

IAG400-03-2013

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICION DEL COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO (SRV) EN LA AUTOPISTA PALIN-ESCUINTLA (APE) CON TIPO DE MEZCLA STONE MATRIX ASPHALT (SMA) USANDO EL PENDULO INGLES

Ing. José Agüero Rivera
Asfaltos de Guatemala S.A.
Guatemala, Guatemala
jaguero@asfalgua.com

Ing. Alvaro Martínez
Asfaltos de Guatemala, S.A.
Guatemala, Guatemala
amartinezg@asfalgua.com

Resumen

En el año 2012 se realizó el mantenimiento mayor en la Autopista Palin-Escuintla (APE) ubicada al Sur del país a 38 kms de la ciudad capital, utilizando mezcla asfáltica en caliente tipo Stone Matrix Asphalt (SMA) en carriles de rodadura en ambos cuerpos del kilómetro 38+000 a 61+000, Esta fue la primera vez que se utilizó este tipo de mezcla en la región Centroamericana.

La mezcla asfáltica SMA es una tecnología relativamente nueva para los países Latino-Americanos; y por definición es una mezcla asfáltica de granulometría discontinua con un alto contenido de agregados pétreos por el lado grueso, un mastic compuesto de agregados finos, relleno mineral y un alto contenido de ligante asfáltico normalmente modificado con polímero. Sabemos que una de sus propiedades más importante es la resistencia a los deslizamientos; la cual depende de varios parámetros como la textura de la superficie, el tipo de piedra y el volumen de tráfico, entre otros. Debido al uso de alto porcentaje de agregados pétreos por el lado grueso en este tipo de mezclas, crea una textura abierta permitiendo que el agua drene mejor, creando mayor contacto entre el neumático y la piedra. El agregado usado en la APE es de origen basáltico con una abrasión de 18.3% demostrando que es una piedra mas duradera y resistente al pulimento del tráfico.

Se utilizo el equipo denominado Péndulo Inglés para el estudio, en donde se simula la resistencia al deslizamiento que ofrece la superficie del SMA en la APE a un automóvil que viaja a 50 km/h. Este instrumento sirve para medir la profundidad de textura, resistencia al deslizamiento de la superficie de una carretera asfáltica, y para estimar la vulnerabilidad del agregado cuando es pulido mediante tráfico en el futuro. Nos ayuda a medir la fricción de la superficie y la energía perdida cuándo el hule de la zapata toca la superficie.

Resumo

No ano 2012 foi o prefeito de manutenção para a estrada de Palin-Escuintla, colocando a mistura do asfalto quente tipo Stone Matrix asfalto (SMA) em trilhos do km 38 + 000 a 61 + 000 em execução em ambos os corpos na estrada. Foi a primeira vez que este tipo de mistura é usado em uma rodovia em países da América Central.

A mistura de asfalto de SMA é uma tecnologia relativamente nova para países da América Latina. Por definição, é uma mistura de asfalto de granulometria descontínua com um alto teor de agregados de pedra grossos, um mástique composta de agregado fino, enchimento mineral e conteúdo de fichário de asfalto polímero modificado normalmente alta. Sabemos que uma das suas propriedades mais importantes é a resistência a deslizamentos de terra. A resistência do deslizamento depende de muitos parâmetros como a textura da superfície, o tipo de pedra e o volume de tráfego. Devido ao uso da alta percentagem de agregados de pedra grossas em tais misturas, cria uma textura aberta, permitindo que a água escorra melhor, criando mais contato entre o pneu e a pedra. O agregado usado no macaco é basáltica fonte com uma abrasão de 21%, demonstrando que é mais durável e resistente para polir o tráfego.

Usado o dispositivo de pêndulo inglês no estudo onde simula a resistência do deslizamento oferecida pela superfície de SMA no macaco para um automóvel viaja a 50 km/h. Este aparelho serve para medir a profundidade da textura, uma uma resistência de superfície patim de estrada de asfalto e para estimar a vulnerabilidade do agregado, quando ele é polido através de tráfego no futuro. Ajuda-na medir a fricção de superfície e perdido poder quando a borracha de sapato tocar a superfície.

INTRODUCCION

En el año 2012 se realizó el mantenimiento mayor de la Autopista Palin-Escuintla (APE) ubicada al Sur del país a 38 kms de la ciudad capital, utilizando mezcla asfáltica en caliente tipo Stone Matrix Asphalt (SMA) en carriles de rodadura del kilómetro 38+00 a 61+000 en ambos cuerpos. Esta fue la primera vez en la que se aplicó este tipo de mezcla en países de la región Centroamericana.

En Guatemala la mezcla Stone Matrix Asphalt es considerada una tecnología relativamente nueva siendo la Autopista Palin-Escuitla su primer proyecto importante. SMA por definición es una mezcla de granulometría discontinua con un alto contenido de agregados pétreos por el lado grueso, un mastic compuesto de agregados finos, relleno mineral y un alto contenido de ligante asfáltico normalmente modificado con polímero.

Las principales ventajas de esta mezcla son:

- Alta durabilidad
- Alta resistencia a la deformación permanente
- Resistencia a la fatiga y al envejecimiento
- Impermeable
- Contribuye a reducir el ruido generado por el efecto de la rodadura de los vehículos

También sabemos que una de sus principales características es la alta resistencia al deslizamiento.

Buena adherencia con los neumáticos es una de las principales características que debe cumplir un pavimento en zonas de frenado, curvas y cuando el pavimento se encuentra mojado. Es importante mencionar que texturas como la del SMA ofrecen mejor resistencia al deslizamiento pues, la granulometría discontinua de este tipo de mezclas da como resultado una textura abierta, la cual contribuye a evitar la acumulación de agua sobre la superficie y mejora el drenaje y genera mayor contacto entre el neumático y la piedra.

Como cualquier otra mezcla, el SMA presenta pequeños problemas superficiales, de los más comunes son los “fat spots” que aparecen después de la aplicación y compactación de la mezcla asfáltica. “Fat spots” son manchas de asfalto que aparecen en la superficie del pavimento, pueden ser causadas por exceso de asfalto, el mastic, compactación excesiva, segregación de la mezcla a la hora de transporte o bajo porcentaje de fibra celulosa.

En nuestro proyecto se pudo observar que estas manchas (fat spots) surgieron ocasionalmente en pequeñas áreas sobre la superficie de rodadura, por lo cual se tomó la decisión de analizar dicha situación para determinar si representaba un peligro para el usuario en época lluviosa; para ello se decidió hacer la prueba del péndulo inglés, en toda la superficie y en especial en los “fat spots” que existían. La prueba inicio en noviembre del 2012 y se finalizó en enero 2013. Todas las áreas donde se realizo el ensayo tenían una vida promedio de 6 o más meses después de su aplicación.

MEZCLA STONE MASTIC ASPHALT, PROYECTO: AUTOPISTA PALIN-ESCUINTLA

Para el mantenimiento mayor de la Autopista Palin Escuintla se decidió utilizar mezcla asfáltica en caliente tipo SMA, TMN 9.5 mm, de 40 mm de espesor. Se inicio el 22 de enero del 2012 y se finalizo el 16 de octubre del 2012. Se colocaron un total de 44,000 toneladas métricas de SMA.

Tabla 1: Diseño mezcla asfáltica tipo SMA

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Granulometría TMN	mm	9.50
Espesor	mm	40.00
Tamiz de corte	mm	2.36
Filler mineral	%	10.00
Fibra celulosa	%	0.30
Asfalto modificado (PG 76-22)	PG %	6.75 %

Figura 1: Autopista Palin-Escuintla SMA



En el caso del SMA del proyecto en estudio se utilizó agregado de tipo basáltico con 18.3% de abrasión por ser más duradero y resistente al pulimiento del tráfico, haciendo que las partículas permanezcan en su lugar, dándole una mejor resistencia al deslizamiento.

OBJETIVO

- Medir el coeficiente de resistencia al deslizamiento (SRV) de la mezcla SMA en los carriles de rodadura de la Autopista Palin Escuintla usando el Péndulo Inglés.

ANTECEDENTES

La resistencia al deslizamiento o skidding es la pérdida de adherencia entre los neumáticos de un vehículo y la superficie de la carretera, lo cual puede provocar accidentes de tránsito; por lo tanto es de suma importancia conocer y controlar dicha resistencia. Por esta razón ingenieros viales han investigado diferentes maneras para conocer y mejorar la resistencia al deslizamiento en superficies de carreteras. Todo el impulso de esta investigación proviene del Transport and Road Research Laboratory (TRRL) de Inglaterra, y uno de los primeros trabajos que realizaron fue la creación del péndulo inglés.

Las ventajas que tiene este instrumento son:

- fácil manejo
- transportable
- lectura rápida
- bajo costo
- manejo en campo y laboratorio

El método consiste en medir la pérdida de energía de un péndulo, que en un extremo tiene una zapata de hule, y cuando esta roza, mide la fricción generada en la superficie o lo que se ensaya. El péndulo inglés, simula la resistencia al deslizamiento que ofrece la superficie de la carretera a un automóvil que viaja a 50 km/h, el resultado es un porcentaje que es parecido al coeficiente de fricción, el cual se llama coeficiente de resistencia al deslizamiento en el pavimento (SRV).

Figura 2: Péndulo Ingles A113



La resistencia al deslizamiento depende de muchos parámetros tales como:

- Textura de la superficie: esta relacionado con el tipo de mezcla.
- Tipo de agregado: se recomienda utilizar agregados de tipo basáltico ya que son mas resistentes al pulimento si se compara con agregados de tipo calizo.
- Volumen de tráfico: al comienzo de la vida del pavimento el tráfico se encarga de aumentar este valor de manera progresiva.

Estos parámetros a la resistencia al deslizamiento de un pavimento se pueden definir considerando que la adherencia superficial está determinada por dos tipos de condiciones: microtextura y macrotextura.

Microtextura: es la que corresponde a la propia textura de la superficie del agregado pétreo, en este caso se presenta la de un agregado de tipo basáltico de 3/8" y 18.3% de abrasión, dándole dureza, proporcionando menor desgaste al pulimento y mejores resultados al ensayo.

Macrotextura: se refiera a la textura de la superficie de la mezcla asfáltica del pavimento, en este caso se presenta el de la mezcla SMA, TMN 9.5mm, siendo una de sus características más importante la granulometría discontinua, que da como resultado una textura abierta pero impermeable, permitiendo que el agua drene mejor y que exista mayor contacto entre el neumático y la piedra.

Figura 3: Macrotextura SMA



En conclusión la resistencia al deslizamiento que presenta la mezcla SMA en estos ensayos es una combinación de la microtextura del agregado basáltico con la macrotextura que se observa en la mezcla SMA.

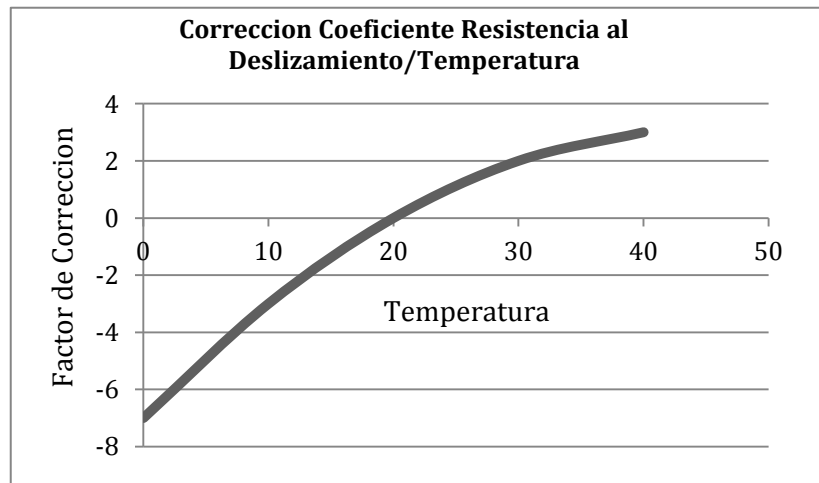
ANALISIS Y RESULTADOS

El pendulo ingles utilizado fue el A113 con zapata de hule TRRL 3'Slider A110-03, realizando la prueba cada 500 metros (5 repeticiones en cada prueba), en carriles de rodadura entre los kilómetros 38+000 al 61+000 en ambos cuerpos de la autopista en el mes de noviembre del 2012. Esta fue la primera vez que en Guatemala se calcula el coeficiente de resistencia al deslizamiento (SRV), y se toma como un parámetro de evaluación de las condiciones existentes de la carretera, un registro documentando en el tiempo.

El resultado del coeficiente de resistencia al deslizamiento (SRV) es la media de cinco lecturas o la constante de tres lecturas de cada prueba.

La rigidez de la zapata de hule varía con la temperatura superficial, por lo cual se tiene que hacer una corrección a los resultados directos obtenidos de la lectura. Si la temperatura superficial no es 20°C, se usa una curva de corrección de temperatura (Tabla 2).

Grafica 1: Curva de Corrección de Temperatura



Realizando los cálculos de la siguiente manera:

$$SRV_{20} = \frac{SRV}{1 - [0.00525 (t - 20)]} \quad (1)$$

Donde:

SRV_{20} = coeficiente de resistencia al deslizamiento corregido a 20°C

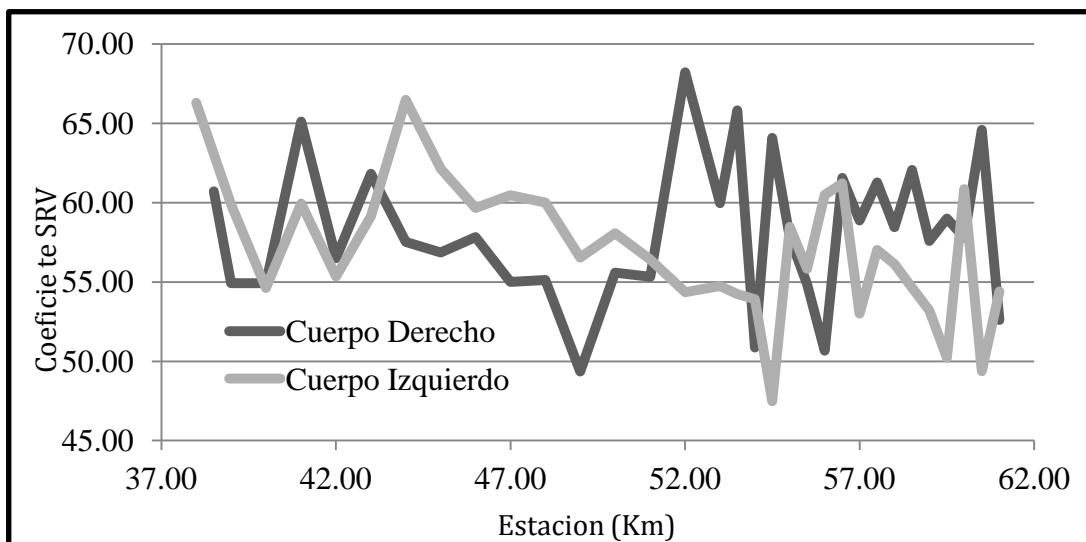
SRV = coeficiente de resistencia al deslizamiento

t = temperatura del pavimento húmedo

Tabla 2: Valores mínimos sugeridos para SRV

CATEGORIA	TIPO DE SITIO	RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (SRV)
A	Sitios difíciles, tales como: 1. Rotondas 2. Las curvas con radio inferior a 150 m en autopistas 3. Gradientes altas 4. Acercamientos a luces de transito o pagos de peaje en autopistas	65
B	Autopistas y carreteras de alto volumen de tráfico.	55
C	Todos los demás sitios	45

Grafica 2: Resultados SRV



La longitud de la autopista es de 23 kms, con pendientes máximas del 6%.

Las condiciones climáticas que se registran en la zona que se realiza el proyecto, son:

Altura: 300msnm.

Micro clima Palin:

a) Templado con temperaturas entre 18 y 30 °C max.

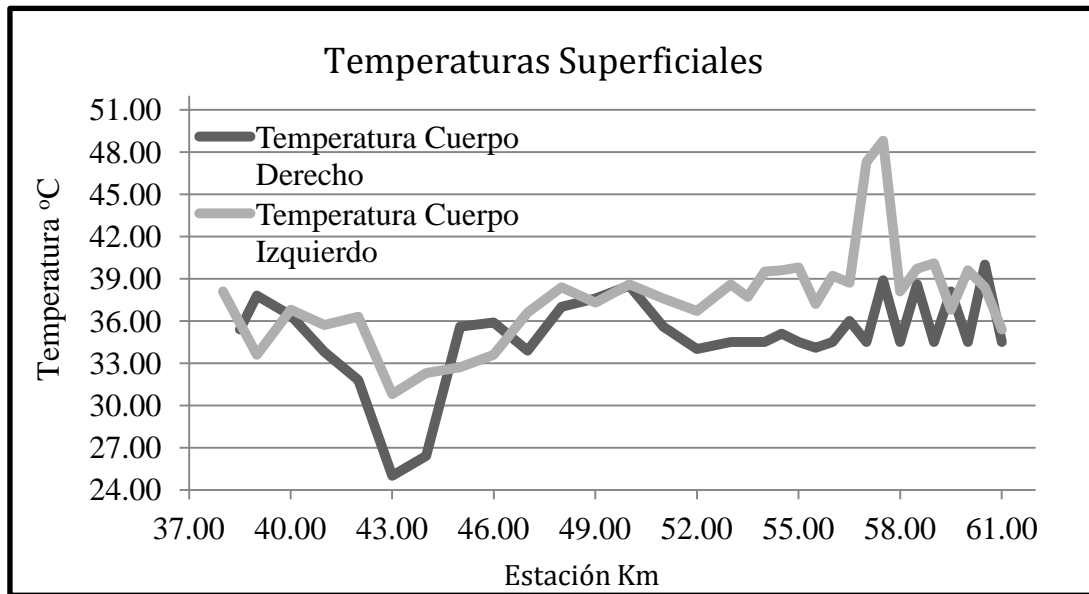
b) Lluvia 3,312mm

Micro clima Escuintla:

a) Caluroso con temperaturas entre 28 a 35°C

b) Lluvia 5,543mm

Grafica 3: Temperaturas Superficiales



CONCLUSIONES

Los valores promedio obtenidos fueron:

1. $SRV_{20}=58.21\pm4.52$ en el cuerpo derecho
2. $SRV_{20}=57.02\pm4.32$ en el cuerpo izquierdo

Como se puede observar estos resultados son positivos basados en el criterio de lo expuesto en la Tabla de valores mínimos sugeridos para SRV (Tabla 3), la cual nos indica que los rangos obtenidos son adecuados para una carretera de categoría B. Es necesario tomar en cuenta que cualquier tipo de mezcla SMA al principio sin excepción alguna presenta los valores mínimos de resistencia al deslizamiento, ya que inicialmente se tiene una capa de asfalto que cubre el agregado.

Estos valores van aumentando a lo largo de la pista tanto en las zonas de macrotextura regular como en las que presentan “fat spot”, logrando que estas manchas eventualmente desaparezcan, a causa del tránsito vehicular que se desplaza en la carretera, además del efecto de oxidación del asfalto y el paso del tiempo, los cuales ayudarán a que la superficie alcance su máximo valor en aproximadamente un año, según la bibliografía.

Los “fat spot” pueden considerarse alteraciones superficiales que no modifican el coeficiente de resistencia al deslizamiento (SRV) en el tiempo. Por lo que se puede concluir que estas manchas no presentan ningún tipo de riesgo al usuario ni son causas de accidentes.

Figura 4: Fat Spot en SMA

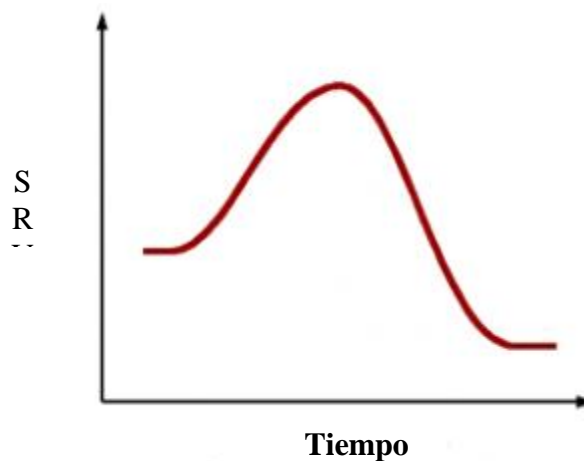


Nota: En esta área se realizó prueba de sand blasting

Se realizara este ensayo periódicamente una vez al año para observar el comportamiento de la mezcla SMA en la Autopista Palin Escuintla.

Para simular el efecto en el tiempo, se hizo una prueba de sand blasting en un “fat spot” ubicado en el km 51+900 cuerpo derecho, carril izquierdo, calculando el coeficiente de resistencia al deslizamiento previo a realizar dicha prueba y posterior a esta, los valores son $SRV_{20}=59.57$ y $SRV_{20}=75.06$, respectivamente. De lo anterior se puede interpretar que el coeficiente de resistencia al deslizamiento aumenta de manera considerable, lo cual indica que el “fat spot” desaparecerá con el tiempo.

Grafica 4: SRV vrs Tiempo en mezcla SMA



8. REFERENCIAS

Krzysztof Blazejowski, Stone Matrix Asphalt, Theory and Practice, United States of America, Fl. 2,011.

Rajib B. Mallick & Thar El-Korchi Pavemente Engineering, Principles and Practices, United States of America, 2009 by Taylor & Francis Group, LLC

Nanyang Technological University, School of Civil and Structural Engineering, Laboratory-Pavement Materials, Skid Resistance Test

Hosking, R., Road aggregate and skidding, Transport Research Laboratory State of the art Review 4, HMSO. 1992

Matest, Instruction Manual, Skid Resistance and Friction Tester, A113, 2008