



Ayuntamiento de
FUENLABRADA

DISEÑO DE FIRMES URBANOS

**PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA AVENIDA DE LA CANTUEÑA Y
EVALUACIÓN DE FIRMES URBANOS.**

*Javier Carvajal Naranjo, I.C.C.P.
Director Técnico de Infraestructuras
Ayuntamiento de Fuenlabrada
jcarvajal@ayto-fuenlabrada.es*

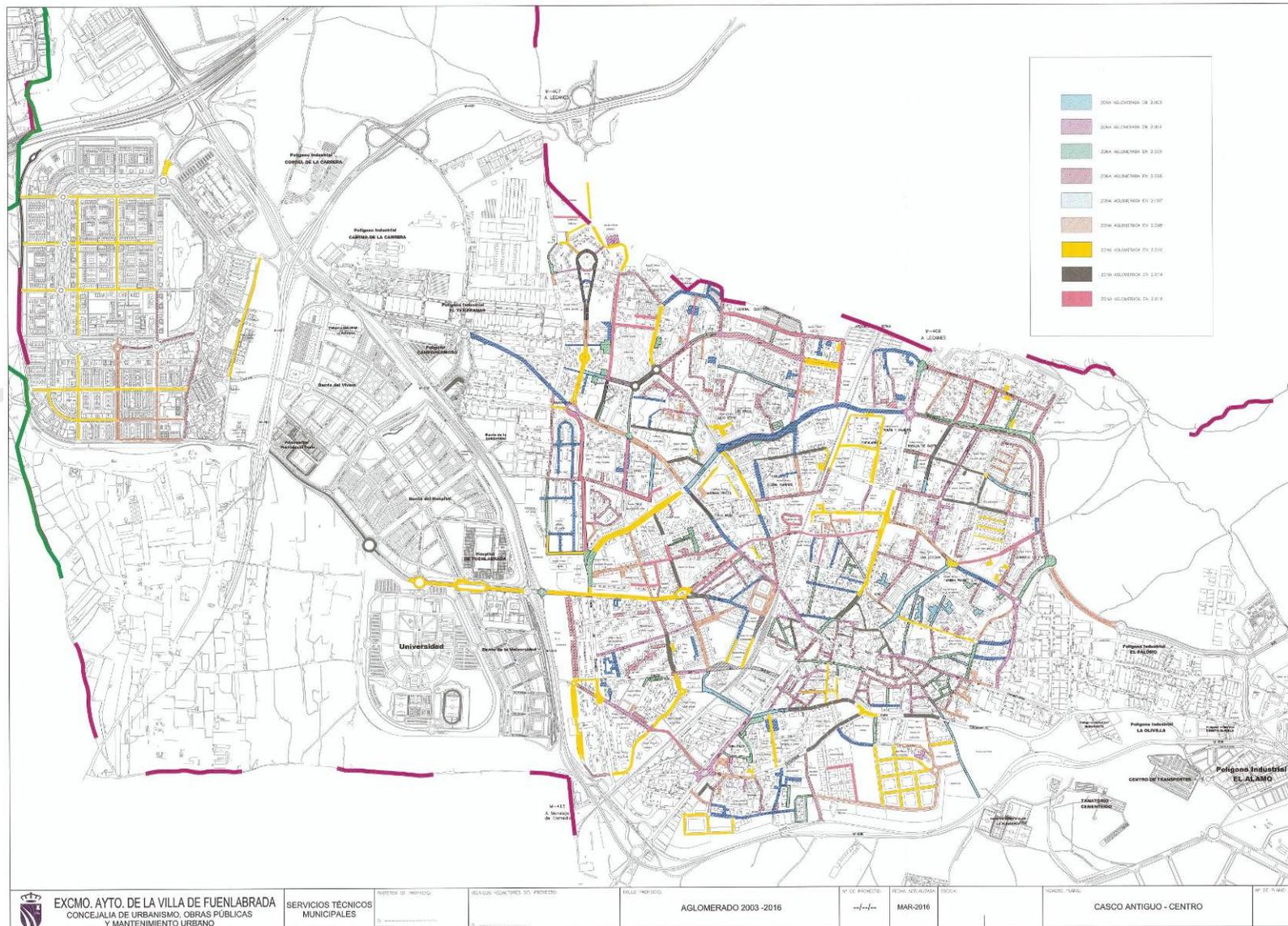
FUENLABRADA AYER



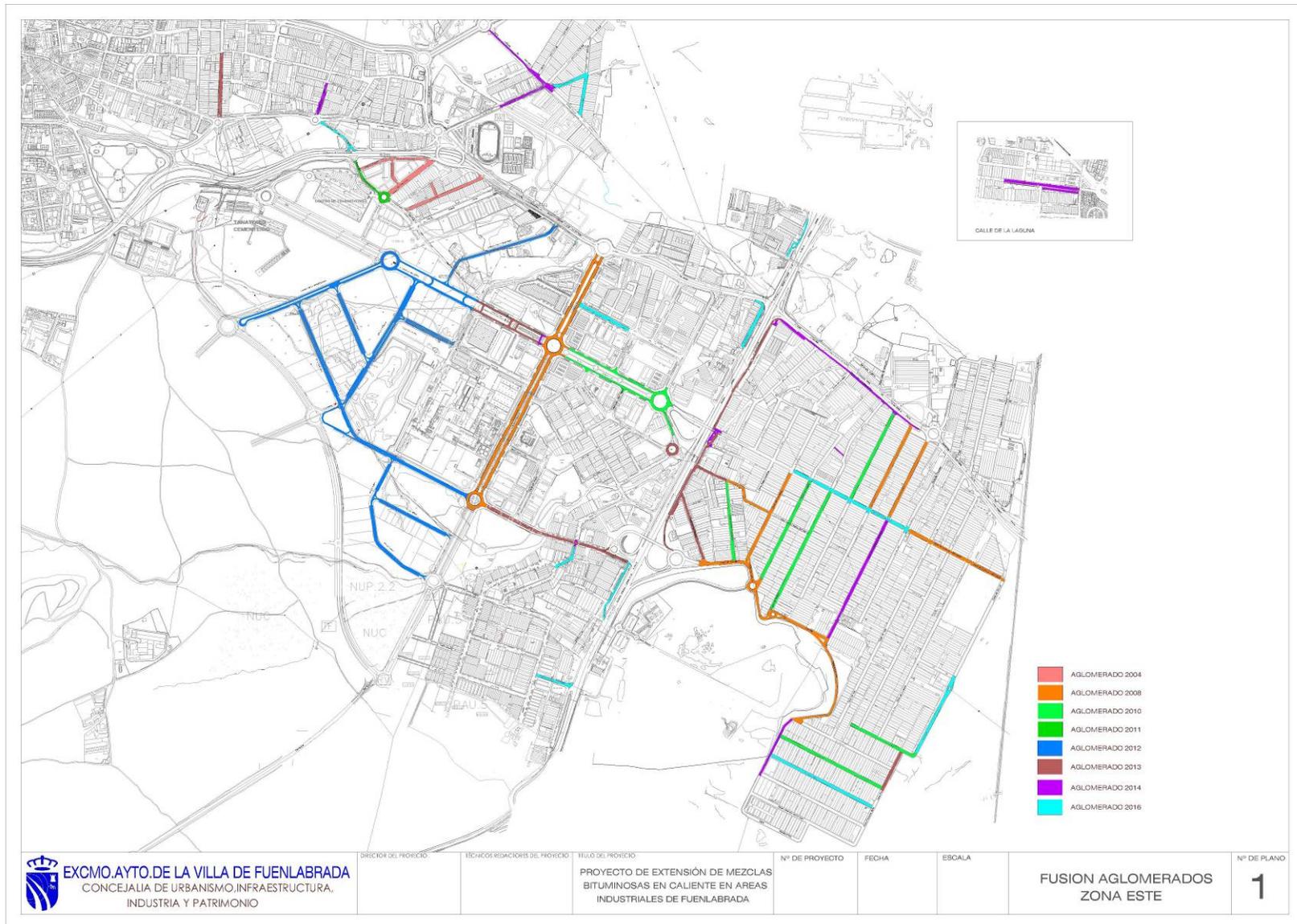
FUENLABRADA HOY



CONSERVACIÓN DE FIRMES 2003 - 2016

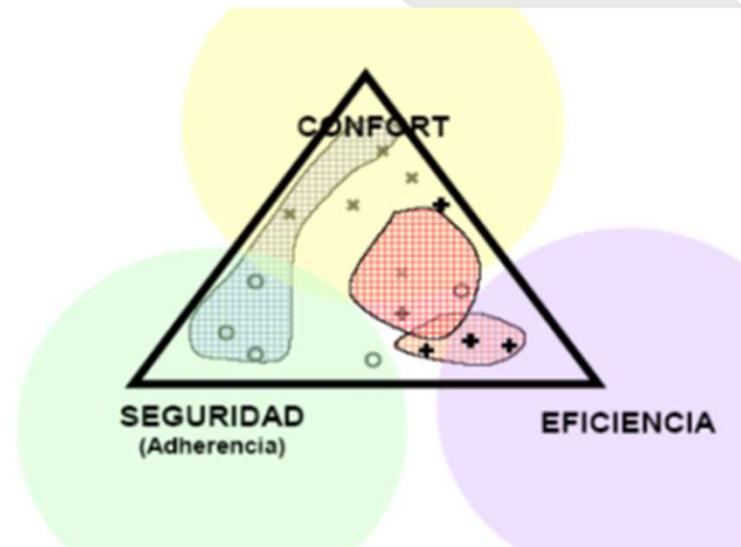


CONSERVACIÓN DE FIRMES 2003 - 2016



CONSERVACIÓN DE FIRMES 2003 - 2016

	superficie (m2) convencional	toneladas convencional	superficie (m2) modificado	toneladas modificado
OPERACIÓN ASFALTO 2016 (betun d12- betun caucho d12)	81.949,99	10.265,00	64.251,00	6.168,10
OPERACIÓN ASFALTO 2014 (betun caucho d12)	97.988,00	10.521,85		
OPERACIÓN ASFALTO 2010 (betun caucho d12- betun caucho f10)	134.139,30	13.017,90	43.582,50	3.660,93
OPERACIÓN ASFALTO 2008 (betun caucho- f10)	19.228,00	2.548,89	120.112,00	7.206,72
SUPERFICIE TOTAL BETÚN CAUCHO (m2)	479.300,80			
TONELADAS TOTAL BETÚN CAUCHO	43.124,38			



ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y CRITERIOS

TIPO DE ENVEJECIMIENTO DEL FIRME



TIPO DE CALLE



ESTADO DE LA SUBBASE



SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL



“Es fundamental analizar el problema antes de proyectar la mezcla a utilizar”

ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y CRITERIOS



FILOSOFÍA DEL DISEÑO FIRMES URBANOS

MEZCLAS POROSAS

- *Son capaces de reducir el ruido de rodadura.*
- *Con el tiempo se colmatan perdiendo sus propiedades fonoabsorbentes.*
- *Son poco utilizadas en ciudades porque no resisten giros bruscos, ni frenadas sin que se desprendan los áridos.*

MEZCLAS IDEALES PARA CIUDAD

- *Mezclas con una buena textura que generen poco ruido de rodadura.*
- *Mezclas con alta dotación de betún con alta concentración de polvo de NFU que evite las exudaciones y las deformaciones plásticas, alcanzando un buen comportamiento a fatiga.*
- *Mezclas que mantengan la baja sonoridad en el tiempo.*
- *Mezclas cerradas y resistentes a la disgregación incluso en zonas con giros y en glorietas.*
- *Mezclas de poco espesor, que eviten fresados.*
- *Mezclas de alta durabilidad*

MATERIALES SOSTENIBLES

El polvo de NFU minimiza la necesidad de utilizar polímeros y evita la necesidad de uso de fibras de celulosa, generando prestaciones similares.

PROYECTO DE DESARROLLO SOBRE FIRMES BITUMINOSOS ADITIVADOS CON UNA PERSPECTIVA INTEGRAL (SEGURIDAD - EFICIENCIA - CONFORT)

El estudio de las mezclas, se realizó con la colaboración de Valoriza, el cual ha llevado a cabo un proyecto de desarrollo de mezclas bituminosas con polvo de NFU buscando alcanzar estos objetivos:

- *Mezclas especialmente diseñadas para rehabilitación de firmes.*
- *Mezclas de rodadura.*
- *Fabricadas con materiales del reciclaje, polvo de NFU y otros.*
- *Con una baja sonoridad y alto confort.*

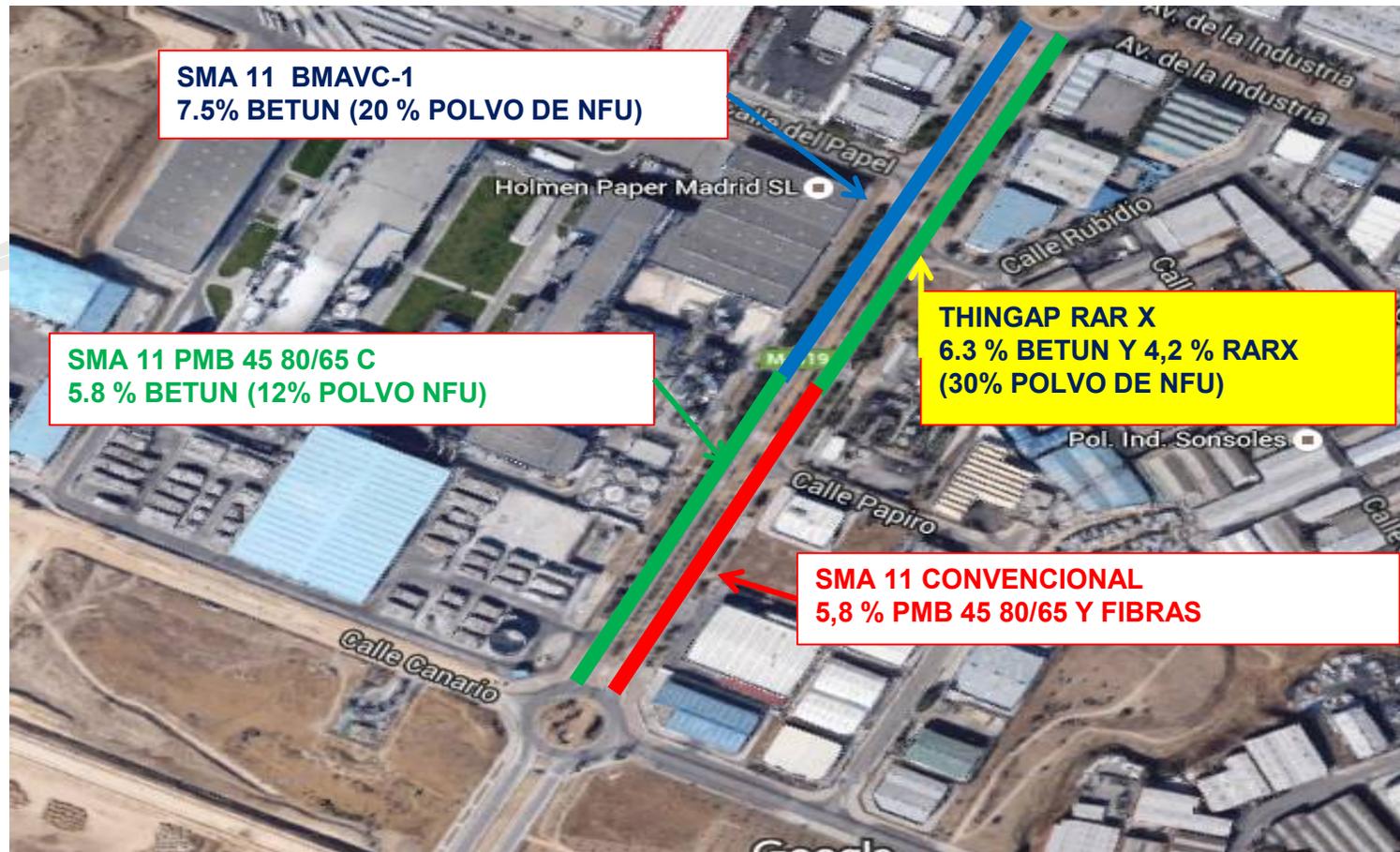
El proyecto planteaba colocar una mezcla SMA 11 con betún híbrido, es decir con un betún PMB 45/80 65C



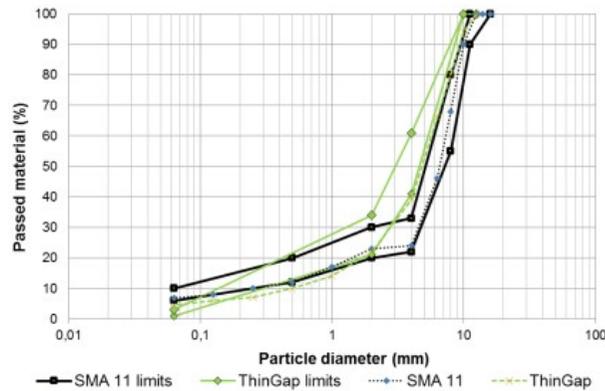
Centro para el Desarrollo
Tecnológico Industrial

AVENIDA DE LA CANTUEÑA DE FUENLABRADA

3 cm de espesor



MEZCLAS CON ALTO CONTENIDO EN CAUCHO Y LIGANTE THINGAP Y SMA



SMA 11		ThinGap	
Material	Composition (%)	Material	Composition (%)
5/12 mm	74.0	5/12 mm	44.8
0/2 mm	16.7	3/6 mm	17.9
Filler	1.8	0/4 mm	26.8
Rubber Bitumen	7.5	Bitumen	6.3
RAR	-	RAR	4.2
Property	Results	Property	Results
Bulk Sp. Grav. (Mg/m ³)	2.285	Bulk Sp. Grav. (Mg/m ³)	2.218
Maximum Bulk Sp. Grav. (Mg/m ³)	2.429	Maximum Bulk Sp. Grav. (Mg/m ³)	2.315
Air voids (%)	5.9	Air voids (%)	4.2
VMA (%)	22.6	VMA (%)	26.8
VFB (%)	73.7	VFB (%)	84.4
Marshall stability (kN)	11.9	Marshall stability (kN)	9.9
Marshall deformation (mm)	4.6	Marshall deformation (mm)	5.4
ITSR (%)	97	ITSR (%)	88
RDair (mm)	3.1	RDair (mm)	3.0
WTSair (%)	0.11	WTSair (%)	0.09
PRDair (%)	6.3	PRDair (%)	6.1



Espeor 2,5 a 3 cm

SISTEMAS DE INCORPORACIÓN DE ALTO CONTENIDO EN POLVO DE NFU



MEZCLADO IN SITU

- Requiere un volumen mínimo de tn.
- Permite hasta un 20% de polvo de Nfu.
- Sistema Contrastado



RARX (VIA SEMISECA)

- No requiere especiales condicionantes en las plantas de asfalto
- No tiene limitación de Toneladas.
- Sistema novedoso en España

DATOS TÉCNICOS DE THINGAP Y SMA

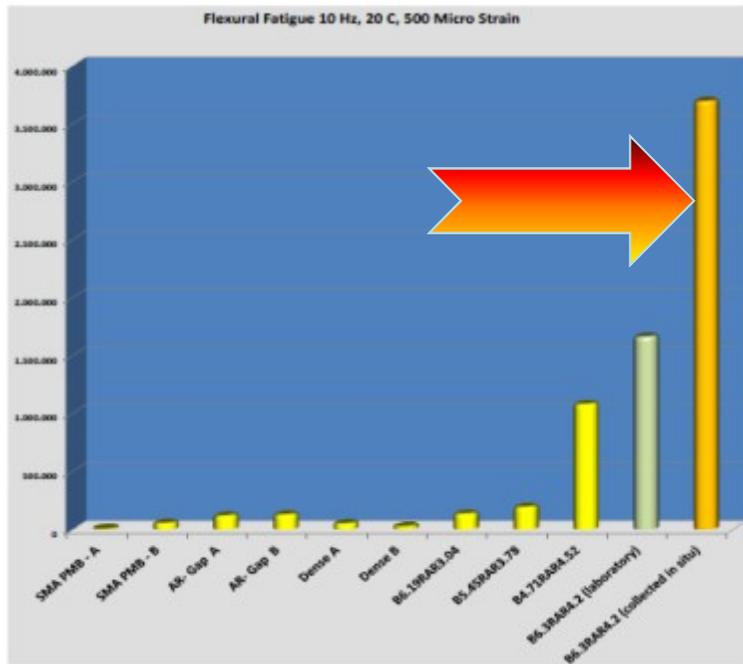


Table 13 – Results of wheel tracking test (ThinGap collected in situ)

Property	Mix Design Criterion	ThinGap		ThinGap collected in situ	
Bulk Sp. Grav. (Mg/m ³)	Max.	2.271	2.268	2.277	2.281
Air voids (%)	3.0-4.5	1.9	2.0	1.7	1.5
Maximum ruth depth - RDair (mm)	-	2.76	3.34	2.24	3.64
		Mean	3.0	2.9	
Maximum wheel tracking slope – WTSair (%)	-	0.05	0.12	0.08	0.22
		Mean	0.09	0.15	
Maximum proportional ruth depth – PRDair (%)	-	5.51	6.67	4.48	7.28
		Mean	6.1	5.9	

Table 15 – Results of specimens for optimum bitumen content - ThinGap

Property	ThinGap as designed	ThinGap collected in situ
	Results	
ITSR (%)	88	100 (117)
RDair (mm)	3.0	2.9
WTSair (%)	0.09	0.15
PRDair (%)	6.1	5.9
Mixture Modulus (MPa)	4360	4477
N _{ES00} (@ 10 Hz, 20 C)	1 666 667	3 700 000

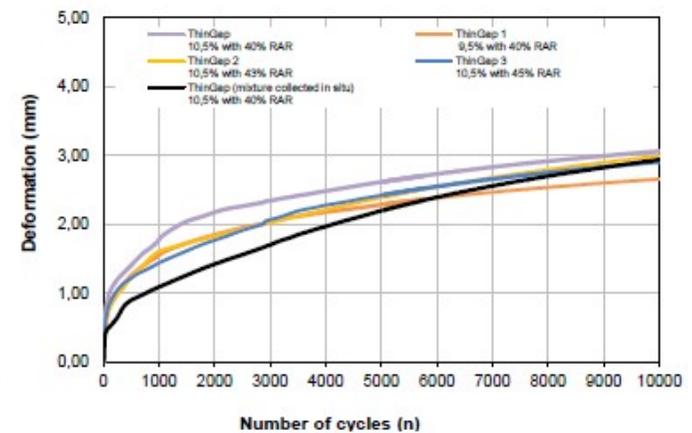
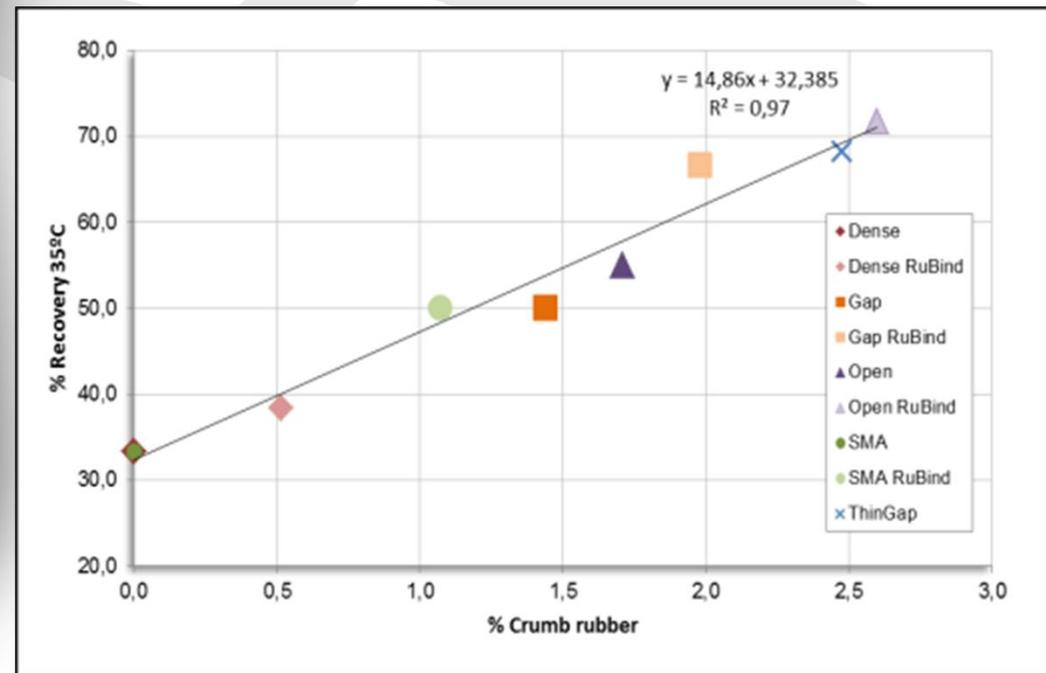
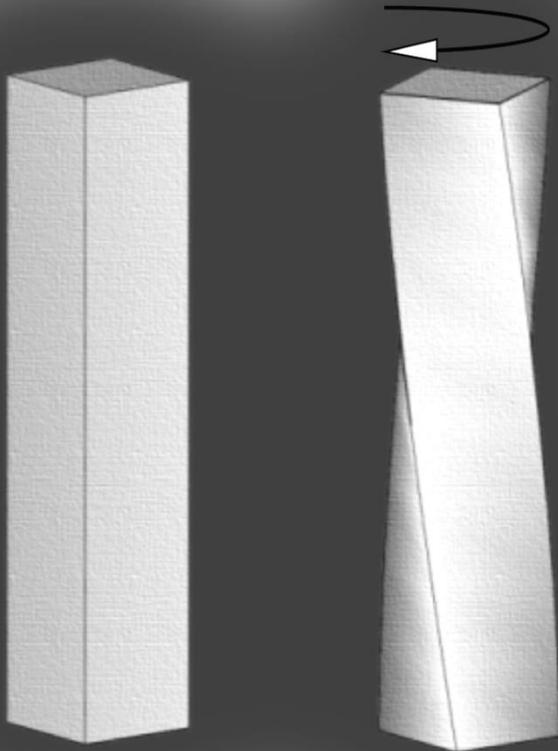


Figure 22 - Wheel tracking results

ENSAYO DE TORSIÓN DE LA MEZCLA 30°

El RARX, y el polvo de NFU de su contenido, le da a la THINGAP unos valores de recuperación elástica, no conseguidos por ninguna otra mezcla asfáltica.



MEDIDA DE RUIDO

ENSAYO CPB (Propagación 7,5 m eje carril)

	MOTOR A VELOCIDAD cte 50 km/h					
	Lcpb (dBA)					Ganancia respecto ref (dB)
	run 1	run 2	run 3	Valor medio	validez	
SMA BMAVC1	68.6	68.5	69.1	68.7	0.4	1
SMA PMB 45/80 65C	67.1	66.3	66.8	66.7	0.4	3
SMA PMB 45/80 65 FB	68.1	67.2	67.1	67.5	0.6	2
THINGAP	65.5	65.3	65.9	65.6	0.3	4
REFER	69.6	69.6	70.2	69.8	0.4	

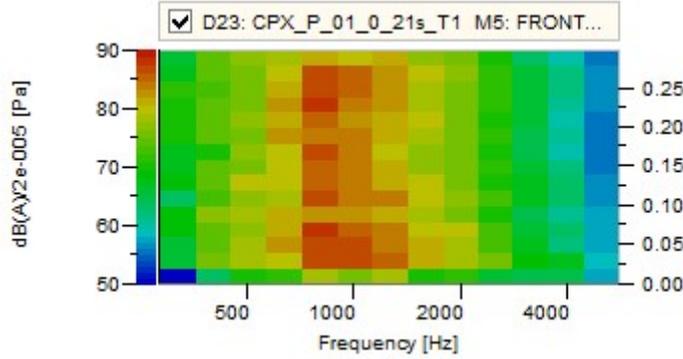


ENSAYO CPX (Generación)

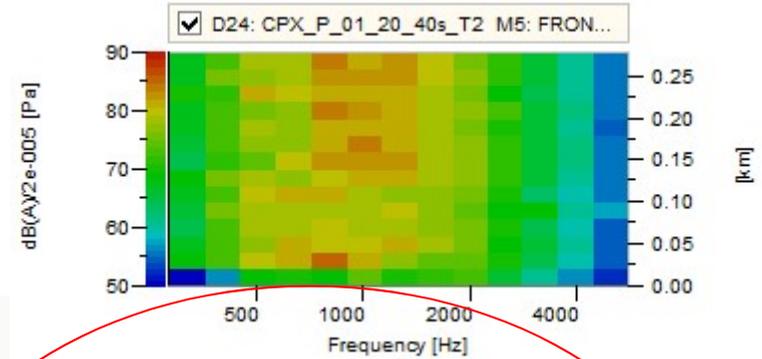
TR_ref:	94.0 dBA
SMA11_BMAVC-1:	92.4 dBA
SMA11 PMB 40-80-65-C:	90.3 dBA
SMA 11 Convencional:	92.2 dBA
ThinGap RARX:	89.8 dBA

MEDIDA DE RUIDO, COMPARATIVA ENSAYO CPX

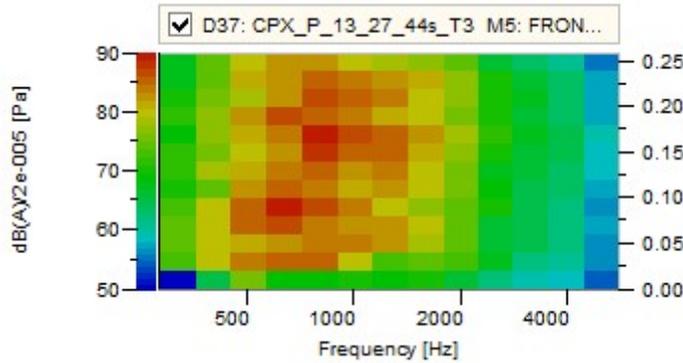
SMA 11BMAVC-1



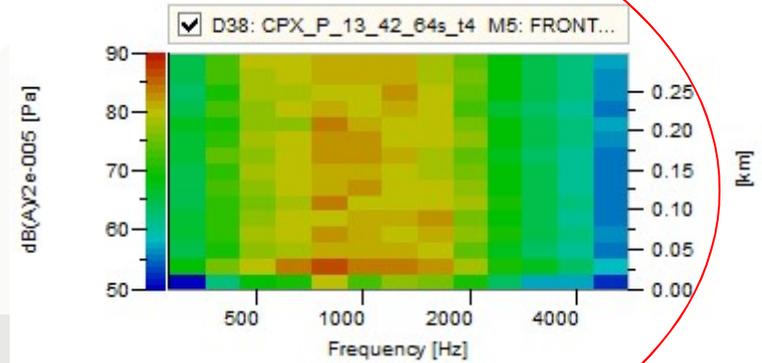
SMA 11 PMB 45
80/65 C



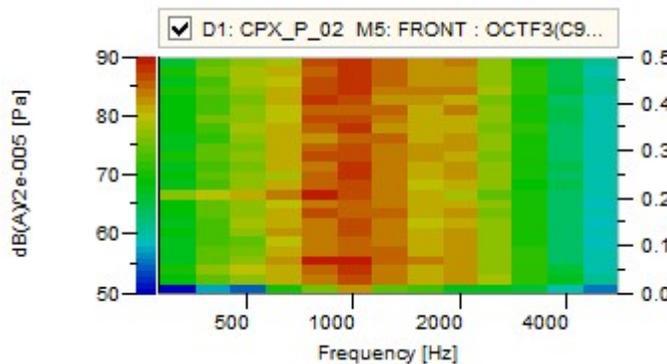
SMA 11
convencional



ThinGap RARX



Referencia actual



La ausencia de tonos rojos en el ensayo muestran la no generación de ruido de la mezcla asfáltica.

CONCLUSIONES

- **SONORIDAD**

Reducción de la generación de ruido por rodadura de hasta **5 db(A)**.

- **RESISTENCIA**

Se puede mejorar las prestaciones de mezclas convencionales colocadas a mayor espesor, entre otras, su resistencia a fisuración y a fatiga. **Casi 4.000.000 de ciclos de fatiga.**

- **FIRMES RÍGIDOS**

Evitar la transmisión de fisuras no estructurales.

- **MEJORAS AMBIENTALES**

Ahorrar hasta un 40% de emisiones de CO2 generadas en el proyecto.

Reciclar hasta **40.000 ruedas equivalentes por cada 100.000 m2** de pavimento.

- **MEJORAS ECONÓMICAS**

Reducción de **hasta un 10% de ahorro.**



Ayuntamiento de
FUENLABRADA

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

*Javier Carvajal Naranjo, I.C.C.P.
Director Técnico de Infraestructuras
Ayuntamiento de Fuenlabrada
jcarvajal@ayto-fuenlabrada.es*



Ayuntamiento de
FUENLABRADA

Fuenlabrada, 12 de junio de 2.017