

Caracterización de Asfaltos Modificados con Residuos de Uretano en Pruebas de Deformación-Recuperación Elástica

Sergio Alonso Romero¹, Roberto Zitzumbo Guzmán

Investigación en Materiales, CIATEC, A.C.

Omega 201, Fracc. Delta. León, Gto. C.P. 37545, León, Gto., Tel. (477) 710-0011.

¹salonso@ciatec.mx

1. Resumen

Se compara el comportamiento viscoelástico de asfalto modificado con residuos de uretano y diferentes polímeros (dos tipos de SBS, Elvaloy, EVA, y hule de llanta). Se consideraron diferentes temperaturas de uso: 35°C, 45°C (sólo mostrado en la presentación oral), 60°C, así como el valor de la temperatura de falla del asfalto modificado (PG). Además, dos valores de esfuerzo representativos del tráfico vehicular fueron tomados en cuenta: 100Pa y 3200 Pa. Se encontró que el comportamiento viscoelástico en pruebas de deformación-recuperación depende de la temperatura de la prueba. El uretano y el hule de llanta, materiales de desecho, se muestran como buenos materiales para modificar asfaltos debido a que, globalmente, su comportamiento viscoelástico provee la menor deformación total cuando se compara con los modificadores comercialmente disponibles.

2. Introducción

El asfalto virgen tiene un corto tiempo de vida, dañándose principalmente por los cambios de temperatura, la radiación ultravioleta del sol y el tránsito vehicular [1]. En respuesta a este problema y a la cada vez mayor necesidad de contar con asfaltos que tengan un mejor desempeño, se han desarrollado procesos y fórmulas que permiten la fabricación de asfaltos de alto rendimiento mediante su modificación con polímeros [2], los cuales pueden ser diseñados ex-profeso para modificar asfaltos, o bien utilizar residuos poliméricos industriales [3,4] tanto por el costo como por el medio ambiente [5]. Así, el objetivo de esta investigación fue el de realizar un análisis reológico de mezclas de asfalto modificado con polímeros comerciales y de desecho para evaluar el comportamiento termomecánico del material bajo ciclos de deformación-recuperación representativos de tráfico de vehículos en vías terrestres de comunicación.

3. Condiciones Experimentales

Las muestras de asfalto modificado que se utilizaron en las pruebas de deformación-recuperación fueron: SBS al 3% del IMT, Elvaloy al 1.5%, EVA al 3%, PU al 3%, hule de llanta al 15%, asfalto modificado E, SBS de SEM Materials, y asfalto virgen AC-20 de

Salamanca como referencia. Las muestras de asfalto modificado se colocaron en el reómetro Paar Physica MCR-300 de esfuerzo controlado equipado con la geometría PP25 con un espacio de $\Delta h=1.0$ mm para todas las pruebas. Las muestras fueron sometidas a pruebas de deformación-recuperación a tres diferentes temperaturas 35, 45 y 60°C y a dos esfuerzos τ_0 de 100 y 3200 Pa durante 1 s (región de deformación) y 9 s de reposo (región de relajación) durante 15 ciclos. Estos valores simulan en paso del tráfico ligero y pesado en una vía terrestre. Adicionalmente se determinó el valor de temperatura de falla, PG, de cada muestra de acuerdo a la norma TP5 de la AASHTO como referencia de la metodología Superpave.

4. Resultados y discusión.

En la Figura 1 se muestran los resultados de las curvas deformación-recuperación a 35°C y dos valores de esfuerzos, donde se observa que el comportamiento de las muestras de asfalto modificado MMP IMT SBS 3% y de hule de llanta sufren una menor deformación con respecto a las demás bajo las mismas condiciones con muy buena recuperación. A la derecha se observa que el asfalto modificado E ahora tiene un comportamiento similar al Elvaloy al 1.5% y donde ahora la muestra de PU 3% tiene una menor deformación, aunque otras que tienen una mayor deformación tienen mayor recuperación, como la muestra de SBS al 3%.

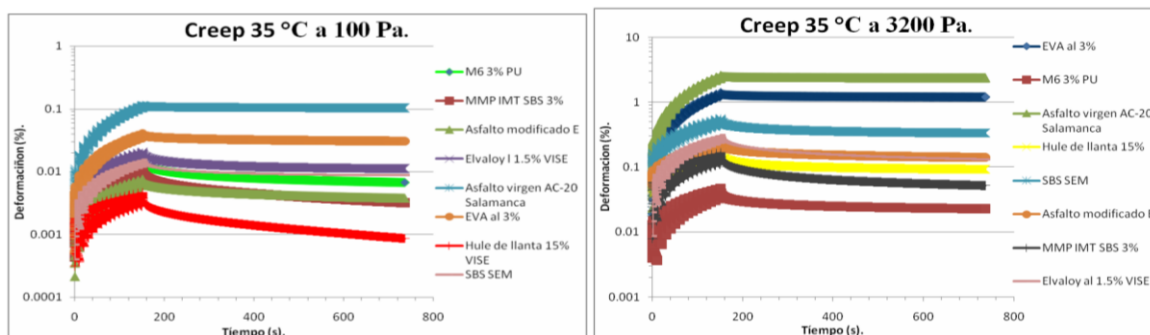


Figura 1. Curvas de deformación-recuperación para las muestras estudiadas.

En la Fig. 2 (izquierda) se observa que la deformación que sufre la muestra de PU al 3% es permanente casi en su totalidad y la muestra de hule de llanta al 15% tiene una mayor deformación inicial pero se recupera más. Globalmente, el PU 3% muestra un mejor desempeño al ser un material rígido que se deforma menos, aunque se recupera menos. A

3200 Pa la muestra de uretano continúa teniendo el mejor desempeño global, seguido de la muestra MMP IMT SBS 3%, que es una muestra industrial proporcionada por el IMT Qro.

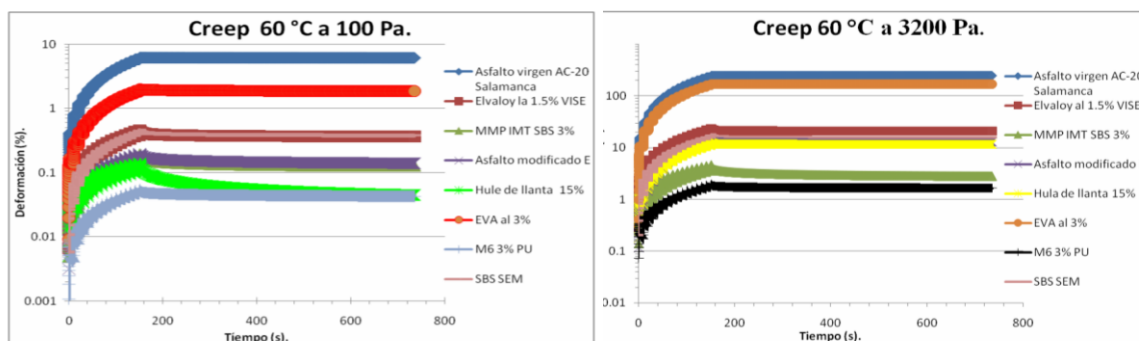


Figura 2. Curvas de deformación-recuperación para las muestras estudiadas.

La Tabla 1 muestra las temperaturas de falla (PG) de cada muestra que se utilizaron para obtener las curvas de deformación-recuperación, las cuales arrojaron que todas las muestras se deforman en forma similar.

Tabla 1. Temperaturas puntuales de falla de las muestras estudiadas.

Muestra	PG (°C)
M6 PU 3%	97
EVA al 3%	74
Hule de llanta 15%	92
Asfalto modificado E	87
SBS SEM	82
Asfalto virgen AC-20 Salamanca.	68
Elvaloy al 1.5% VISE	83
MMP IMT SBS 33%	92

La Fig. 3 muestra las curvas de $|G^*|/\sin \delta$ para las muestras estudiadas. Se observa el comportamiento típico (rectilíneo en escala semilogarítmica) en función de la temperatura, donde los resultados son congruentes con lo observado en la prueba de deformación-recuperación, es decir, el PU 3% y el hule de llanta tienen mayores valores de temperatura de falla y menores valores de ángulo de fase (materiales más elásticos). La elasticidad varía con la temperatura, buscando que el material tenga el menor valor posible a la menor temperatura de evaluación (58°C) con el fin de garantizar la elasticidad del material en sus condiciones de uso. Valores de ángulo de fase arriba de 65°C denotan un material con una

elasticidad insuficiente para utilizarse en la modificación de asfaltos. Estos datos muestran las ventajas de esos asfaltos modificados, sin considerar pruebas en mezclas asfálticas.

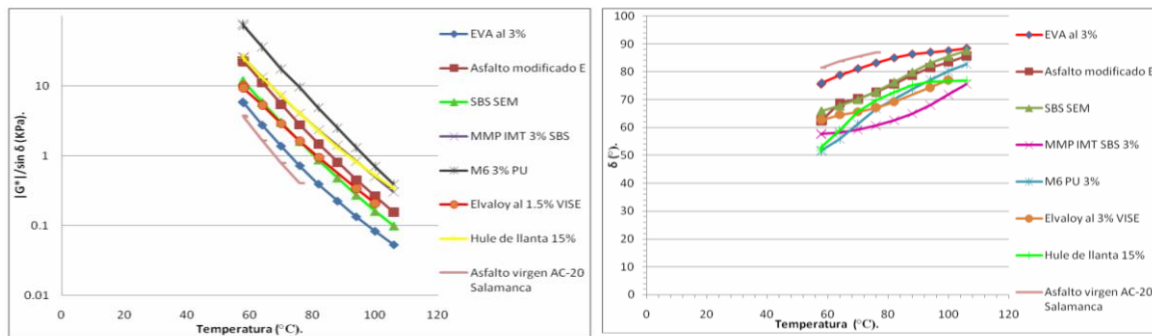


Figura 2. Temperaturas de falla y ángulo de fase para las muestras estudiadas.

5. Conclusiones

De acuerdo a los resultados mostrados, la mayoría de las curvas de deformación-recuperación exhiben una menor deformación para las muestras de PU al 3% respecto al las demás pero también se observa que la recuperación que tiene es relativamente baja. Esto nos dice que la muestra puede ser comparativamente rígida y a la larga, en uso, pudiera fracturarse muy fácilmente (lo que está pendiente por demostrarse). El hule de llanta puede ser una muy buena opción para ser utilizado como modificador del asfalto, de acuerdo a las curvas de deformación-recuperación obtenidas. Este material muestra buena recuperación en la mayoría de las pruebas lo que indica que proporcionar propiedades elásticas adecuadas al asfalto para ser utilizado en vías terrestres de comunicación.

6. Referencias.

- 1) García Leiner, M.A., Herrera, R., Manero, O., 2003, Functionalized polybutadienes: synthesis, characterization and rheological modeling. *Rheol. Acta.* , 42, 171-183.
- 2) Asfalto modificados con polímeros, Koch materials México, Tec. Carlos Reyes.
- 3) Characterization of modified asphalt cooperative highway research program. National academy press, 2001.
- 4) Análisis Reológico de Mezclas de Asfalto y Modificadores Elastoméricos. Sergio Alonso Romero, Luis Medina Torres, Roberto Zitzumbo Guzmán, Horacio Delgado

Alamilla, Paul Garnica Anguas. Memorias del Quinto Congreso Mexicano del Asfalto, AAMAC, 29-31 de agosto del 2007.

5) Memorias del seminario sobre minimización y manejo integral del los residuos peligrosos. Dra. Cristina Cortinas Nava, Septiembre de 1999. León, Gto.