

Reducción del impacto del ruido sobre la población mediante pavimentos silenciosos

Madrid, 18 de Noviembre de 2015

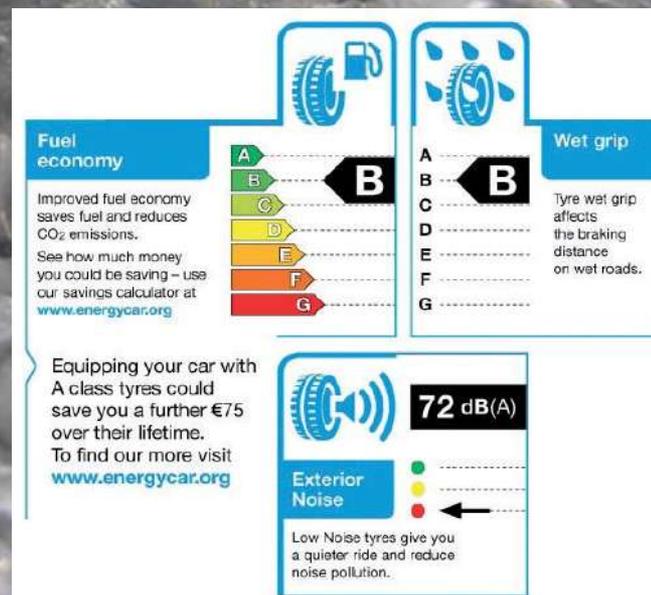
Miguel Angel Morcillo ; Antonio Hidalgo;
Alberto Hernandez; José Andrés González.

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

MOTIVACION

1. Introducción



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
- 2. Ruido de rodadura**
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros
6. Diseño de Asfaltos silenciosos

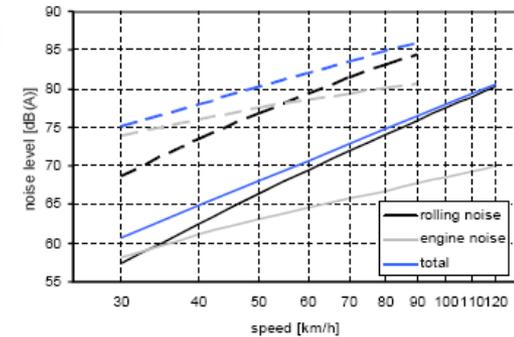
M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Problemática ruido rodadura.

1. Introducción
2. Ruido de rodadura



60-120Km/h

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Fuentes de ruido	Velocidad donde predominan (Km/h)	Otros aspectos
Grupo Motopropulsor	20-70	Proporcional a las vueltas del motor
Rodadura	60-120	Proporcional a la velocidad de la rueda
Aerodinamica	100-180	

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Problemática ruido rodadura

Dominio físico del problema.

- 1. Introducción
- 2. Ruido de rodadura

Generación

Propagación

Ruido Rodadura

Falta de confort



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Problemática ruido rodadura

1. Introducción

2. Ruido de rodadura

- **POROSIDAD** no solo influye en la disminución del ruido en la etapa de propagación (absorción acústica) sino que también influye en la disminución del ruido en origen (generación).

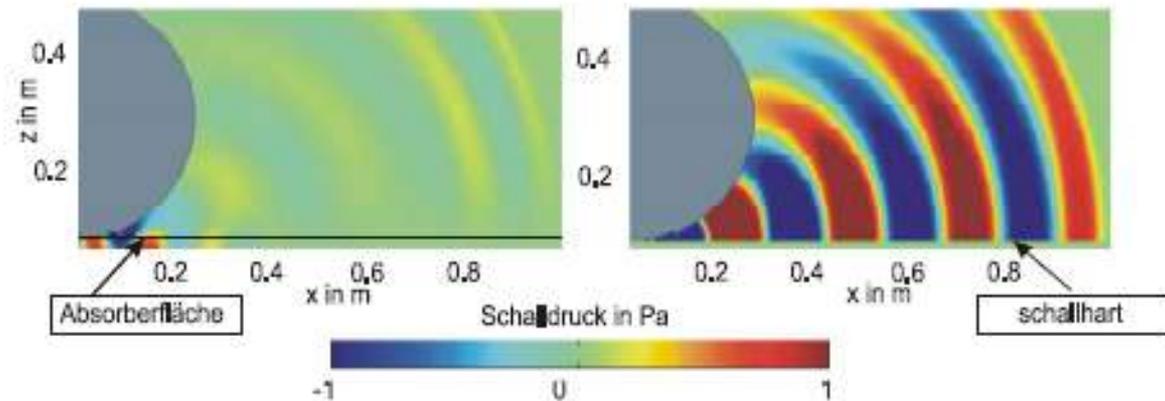


Bild 4 : TLM Modell, Schallfeld über einer 3 cm dicken porösen Asphaltsschicht (links) und über einer reflektierenden Fläche (rechts) bei einer Frequenz von 1 kHz, Absorberparameter: $\Xi=6000$ Ns/m, $\sigma=22$, $\tau=5$, $d=3$ cm.

Resultados informe **Herausgeber**
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL
Bundesamt für Strassen ASTRA
Bern, 2004

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

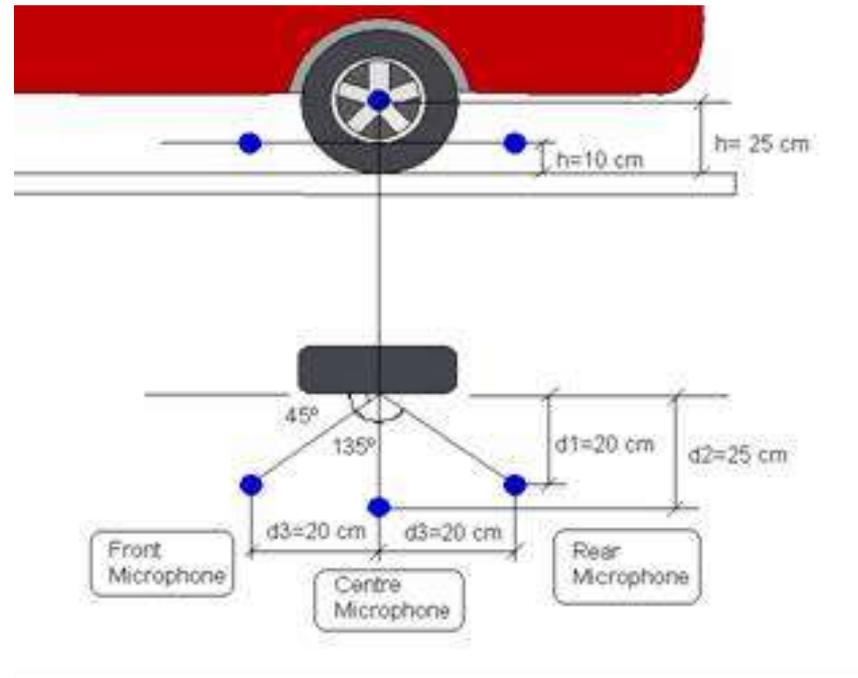
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Ruido de rodadura

1. Introducción
2. Ruido de rodadura

- *Hipótesis: Se considera **Generación** de ruido de rodadura todo lo que ocurre hasta que se genera el punto de evaluación de presión sonora definido en el ensayo de CPX.*



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

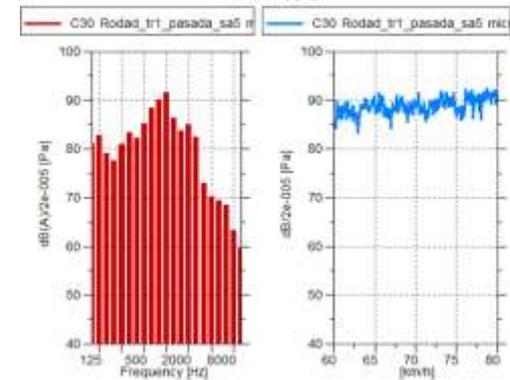
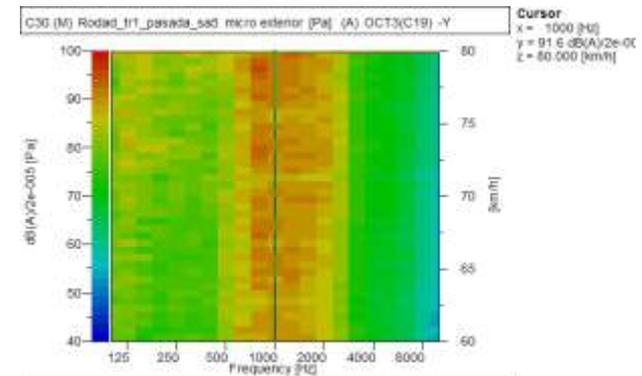
CEDEX, MAGRAMA

Ruido de rodadura

1. Introducción
2. Ruido de rodadura



Fundamentalmente se trata de un ruido que predomina entorno a las frecuencias de 1000 Hz. (500-2000Hz)



Ruido de rodadura medido según el método CPX (ISO FDIS11819-2) en un tramo de asfalto denso (S-12)

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
- 3. Mecanismos RR**
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros
6. Diseño de Asfaltos silenciosos

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR

Mecanismos ruido de rodadura

- *Etapas de Generación*
 - *Efectos vibro-acústicos (radiación).*
 - *Efectos Aerodinámicos*
 - *Efectos Tribológicos*
- *Etapas de Propagación*
 - *Efecto Horn (Campo próximo)*
 - *Absorción acústica (Campo lejano)*

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR

Generación. Efectos vibro-acústicos

- *Rango de aparición: 100-800 Hz*
- *Radiación acústica de elementos vibrantes, previamente excitados por el perfil del contacto rueda-pavimento: neumático*

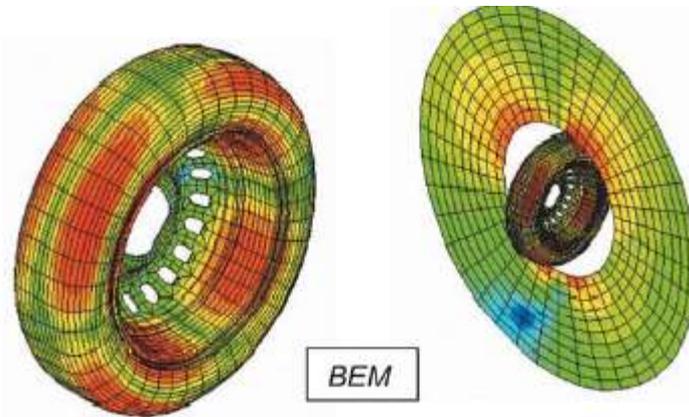


Figura 3. – Distribución de la presión acústica en la superficie y en las proximidades de un neumático

Revista de Acústica. Vol. 38. Nº 3 y 4

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Generación. Aerodinámicos

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR

- *Pumping Noise.*

- *Depende de la huella del neumático y de la velocidad*
- *Para los sistemas actuales este tipo de fenómenos aparece entre 600 y 2000 Hz.*

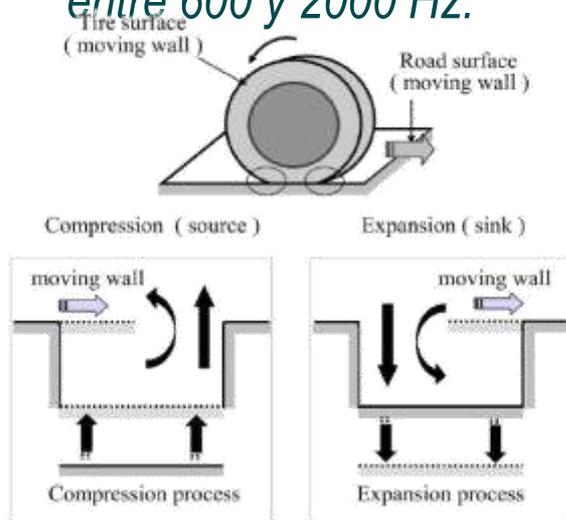


FIG. 3. (Color online) Schematic diagrams of the full tire/road geometry and boundary conditions of the near-field noise propagation simulation.

Kim *et al.*: Prediction method for air-pumping noise 3801

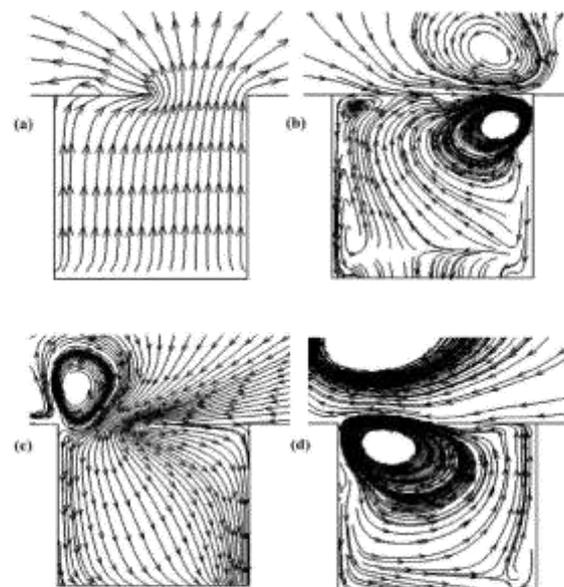


FIG. 8. Streamlines on the plane of symmetry of the tire at (a) $t = T_p/2$ (contact patch leading edge), (b) $t = T$ (contact patch leading edge), (c) $t = T_p/2$ (contact patch trailing edge), and (d) $t = T$ (contact patch trailing edge).

Kim et Al. *Prediction method for tire air-pumping noise using a hybrid technique.* JASA June 2006.

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

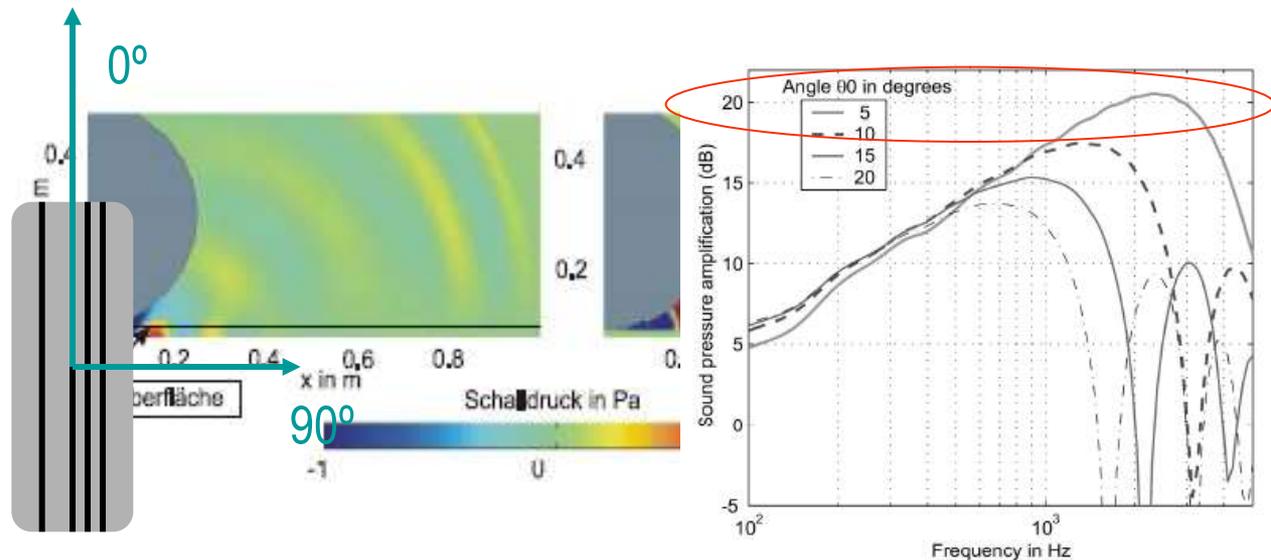
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Propagación. Efecto Horn.

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR

- *Efecto amplificación debido a la geometría del contacto rueda-pavimento.*



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
- 4. Métodos de medida**
5. Relaciones entre parámetros
6. Diseño de Asfaltos silenciosos

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. **Métodos de medida**

Métodos de medida

- Ensayo CPX
- Ensayo CPB
- Ensayo SPB
- Ensayo de caracterización:
 - Absorción en tubo de Kundt.
 - Absorción in situ
 - Impedancia mecánica
 - Adherencia
 - Rugosidad o Textura

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Métodos de medida

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. **Métodos de medida**

- Métodos para control de producción (COP)
- Métodos para la clasificación de Asfaltos (etiquetado): Homologación



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

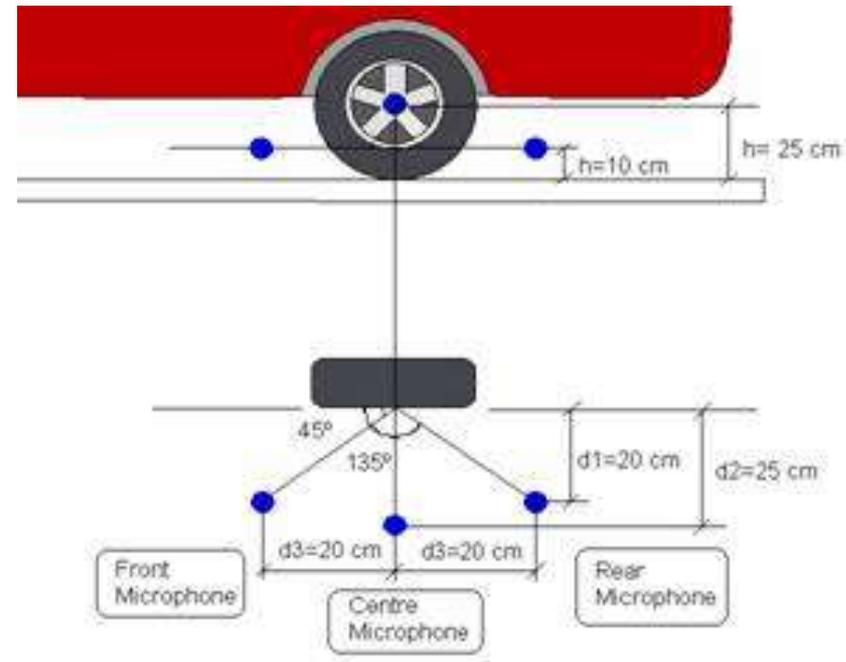
CEDEX, MAGRAMA

Descripción Ensayo CPX

Close Proximity Method

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida

- Procedimiento de ensayo basado en la norma ISO/CD 11819-2
- Mide el ruido de rodadura en la generación



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15
CEDEX, MAGRAMA

Calibración del equipo CPX

Efecto de las reflexiones acústicas en la carrocería.

Verificar el equipo de CIDAUT y aportar conocimiento en la definición completa de la prueba de certificación.



Rueda aislada – Micrófonos posición recta



Rueda en vehículo – Micrófonos posición recta



Rueda aislada – Micrófonos posición oblicua



Rueda en vehículo – Micrófonos posición oblicua



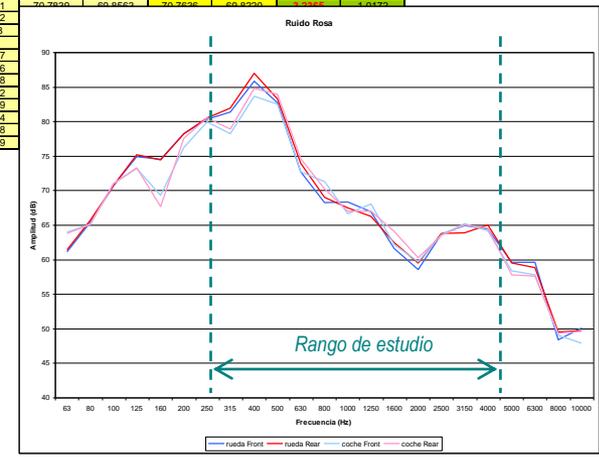
Rueda aislada – Micrófonos posición paralela



Rueda en vehículo – Micrófonos posición paralela

Rueda en vehículo parado - Microfono Oblicuo

Frecuencia	Ruido Rosa								DIFERENCIA (Reflex-Axis)
	Medida 1		Medida 2		Medida 3		PROMEDIO		
	Front	Rear	Front	Rear	Front	Rear	Front	Rear	
20	36.6808	36.3285	36.8599	36.4984	36.9786	36.6058	36.8398	36.4776	
25	42.517	42.3387	42.5201	42.3393	42.4422	42.2784	42.4931	42.3188	
31.5	47.6973	47.5782	47.6687	47.5442	47.669	47.5508	47.6783	47.5577	
40	52.9248	52.8584	52.7223	52.6548	52.6776	52.6051	52.7749	52.7061	
50	59.1173	59.1130	59.0124	58.7315	59.0528	58.6757	59.0608	58.7403	
63	63.9363	63.7655	64.0156	63.8448	64.0861	63.9167	64.0127	63.8423	
80	65.1393	65.0807	65.05	64.9926	65.081	65.0217	65.0901	65.0317	
100	70.9677	71.0186	70.8107	70.8614	70.7908	70.8399	70.8564	70.9066	
125	73.1413	73.301	73.1271	73.2904	73.157	73.3224	73.1418	73.3046	
160	69.2921	67.8698	69.2356	67.8169	69.266	67.863	69.2612	67.8468	
200	76.1906	77.4862	76.1854	77.4808	76.1557	77.4524	76.1772	77.4731	
250	79.8567	80.5006	79.8572	80.5044	79.7766	80.4265	79.8302	80.4772	
315	78.1304	78.8672	78.1147	78.8531	78.1129	78.8286	78.1193	78.8496	1.1341
400	83.539	84.5789	83.5468	84.5835	83.5313	84.5728	83.5390	84.5784	1.9341
500	82.3924	83.7566	82.3491	83.7209	82.3087	83.708	82.3501	83.7285	0.0126
630	72.4778	74.3323	72.463	74.3344	72.4992	74.3598	72.4800	74.3422	0.1141
800	70.7489	69.7935	70.758	69.8161	70.7820	69.8662	70.7858	69.8290	0.1495
1000	66.4091	66.4473	66.4112	66.4572	66.4091	66.4473	66.4112	66.4572	
1250	68.016	68.5397	67.987	68.493	68.016	68.5397	67.987	68.493	
1600	61.8085	63.663	61.7931	63.66	61.8085	63.663	61.7931	63.66	
2000	59.5422	61.1035	59.5520	61.1057	59.5422	61.1035	59.5520	61.1057	
2500	64.5475	65.1383	64.5276	65.1286	64.5475	65.1383	64.5276	65.1286	
3150	67.8545	66.8253	67.8481	66.8208	67.8545	66.8253	67.8481	66.8208	
4000	66.7994	66.5497	66.7684	66.5512	66.7994	66.5497	66.7684	66.5512	
5000	57.0891	54.8981	57.1227	54.9159	57.0891	54.8981	57.1227	54.9159	
6300	57.8827	56.4474	57.8611	56.4214	57.8827	56.4474	57.8611	56.4214	
8000	48.6038	50.7038	48.594	50.6878	48.6038	50.7038	48.594	50.6878	
10000	48.8536	50.1251	48.8391	50.1289	48.8536	50.1251	48.8391	50.1289	



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

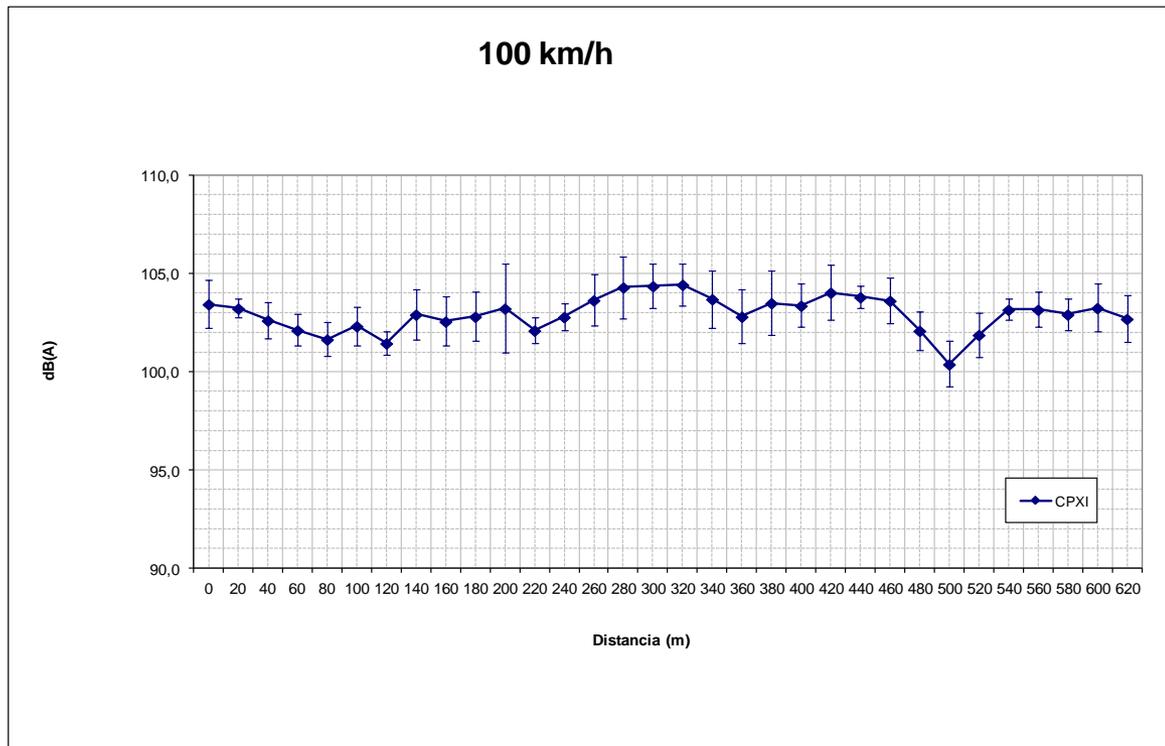
Resultados

Nivel CPX : se promedia

- en frecuencia (315 y 5000Hz)
- en espacio (20m)
- Fast
- dos micrófonos
- 2 ruedas
- 3 pasadas

se corrige

- en velocidad
- en temperatura



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

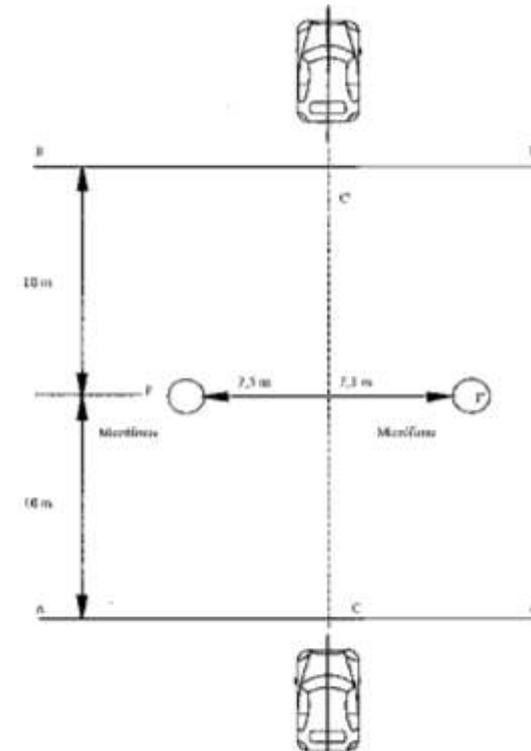
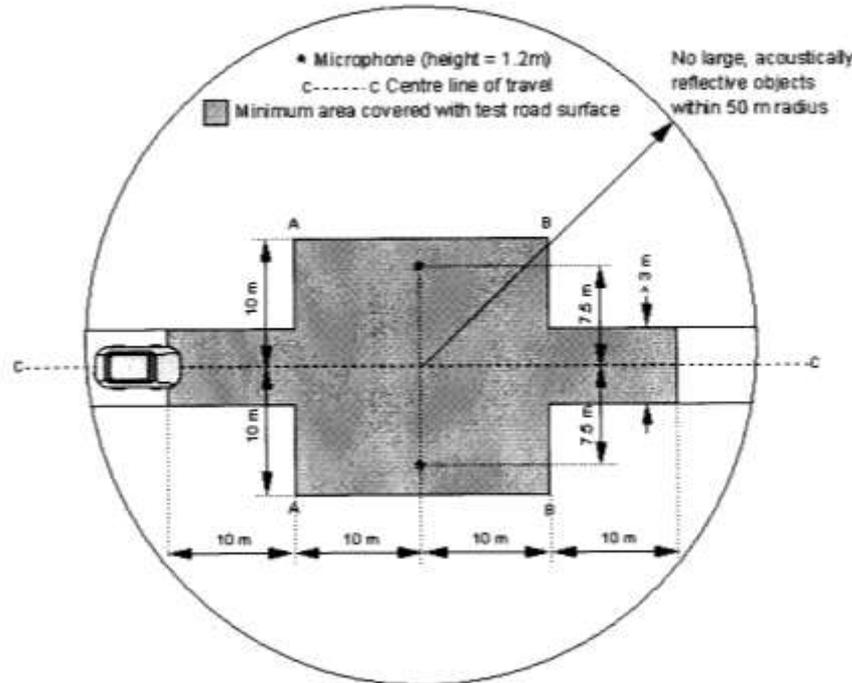
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Descripción Ensayo CPB

Controlled Pass By noise

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida



Mide la propagación del sonido a 7.5 m de la fuente

Procedimiento de medida basado en norma ISO 362

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

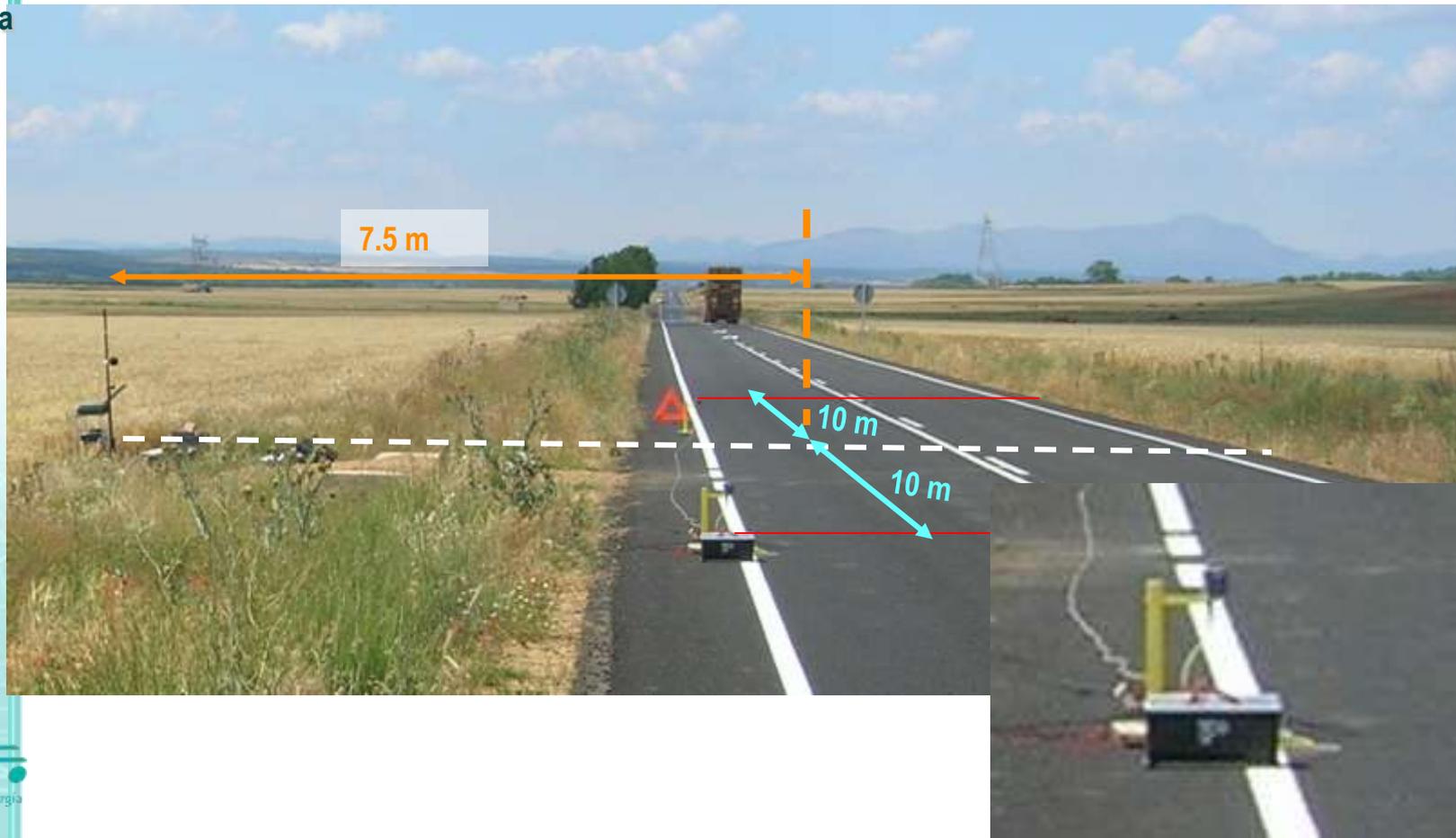
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Descripción Ensayo CPB

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida

SET-UP del ensayo



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

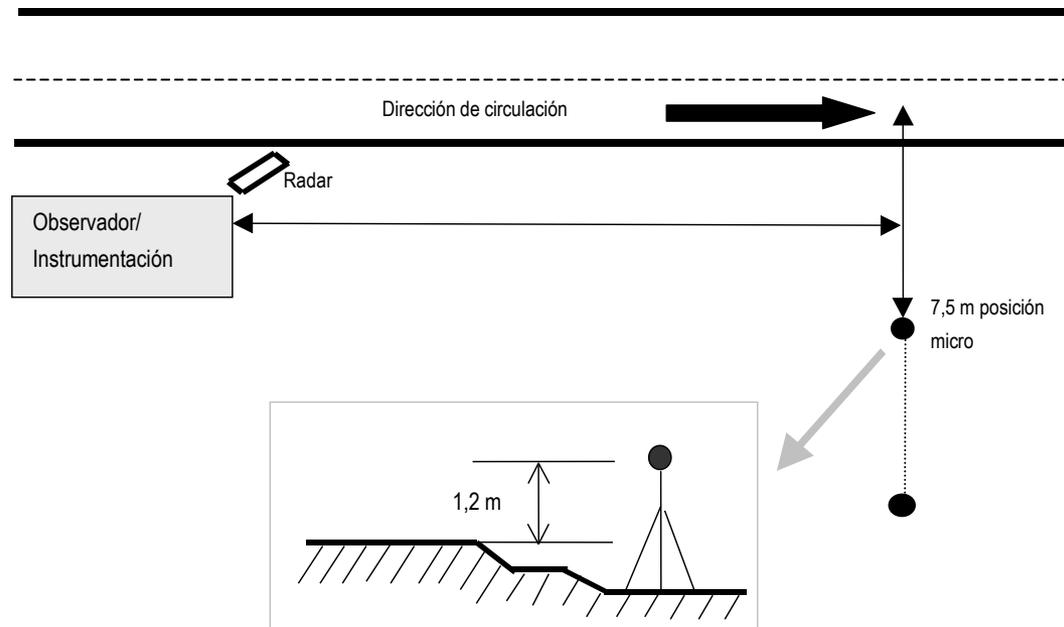
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Descripción del ensayo SPB

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. **Métodos de medida**

- Statistical Pass By Noise
- Realizado de acuerdo a la norma ISO 11819-1.
- Tiene en cuenta clasificaciones entre los diferentes vehículos



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Descripción del ensayo SPB

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida

$$SPBI = 10 \cdot \log \left[W_1 \cdot 10^{L_1/10} + W_2 \cdot \left(\frac{v_1}{v_2} \right) \cdot 10^{L_2/10} + W_3 \cdot \left(\frac{v_1}{v_3} \right) \cdot 10^{L_3/10} \right]$$



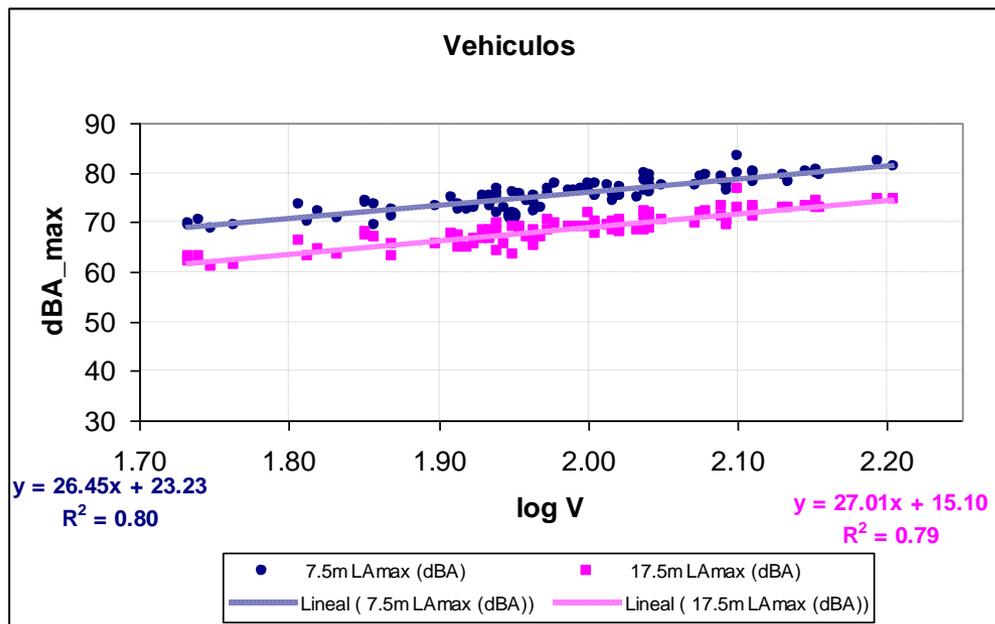
M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Resultados obtenidos con el método SPB

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida



DATOS DE LA REGRESION ENTRE EL NIVEL SONORO Y LA VELOCIDAD

(NO CORREGIDOS PARA LA TEMPERATURA)

Parámetros de regresión	Categoría de vehículo 1	Categoría de vehículo 1
	7.5 m	17.5 m
Numero de vehículos	95	
Ordenada en el origen de la recta de regresión	23.23	15.1
Pendiente	26.45	27.01
Coefficiente de correlación	0.8	0.79
Nivel sonoro medio (dBA)	75.74	68.70
Desv. Estándar del nivel sonoro	3.12	3.19
Desv. Estándar de las diferencias del nivel sonoro (dBA)	1.89	2.00
Velocidad media (Km/h)	96.38	
Desv. Est. de la velocidad (Km/h)	23.18	
Lveh (a la velocidad de referencia de 80 Km/h)	73.57	66.50

M.A. Morcillo
 A. Hidalgo
 J.A. González
 A. Hernández

Madrid, 18-11-15
CEDEX, MAGRAMA

Descripción del ensayo SPB-Backing Board

- Medidas a realizar en entornos complicados (no campo libre).
- Micrófono colocado sobre un panel reflectante.
- Medida incrementada en 6 dB sobre una en campo libre.



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15
CEDEX, MAGRAMA

Ensayo SPB-Backing Board

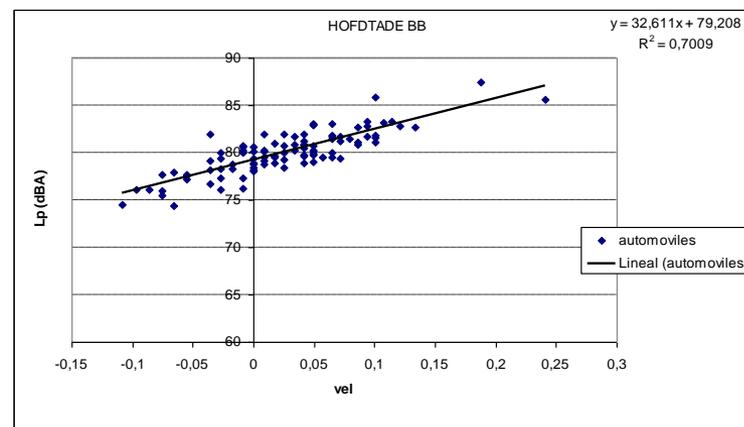
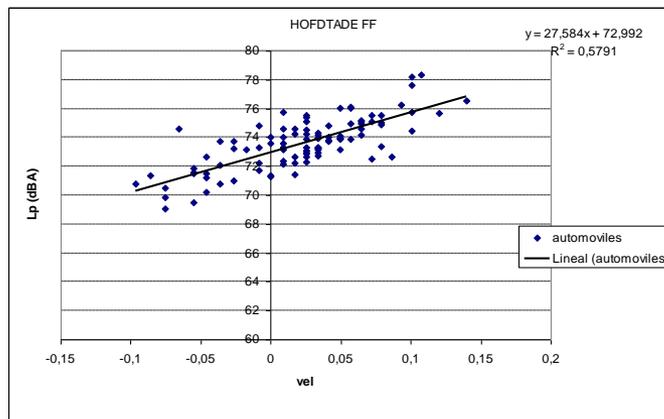
- Comparación SPB- BB



Campo Libre: 73 dB



Backing Board: 79 dB



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

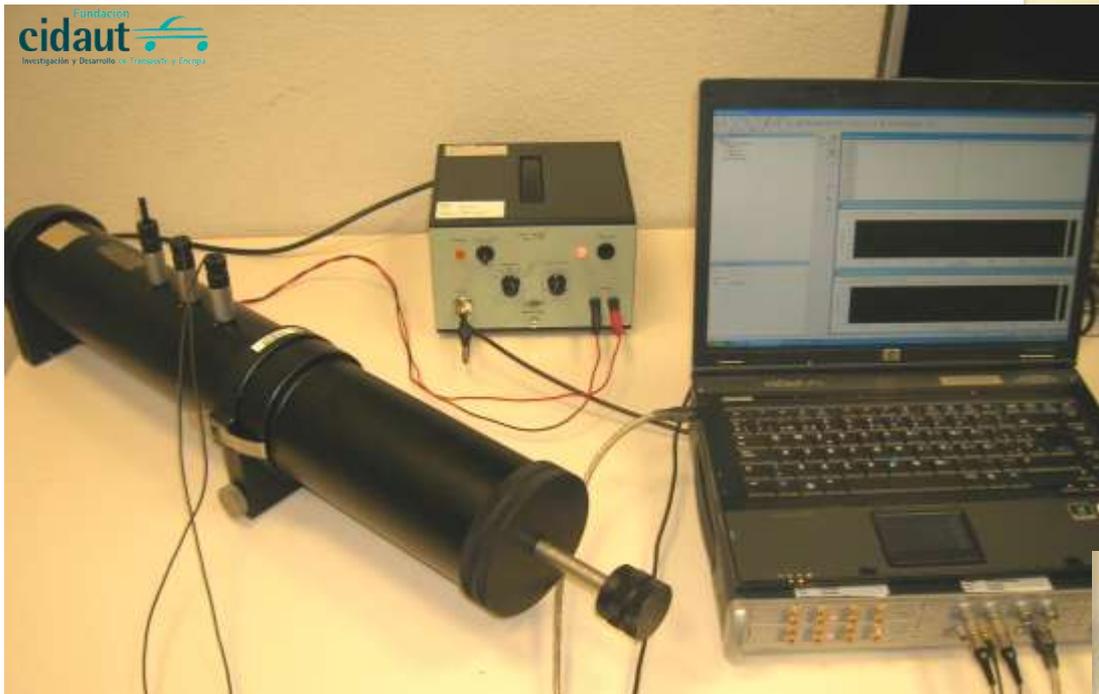
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Medida de la absorción acústica con tubo de Kundt

ISO EN 10534-2

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

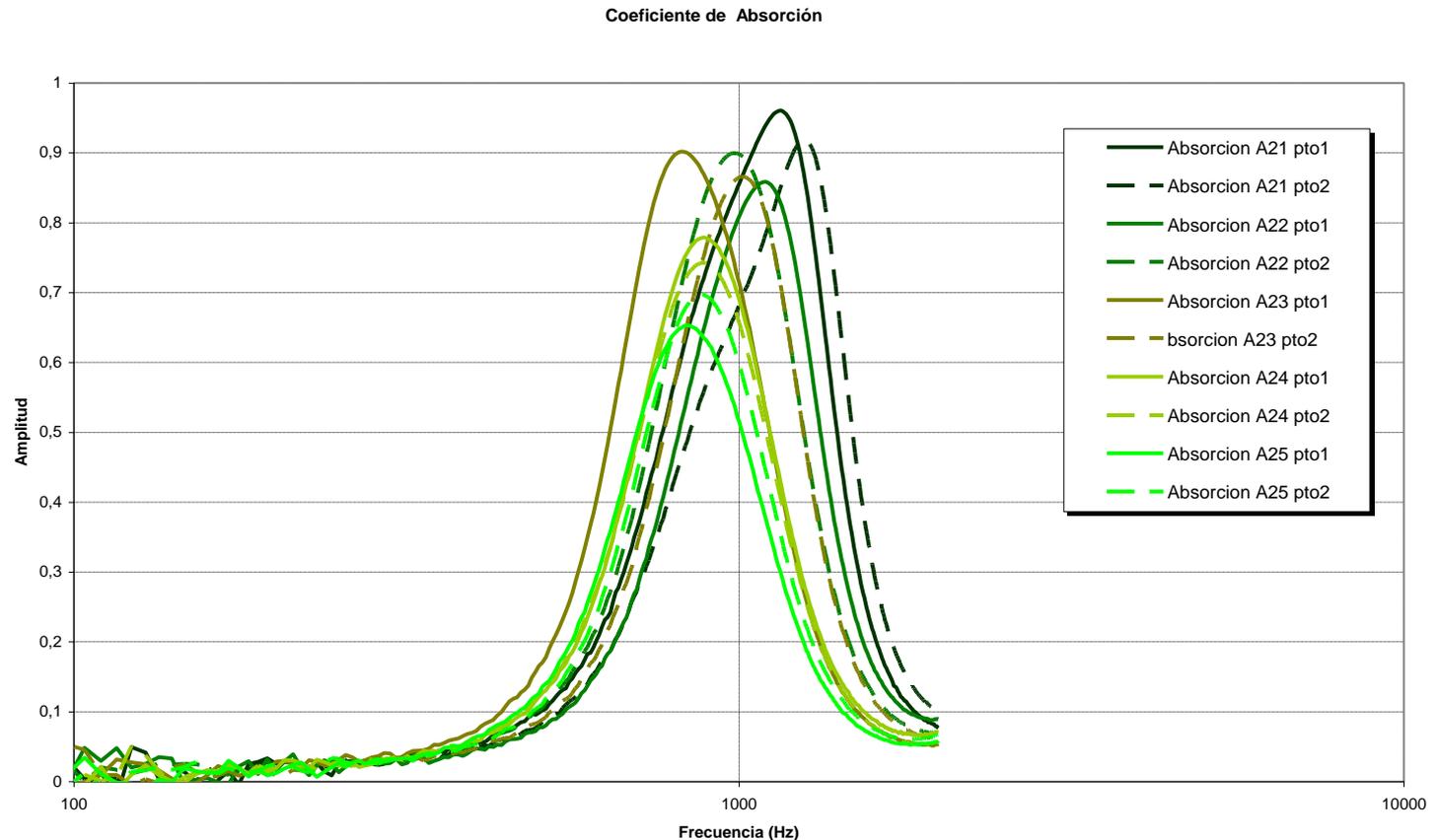
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida

Resultados de absorción acústica con tubo de Kundt

PA-12 Betún caucho



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Medida de la absorción acústica in situ

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. **Métodos de medida**

ISO EN 13472-1



ISO/FDIS 13472-2



Sistemas para la medida de la absorción acústica in situ

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

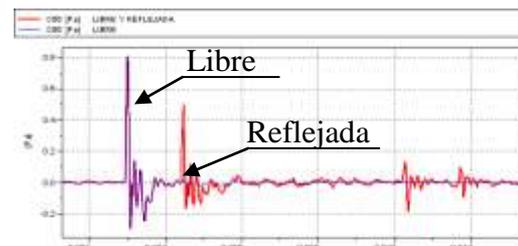
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

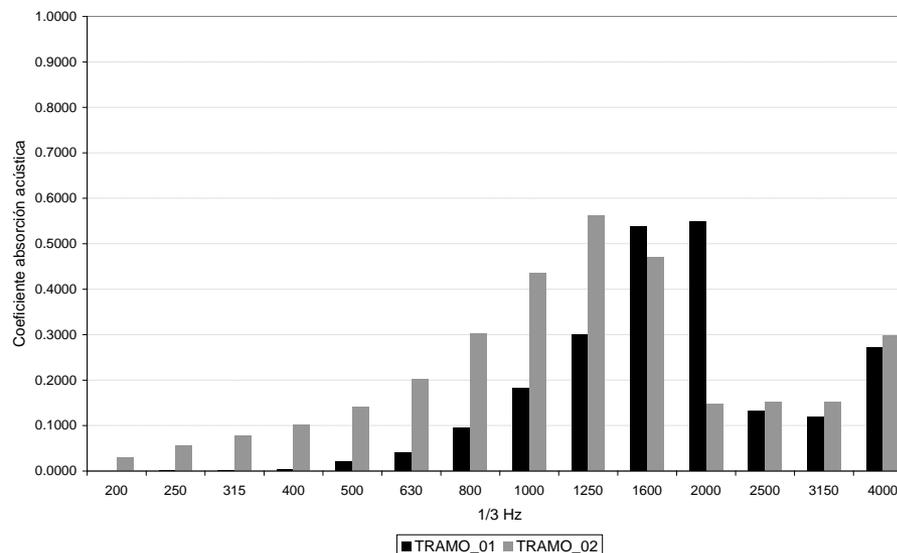
Medida de la absorción acústica in situ

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida

- Señal MLS
- Ventana de medida de Adrienne
- Función de respuesta Impulsiva



COEFICIENTE ABSORCIÓN ACÚSTICA-METODO SUPERFICIE EXTENDIDA



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Medida de la impedancia mecánica

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. **Métodos de medida**

- Estimación de la rigidez dinámica de la carretera.
- Viene a explicar la excitación mecánica del neumático por cada tipo de carretera



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Medida de la Textura

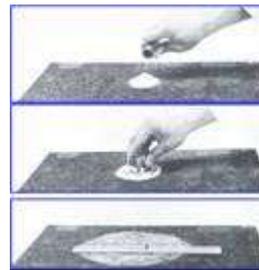
1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. **Métodos de medida**

- Microtextura, relacionada con el coeficiente de rozamiento.
- Macrotextura: La presencia de macrotextura negativa favorece los niveles bajos de ruido.
- Megatextura: Un pavimento con megatextura produce importantes niveles de ruido (pavimento en mal estado)

Péndulo Británico



MTD



MPD



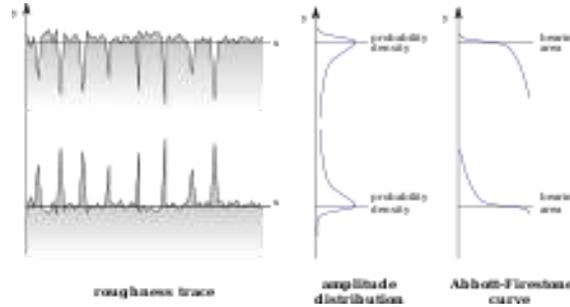
M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Medida de la Textura

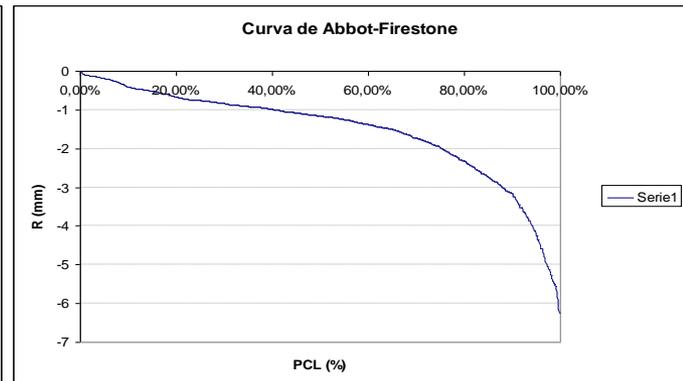
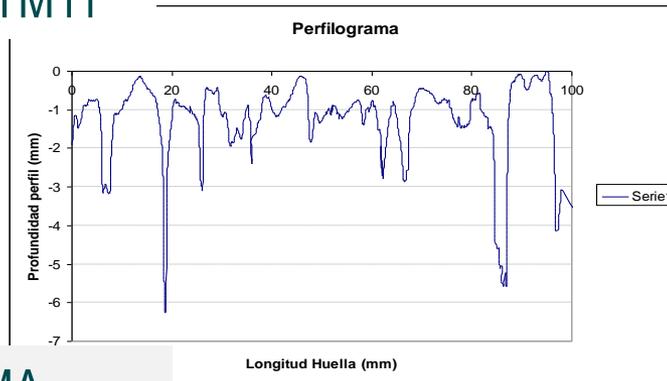
- Diagrama de Abbott-Firestone



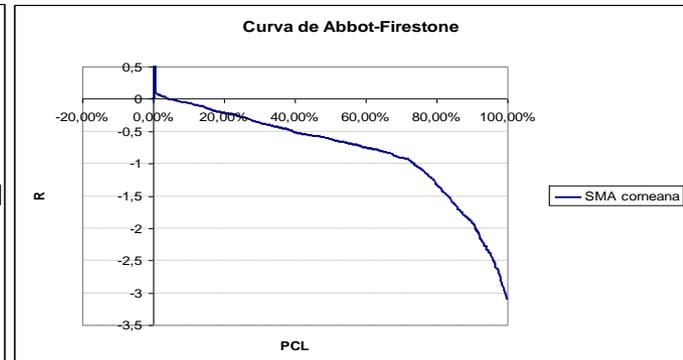
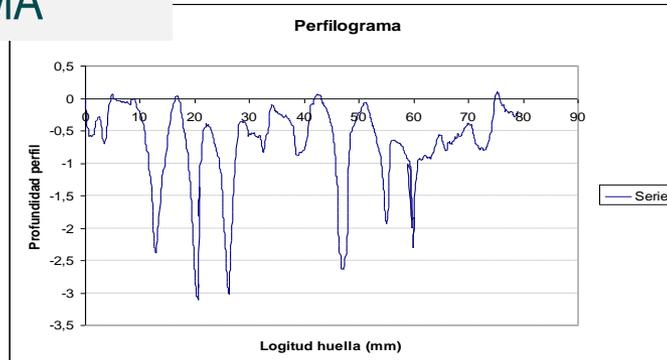
Textura negativa

Textura positiva

BBTM11



SMA



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Métodos de medida

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida

SILVIA Classification scheme

<i>Labelling / Type approval</i>		
<i>Grading:</i>	Dense	Open
<i>Stiffness:</i>	Rigid	
		Elastic
Proc. #1	SPB	
	CPX	
Proc. #2	SPB	
	Macro- / Mega-Texture	
		Sound Absorption
		Mech. Impedance

<i>COP Testing</i>		
<i>Grading:</i>	Dense	Open
<i>Stiffness:</i>	Rigid	
		Elastic
Proc. #1	CPX	
Proc. #2	Macro- / Mega-Texture	
		Sound Absorption
		Mech. Impedance

M.A. Morcillo
 A. Hidalgo
 J.A. González
 A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
- 5. Relaciones entre parámetros**
6. Diseño de Asfaltos silenciosos

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

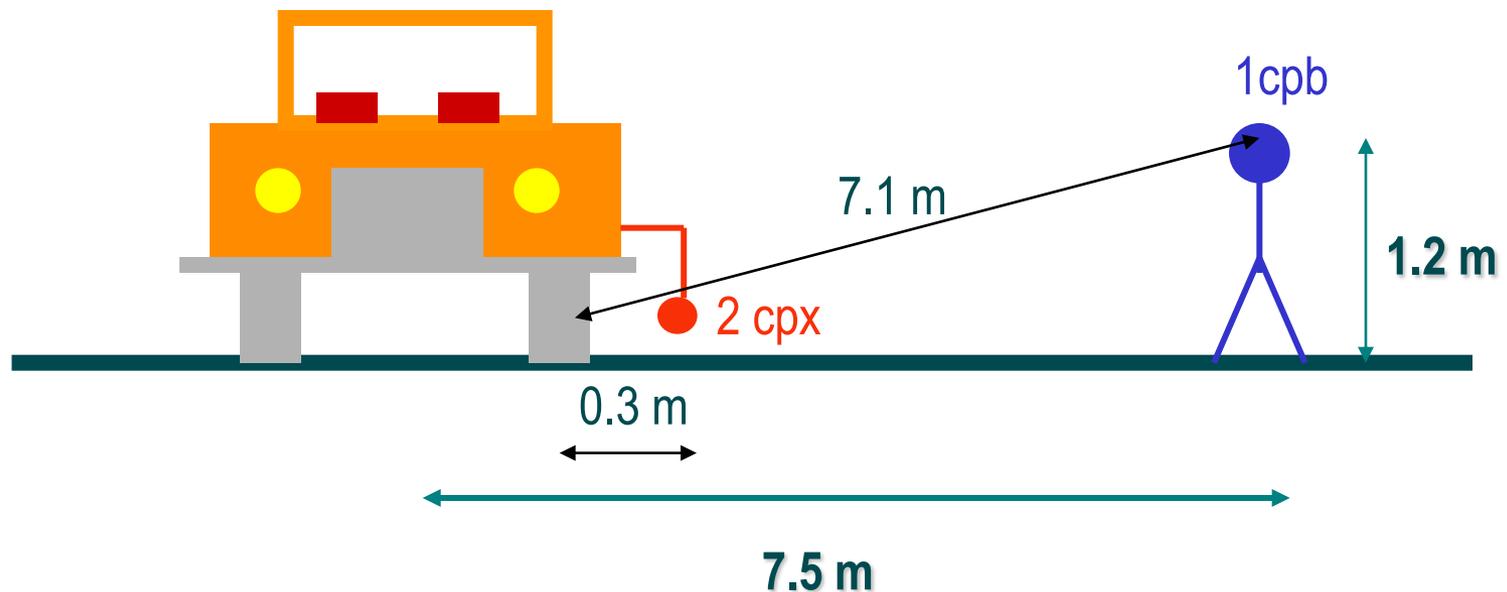
CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros

Relación CPX y SPB ó CPB

- Hipótesis inicial: Fuente puntual , campo libre y condiciones de propagación homogéneas

$$L_p = L_w + 10 \cdot \log \left[\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right]$$



$$L_{CPB} = L_{CPX} + 20 \cdot \log \left[\frac{r_2}{r_1} \right] = L_{CPX} - 27.5 \text{ dB}$$

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

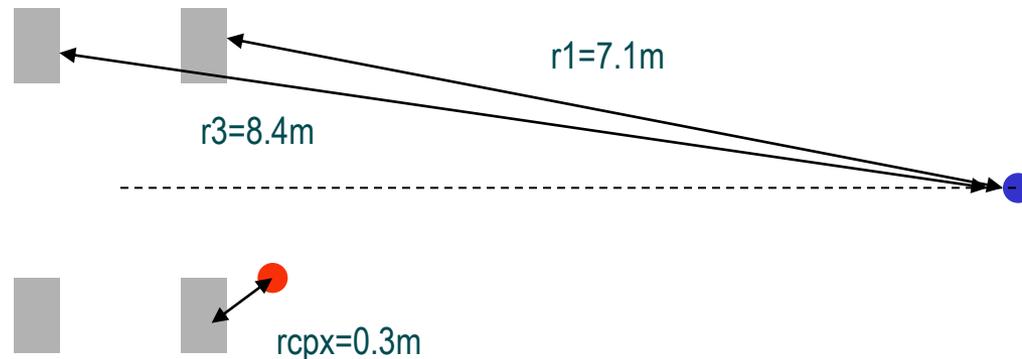
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

- 1. Introducción
- 2. Ruido de rodadura
- 3. Mecanismos RR
- 4. Métodos de medida
- 5. Relaciones entre parámetros**

Discusión de Resultados

- Hipótesis inicial: campo libre y condiciones de propagación homogéneas
 - Modelo CPX: contribución de 1 rueda
 - Modelo CPB: contribución de las 4 ruedas



$$L_{CPB} = L_{CPX} + 10 \cdot \log \left[\frac{2r_{cpX}^2 (r_1^2 + r_3^2)}{(r_1^2 r_3^2)} \right] = L_{CPX} - 22.5dB$$

F. Anfonso-Lédée. Modeling the local propagation effects of tire-road noise. *Internoise 2004*

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros

Discusión de Resultados

- A partir de estas aproximaciones podemos concluir que las medidas de CPB y CPX realizadas de manera independiente presentan unos resultados coherentes entre si de acuerdo a un modelos sencillo de propagación.

- **Para 100 Km/h**

$$L_{CPB} = 74dBA$$

$$L_{CPX} = 98dBA$$

$$L_{CPX} - L_{CPB} = 24dBA$$

- **Para 80 Km/h**

$$L_{CPB} = 72dBA$$

$$L_{CPX} = 95dBA$$

$$L_{CPX} - L_{CPB} = 23dBA$$

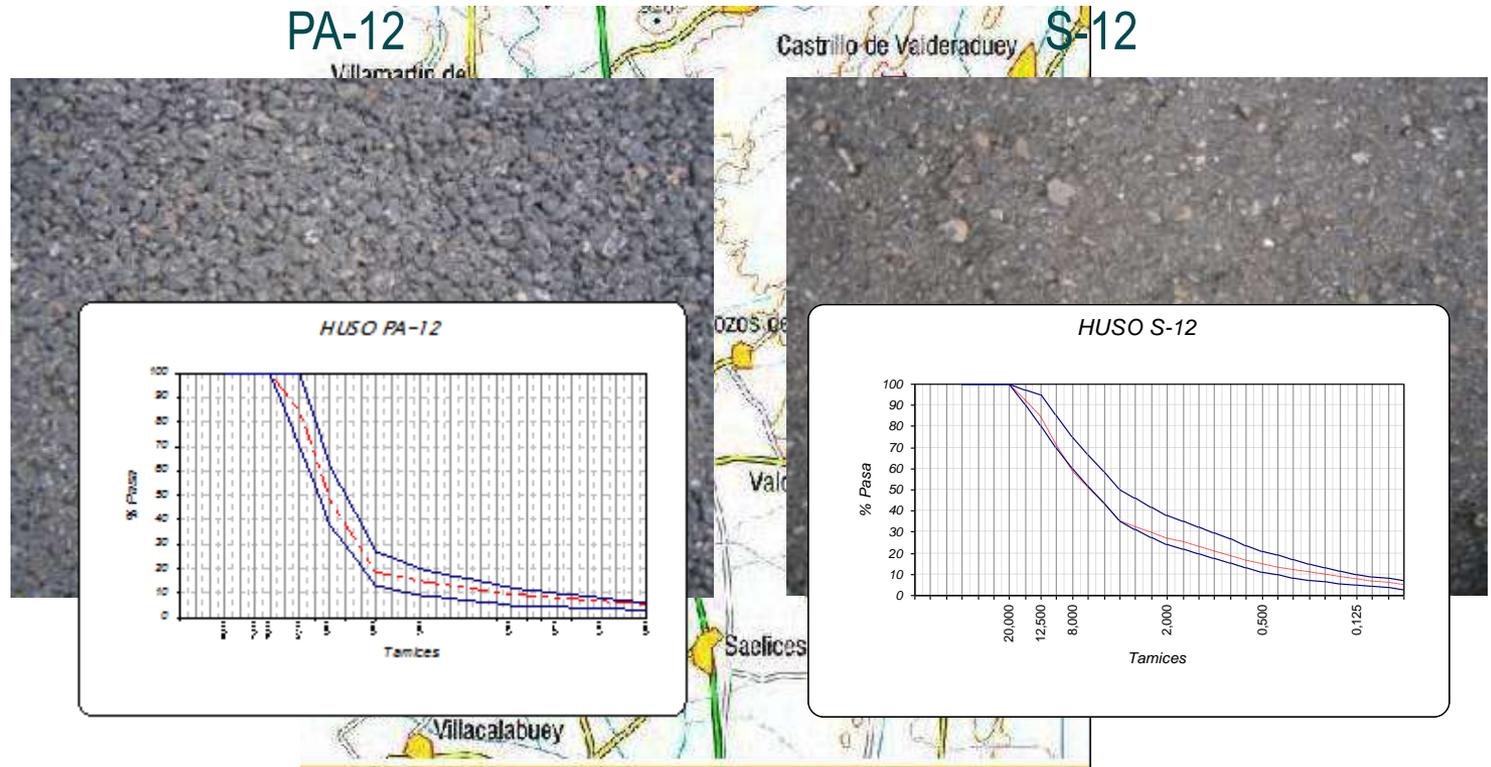
M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15
CEDEX, MAGRAMA

Relación entre Niveles (CPX, SPB ó CPB) y la absorción acústica.

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros

- Explicar las contribuciones parciales de la porosidad en la reducción global del nivel sonoro que introducen los asfaltos porosos.
- Experiencias realizadas en Carretera CL 611 Sahagún- Almanza (León) por la empresa Collosa.



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

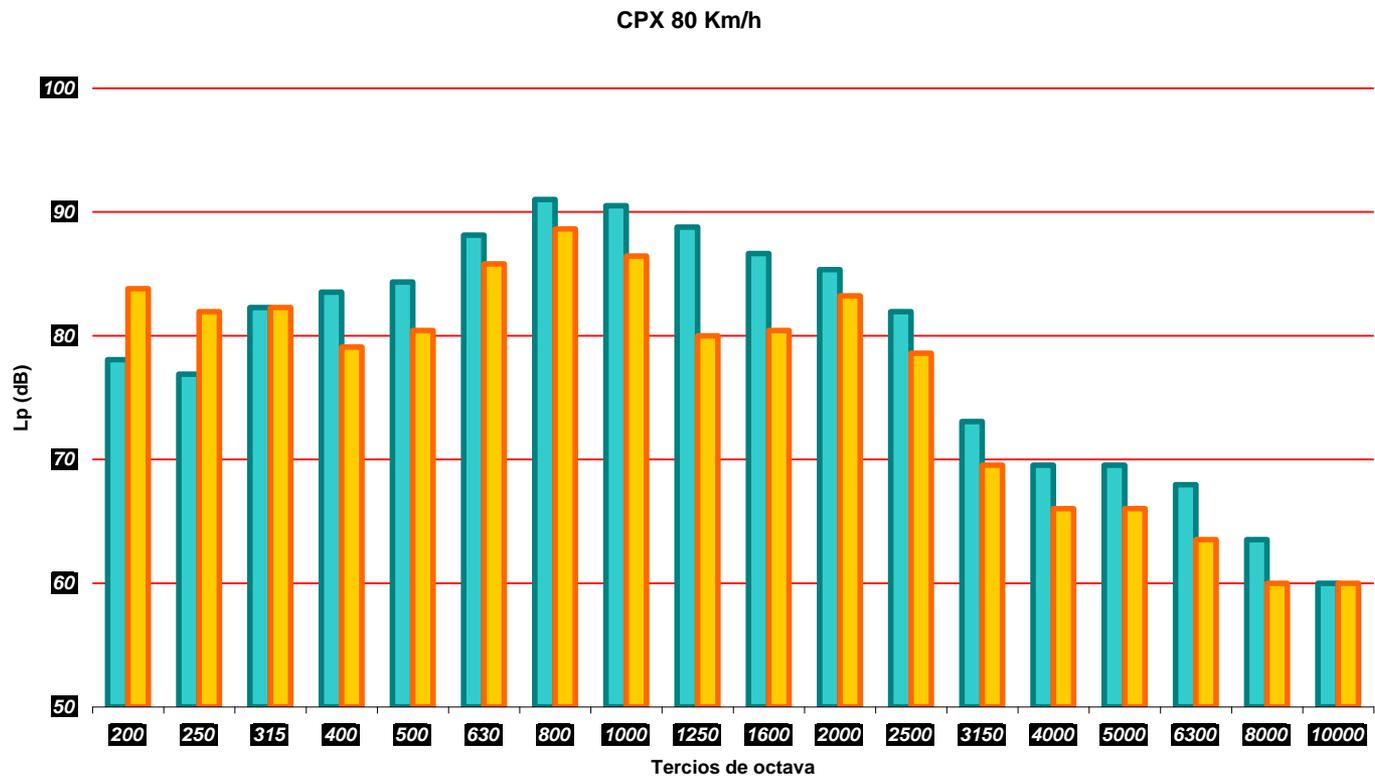
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros

Relación entre Niveles (CPX, SPB ó CPB) y la absorción acústica.

- A nivel de generación se puede comparar los niveles medidos entre dos pavimentos (poroso PA-12 y estándar S-12).



- Se ha conseguido disminuir del orden de 3 dB en la generación, pasando de un nivel de 97dBA a 94 dBA

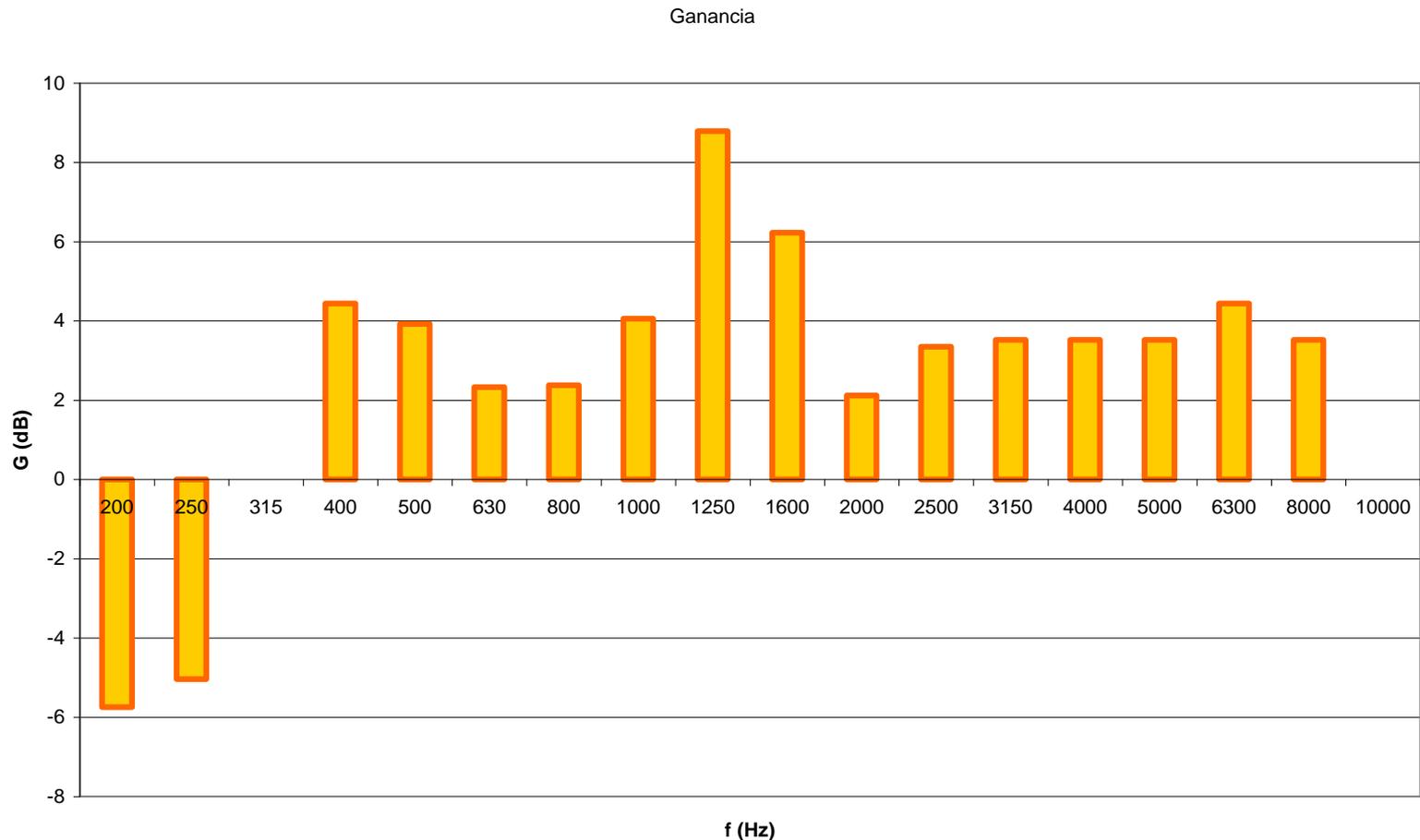
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

- 1. Introducción
- 2. Ruido de rodadura
- 3. Mecanismos RR
- 4. Métodos de medida
- 5. Relaciones entre parámetros**

Relación entre Niveles (CPX, SPB ó CPB) y la absorción acústica.

- *Distribución de frecuencias de la ganancia total obtenida al sustituir una asfalto denso S-12 por uno Poroso PA-12.*



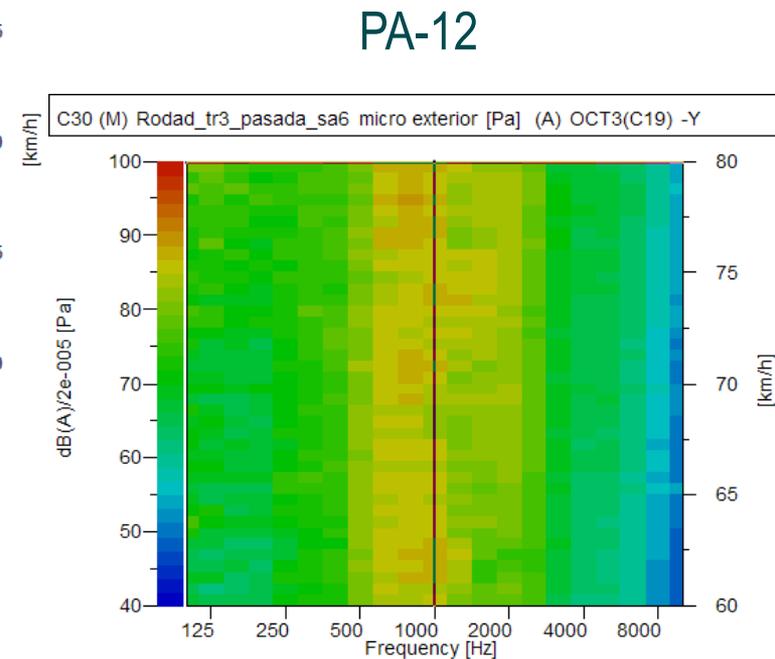
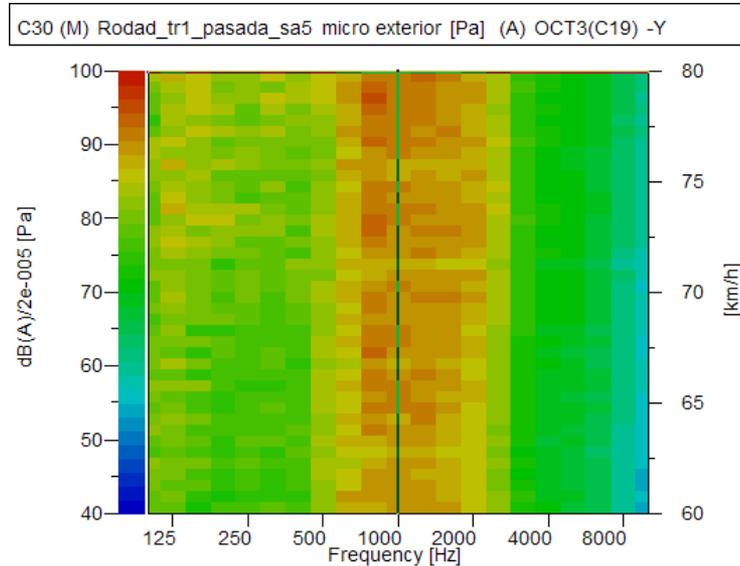
M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15
CEDEX, MAGRAMA

Relación entre Niveles (CPX, SPB ó CPB) y la absorción acústica.

S-12

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros



- **REDUCCION GLOBAL DE 3dB SOBRE EL NIVEL GLOBAL CPX EN dBA.**

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros

Relación entre Niveles (CPX, SPB ó CPB) y la absorción acústica.

- *Se pretende evaluar el efecto que tiene la porosidad desde un punto de vista “acústico” es decir la absorción acústica.*
- *Influencia de la absorción acústica en el efecto HORN.*



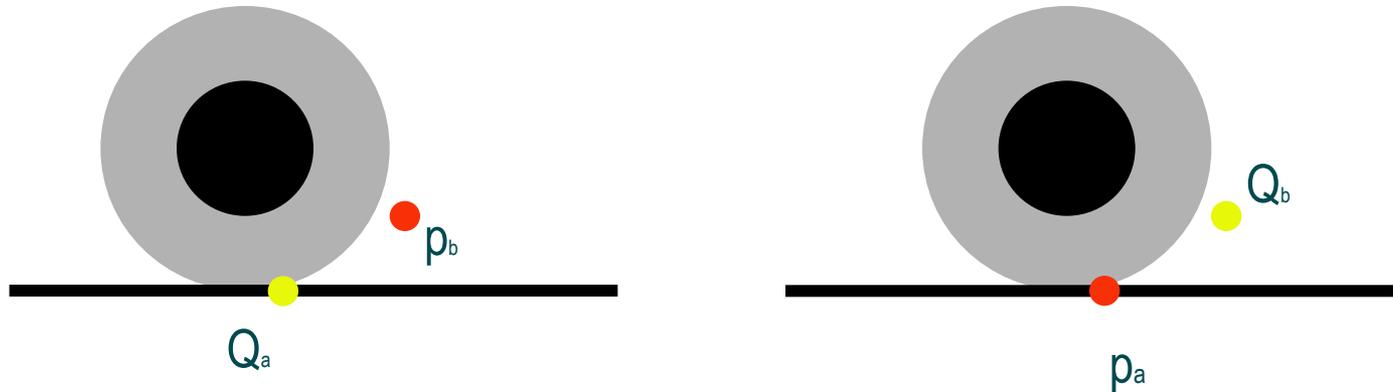
M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15
CEDEX, MAGRAMA

- 1. Introducción
- 2. Ruido de rodadura
- 3. Mecanismos RR
- 4. Métodos de medida
- 5. Relaciones entre parámetros

Relación entre Niveles (CPX, SPB ó CPB) y la absorción acústica.

- Se calcula la ganancia como la diferencia obtenida entre la función de respuesta en frecuencia del asfalto a caracterizar y un asfalto de referencia.
- Hipótesis: principio de Reciprocidad.



$$H_{ab}(p_b, Q_a) = H_{ba}(p_a, Q_b)$$

$$\frac{p_b}{v_{an} \delta S} = \frac{p_a}{Q_b} = -j\omega G$$

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15
CEDEX, MAGRAMA

Relación entre Niveles (CPX, SPB ó CPB) y la absorción acústica.

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
- 5. Relaciones entre parámetros**



Micrófono plano

Fuente Puntual



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

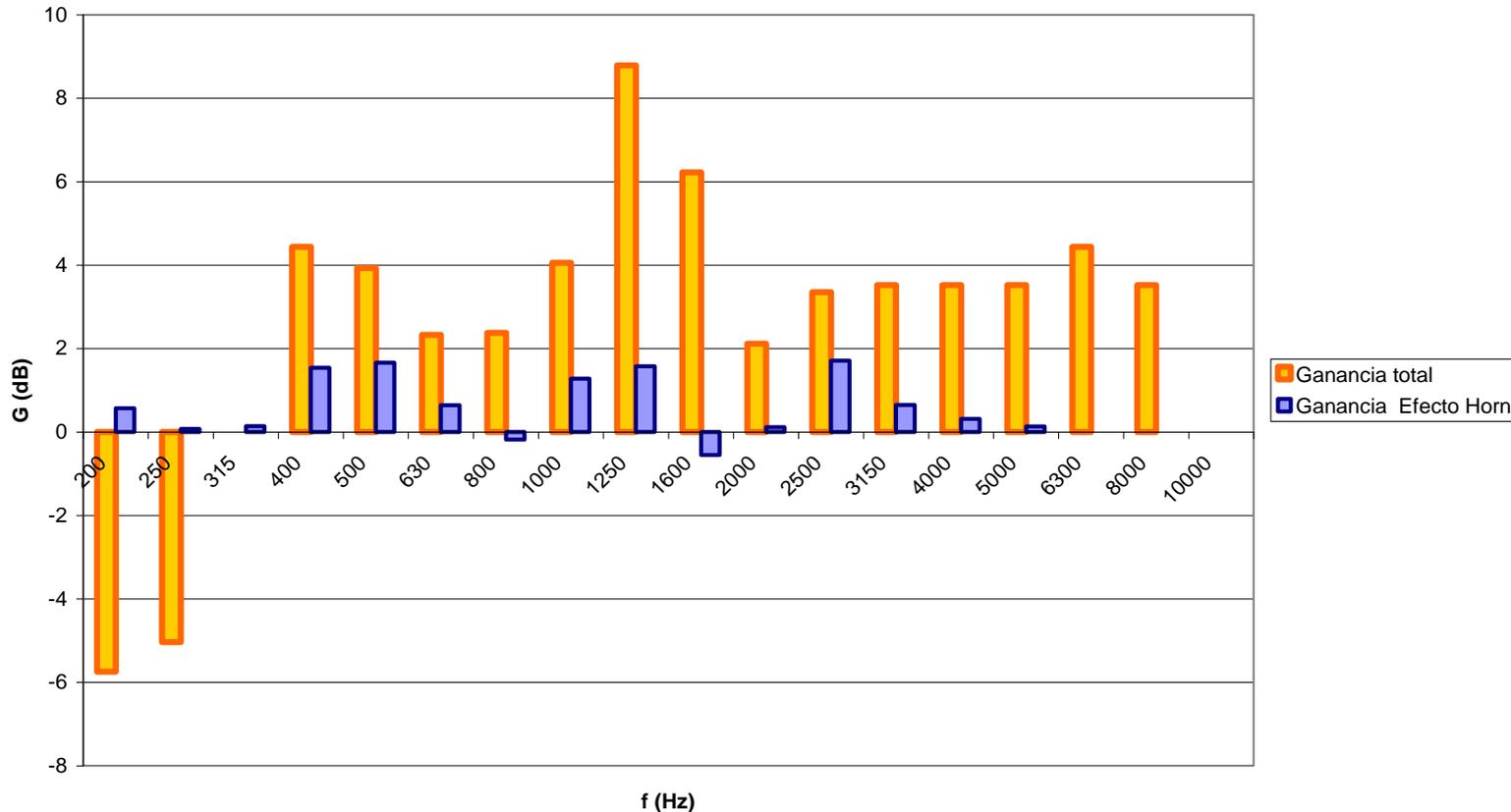
Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros

Mejora debida a la absorción acústica en las etapas de generación

Ganancia obtenida entre un asfalto PA-12 respecto de un S-12



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Relación entre la Porosidad y la Absorción acústica.

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros

- Estudio realizado con probetas de 100 mm de diámetro en tubo de Impedancias .



Nomenclatura	Arido 11/16	Arido 5/11	Arena 0/5	Filler	% huecos	Cara A		Cara B		Diferencia		Media
						Frec (Hz)	Absorcion (%)	Frec (Hz)	Absorcion (%)	Frec (Hz)	Absorcion (%)	Absorcion (%)
B11	20	65	10,5	4,5	22,11	1025	0,94	1025	0,94	0	0	0,94
B12	20	65	13	2	23,84	1159	0,99	1129	0,99	30	0	0,99
A24	20	58	17,5	4,5	20,44	891	0,78	885	0,74	6	0,04	0,76
B21	20	50	25,5	4,5	18,34	701	0,45	897	0,64	-196	-0,19	0,545
B22	20	50	28	2	16,91	708	0,49	781	0,57	-73	-0,08	0,53
B31	20	40	35,5	4,5	10,89	952	0,17	933	0,07	19	0,1	0,12
B32	20	40	38	2	12,86	933	0,11	915	0,19	18	-0,08	0,15
B41	20	35	40,5	4,5	11,92	927	0,17	927	0,17	0	0	0,17
B42	20	35	43	2	13,85	830	0,3	903	0,16	-73	0,14	0,23
A33	20	32	46	2	8,26	1007	0,08	982	0,09	25	-0,01	0,085
B51	20	25	50,5	4,5	12,65	915	0,08	933	0,09	-18	-0,01	0,085
B52	20	25	53	2	13,36	903	0,16	915	0,15	-12	0,01	0,155

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Absorción vs Reducción SPB

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros

$$ENR_{\alpha} = 10 \log \frac{\sum_i 10^{\frac{L_{i,ref} - 12\alpha_i}{10}}}{\sum_i 10^{\frac{L_{i,ref}}{10}}}$$

F (Hz)	ruido trafico
200,00	-16,00
250,00	-15,00
315,00	-14,00
400,00	-13,00
500,00	-12,00
630,00	-11,00
800,00	-9,00
1000,00	-8,00
1250,00	-9,00
1600,00	-10,00
2000,00	-11,00
2500,00	-13,00
3150,00	-15,00
4000,00	-16,00

M.A. Morcillo
 A. Hidalgo
 J.A. González
 A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros
- 6. Diseño de asfaltos silenciosos**

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Criterios de diseño

- Mecanismos generación ruido (neumático - asfalto)
 - Air pumping ($> 1000\text{Hz}$), Efecto Horn (900 - 2000 Hz),
- Megatextura (50 mm - 500 mm)
 - Minimizarla asegurando una macrotextura homogénea
- Macrotextura (0,5 mm - 50 mm)
 - Debe ser mayor de 0.5 mm, con áridos de tamaño menor de 10 mm
- Propiedades superficiales adecuadas para circulación segura (resistencia al deslizamiento, resistencia a la rodadura, evacuación de agua...)

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Criterios de diseño

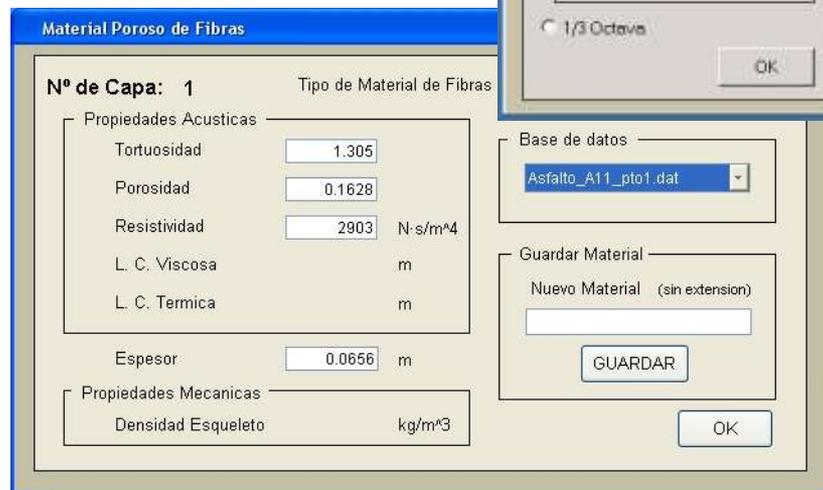
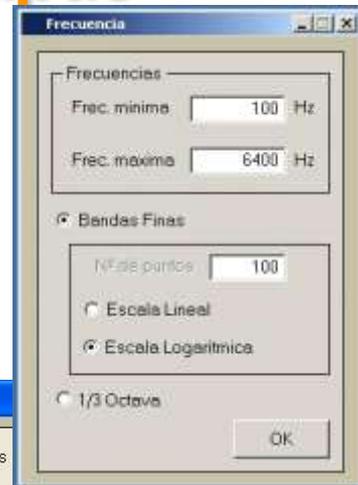
- Huecos
 - % huecos (15 - 25%) y conexión de huecos con la superficie y entre sí ($>15\%$) \Rightarrow \downarrow % áridos de 4 - 10 mm, arena 0/5 y filler
- Resistencia y rigidez
 - Son función de la relación áridos de tamaño grande - pequeño. Si \uparrow % árido de gran tamaño \Rightarrow \uparrow tamaño y % de huecos \Rightarrow \downarrow Rigidez a flexión
- Durabilidad
 - Resistencia de helada / deshielo
 - Mantenimiento: limpieza por obstrucción de los huecos para evitar pérdida a largo plazo de la reducción del ruido
- Coste

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

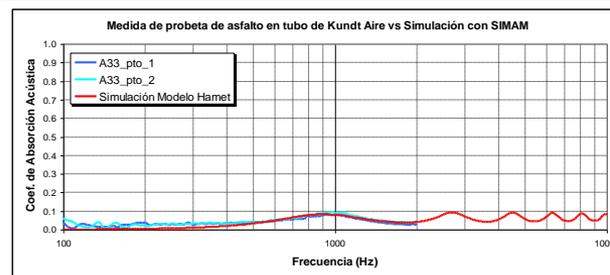
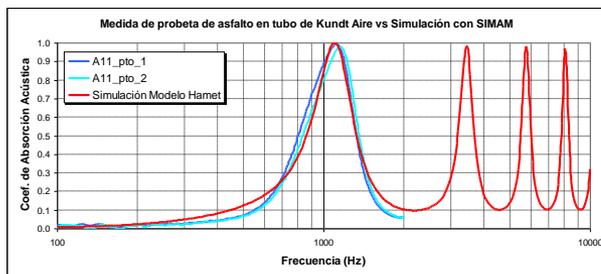
Modelado de sistemas multicapas

Madrid, 18-11-15
CEDEX, MAGRAMA

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros
6. Diseño de asfaltos silenciosos



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

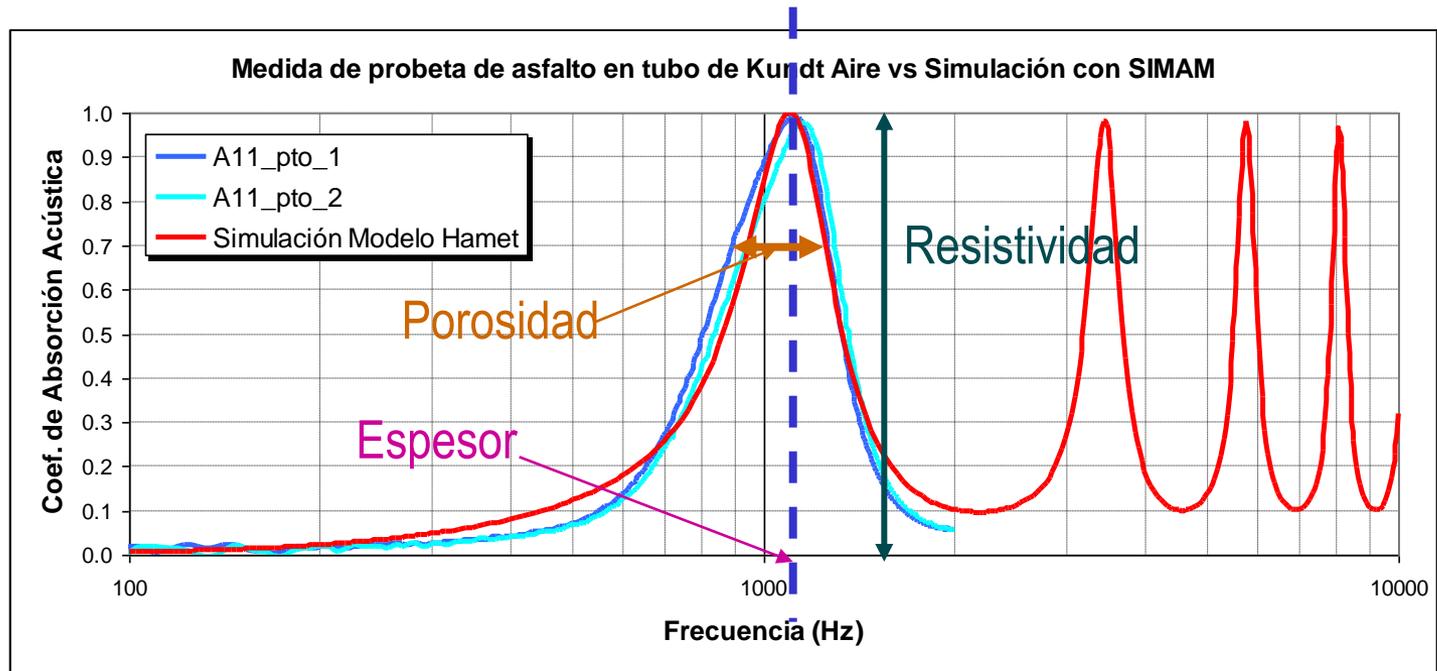


Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Modelado de sistemas multicapas

- Influencia de parámetros intrínsecos en curva de absorción



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Ideas para remarcar

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros
6. Diseño de asfaltos silenciosos

- El ruido de rodadura es un ruido de banda ancha que tiene su máxima contribución entre 500 y 2000 Hz en el Nivel global A
- Diferentes mecanismos intervienen en el ruido de rodadura. Sobre todo influye Efecto Horn y Pumping noise.
- Diferentes métodos de caracterización utilizados para conformidad de producción y/o etiquetado.
- La textura influye en el nivel de ruido generado. Siempre interesa una cierta macrotextura negativa, e interesa no tener megatextura.

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Ideas para remarcar

1. Introducción
2. Ruido de rodadura
3. Mecanismos RR
4. Métodos de medida
5. Relaciones entre parámetros
- 6. Diseño de asfaltos silenciosos**

- La absorción acústica es un parámetro extensivo que explica la capacidad de un material para reducir el nivel sonoro mediante disipación.
- Uno de estos parámetros básicos es la porosidad y a priori es el que mas relación tiene con la absorción. La porosidad influye tanto en la atenuación del ruido como en su menor generación.

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Agradecimientos



M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

Madrid, 18-11-15

CEDEX, MAGRAMA

Fundación CIDAUT

Parque Tecnológico de Boecillo P209.

E-47151 Boecillo. Valladolid. SPAIN.

Tel. [+34] 983 54 80 35

Fax [+34] 983 54 80 62

http: // www.cidaut.es;

E-mail: migmor@cidaut.es

M.A. Morcillo
A. Hidalgo
J.A. González
A. Hernández

