paje, M. Bueno, F. Terán, Miró R, Pérez-Jiménez F, Martínez AH. *Acoustic field evaluation of asphalt mixtures with crumb rubber*. Applied Acoustics 2010;71:578–82.
- [4] S.E. Paje, M. Bueno, U. Viñuela, F. Terán. *Toward the acoustical characterization of asphalt pavements: analysis of the tire/road sound from a porous surface*. Journal of the Acoustical Society of America 2009;125(1):5–7.
- [5] S. E. Paje, M. Bueno, F. Terán y U. Viñuela. *Evaluación del comportamiento acústico de la superficie de la carretera: TiresonicMK4-LA²IC*. VII Encuentro Nacional de la Carretera. Semana de la Carretera, Valencia, 2008.
- [6] Informe Proyecto SMA, SMA/IMedidasTramoExperimentalCV- 43/UCLM(LA²IC)/ O4/2011/Rev-0. *Evaluación acústica de mezclas SMA 16 BM3c y SMA 11 BM3c en un tramo de ensayo de la CV-43*. 2011.
- [7] Informe Proyecto SMA, xSMA11/RuidoTramoExperimentalAP4/UCLM(LA²IC)/ 2012/ Rev-0. *Caracterización acústica de tramos de ensayo con mezclas xSMA11, con fibra y con caucho NFU (alto % en huecos)*. 2012
- [8] S. E. Paje, M. Bueno, F. Terán, U. Viñuela, J. Luong. *Assessment of asphalt concrete acoustic performance in urban streets*. Journal of the Acoustical Society of America 2008;123(3):1439 –45.