

PAVIMENTOS DE LARGA DURACION

Caso de estudio: Libramiento Dr. Gonzalez, N.L., México

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

Noé Hernandez Fernández: Ingeniero Civil con estudios en Maestría en Infraestructura del Transporte en la Rama de las Vías Terrestres.
División de Ingeniería de SemMaterials México.

En el presente trabajo se resumen los conceptos de un pavimento de larga duración con capa de alto modulo y se cita el caso de estudio del primer pavimento con estas características proyectado en México y actualmente en etapa de construcción a cargo del Centro SCT Nuevo León, a través de la Residencia General de Carreteras Federales y con el soporte técnico de la Unidad General de Servicios técnicos.

CONCEPTO DE PAVIMENTO DE LARGA DURACION

Un Pavimento de Larga Duración (PLD) es una estructura compuesta de mezclas asfálticas diseñadas cada una para cumplir un fin específico (figura 1). Con una vida útil superior a un pavimento asfáltico convencional, sin rehabilitación estructural importante (en particular las capas intermedia e inferior). Su aplicación es especialmente apropiada para carreteras con altos volúmenes de tránsito y como un competidor directo de los pavimentos rígidos. Los deterioros estructurales profundos, tales como el agrietamiento por fatiga de abajo hacia arriba y/o deformación permanente en las capas inferiores se consideran poco probables, o si los hay, son mínimos.

Los principios de diseño mecanicistas de los PLD consisten, en proporcionar suficiente rigidez en las capas superiores del pavimento para disminuir el espesor total de la estructura y prevenir el ahuellamiento, también es necesario contar con una adecuada flexibilidad en la capa inferior para evitar el agrietamiento por fatiga de abajo hacia arriba (figura 1).

Al igual que cualquier otra estructura de pavimento, la extensión del desempeño se basa en un terreno de soporte solido/estable para proporcionar sustento a largo plazo a la estructura del pavimento y cargas del tráfico, además de reducir la variación estacional del terreno debido a los efectos ambientales (por ejemplo, ciclos de hielo-deshielo y los cambios de humedad).



Figura 1. Estructura de un pavimento de larga duración.

En este tipo de pavimentos, la capa inferior conocida como “Capa Absorbente de Tensión” (CAT) debe ser diseñada para resistir la tendencia al agrietamiento por fatiga producido por las cargas repetidas del tráfico a las que es sometida la estructura. De acuerdo a experiencias desarrolladas se establece que mezclas de mayor flexibilidad, con mayor contenido de asfalto en la mezcla inhiben la generación y propagación del agrietamiento por concepto de fatiga, mejorando las características de la mezcla. El concepto anterior, combinado con un espesor de la estructura adecuado minimiza los esfuerzos de tensión producidos por las cargas del tráfico (figura 2). Asegurando el buen comportamiento del pavimento ante el deterioro de agrietamiento por fatiga.

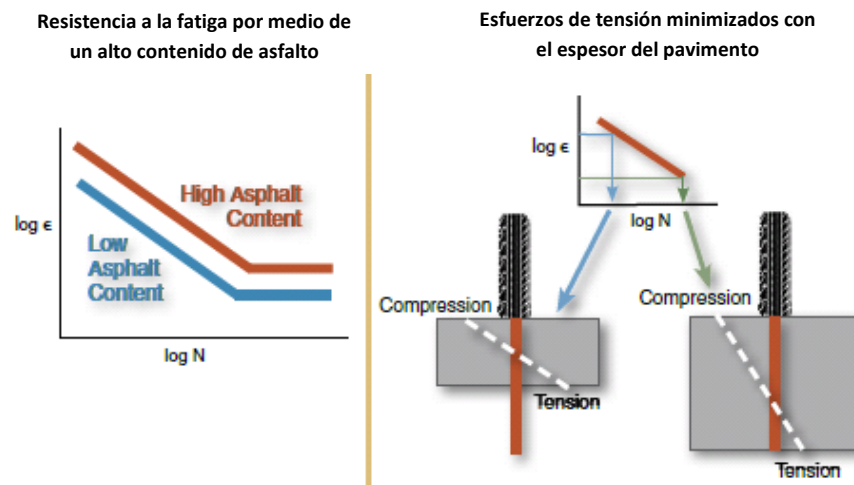


Figura 2. Comportamiento de la Capa Absorbente de Tensión.

La capa intermedia de la estructura del pavimento de larga duración debe de combinar las características de estabilidad y durabilidad. La primera es obtenida comúnmente mediante una granulometría y calidad de agregados que proporcione un adecuado

esqueleto mineral capaz de generar una buena resistencia interna de la mezcla, junto con un ligante especial que le permita soportar los esfuerzos generados por las cargas del tráfico. Los beneficios de utilizar una “Capa de Alto Módulo” (CAM) se hacen evidentes al disminuir el espesor del pavimento hasta un 30 %, por lo que, se reduce el costo al utilizar menor cantidad de material, otro aspecto relevante a tomar en cuenta es que con el uso de esta capa se garantiza de forma más adecuada que los esfuerzos que llegan a la subrasante se reduzcan de forma importante.

Capa de rodadura o desgaste.- Debe proteger al pavimento de los agentes climáticos, principalmente de la introducción de agua superficial y envejecimiento, así como proporcionar una superficie friccionante y funcional al usuario del camino.

En Pavimentos de Larga Duración se espera que sea la única capa que se esté renovando durante la vida útil del pavimento.

Los requisitos de desempeño incluyen la resistencia a la deformación permanente y al agrietamiento de la superficie, una adecuada fricción, la mitigación de las salpicaduras y proyección de agua, además de reducir el ruido provocado por el contacto neumático-pavimento.

Los criterios de selección se basan en:

Condiciones de obra.- Costo, durabilidad, vida remanente del pavimento, estado físico de la carpeta actual, intensidad del tráfico, precipitación media anual del lugar.

Demandas del usuario.- Alta fricción, suavidad de rodado, evitar acuplano, mayor visibilidad, disminuir costos de operación.

CASO DE ESTUDIO: LIBRAMIENTO DR. GONZALEZ, N.L., MEXICO.

Este pavimento que actualmente está en construcción, se dividió en dos tramos y es el primero que se proyecta en México bajo el concepto de pavimento de larga duración (PLD). Diseñado para una vida de 25 años, con 75MM de ejes equivalentes acumulados a la vida de diseño.

Para el diseño estructural del segundo tramo (espesores de capa y calidad de materiales) se utilizaron y compararon los métodos del Instituto del asfalto en su versión DAMA para estructuras de alta demanda, el software PerRoad para pavimentos perpetuos y se incluyó también el Dispav 5 del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Se seleccionó la estructura mostrada en la figura 3.

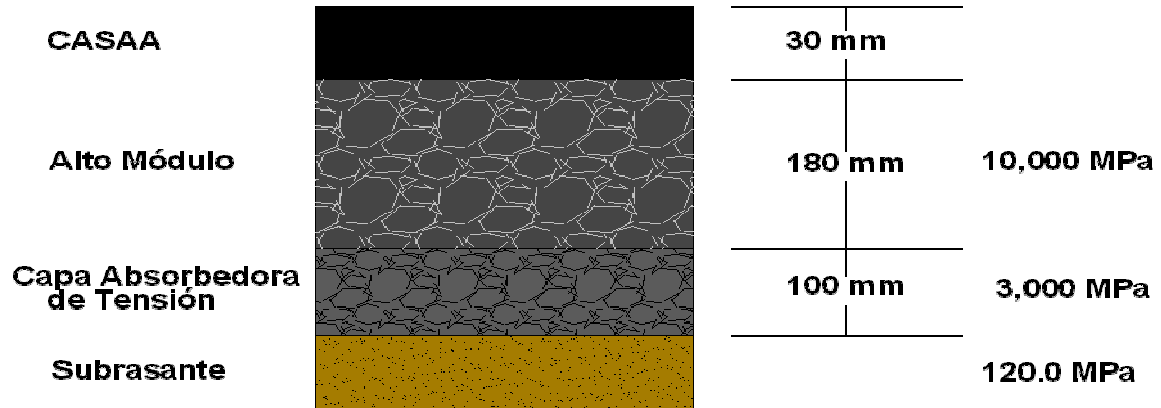


Figura 3. Estructura del Pavimento de larga duración del libramiento Dr. González en Nuevo León, México.

Los diseños de las mezclas asfálticas en el segundo tramo, involucraron los siguientes aspectos:

Capa absorbente de tensión (CAT).- Considerando el nivel 4 (resistencia a la fatiga en viga de flexión, 4 puntos) del protocolo AMAAC para mezclas asfálticas de alto desempeño. Utilizando cemento asfáltico PG 76-22, con polímero tipo I, SBS, de acuerdo a la normativa vigente SCT..

Capa de alto modulo (CAM).- Con nivel 3 (determinación de módulos complejos) del protocolo mencionado. Utilizando asfalto modificado con polímero tipo I, SBS, con características especiales para obtener el alto modulo requerido, superior a 100,000 kg/cm².

Capa de rodadura (CASAA).- Con diseño propio, incluye el nivel 2 del protocolo AMAAC. Se utiliza asfalto modificado con polímero PG 70-28, con polímero Tipo I, SBS. Se seleccionó esta capa por su mayor beneficio de proteger el pavimento de la introducción de agua superficial y los demás agentes climáticos (se aplica con pavimentadora sincronizada y altas dosificaciones de liga con membrana polimerizada), así como por proporcionar una superficie cómoda y segura al usuario del camino.

En la figura 4 se muestran los cuatro niveles de diseño considerados en el protocolo AMAAC de mezclas densas de alto desempeño

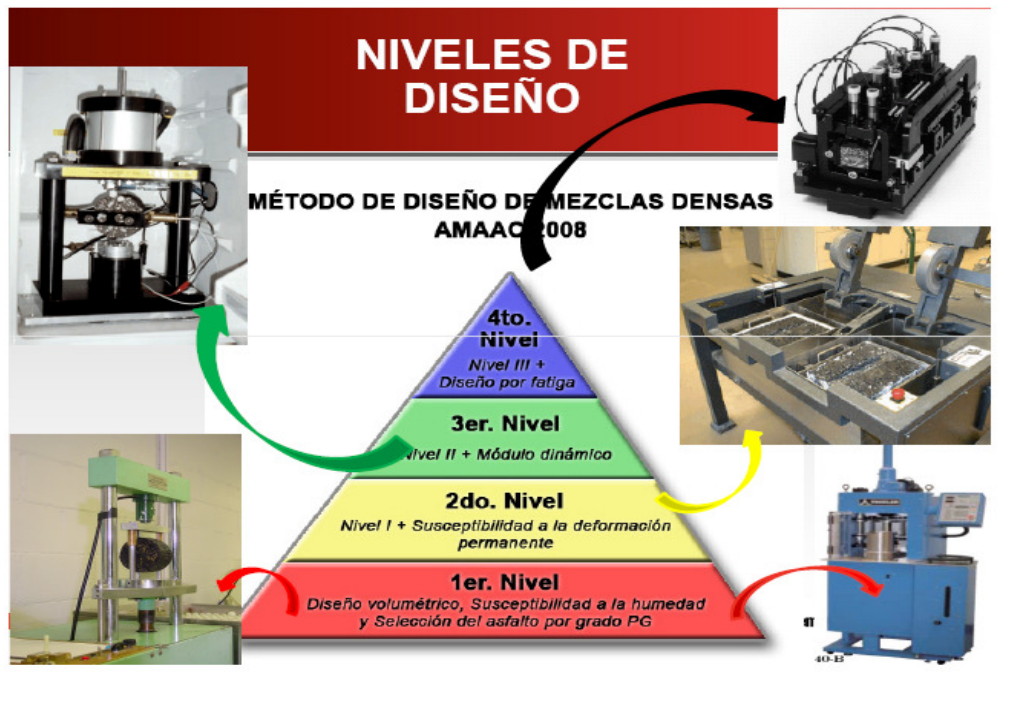


Figura 4. Niveles de diseño del protocolo AMAAC para mezclas asfálticas de alto desempeño

Comparativa de estructuras y costos: En la figura 5 se muestra una comparativa entre tres diferentes estructuras requeridas para obtener los espesores necesarios del pavimento de larga duración. Los costos mostrados son de referencia para fines comparativos.

Se puede observar que la primera estructura con capa asfáltica de alto módulo, que se está construyendo, es la más económica en la construcción inicial al demandar un espesor menor. También se espera que sea la de mejor costo-beneficio, al utilizarse indicadores más confiables en el diseño estructural y en el diseño de las mezclas asfálticas (Niveles 3 y 4 del protocolo AMAAC).

La segunda estructura con mezcla asfáltica, diseñada con protocolo AMAAC nivel 2, requiere de un espesor mayor y es más costosa.

La tercera estructura con mezcla asfáltica convencional con cemento asfáltico AC-20 es la de mayor costo y espesor.

ESTRUCTURA CON MEZCLA DE ALTO MODULO (Incluye Nivel 4 Prot. AMAAC)				ESTRUCTURA CON MEZCLA PROTOCOLO AMAAC (Nivel 2)				ESTRUCTURA CON MEZCLA CONVENCIONAL			
CAPA	ESPESOR (cm)	COSTO (\$/m3)	COSTO (\$/m2)	CAPA	ESPESOR (cm)	COSTO (\$/m3)	COSTO (\$/m2)	CAPA	ESPESOR (cm)	COSTO (\$/m3)	COSTO (\$/m2)
CASAA	3	2700	81	CASAA	3	2700	81	CASAA	3	2700	81
Md= 10,000 MPa				Md= 6,000 MPa				Md= 3,500 MPa			
CAM	18	2800	504	CPA	24	2600	624	CC	30	2250	675
CAT	10	2600	260	CAT	10	2600	260	CAT	10	2600	260
TRANSICION	15	300	45	TRANSICION	15	300	45	TRANSICION	15	300	45
SUBRASANTE	Variable			SUBRASANTE	Variable			SUBRASANTE	Variable		
Costo/m2: \$ 890				Costo/m2: \$1,010				Costo/m2: \$1,061			

Figura 5. Comparativa de estructuras para el pavimento de larga duración (vida de diseño de 25 años)

COMENTARIOS FINALES

El uso de pavimentos de larga duración con mezclas asfálticas de alto modulo, abre interesantes perspectivas para disminuir los costos asociados a las actividades de construcción, mantenimiento y rehabilitación, así como los costos de operación de los usuarios y los retrasos asociados a estas actividades. También presentan bajos impactos ambientales al reducir los volúmenes de materiales utilizados durante la vida del pavimento y la posibilidad de reciclar estos materiales cuando se requiera.

El monitoreo del pavimento citado en el caso de estudio, durante su construcción y vida útil, es fundamental para entender el comportamiento de la estructura bajo las condiciones reales de trabajo. Se espera que en un periodo corto de tiempo se estén construyendo en nuestro país varios tramos de carreteras con pavimentos de estas características que permitan conocer mejor su comportamiento para obtener los beneficios esperados y contar con pavimentos de mejor desempeño.

PARA PROFUNDIZAR.

1.- Análisis de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas para el diseño integral de pavimentos – Primeros pasos hacia un pavimento perpetuo en el Estado de Nuevo León.- Serment Guerrero Vinicio Andrés ¹/Hernández Fernández Noé².

¹Unidad General de Servicios Técnicos. Centro SCT Nuevo León

²División de Ingeniería de Pavimentos. SemMaterials México

2.- Capas delgadas de rodadura en caliente, experiencia en México: El reto del cambio del estado de la práctica actual al estado del arte.- Victor Cincire Romero, SemMaterials México

2.- Perpetual Bituminous Pavements.- Transportation Research Circular, number 503.

3.- Perpetual Asphalt Pavements, a Synthesis.- America Rides on US Asphalt.