

Empleo de basura para mejorar las propiedades mecánicas de una estructura de pavimento

Oscar Javier Reyes Ortiz*¹

Resumen

Este artículo describe la realización de un estudio en laboratorio de la determinación de los porcentajes óptimos de desperdicio de material plástico (llantas viejas, neumáticos usados, bolsas de leche y botellas de agua), mediante la ejecución de los ensayos Marshall, módulo dinámico y leyes de fatiga.

El material plástico es introducido en la mezcla asfáltica en el momento de mezclado del granular y el asfalto, en pedazos de aproximadamente 4 milímetro de lado.

Los ensayos de módulo dinámico se realizaron a 10, 20 y 30°C y a 1,10 y 25 Hz de frecuencia; Las leyes de fatiga se ejecutaron para tres deformaciones diferentes y a las temperaturas de 10 y 20°C.

Los resultados principales obtenidos fueron los porcentajes óptimos de cada material, el porcentaje de mejoramiento y la temperatura, la deformación y la frecuencia empleada en la ejecución de cada ensayo.

Palabras claves

Desperdicio plástico, estructura de pavimento, ensayos Marshall, módulo dinámico, leyes de fatiga.

* Ingeniero Civil, Universidad de Los Andes. Magister en Ingeniería Civil, Area Geotecnia, Universidad de Los Andes. Docente de la Facultad de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada. Docente del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Los Andes.

1. Introducción

Dadas las condiciones actuales del planeta, donde se presentan problemas energéticos y ambientales que diariamente debe enfrentar el ingeniero civil, unido con el incremento de la carga por eje, la sofisticación de la tecnología automotriz, el aumento incontrolable de los precios de los productos derivados del petróleo y la materia prima para la construcción de vías, ha hecho desarrollar técnicas macro y microscópicas para poder mejorar, reciclar y sofisticar los sistemas actuales con los cuales se están desarrollando los diseños y construcciones de las vías en el mundo; es así, como se comenzó a desarrollar la teoría del diseño racional de los pavimentos y el empleo de procedimientos químicos, físicos o eléctricos que generaban en la estructura del pavimento mejoras en su durabilidad, resistencia y que conllevan a reducir sustancialmente el volumen de materiales y energía a emplear en la construcción de las mismas.

Desde hace muchos años las empresas constructoras y productoras de los países industrializados en el afán del desarrollo de su infraestructura vial, comenzaron a desarrollar diferentes tecnologías e investigaciones que arrojaran como resultados la disminución de los espesores de la estructura de pavimento mediante la incorporación de aditivos que aumentarían la resistencia de la vía, disminuyen las deformaciones ante la solicitación de las cargas, incrementan la durabilidad de las carreteras y crean un mejor compor-

tamiento al cambio de la temperatura y el valor de las cargas por eje. De esta forma se desarrolló la idea de la inclusión de materiales plásticos en la estructura de pavimento en el proceso de mezclado con el asfalto, surgiendo productos industrializados, como el polietileno, caucho natural, látex, EVA, entre otros. En el caso específico de este proyecto, lo que se pretende mostrar en la viabilidad de sustitución de estos materiales plásticos industrializados que tienen un costo elevado por material de desperdicio plástico que puede producir mejoras similares de las propiedades mecánicas en la estructura de pavimento y que son generados por la misma población, como es el caso de las llantas viejas y neumáticos usados producidos por el parque automotor de las grandes urbes y el de bolsas de leche y botellas de agua del consumo diario de la población. Se quiere resaltar a la vez, que además del mejoramiento de las propiedades mecánicas en la estructura de pavimento, el empleo de estos productos de desperdicio plástico, cuyo tiempo de degradación normal es muy alto, contribuyen a nivel mundial a disminuir la contaminación ambiental que diariamente observamos en nuestras vías, basureros y en el medio ambiente en general.

2. Metodología

El estudio experimental se realizó mediante la clasificación del tipo de asfalto a mezclar, forma y porcentajes a emplear del desperdicio plástico, seguido con la determinación de una granulometría específica.

Con estas variables fijas, se determinó el porcentaje óptimo de asfalto mediante la ejecución del ensayo Marshall, seguido con la creación de las muestras para módulo dinámico, leyes de fatiga y Marshall con el porcentaje de asfalto óptimo, pero con la adición de desperdicio plástico entre 0.1% y 0.5% con respecto al peso de la muestra y con un incremento del 0.1%.

Las briquetas del ensayo Marshall, se compactaron para un tráfico medio, es decir, con una aplicación de energía de 50 golpes por cara y la posterior ejecución del ensayo para determinar la estabilidad, flujo y densidad "Bulk".

Las muestras de módulo dinámico se construyeron con un diámetro igual a las muestras Marshall, pero con dos veces la altura, por lo cual la energía de compactación aplicada se convirtió en el doble del ensayo Marshall, esto con el fin de mantener las mismas condiciones de compactación en los dos ensayos.

Para las muestras trapezoidales de las leyes de fatiga, se optó por fijar como parámetro equivalente la densidad "Bulk" encontrada en cada ensayo Marshall, por lo cual se determinó el material granular y de asfalto necesario que ocupasen el volumen de la muestra y el cual fuera compactado mediante una carga monotónica puntual sobre el material, así teniendo la misma densidad.

Luego de ejecutados los tres ensayos, se determinó los porcentajes óptimos y el porcentaje mejorado en cada ensayo.

3. Conclusiones

Como conclusión general, se determinó que existía un porcentaje de desperdicio plástico dentro del rango especificado, que mejoraba las propiedades mecánicas de la estructura de pavimento, sin importar el ensayo, la frecuencia y la temperatura del mismo.

Para la estabilidad o resistencia diametral figura 1, se concluyó que para el desperdicio plástico de botellas de agua y llantas viejas el porcentaje óptimo es de 0.4%, a su vez para neumáticos usados y bolsas de leche es de 0.2%, siendo el de botellas de agua el que maximiza esta propiedad.

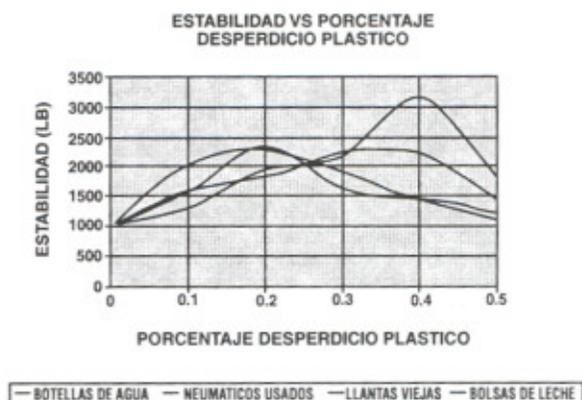


Figura 1.

Con respecto al flujo o deformación figura 2, se concluye que para el 0.3% los desperdicios de botellas de agua, llantas viejas y botellas de agua se maximiza y que para el 0.2% las bolsas de leche se optimizan. Cabe resaltar que el desperdicio óptimo es neumáticos viejos.

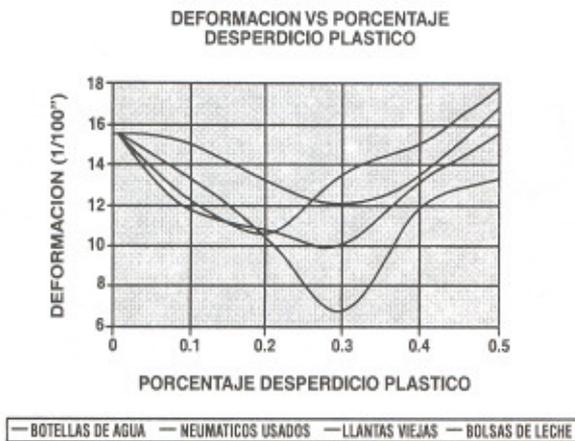


Figura 2.

La densidad "bulk", el desperdicio de botellas de agua optimiza esta propiedad al 0.4%, sin embargo existe un aumento considerable para los otros tres materiales al 0.2% de desperdicio plástico. Figura 3.

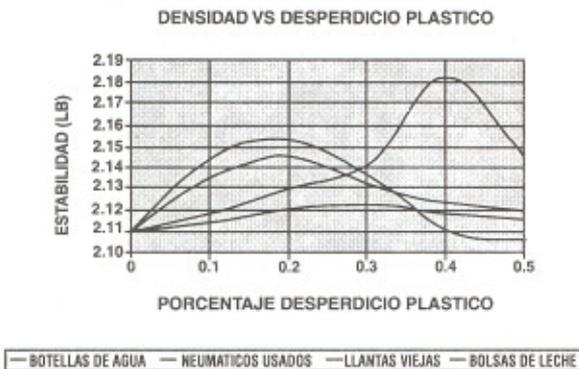


Figura 3.

Los porcentajes de aumento del módulo dinámico con respecto a la muestra que no posee desperdicio plástico y a una frecuencia de 25 Hz, que es equivalente a un tren de ejes de camiones a una velocidad media o alta, está representada en la figura 4.

Se concluye que el mejor desperdicio plástico es las botellas de agua y a un porcentaje de 0.4%, esto sin importar la temperatura del ensayo. Se resalta que para las temperaturas de 10°C y 30°C, los aumentos de porcentajes son más elevados, sin importar el material de desperdicio. Unos valores anormales son los de bolsas de leche a 20°C y neumáticos viejos a 30°C y con un porcentaje de 0.3%, ya que presentan un pequeño decremento del módulo dinámico.

MODULOS DINAMICOS

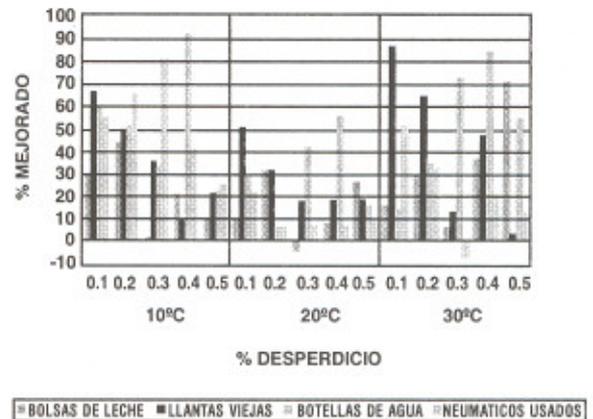


Figura 4.

En forma general, se puede concluir que las botellas de agua para un porcentaje de 0.4% y a una temperatura de 10 y 20°C representan los valores máximos y que para 30°C el desperdicio sean las llantas viejas a 0.1%.

La figura 5, muestra los resultados obtenidos para el mejoramiento de la pendiente de la curva de fatiga para los diferentes materiales, porcentajes y temperaturas de los ensayos.

Se aprecia que los porcentajes de mejoramiento alcanzados no son muy significativos, causa justificable porque el volumen de desperdicio plástico introducido en la mezcla es de apenas de 0.6 - 2.4 gramos de material o cinco a quince partículas, las cuales pueden ubicarse en cualquier sitio de la muestra y al ser ensayadas a deformación controlada y a flexo-tensión puede darse el caso que ninguna partícula de desperdicio plástico se encuentre en el tercio de esfuerzos, por lo cual la variación de los porcentajes se deban a la compactación o al material y no a la influencia del desperdicio plástico dentro de la estructura de la muestra.

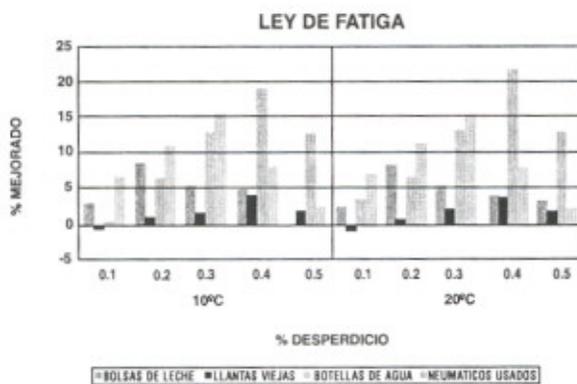


Figura 5.

4. Bibliografía

1. MIGUEL A. DE VAL. *Mezclas Bituminosas Resistentes A Las Deformaciones Permanentes Mediante Sustitución Parcial Del Betún Por Un Polímero*. III Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto. Cartagena - Colombia. Octubre 1985. Tomo II.
2. NURI CELIK. *Rigidité Des Bétons Bitumineux Armés Par Déchets De Matières Plastiques*. Roads and Traffic 2000. International Road and Traffic Conference. Berlin 6-9 September 1988.
3. NORME FRANCAISE NFP 98-260-2. *Essais relatifs aux chaussées. Mesure des caractéristiques des melanges hydrocarbonés*.
4. REYES ORTIZ, OSCAR. *Empleo de desperdicio plástico para mejorar las propiedades del asfalto*. Tesis de Pregrado. Universidad de Los Andes. 1996.
5. REYES ORTIZ, OSCAR. *Uso de desperdicio plástico para mejorar las propiedades mecánicas de una estructura de pavimetno*. Tesis de Posgrado. Universidad de Los Andes. 1998.