

BENEFICIOS DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS PG CON POLÍMERO

Victor M. Cincire Romero: Ingeniero Civil con Especialidad en Vías terrestres.
Gerente de Proyectos en SemMaterials México.

ANTECEDENTES

A través de los años se han utilizado diversas formas de clasificar los asfaltos, buscando obtener correlaciones satisfactorias de las características analizadas en laboratorio y el desempeño de campo. Hasta mediados de los 90's, en nuestro país PEMEX producía y comercializaba el cemento asfáltico número 6 (grado penetración) en el cual la principal prueba para caracterizarlo era la penetración realizada a 25°C; posteriormente sustituyó esta clasificación por la de cementos asfálticos grado viscosidad y comenzó a producir los asfaltos AC-30, AC-20 y AC-5, tratando de satisfacer de una forma más adecuada la demanda de un mercado nacional e internacional cambiante, en este caso el ensaye principal era la prueba de viscosidad dinámica a 60 °C.

En ese periodo el Instituto Mexicano del Petróleo empezó a realizar estudios reológicos (comportamiento visco-elástico) al asfalto, con la finalidad de irse adaptando a la futura demanda de asfaltos grado desempeño (PG) definidos en Superpave USA. La clasificación PG complementada con la clasificación de asfaltos modificados con polímero si es el caso, es la que actualmente proporciona mejores indicadores del comportamiento del asfalto medido en laboratorio versus el desempeño en campo, y la prueba principal es la reología (propiedades visco-elásticas) que se realiza a las temperaturas de trabajo esperadas. Esta clasificación considera las dos principales variables que afectan el desempeño del asfalto en obra: *temperatura del pavimento y tránsito*.

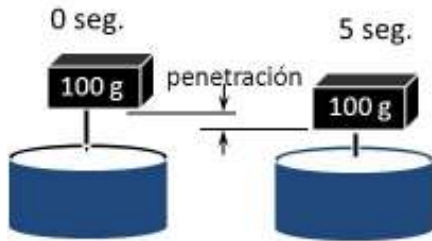
También existe la clasificación de asfaltos modificados con polímero, en la cual las principales pruebas están enfocadas a las propiedades elásticas del asfalto. En el caso de la normativa SCT vigente, el cemento asfáltico modificado con polímero AC 20 (tipo I) corresponde a un PG 76-22.

La normativa actual de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes contempla las siguientes clasificaciones de los cementos asfálticos.

- Grado Viscosidad (AC-XX)
- Grado desempeño (PG XX-XX)
- Modificados con polímero (Tipos I,II o III, y con hule de llanta)

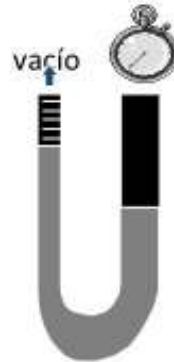
Clasificaciones de asfaltos utilizadas en nuestro país.

GRADO
PENETRACION



Prueba de penetración, a 25°C

GRADO
VISCOSIDAD



Prueba de viscosidad, a 60°C

GRADO
PG



Prueba de Reología,
a temperaturas de trabajo

MODIFICADOS CON
POLIMERO



Prueba de recuperación elástica en ductilómetro, a 25 °C

En esas mismas fechas la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y Caminos y Puentes Federales (Capufe) hicieron las primeras aplicaciones con cemento asfáltico no. 6 modificado con polímero SBS o SB en sus carreteras y se comenzaron a utilizar asfaltos con diversos modificadores como: Hule de llanta, gilsonita, fibras minerales, etc. Fue una etapa de experimentación con resultados muy variables en el desempeño de las aplicaciones.

A finales de los 90's la iniciativa privada produjo los primeros asfaltos modificados con polímero, de alta tecnología, cumpliendo estándares internacionales y las especificaciones grado PG de Superpave, para mezclas asfálticas en caliente y como base para emulsiones asfálticas.

A la fecha existe una clara tendencia hacia el uso de los asfaltos modificados con polímero, con un mercado aproximado del 15 al 20 % respecto al total del asfalto comercializado en México.

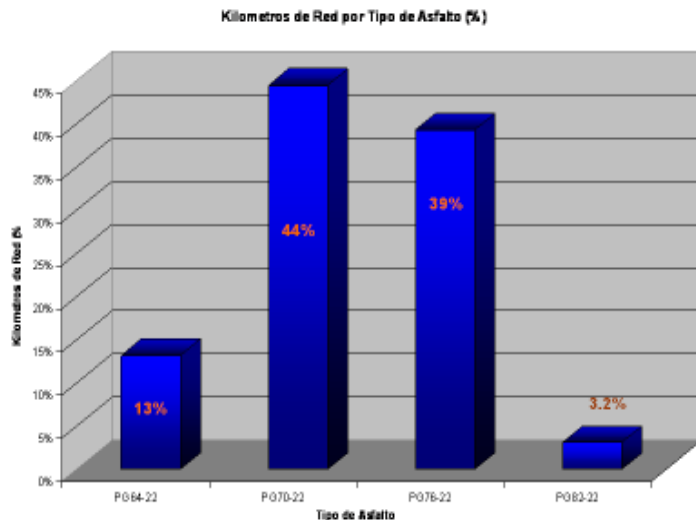
Como referencia, el costo inicial de un asfalto modificado con polímero PG 76-22 es aproximadamente 25% mayor que el del AC-20, sin ser una comparativa directa ya que como se mencionó el AC-20 se aproxima a un PG 64-16 y el modificado con polímero PG 76-22 es de mejor desempeño con dos grados PG superior al AC-20 a alta temperatura y un grado PG a baja temperatura, proporcionando también una mejor relación costo-beneficio durante la vida útil de la mezcla asfáltica.

USO DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON POLÍMERO GRADO PG

En México los cementos asfálticos modificados con polímero para carreteras, se utilizan desde mediados de los años 90's con la finalidad de mejorar el desempeño de las mezclas asfálticas, incrementando la vida de servicio del pavimento.

Se han obtenido resultados significativamente favorables en las obras donde se usan asfaltos polimerizados fabricados con adecuados procesos de modificación, vinculados a nuevas metodologías de diseño y buenas prácticas constructivas. Los principales beneficios que aportan los asfaltos modificados con polímero a las mezclas asfálticas consisten en incrementar su resistencia a agrietamientos por fatiga y térmicos, a deformaciones permanentes (roderas) y disminuir la susceptibilidad a la humedad.

Con la difusión y beneficios de las metodologías desarrolladas por el sistema Superpave del programa SHRP de USA, para caracterizar las mezclas asfálticas y los cementos asfálticos en base a su desempeño (PG), a principios de esta década se comenzaron a utilizar estos conceptos en nuestro país.



De un estudio realizado en México en el año 2005 se obtuvo que para la red troncal de carreteras federales, considerando las variables de clima y tránsito, y en este último el exceso de pesos y dimensiones reales que circulan por estas vías, se requería utilizar cementos asfáltico PG 64-22 (cercano a un AC-20) en un 13 % de la red, PG 70-22 en un 45%, PG 76-22 en un 39% y PG 82-22 en un 3%, como se muestra en la presente gráfica.

En el año 2008 se desarrolló el Protocolo AMAAC para mezclas asfálticas de alto desempeño con cuatro niveles de diseño, utilizando principalmente la metodología de Superpave, en el cual se establece el uso de cementos asfálticos Tipo PG. Con la finalidad de validar de forma sistemática sus beneficios la Dirección de Carreteras Federales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, ha licitado un gran número de obras en los últimos cuatro años, especificando el uso de asfaltos PG, los

cuales en la mayoría de los casos se producen modificándose con polímeros. En los años 2011 y 2012 también la Dirección General de Conservación de Carreteras dio una gran apertura al uso de cementos asfálticos modificados con polímero grado PG en sus diferentes obras. En ambos casos, Carreteras Federales y Conservación de Carreteras, se ha especificado que las mezclas asfálticas cumplan el nivel dos de diseño del protocolo AMAAC.

También ha despertado gran interés el uso de pavimentos de larga duración (PLD) en los que se utilizan mezclas asfálticas de alto módulo con asfaltos especiales de baja penetración modificados con polímero, y mezclas asfálticas absorbentes de tensión con asfaltos modificados con polímero grado PG. Las mezclas de alto módulo se diseñan hasta el nivel tres del protocolo AMAAC y las absorbentes de tensión hasta el nivel cuatro.

De este tipo de pavimentos los dos primeros se construyeron en Nuevo León, por el Centro SCT a través de la Residencia General de Carreteras Federales, el primero en 2011-2012 y el segundo en 2012-2013. Actualmente CAPUFE licita tramos de PLD y la Dirección General de Servicios Técnicos los contempla en sus proyectos.

Los asfaltos modificados con polímero se utilizan tanto para cumplir especificaciones de grado desempeño (PG) como para propiciar una mayor durabilidad y en tecnologías que requieren propiedades elásticas para garantizar su desempeño (CASAA, SMA, OGFC, MCF, RS, etc.)

A continuación se resume un estudio realizado por el Instituto del Asfalto de Estados Unidos, sobre los beneficios de utilizar asfaltos modificados con polímero grado PG. En la tabla 1 se indican los principales modificadores utilizados en Estados Unidos, en la Tabla 2 se muestran los tipos de falla que se reducen con el uso de los polímeros y en la tabla 3 el incremento esperado en la vida de servicio de la mezcla asfáltica por este concepto. Se observa que los polímeros más utilizados son los elastómeros SBS y SB pues son los que proporcionan mayores beneficios a las mezclas asfálticas tanto a altas como a bajas temperaturas y a los diferentes niveles de tránsito, estos polímeros corresponden al Tipo I contemplados en la normativa vigente SCT N-CMT-4-05-002/06.

Al final del documento se incluye una forma de seleccionar y especificar en nuestro país los cementos asfálticos modificados con polímero grado PG, considerando las condiciones de clima y tránsito del proyecto, de acuerdo a la Normativa vigente SCT.

ESTUDIO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO (USA) SOBRE LOS BENEFICIOS DEL USO DE ASFALTOS MODIFICADOS CON POLIMERO

En la unión americana en el año 2005 el Instituto del asfalto realizó un estudio muy completo sobre los beneficios de los cementos asfálticos PG modificados con polímero con el título de "Cuantificación de los efectos del asfalto modificado con polímero en la reducción de fallas en Pavimentos" identificado como IS-215 y ER-215.

El estudio analizó los datos del desempeño de campo de 84 sitios diferentes para comparar las fallas observadas en secciones de prueba de pavimento con asfalto modificado con polímero con otras que contenían asfaltos convencionales sin modificar.

Los sitios estaban ubicados en una variedad de climas, volúmenes de tráfico y secciones transversales de pavimento a través de América del Norte, e incluyen muchos sitios del programa de desempeño de pavimentos a largo plazo (LTPP).

Cada uno de los sitios contaba con una sección de asfalto modificado con polímero así como otra con asfalto sin polímero que contenía las mismas características (con excepción del ligante). Para cada par de secciones de asfalto polimerizado y sin modificar, se recabaron los datos de las fallas para compararlos en tres categorías de desempeño: deformación permanente (roderas) agrietamiento térmico (transversal) y agrietamiento por fatiga (piel de cocodrilo).

Tabla 1. Principales modificadores utilizados en USA

PORCENTAJE (%)	TIPO DE MODIFICADOR
80	SBS
45	SB
45	SBR Látex
19	Otros polímeros (EVA etc.)
12	Químicos (aceites, etc.)
16	Otros (GTR)
16	PPA
13	Otros químicos (aire a presión)

Comparación directa del desempeño

Una comparación directa de la cantidad de fallas medidas para las secciones de asfalto polimerizado en función de la cantidad de fallas en la sección sin modificar, mostró que en la mayoría de los casos la cantidad de fallas fue menor en la sección de asfalto modificado con polímero que en la sección con asfalto sin modificar.

Tabla 2. Tipos de fallas que se reducen con el uso de Asfalto modificado con polímero SBS

PORCENTAJE (%)	TIPO DE FALLA
68	Roderas
44	Agrietamiento por fatiga
47	Agrietamiento térmico
12	Otros

Si bien las comparaciones directas de los resultados de las secciones con asfalto polimerizado frente al desempeño de asfalto sin modificar son útiles, no responden a la pregunta de cuánta vida de servicio se gana por el uso del polímero.

Por lo anterior, en la última parte del reporte se generó un informe utilizando los modelos de predicción de fallas empírico mecanicistas (MPEG) para roderas y agrietamiento por fatiga relacionado a la carga para cuantificar las mejoras durante la vida útil. Los índices de daños se

calcularon para condiciones del pavimento comparados con las mediciones de fallas en campo reales, tanto para las secciones de asfalto modificado como sin modificar para obtener diferentes "vidas de servicio esperadas." El incremento esperado de la vida de servicio en general fue de 2 a 10 años, como se muestra en la tabla 3, dependiendo del suelo, tráfico, clima, drenaje y las condiciones existentes en el pavimento. Más detalles se pueden encontrar en el IS-215 ó ER-215.

Tabla 3. Incremento esperado de la vida de servicio de la mezcla asfáltica

CONDICIONES DE LA OBRA	DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES	VIDA ADICIONAL	
Clima, fluctuaciones de temperatura	Caliente	5 - 10	
	Medio	2 - 5	
	Frío	3 - 6	
Tráfico, Volumen de vehículos pesados	Intersecciones	5 - 10	
	Bajo	Vías urbanas	3 - 6
		Cargas pesadas	5 - 10
	Moderado		5 - 10
	Alto	5 - 10	

Factores de calibración para asfaltos modificados con polímero usando los métodos de diseño basados en la guía Empírico-Mecanicista.

Un nuevo informe del Instituto de Asfalto "*Calibration Factors for Polymer-Modified Asphalts Using M-E Based Design Methods (ER-235)*" proporciona orientación a los diseñadores de espesores que están utilizando la nueva guía de diseño de pavimentos empírico-mecanicista AASHTO (MEPDG) y quiere incorporar factores de calibración que son específicos para las mezclas de asfalto modificado con polímero. Estos factores de calibración reflejan mejor, el beneficio del desempeño que se puede esperar con el uso de estos asfaltos modificados

FORMA DE SELECCIONAR Y ESPECIFICAR LOS ASFALTOS PG CON POLIMERO EN MEXICO

En nuestro país la selección de cementos asfálticos PG se realiza de acuerdo a la Normativa vigente SCT N-CMT-4-05-004/08. SemMaterials desarrolló la página Web: <http://gradopgmexico.com> como guía para la selección de este tipo de asfaltos considerando dicha normativa.

La Normativa vigente SCT contempla por separado los requisitos de calidad de los cementos asfálticos PG y de los modificados con polímero. Cuando se establece el uso de cementos asfálticos PG con polímero normalmente se solicita que el cemento asfáltico cumpla la Normativa SCT de cementos asfálticos PG (N-CMT-4-05-004/08) y además para asegurar la presencia del polímero, cumpla también las características de recuperación torsional, recuperación elástica, separación por anillo y esfera, y punto de reblandecimiento de acuerdo a lo establecido en la normativa SCT N-CMT-4-05-002/06 para AC-20 modificado con polímero Tipo I.

Esta forma de evaluar las características de los cementos asfálticos PG con polímero concuerda con lo utilizado en USA como parte del sistema Superpave Plus para cementos asfálticos modificados con polímero.

REFERENCIAS.

- Asphalt Institute: IS-215 and ER-215, Quantification of the Effects of Polymer Modified Asphalt for Reducing Pavement Distress.
- Normativa vigente para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Getting Extra Credit in Thickness Design for Using Polymer , By Mark Buncher, Ph.D., P.E. and Harold Von Quintus, P.E.