

# Conceptos básicos sobre betunes modificados y ligantes fabricados con PNFU. Proyecto #PolyMIX

Francisco Lucas

Madrid, 12 de Febrero 2014



LIFE10 ENV/ES/516



WORKSHOP POLYMIX

Desarrollo de asfalto  
con residuos plásticos

12 FEBRERO 2014 · MADRID



# Conceptos Básicos de Modificación de Betunes



Betunes “normales”: comportamiento mecánico suficiente en la mayoría de las ocasiones

A veces, es necesario mejorar:

- Susceptibilidad Térmica
- Adhesividad Activa y/o Pasiva
- Propiedades mecánicas:
  - ❖ Resistencia a la Rotura
  - ❖ Resistencia a la Deformación Plástica
  - ❖ Resistencia a la Fatiga
- Resistencia al Envejecimiento

# Tipos de modificadores



Existen numerosos tipos de modificadores:

## ❑ **Propiedades reológicas:**

- ❖ Asfaltos naturales: Gilsonita, Asfalto de Trinidad, ...
- ❖ Oxidadores: O<sub>2</sub>
- ❖ Extendedores: Azufre
- ❖ Polímeros recuperados: Polvo de neumático
- ❖ Polímeros vírgenes: EVA, SBS, ...

## ❑ **Otras propiedades:**

- ❖ Adhesividad: Poliaminas, Cal, ...
- ❖ Antioxidantes: Cal, Negro de humo, ...
- ❖ Rigidificadores: Fibras, Negro de humo, ...

# Tipos de Polímeros



- Termoplásticos:
  - o Unidimensionales
  - o Solubles en disolventes
  - o Reblandecimiento reversible por  $T^a$
  - o Capaces de fluir
  - o PE , PP , APP, EVA

- Termoendurecibles:
  - o Tridimensionales
  - o Formados por reacción (base-endurecedor)
  - o Insolubles
  - o Endurecimiento irreversible
  - o Epoxi, Poliuretanos, Poliéster, ..

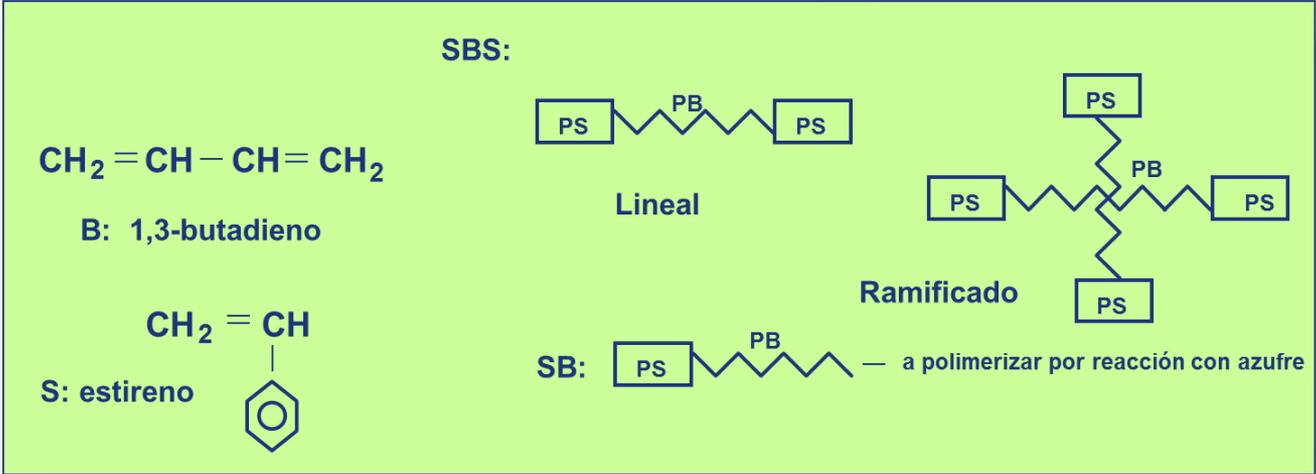
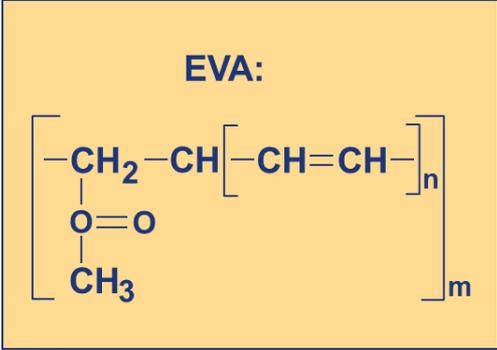
- Elastómeros:
  - o Lineales amorfos
  - o Generalm. insaturados
  - o Por vulcanización → estructura reticulada elástica
  - o Caucho Natural, SBR

- Elastómeros termoplásticos:
  - o Bloque(s) elástico(s) + Bloque(s) rígido(s)
  - o Elastoméricos en amplio rango de  $T^a$
  - o A  $T^a > Pt^0$  fusión → termoplásticos
  - o Por enfriamiento recuperan elastomericidad
  - o SBS (lineal/radial), SB retic.

# EL EVA y SBS: 2 Polímeros “clásicos”



Usos de carreteras: EVA y SBS  
Usos industriales: SBS y APP

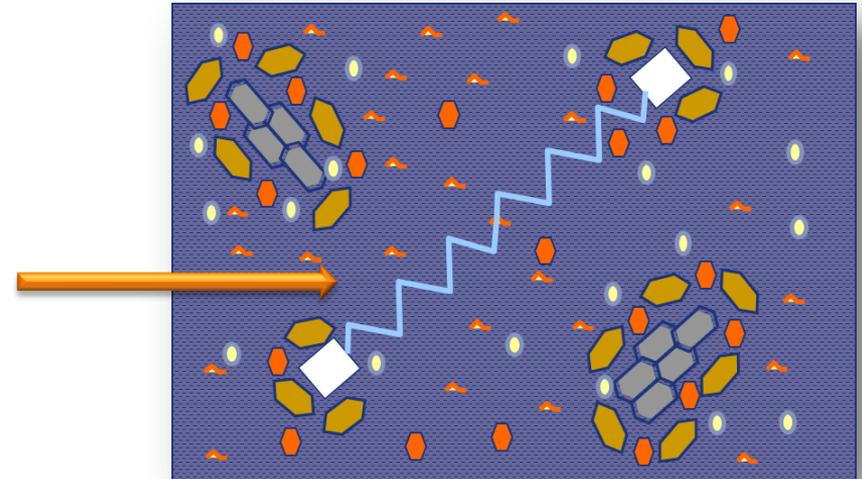


# ¿Cómo funciona?

- El polímero absorbe fracciones ligeras y se hincha (hasta 6-7 veces)
- El efecto de cizalla tensiona la fase estirénica
- Cuando el betún es compatible (dependiendo de su composición) el proceso es estable en el tiempo
- Si es incompatible, el polímero se separa y decanta

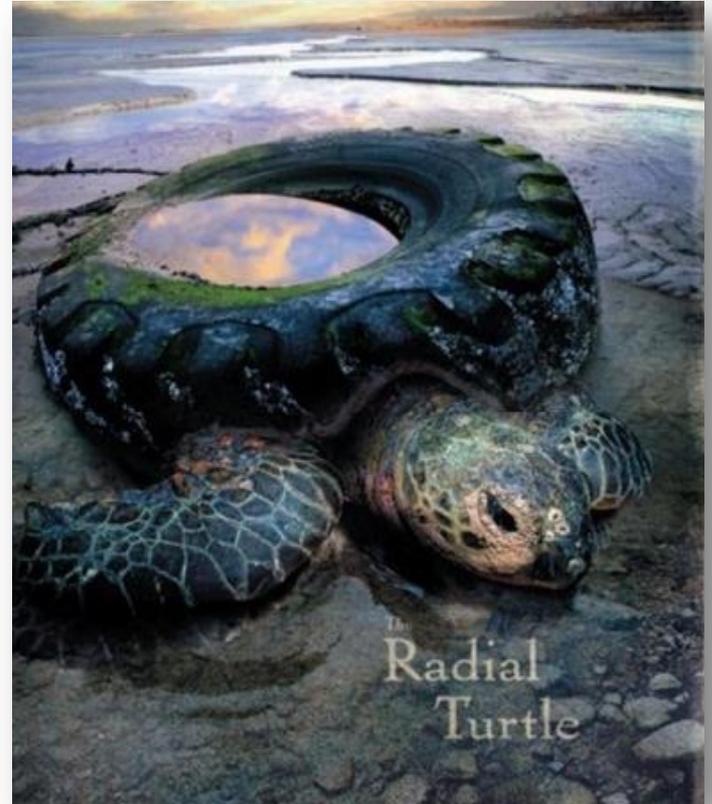
- La elección correcta del betún de base, del tipo de polímero y del sistema de producción son la única garantía para obtener un betún modificado estable y la calidad deseada

Poli-S   
Poli-B   
Poli-S 



# Neumáticos fuera de uso (NFU): Un problema...con solución

- Son casi indestructibles
- Son refugio ideal de microorganismos
- No son compactables debido a su flexibilidad
- Acumulan lixiviados y gases



# O.C. 21/2007 Y O.C. 21bis/2009



## O.C. 21/2007

- Especifica las gamas de ligantes fabricados con PNFU Mejorados BC, Modificados BMC y Modificados de Alta viscosidad BMAVC.
- Refiere la vía húmeda en central y húmeda “in situ”, para cada tipo de ligante considerado. Para la vía seca, considera la “MBC con adición de caucho”
- Indica el tipo de mezclas/secciones, con referencia a PG-3 y 6.1 IC, en los que pueden ser empleados.

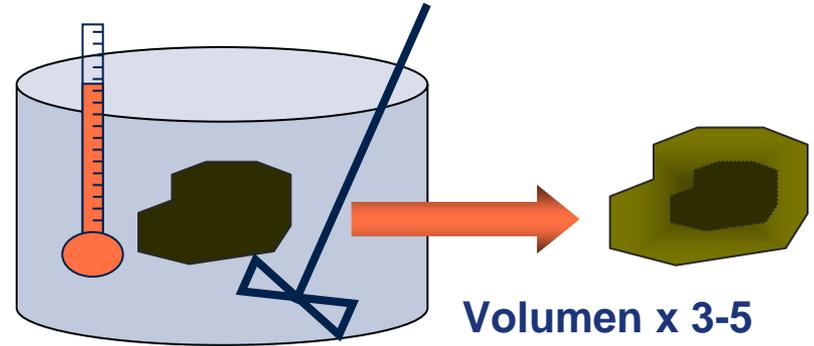
## O.C. 21bis /2009

- Orden Circular que complementa la OC 21/2007
- Sólo aplicable a betunes BC y BMAVC por vía húmeda in situ o en central
- Fundamentalmente indica los criterios de fabricación y almacenamiento de este tipo de ligantes.

# La interacción betún-caucho NFU



- En la vía “húmeda”, el polvo de NFU se incorpora al betún
- Las partículas de NFU absorben fracciones aromáticas, se hinchan (swell) y plastifican → aumento de la viscosidad del sistema betún+polvo y del “tac”
- Parcialmente mantienen su elasticidad: caucho-árido
- La velocidad de reacción depende de:
  - ❖ Superficie específica caucho → granulometría, sistema de producción
  - ❖ Temperatura y Energía de Mezclado
- Compatibilidad:
  - ❖ Tipo de caucho de los NFU
  - ❖ Origen del betún
- Análisis de propiedades:
  - ❖ Dispersión sólido-líquido
  - ❖ Mejora: Viscosidad y AyB
  - ❖ Ductilidad y Ret. Elástico “moderadas”



# La interacción betún-caucho NFU



## ➤ Efecto swell: permite aumentar contenido de ligante

- ❖ Resistencia a fisuración
- ❖ Resistencia a fatiga
- ❖ Envejecimiento
- ❖ DURABILIDAD

## ➤ Efecto caucho-árido:

- ❖ Resistencia a deformaciones plásticas
- ❖ Resistencia al deslizamiento
- ❖ Facilidad de rotura de película de hielo

## ➤ Posibles problemas:

- ❖ Riesgo de exudaciones
- ❖ Problemas de compactación
- ❖ Módulos y estabilidades menores



# Conclusiones



- Existen diversos modificadores que pueden mejorar las propiedades de los betunes, de los cuales hay numerosas experiencias.
- Los más empleados en carreteras son los polímeros
- Los neumáticos fuera de uso, representan un problema medioambiental. La legislación (impulso político), los sistemas integrados de recogida, reutilización y valorización de NFU, y la sensibilidad de ciertos sectores al problema, están posibilitando su minimización.
- La normativa en materia de mezclas bituminosas para carreteras está ampliamente desarrollada, catalogando perfectamente las diferentes técnicas y gamas de ligantes que contemplan el empleo de PNFU.
- El PNFU interactúa con el betún de penetración, confiriendo al ligante cualidades mejoradas.

**GRACIAS**

