



I Jornada de I+D+i en la Ingeniería Civil

Desarrollo y Sostenibilidad en la Red Viaria Andaluza

Proyecto de Investigación:

**Reutilización de Polvo de Neumático Fuera de Uso en la
Fabricación de Mezclas Bituminosas en Caliente
mediante la Técnica de la Vía Seca**

M^a José Sierra López
Jefa de Unidad de Control Técnico de Obras

Contenidos

Introducción

Antecedentes

Reciclaje del nfus en mbc;
Técnicas: vía húmeda/vía seca

Metodología

Trabajos realizados

Futuras líneas de trabajo



Introducción

Dentro del convenio de investigación “**Nuevas Tecnologías de aplicación a las obras de ingeniería civil**” suscrito en 2008 entre la Universidad de Granada, la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía y las empresas: **Aldesa, Eiffage, Martín Casillas, Ploder, Sacyr y Vera**

Surge el proyecto específico de investigación “**Proyecto de Investigación para la Reutilización de Polvo de Neumático Fuera de Uso en la Fabricación de Mezclas Bituminosas en Caliente mediante la Técnica de la Vía Seca**”



Introducción

El **objetivo principal** de este proyecto es analizar la **influencia** que tiene el **tipo y cantidad de polvo de neumático** adicionado a la mezcla y el **tiempo de digestión** empleado en su fabricación, tanto en el **diseño de la mezcla**, como en su **comportamiento mecánico**.

En base a ello, se pretende establecer las condiciones óptimas de aplicación de estas variables para **definir los valores de referencia a utilizar en obra**, de forma que se consigan **fabricar mezclas con la mayor garantía de éxito**.

Antecedentes

- La **valorización de residuos** es una línea prioritaria en un sistema de desarrollo sostenible.
- El **integrar en los sistemas productivos la reutilización de residuos** permite por un lado, **disminuir el consumo de materias primas**, y por otro, **evitar la acumulación de residuos en vertederos**.



Antecedentes

- ✓ La actividad de la construcción es de las que mayor impacto generan en el consumo de recursos naturales y la producción de residuos, teniendo la ingeniería de carreteras un papel importante.
- ✓ El notable incremento producido en la generación de neumáticos fuera de uso se ha convertido en un serio problema, por la acumulación de éstos en vertederos (generación de 1 billón de nfus cada año).
- ✓ Entre las distintas alternativas para disminuir el acopio de este residuo (valorización energética, recauchutado,...), la tendencia es poder **reutilizarlo en el mismo ámbito en que se genera**.

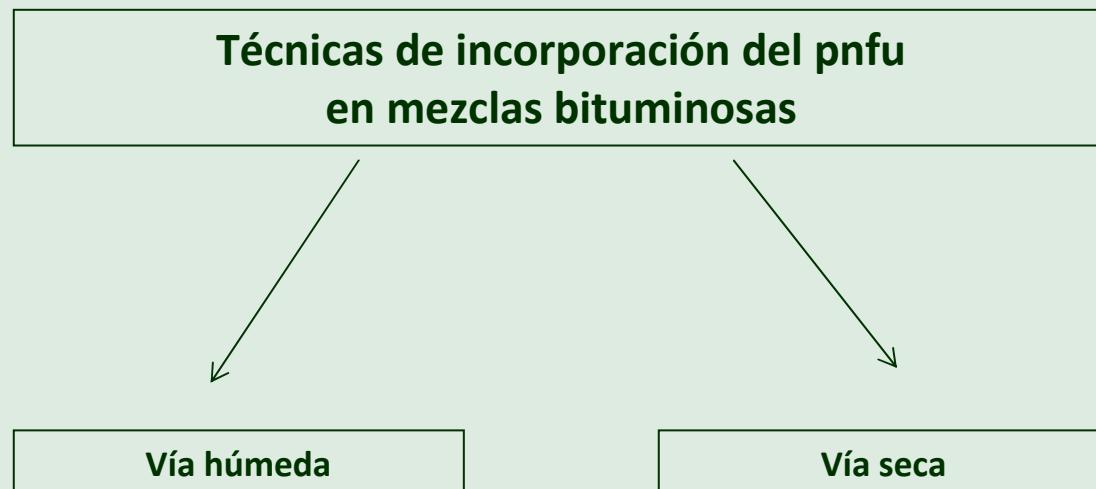
Antecedentes

- ✓ En España, el **Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015** marca como uno de sus objetivos que como mínimo, el 40% en peso de los neumáticos fuera de uso generados han de ser reciclados en carreteras.
- ✓ La investigación sobre la aplicación de estos residuos en la construcción de carreteras se ha intensificado en los últimos tiempos.

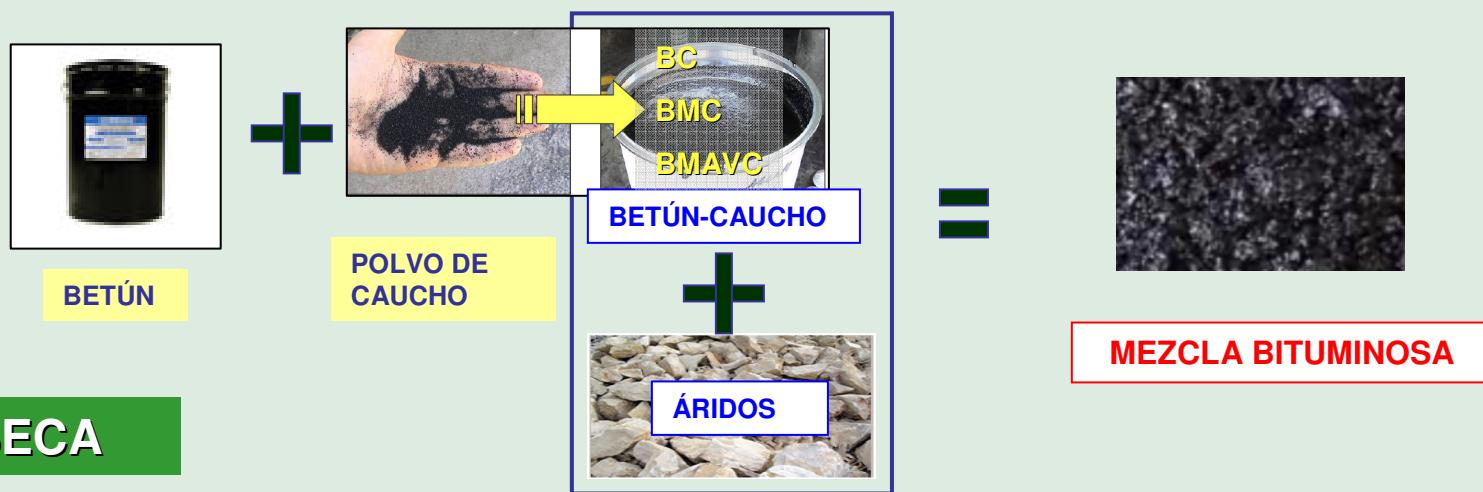


Antecedentes

La incorporación del **pnfu** en las mezclas asfálticas, además de la valorización del residuo, tiene por objeto la construcción de carreteras más duraderas y de mayor calidad, de una forma **ecológica** y con menores costes de mantenimiento.



VÍA HÚMEDA



VÍA SECA



Digestión: Proceso de interacción caucho-betún → Aumento viscosidad

Metodología

Vía seca —>Tecnología accesible a las empresas fabricantes de mezclas bituminosas. Es la menos desarrollada.

Se ha utilizado como mezcla patrón una mezcla discontinua, de uso frecuente en capas de rodadura: BBTM 11A.

Fracción gruesa: árido ofítico.

Fracción fina: árido calizo.

Filler de aportación: cemento tipo CEM II / B-L 32,5 N.

Ligante: Betún BM 3c.

A partir de esta mezcla patrón BBTM 11A y de tres tipos de pnfu diferentes, se fabrican 9 mbc similares a la patrón, modificando el % de caucho añadido, y el tiempo de digestión. Con lo que se obtienen un total de 28 mezclas a ensayar



Metodología

Fabricación de una MBC tipo BBTM 11 A (mezcla de referencia con **BM3c**, mezclas modificadas con PNFU con **B 50/70**)

Se incorporará :

Caucho TI
0 – 0.6 mm

Caucho TII
0 – 0.6 mm

Caucho TIII
0 – 0.6 mm

En los porcentajes: **0,5%, 1% y 1,5%**

Estudio de la influencia del **tiempo de digestión, tipo y porcentaje de caucho**, en la fase de diseño de las mezclas bituminosas con PNFU por vía seca.



Metodología

Mezcla	% de Polvo de Neumático (sobre el total de la mezcla)	Tiempo de Digestión (minutos)	Tipo de Betún
BBTM 11A Referencia	0	0	BM3c
BBTM 11A 0,5-45	0,5	45	B 50/70
BBTM 11A 0,5-90	0,5	90	B 50/70
BBTM 11A 0,5-120	0,5	120	B 50/70
BBTM 11A 1-45	1	45	B 50/70
BBTM 11A 1-90	1	90	B 50/70
BBTM 11A 1-120	1	120	B 50/70
BBTM 11A 1,5-45	1,5	45	B 50/70
BBTM 11A 1,5-90	1,5	90	B 50/70
BBTM 11A 1,5-120	1,5	120	B 50/70

Plan de ensayos:

Mezcla	Estudio del Contenido Óptimo de Betún	Análisis del Comportamiento Mecánico	
BBTM 11A Referencia	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)
BBTM 11A 0,5-45	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)
BBTM 11A 0,5-90	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)
BBTM 11A 0,5-120	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)
BBTM 11A 1-45	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)
BBTM 11A 1-90	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)
BBTM 11A 1-120	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)
BBTM 11A 1,5-45	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)
BBTM 11A 1,5-90	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)
BBTM 11A 1,5-120	Marshall (NLT 159)	Sensibilidad al Agua (UNE-EN 12697-12)	Rodadura (UNE-EN 12697-22)

Resultados previos:

- Este proyecto está en fase de ejecución en la actualidad.
- A día de hoy, se han ensayado 2 de los 3 tipos de pnfu previstos.



Resultados previos:

- Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que **el tiempo de digestión no ejerce una influencia significativa en el diseño de la mezcla** (determinación del contenido óptimo de ligante), de forma que la densidad y los huecos obtenidos en las mezclas en el ensayo Marshall son similares, con independencia del tiempo de digestión.
- Se ha evidenciado la **influencia directa del tipo y porcentaje de PNFU adicionado, y el tiempo de digestión** utilizado durante la fabricación, **en el comportamiento mecánico de la mezcla**.
- La **influencia del tiempo de digestión en las características de la mezcla** es **inferior a la ejercida por el porcentaje de PNFU adicionado** en la misma.

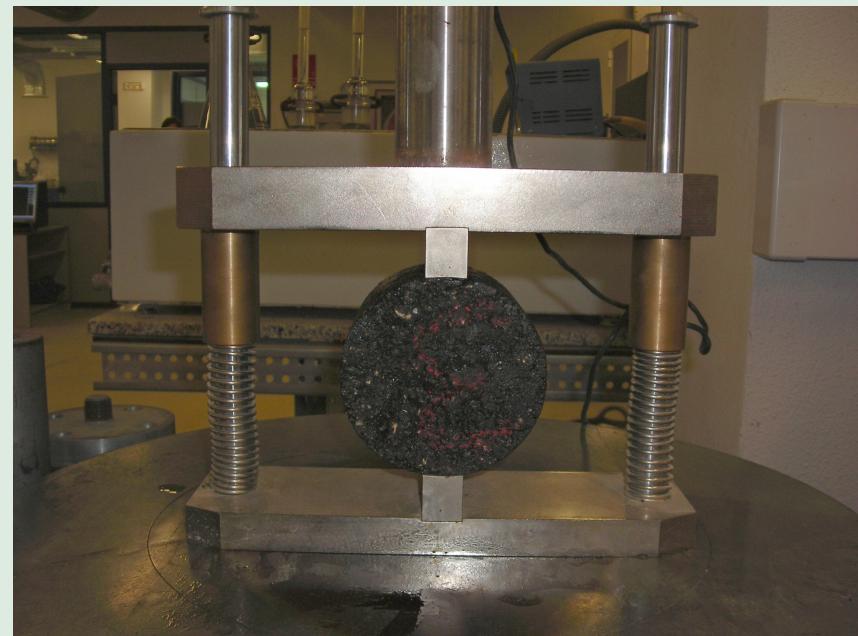
Resultados previos:

- La adición de PNFU por vía seca ayuda a **mejorar el comportamiento de las mezclas ante deformaciones plásticas** (roderas).



Resultados previos:

- Las mezclas fabricadas con PNFU por vía seca ofrecen una **buena respuesta ante la acción del agua.**



- Utilizando tiempos de digestión y porcentajes de PNFU adecuados, pueden fabricarse mezclas bituminosas por vía seca con características similares a aquellas fabricadas con betunes de altas prestaciones.



Futuros trabajos a desarrollar:

- Hasta ahora se han ensayado mb con caucho tipo I y tipo II. Quedan pendientes los ensayos del **caucho tipo III**, para posteriormente analizar de forma conjunta todos los resultados obtenidos.
- Todos los ensayos se han realizado con el compactador de impactos, por lo que sería interesante realizar un **análisis comparativo de los sistemas de compactación por impactos y giratorio**, y evaluar la influencia de las propiedades resilientes del PNFU en la densidad alcanzada por la mezcla.
- Estudiar la viabilidad de ejecución de algún **tramo de prueba** para realizar un estudio de evolución.

A photograph of a paved road curving through a field of green grass. The road is marked with white dashed lines and a solid white line. The field is filled with numerous discarded black tires, stacked in rows. The perspective of the road leads the eye towards the horizon.

GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN