EMPLEO DE SUBPRODUCTOS DE LA PRODUCCIÓN DEL NEGRO DE CARBONO PARA LA MEJORA DE PAVIMENTOS BITUMINOSOS

Autor: Leticia López López

Director tesis: Ángel Vega Zamanillo

Codirector tesis: Miguel Angel Calzada Pérez

ÍNDICE

1. Introducción
2. Objetivos
3. Estado del arte
4. Metodología
5. Cronograma
6. Innovación

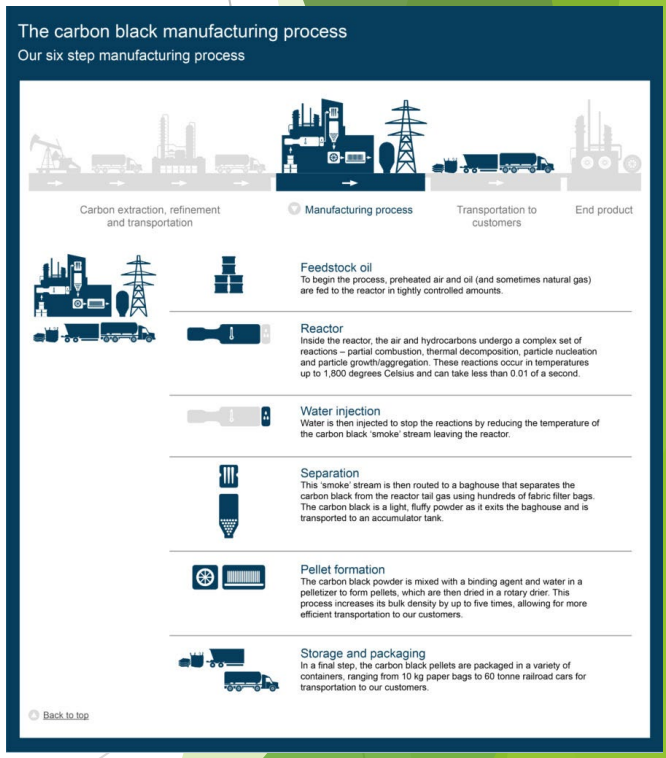
INTRODUCCIÓN

- El **negro de carbono** es un material producido por la combustión incompleta de los productos derivados del petróleo. Es una forma de **carbono amorfo** con una relación **superficie-volumen extremadamente alta** y que como tal es uno de los primeros **nanomateriales** ampliamente usados.

- El negro de carbono se utiliza como aditivo para mejorar las prestaciones de neumáticos ya que permite mejorar las características de adherencia, durabilidad, abrasión, etc.

- En el proceso de producción el negro de carbono se originan dos subproductos:

    1. **Negro de Carbono no reprocesable. Contenido bajo de humedad.**
    2. **Negro de carbono húmedo PTAR (Lodos). Contenido elevado en humedad.**



OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVOS GENERALES:

1. **Reducir** la **afección al medio** por el envío de los residuos a vertedero, a través de su **empleo en construcción de pavimentos bituminoso**s.
2. **Incrementar la seguridad** en capas de **rodadura de pavimentos bituminosos** a través de la interacción neumático-pavimento.

OBJETIVO EMPRESARIAL

1. **Analizar la viabilidad** económica de la posible **valorización del residuo** como componente de pavimentos bituminosos.

OBJETIVOS TÉCNICOS ESPECIFICOS

1. **Caracterización del residuo** en el ámbito de la ingeniería civil y los pavimentos bituminosos.
2. Determinación del **comportamiento reológico** de la mezcla de los ligantes y residuos de negro de carbono.
3. Determinar las **propiedades mecánicas y resiliencia** de mezclas bituminosas con residuos de negro de carbono.
4. Determinar las **propiedades dinámicas y leyes de fatiga** de mezclas bituminosas con el residuo de negro de carbono.
5. Determinar la **durabilidad de diferentes secciones de firme** existentes incluyendo pavimentos bituminosos con residuos de negro de carbono.
6. Analizar la **interacción rueda-pavimento** (abrasión y desgaste).

ESTADO DE ARTE

Estudios previos en el ámbito del empleo de Negro de carbono en pavimentos:

1. Katsuyuki Yamaguchi el all, 2005: Se analizó la influencia de negro de carbono en mezclas con asfalto, estudiando la resistencia a **deformación en altas temperaturas y el agrietamiento** a bajas temperaturas, obtenidos resultados satisfactorios en ambos casos.

2. Chuangmin Li et all, 2018: Empleo de **nanopartículas** procedentes del **pirólisis de neumáticos desechados** como **modificador del betún**. Los resultados muestran que una dosis del **15% de negro de humo** puede **mejorar** significativamente el r**endimiento anti-formación de surcos y disminuye el rendimiento a baja temperatura del betún**.

3. Geckil, T, et all, 2018: Analizan el efecto del negro carbono en las **propiedades de alta y baja temperatura del be**tún (viscosidad rotacional, reómetro de cizallamiento dinámico y ensayo de reómetro de viga de flexión). Los resultados mostraron que con la adicción de negro de carbono **aumentó la rigidez y la resistencia del betún a la formación de surcos a altas temperaturas y la resistencia al agrietamiento térmico a bajas temperaturas del betún.**

METODOLOGÍA

1. **CARACTERIZACIÓN DEL RESIDUO** en el ámbito de la ingeniería de pavimentos:
   A. Caracterización Física (granulometría, densidad, etc.).
   B. Comportamiento reológico de los ligantes con residuos de negro de carbono.

- Viscosidad.
- Rigidez/módulos.
- Curvas maestras de los ligantes.

2. **LINEAS DE INVESTIGACIÓN:**
   A. Empleo de **negro de carbono** en **mezclas bituminosas** en caliente en **capa de rodadura:**
      i. Como filler de aportación.
      ii. Como elemento de mejora del betún.

- Dosificación Marshall.
- Sensibilidad al agua.
- Módulos y rigidez.
- Ensayo cántabro (porosas).
- Abrasión y rozamiento (CRD).

   B. Empleo de **negro de carbono** en **emulsiones bituminosas**:
      i. Riego de Adherencia.
      ii. Evaluar interacción neumático-pavimento (deslizamiento).

- Ensayo de corte (LCB)
- Ensayo de doble cortante.

- Macro textura.
- Coeficiente de resistencia al deslizamiento.
- Abrasión.

CRONOGRAMA

	MESES																													
FASES DE PROYECTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ACTIVIDADES INICIALES																														
Estudio del estado del arte																														
Preparación de memoria para financiación externa																														
CAMPAÑA DE LABORATORIO																														
Caracterización ingenieril de residuo																														
Caracterización Física																														
Comportamiento reológico																														
Análisis de resultados.																														
LINEA 1. EMPLEO EN MEZCLAS BITUMINOSAS EN CAPAS DE RODADURA																														
Material como filler de aportación.																														
Residuo como aditivo en betunes.																														
LÍNEA 2. EMULSIONES BITUMINOSAS.																														
Interacción neúmatico-pavimento.																														
Riego de adherencia entre capas.																														
ELABORACIÓN DE INFORMES DE INVESTIGACIÓN																														
Caracterización ingenieril de residuo																														
Linea 1. Empleo en mezclas bituminosas.																														
Línea 2. Emulsiones Bituminosas.																														
Análisis de resultados.																														
ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE AMBAS LINEAS																														
ANALISIS DE VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA																														
CONCLUSIONES FINALES DE LA INVESTIGACIÓN																														

RESULTADOS ESPERADOS

- Obtener una caracterización del subproducto de negro de carbono adecuada para su **incorporación como aditivo** en las mezclas asfálticas bituminosas y en las Emulsiones bituminosas.

- Obtener un **diseño de mezcla** asfáltica bituminosa y de emulsión bituminosa, al **cual incorporando el subproducto de negro de carbono mejore las características resistentes** con respecto a las muestras tomadas como referencia.

- Obtener un n**uevo producto que sea viable técnicamente** para su empleo además de ser económicamente rentable su uso.

- Reducir el impacto ambiental asociado a la explotación de ligantes.

- Reducir la cantidad de subproducto de negro de carbono que es necesario enviar a vertedero incrementando así su vida útil.

- Reutilización del subproducto como sustitución de árido natural.

INNOVACIÓN

- **Mejora en el comportamiento de las mezclas asfálticas bituminosas y de las emulsiones bituminosas**. Hasta la fecha los aditivos empleados para reforzar las mezclas bituminosas proceden de residuos de neumáticos, escorias de centrales térmicas, fibras de celulosa, etc. El empleo del subproducto generado en el proceso de fabricación del negro de carbono no se ha empleado. Con el empleo de este subproducto como aditivo se busca mejorar las características técnicas de las mezclas asfálticas bituminosas y las emulsiones bituminosas.

- **Desarrollo de mezclas asfálticas bituminosas y emulsiones asfálticas más seguras.** Uno de los aspectos más importantes que se busca con el desarrollo del presente proyecto es mejorar las condiciones de adherencia neumático-pavimento, de esta forma se mejoran las condiciones de seguridad.

MUCHAS GRACIAS!!!!