

IAG393-08-13
CARACTERIZACION DEL ASFALTO GUATEMALTECO MODIFICADO
ENVEJECIDO
CARACTERIZAÇÃO DO ASFALTO DE ORIGEM DA GUATEMALA
MODIFICADO E ENVELHECIDO

Martha Dina Avellan Cruz
Asfaltos de Guatemala S.A.
Guatemala, Guatemala
davellan@asfalgua.com

William Geovanni Alvarez Morales
Asfaltos de Guatemala, S. A.
Guatemala, Guatemala
williamssg_morales@hotmail.com

Eusguar Antonio Pérez Matías
Asfaltos de Guatemala S.A.
Guatemala, Guatemala
eu.per_mat@hotmail.com

RESUMEN

El estudio realizado, tiene como objetivo comparar las propiedades físicas del asfalto modificado con polímeros. El asfalto base utilizado en estas pruebas es un AC-20 de origen guatemalteco que cumple con las especificaciones AASHTO. Se usaron dos distintos polímeros: SBS y TER utilizando concentraciones desde 0.5% hasta 1.5% en intervalos de 0.5% calculado al peso del asfalto.

El aparato utilizado para el envejecimiento de los diferentes tipos de asfaltos es el RTFO, haciendo los ensayos a corto plazo de acuerdo a la norma AASHTO T 240-09. Posterior al envejecimiento las propiedades que se evaluarán son: Punto de ablandamiento, penetración, y viscosidad (utilizando viscosímetro Brookfield) y serán comparadas con el AC-20 envejecido.

Los resultados finales fueron comparados con el asfalto base envejecido.

RESUMO

A intenção desta investigação é comparar as propriedades físicas do asfalto modificado com vários polímeros. O asfalto base usado nestes ensaios é um cimento asfáltico de origem da Guatemala que atende a normas da especificação AASHTO. Dois distintos polímeros foram usados: SBS e TER dosificados de 0.5% a 1.5% em intervalos de 0.5% pela massa do asfalto.

O equipamento laboratorial usado para o envelhecimento dos diferentes tipos de asfaltos é RTFO, realizando os ensaios em curto prazo de acordo a norma AASHTO T 240-09. Depois do

envelhecimento as propriedades que foram validadas são: Ponto de Amolecimento, Penetração e Viscosidade (Viscosímetro Brookfield) e serão comparadas com o AC-20 envelhecido. Os resultados finais desta investigação foram comparados com o asfalto base.

INTRODUCCION

En Guatemala, el asfalto modificado con polímeros había sido utilizado con fines industriales específicamente para impermeabilización de techos hasta, el año 2005 cuando se realizó el primer tramo carretero utilizando asfalto modificado. A partir de ese año, el uso de asfalto modificado para pavimentación se ha incrementado es por ello que se hace necesario conocer el desempeño del mismo conforme envejece debido a que esta es una de las causas principales del deterioro prematuro del pavimento.

El envejecimiento del asfalto es un proceso que implica cambios químicos y físicos. Algunos asfaltos son más susceptibles que otros a este proceso. El envejecimiento en el asfalto es causado por la oxidación y volatilización que toma lugar cuando la superficie del asfalto está expuesta al calor y al medio ambiente durante la construcción y en el transcurso de la vida del pavimento. El envejecimiento en el asfalto es el resultado de muchos factores como temperatura, exposición al agua, rayos ultra violeta, aire, tráfico, etc. Desde el momento en que el asfalto es utilizado en la planta de asfalto, empieza el envejecimiento y la mayor preocupación es la velocidad en la que este ocurre (Phrondomsorn and Kennedy, 1995)

En esta investigación se realiza un análisis comparativo de las propiedades físicas de un AC-20 modificado con dos diferentes polímeros y, posteriormente envejecido para estudiar su comportamiento durante el envejecimiento a corto plazo. El ligante asfáltico utilizado para este propósito es un cemento asfáltico graduado de viscosidad (AC-20) de origen guatemalteco este, es producido por la refinería Perenco situada en La Libertad, Peten. Este asfalto se caracteriza por tener una base parafínica y, se obtiene de la refinación de un crudo pesado.

Se decidió utilizar el AC-20 debido a que es el único tipo de asfalto que se produce en el país a pesar de que en las especificaciones guatemaltecas se permite el uso de AC-5, AC-10, y AC-40.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Actualmente en el laboratorio de Asfaltos de Guatemala se cuenta con ciertos equipos que permiten conocer el comportamiento reológico de los asfaltos que se utilizan para la fabricación de mezcla asfáltica entre estos equipos se pueden mencionar:

- Viscosímetro Rotacional Brookfield,
- RTFO

Sin embargo, para poder caracterizar un asfalto es necesario contar con equipo adicional el cual actualmente no está disponible por esta razón se decidió llevar a cabo esta investigación midiendo las propiedades del cemento asfáltico modificado por medio de sus cualidades físicas y,

compararlas con las propiedades del ligante asfáltico base envejecido. Los ensayos realizados fueron:

- Penetración,
- Punto de ablandamiento
- Gravedad específica,
- Recuperación elástica por torsión,
- Viscosidad Brookfield

Para la modificación del AC-20 se utilizaron 2 diferentes polímeros, un SBS (estireno-butadieno-estireno) y un TER (terpolímero elastómero reactivo) utilizando concentraciones desde 0.5% hasta 1.5% en intervalos de 0.5% calculado al peso del asfalto. Se decidió utilizar estas concentraciones debido a que basados en la experiencia al adicionar más del 1.5% de TER al cemento asfáltico base las mejoras en las propiedades son nulas o, muy pocas si se comparan con las obtenidas con el 1.5% de TER también es importante mencionar que la recomendación del fabricante de SBS es adicionar 2.5 a 3% del producto para poder comparar los resultados con los del TER. Se optó por utilizar los polímeros mencionados anteriormente debido a que son los más utilizados en la industria de la pavimentación en Guatemala.

El equipo utilizado para la modificación del AC-20 guatemalteco fue un mezclador de laboratorio marca Silverson L4R el cual se caracteriza por ser un mezclador en línea de alto corte. En ambos casos la velocidad de modificación se mantuvo constante y fue de 2,000 revoluciones por minuto (rpm).

Para simular el envejecimiento que ocurre en la planta de asfalto y durante la fase de construcción es decir el envejecimiento a corto plazo se utilizó la prueba de película delgada en horno rotatorio (RTFOT), el procedimiento utilizado fue el AASHTO T240.

Durante la modificación con SBS la temperatura de modificación fue 185°C - 190°C, el SBS se incorporó en el asfalto gradualmente en los primeros 30 minutos del proceso, es importante mencionar que aunado a la integración del SBS también se incorporó 1.3% de azufre en relación al peso del modificador, este último cumple la función de homogenizar y fortalecer el sistema de enlaces generado por el SBS en el asfalto modificado y se adiciona una hora después del SBS. El tiempo total del proceso de modificación fue de 2.5 horas.

Para la incorporación de TER al ligante asfáltico el rango de temperatura se mantuvo entre 190 - 194°C. El tiempo utilizado para la adición del polímero fue de 30 min, hora y media después se agregó ácido poli fosfórico (concentración 115%) en una proporción de 0.22% en relación al peso del polímero y se homogenizó la mezcla durante una hora. El tiempo total de modificación fue de 2.5 horas.

Posterior a la modificación y luego de 24 horas a temperatura controlada (25°C) se procedió a realizar los ensayos mencionados anteriormente para caracterizar cada uno de los asfaltos modificados, estos resultados se muestran a continuación (Tabla 1)

Tabla 1: Caracterización de los diferentes asfaltos

	Ensayos	Método de Prueba (ASTM)	Asfalto Base (AC-20 guatemalteco)	SBS			RET		
				0.50%	1%	1.50%	0.50%	1%	1.50%
Asfalto Original	Penetración a 25°C, 100 g, 5 s (1/10mm)	D5	78.00	61.00	58.00	56.00	62.00	58.00	55.00
	Punto de ablandamiento (°C)	D36	46.00	55.00	56.00	58.00	56.00	64.00	71.00
	Índice de penetración	NLT-181/88	-1.20	0.47	0.57	0.91	0.74	2.19	3.25
	Peso específico a 60°C	D70	1.063	1.062	1.061	1.059	1.062	1.061	1.054
	Recuperación elástica por torsión (%)	M-MMP-4-05-024/02 SCT	7.00	14.00	20.00	33.00	21.00	32.00	49.00
	Viscosidad rotacional Brookfield @ 135°C (Pa*s)	D4402	0.400	0.780	1.050	1.280	1.150	1.638	3.590
	Viscosidad rotacional Brookfield @ 165°C (Pa*s)		0.150	0.180	0.280	0.330	0.250	0.382	0.750

Al finalizar la caracterización del asfalto original se procedió a envejecer cada una de las muestras de asfalto de acuerdo al método AASHTO T240, dos botellas fueron utilizadas para penetración a 25°C, par de botellas se usó para punto de ablandamiento, se realizó viscosidad rotacional Brookfield a 135°C y a 165°C, como se carece del equipo de ductilidad se decidió realizar la prueba de recuperación elástica por torsión y, por último se calculó la pérdida de masa. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos al caracterizar el asfalto envejecido (Tabla 2)

Tabla 2: Caracterización de los diferentes asfaltos envejecidos

	Ensayos	Método de Prueba (ASTM)	Asfalto Base (AC-20 guatemalteco)	SBS			RET		
				0.50%	1%	1.50%	0.50%	1%	1.50%
Asfalto Envejecido	Penetración a 25°C, 100 g, 5 s (1/10mm)	D5	32.00	44.00	32.00	26.00	34.00	30.00	29.00
	Punto de ablandamiento (°C)	D36	66.00	64.00	67.50	75.00	70.00	75.00	78.00
	Índice de penetración	NLT-181/88	1.09	1.47	1.34	2.06	1.88	2.37	2.72
	Peso específico a 60°C	D70	1.064	1.061	1.062	1.060	1.071	1.064	1.067
	Recuperación elástica por torsión (%)	M-MMP-4-05-024/02 SCT	10.00	17.00	30.00	32.00	18.00	27.00	46.00
	Viscosidad rotacional Brookfield @ 135°C (Pa*s)	D4402	1.78	1.49	2.44	4.68	2.710	4.940	9.375
	Viscosidad rotacional Brookfield @ 165°C (Pa*s)		0.38	0.32	0.50	0.82	0.59	0.86	1.56

	Pérdida de masa, RTFOT (%)	D2872	0.23	0.17	0.15	0.21	0.54	0.55	0.54
--	----------------------------	-------	------	------	------	------	------	------	------

ANALISIS DE RESULTADOS

Se analizaron las propiedades de penetración y punto de ablandamiento debido que aparte de ser propiedades físicas son cualidades que permiten describir el comportamiento de un ligante asfáltico por medio de su consistencia.

En la Figura 1 se observan los resultados de penetración obtenidos de las pruebas efectuadas a las diferentes muestras del asfalto modificado en su estado original y después del envejecimiento. Estos resultados demuestran un incremento en la rigidez de cada muestra posterior al envejecimiento, el cual es determinado por la disminución de la penetración. Se constató que en la medida en que se incrementaba cualquiera de los dos modificadores utilizados la penetración disminuía de manera considerable.

De acuerdo a los resultados obtenidos se observó que después de envejecer cada uno de los especímenes, en las muestras tratadas con SBS la penetración disminuía de acuerdo al incremento en la dosificación del modificador (44, 32, 26 respectivamente) en tanto que a las muestras a las que se les adiciono TER el aumento en la rigidez era muy parecido obteniendo un promedio de 31 dmm.

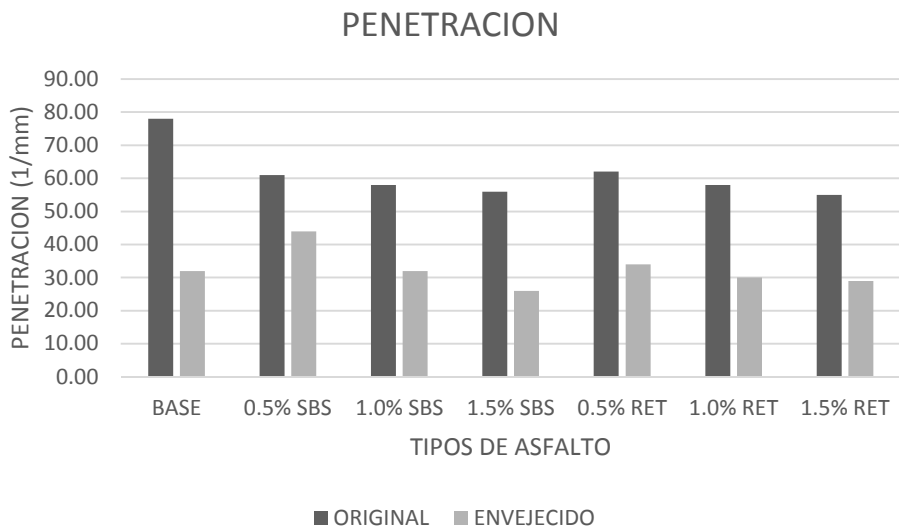


Figura 1: Penetración de las muestras (original y envejecido)

En lo que corresponde al punto de ablandamiento se pudo apreciar que a pesar de haber trabajado con un asfalto pesado, el incremento en el punto de ablandamiento del AC-20 tratado con SBS es proporcional a la dosificación del polímero. Al ser envejecida cada una de las muestras se tuvo un incremento notorio (9 °C) en la muestra con 1.5% de SBS comparada con el asfalto base envejecido. Al comparar las muestras a las que se les incorporo TER se pudo observar que en el AC-20 trabajado con 1% y 1.5% de TER el aumento en la temperatura es igual y mayor respectivamente al obtenido con la máxima proporción de SBS. Como resultado del

envejecimiento a corto plazo, el material con el que se trabajó cambia de consistencia y se torna más plástico.

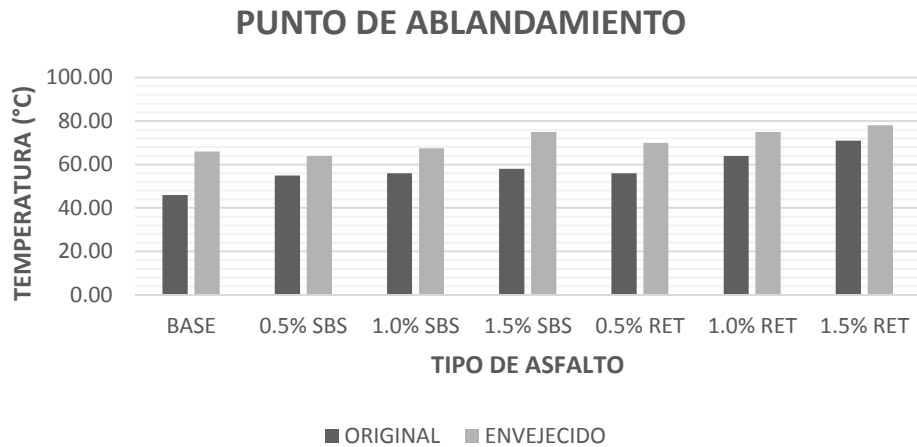


Figura 2: Punto de ablandamiento de las muestras (original y envejecido)

La tercera característica evaluada fue la recuperación elástica por torsión, la razón por la que se consideró examinar esta propiedad fue debido a la naturaleza de los polímeros utilizados. Al comparar cada una de las muestras ensayadas utilizando SBS versus el asfalto base envejecido se pudo observar un incremento en la elasticidad de los ligantes envejecidos y, se pudo comprobar una especie de tendencia, pudiendo deducir que al aumentar la cantidad de modificador se incrementa la respuesta elástica del sistema, SBS o, se mejora la incorporación del polímero en el sistema.

En el caso de las muestras a las cuales se les incorporo TER el comportamiento de estas fue contrario al del ligante con SBS pues la repuesta elástica disminuyo después de haber envejecido las probetas. El decremento más drástico en cuanto a la recuperación elástica se observó en la muestra con mayor concentración de modificador en esta, la perdida de elasticidad fue mayor de 25% este comportamiento se podría atribuir a la degradación del polímero. (Figura 3)

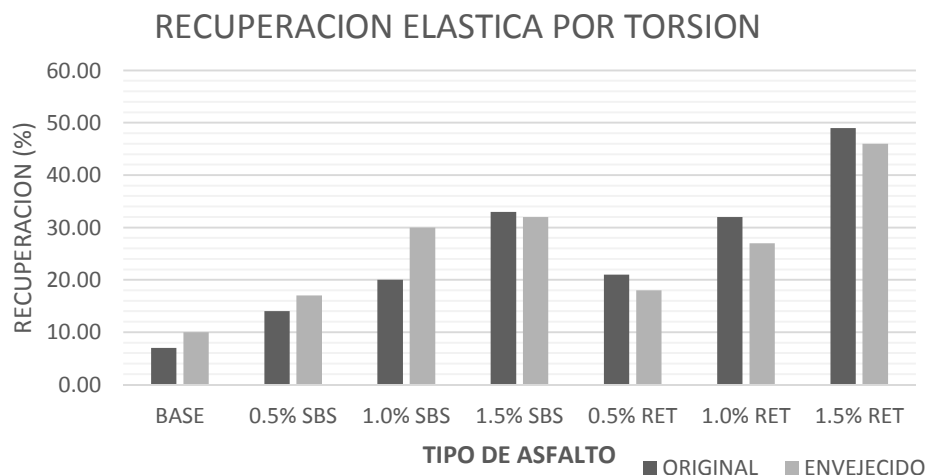


Figura 3: Recuperación elástica por torsión (original y envejecido)

En la Tabla 3 se visualiza el comportamiento de la propiedad viscosa a temperaturas de 135 y 165 °C que tuvieron cada una de las muestras de asfalto modificado con SBS y TER respectivamente, comparándolos con el asfalto base.

Tabla 3: Viscosidad asfalto original vrs. envejecido

TIPO DE ASFALTO	TEMPERATURA (°C)	VISCOSIDAD (Pa·s)						
		Base	SBS			TER		
			Base + 0.5% SBS	Base + 1 % SBS	Base + 1.5% SBS	Base +0.5%TER	Base + 1%TER	Base + 1.5%TER
ASFALTO ORIGINAL	135	0.650	0.780	1.050	1.280	1.150	1.638	3.590
	165	0.150	0.180	0.280	0.330	0.250	0.382	0.750
ASFALTO ENVEJECIDO	135	1.780	1.487	2.438	4.675	2.710	4.940	9.375
	165	0.375	0.319	0.502	0.818	0.590	0.863	1.560

Es importante resaltar en la Tabla 3 el valor de la viscosidad obtenido de la muestra trabajada con 1.5% TER pues sobrepasa el límite de viscosidad recomendado de 3 Pa·s para seguridad en el trasiego de bitumen asfáltico.

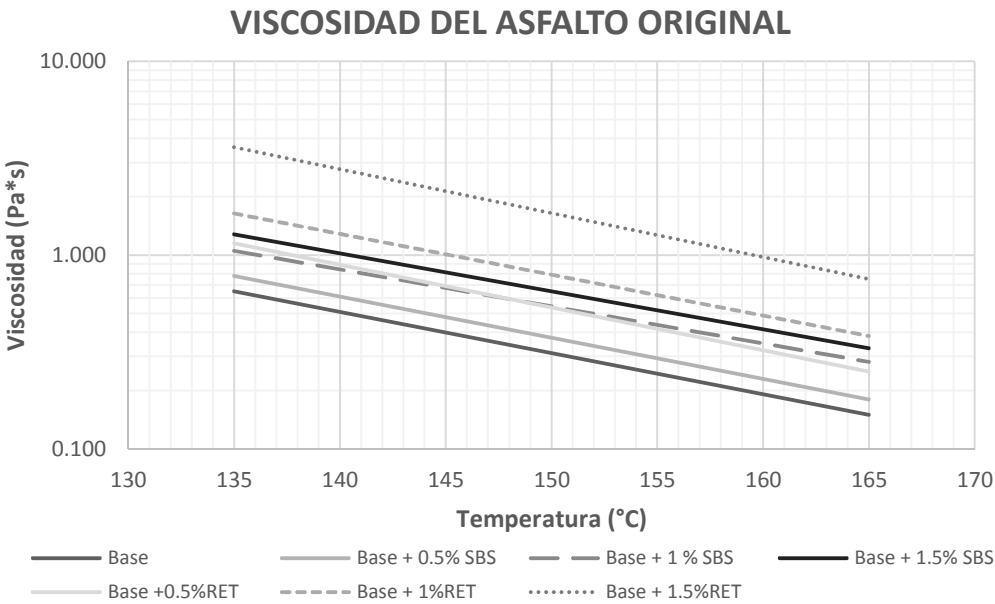


Figura 4: Viscosidad (asfalto original)

En base a los resultados de viscosidad obtenidos de las muestras originales de AC-20 guatemalteco más una dosificación secuencial de SBS se observa un patrón de aumento de esta propiedad reológica según se eleva el contenido de modificador (Figura 4) de igual forma, el aumento porcentual de la viscosidad en las muestras envejecidas a corto plazo siguen un mismo

patrón de crecimiento, duplicándose la viscosidad que poseía cada muestra de asfalto modificado en su estado original.

Las muestras modificadas con TER presentaron un comportamiento similar al de las muestras con SBS en sus estados no envejecidos. Sin embargo la elevación del contenido de TER en el AC-20 significa la reducción de cambios drásticos en sus propiedades viscosas al momento de interactuar con el fenómeno de la oxidación por envejecimiento. (Figura 5)

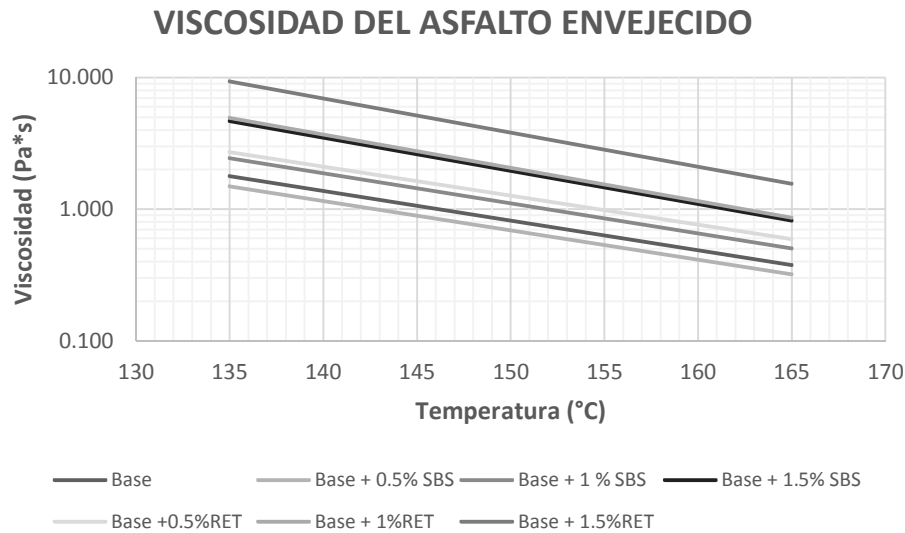


Figura 5: Viscosidad (asfalto envejecido)

Finalmente, la última característica evaluada fue la pérdida de masa en la cual se pudo observar que el asfalto modificado utilizando TER es el más susceptible mientras que al comparar el bitumen base con el tratado con SBS el cambio en la masa fue menor incluso que el asfalto base.(Figura 6).

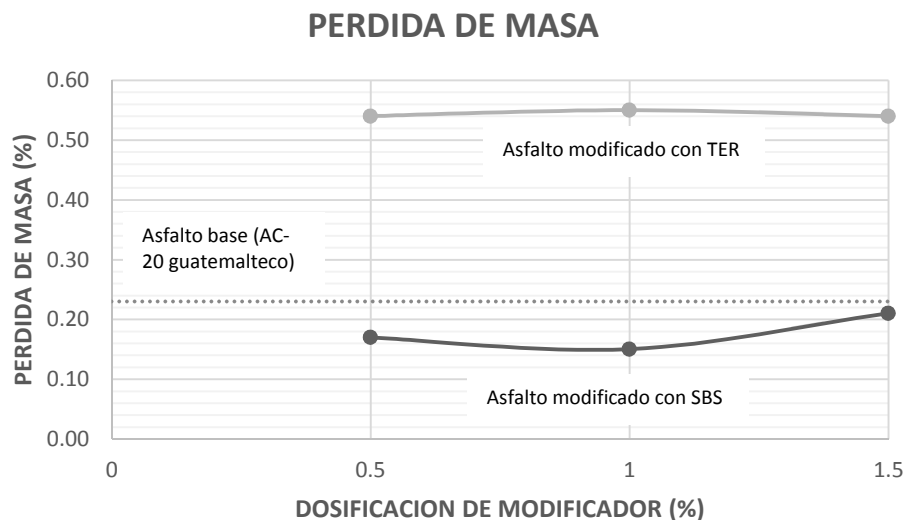


Figura 6: Pérdida de masa

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El envejecimiento a corto plazo utilizando el ensayo RTFOT para la caracterización del asfalto modificado guatemalteco envejecido ilustra los cambios significativos de las propiedades físicas de los ligantes asfálticos tratados con diferentes polímeros a distintas dosificaciones.

La penetración y el punto de ablandamiento son propiedades físicas que permiten predecir el comportamiento de los ligantes asfálticos se puede decir que se complementan y en el caso de este estudio se concluyó que cuando la penetración disminuye el punto de ablandamiento aumenta. En el caso de las muestras envejecidas el ligante asfáltico modificado se vuelve un material plástico.

En el caso del bitumen asfáltico trabajado con SBS se pudo observar que si bien las muestras después de ser sometidas al proceso de envejecimiento a corto plazo incrementan su rigidez esto no condiciona la respuesta elástica de las muestras como sucede en el caso del ligante asfáltico modificado con TER.

Los cambios físicos que ocurren durante el envejecimiento de los ligantes asfálticos, se reflejan a su vez en cambios en el comportamiento reológico, perceptibles a través del aumento de la viscosidad de los asfaltos modificados con los diferentes polímeros utilizados en esta investigación. El comportamiento observado en las muestras envejecidas tratadas con SBS fue un incremento proporcional en la viscosidad al ser comparadas con el asfalto modificado original mientras que, en las probetas trabajadas con TER se observó un incremento en esta propiedad sin embargo, la tasa de crecimiento es inversamente proporcional a la dosificación a pesar de haber obtenido un mayor incremento en la viscosidad.

Aunque presenten comportamiento semejante, los ligantes asfálticos modificados con SBS y TER mantienen las peculiaridades heredadas de las diferentes naturalezas de los modificadores, las cuales se destacan cuando son comparadas con el asfalto base guatemalteco.

Para las muestras trabajadas con SBS es recomendable darle seguimiento a la investigación utilizando la dosificación recomendada por el fabricante.

REFERENCIAS

American Association of State Highway and Transportation Officials. Guide specifications for highway construction. Thirty-Second Edition, Washington, D.C, 2012

Asphalt Institute. Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing. Superpave Series No. 1. United States of America, 1997.

Asphalt Institute. The Asphalt Handbook. MS-4. Seventh Edition. United States of America.

Asphalt Institute. Asphalt Binder Testing. MS-25. First Edition. United States of America.