



Estado del arte en caracterización de asfalto y mezclas asfálticas

El presente documento se enfoca en la enumeración de ensayos y su importancia para la caracterización de los materiales y estructuras, como medio informativo del accionar de la investigación actual, con la finalidad de que los profesionales involucrados puedan conocer en una forma sencilla y útil, hacia donde se dirige esta área de la ingeniería civil. Se mencionan las diferentes escalas en que se está trabajando en este tema, que van desde la nano, pasando por la micro y macro, hasta la real o natural y las ventajas que tiene el incursionar en cada una de ellas, por la relación integral que ofrecen a la investigación.

El estado del arte en caracterización pavimentos y sus materiales, corresponde al momento actual de la investigación en la ingeniería de caminos. El enfoque que se le ha dado, se define a partir de las necesidades que en el día a día surgen por parte de los diseñadores y constructores.

El análisis y diseño de pavimentos, históricamente se ha definido dentro del siguiente estado de transición: empírico, empírico-mecanicista y mecanicista.

El empírico, es la práctica actual de diseño de pavimentos y está basado principalmente en las propiedades físicas de los materiales, que comúnmente han sido correlacionadas mediante análisis estadísticos de regresión.

La metodología de diseño AASHTO 93, fue concebida en el estado empírico, a partir de los resultados obtenidos de la pista de ensayo de la AASHTO, en Ottawa, Illinois, Estados Unidos. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos significativos de sus orígenes, trajo de alguna manera retraso a la ingeniería de pavimentos como tal.

Es por esto que actualmente el estado de la práctica, ha evolucionado hacia el análisis de las estructuras diseñadas bajo metodologías empíricas, por medio de ecuaciones mecanicistas que intentan transferir las respuestas de los pavimentos en términos del desempeño que desarrollan ante cinco tipos de deterioros comunes: agrietamiento por fatiga, deformación permanente, agrietamiento por baja temperatura, reflejo de grietas o su propagación y pérdida de durabilidad (oxidación, daño por humedad), acercando un poco más los diseños realizados a las condiciones reales.

Un diseño apropiado de pavimentos no es entonces un trabajo que pueda hacerse en un día. La caracterización adecuada de los factores que lo rigen: materiales, tránsito y condiciones ambientales, requiere de varios días de preparación.

Ante estas circunstancias, el estado del arte de la investigación actual, se ha enfocado hacia los orígenes de la ingeniería, a la utilización de las teorías que aproximan el comportamiento mecánico de la estructura propuesta con la real, así como ensayos que intentan caracterizar y estudiar el comportamiento de los materiales que las componen.

La tecnología, como conjunto de conocimientos técnicos de aplicación práctica de la ciencia, es por tanto, una de las herramientas necesarias en la investigación, los ensayos no se realizan en este campo sin justi-

ficación propicia, si no que buscan la representación de un problema específico.

ENSAYOS DE LABORATORIO A DIFERENTES ESCALAS

La caracterización adecuada de los materiales y la mejora en sus propiedades, es uno de los factores de entrada en el diseño de pavimentos que a nivel de investigación, se busca mejorar en el día a día. Las cuatro escalas definidas dentro de los conceptos de innovación en la ingeniería de caminos van desde la nano, pasando por la micro y macro, hasta la natural o real.

Figura 1. Escalas de ensayos en laboratorio.



La necesidad de modelar en laboratorio una situación, deterioro o fenómeno, de una forma cercana a lo que en la realidad se espera que suceda, ha llevado a la definición de estas cuatro escalas. Sin embargo, es importante mencionar que a pesar de que se pueden lograr resultados muy cercanos, es necesario el ajuste a las condiciones de campo para que puedan ser asignadas aplicaciones prácticas.

Son pocos los laboratorios con estas capacidades en el mundo. El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, LanammeUCR, tiene la dicha de contar con la capacidad instalada de estas cuatro escalas.

El LanammeUCR es un ente académico adscrito a la Escuela de Ingenie-

ría Civil de la Universidad de Costa Rica. El financiamiento del LanammeUCR surge de una ley que le asigna el 1% del impuesto al combustible, con el principal objetivo de asegurar la eficiencia de la inversión en carreteras en el país.

Dentro de la estructura que conforma al LanammeUCR está el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), el cual trabaja directamente con el Gobierno realizando investigación aplicada, auditando y transfiriendo tecnología.

Para cumplir con las tareas planteadas por ley, el PITRA ha destinado una suma considerable de sus fondos hacia la adquisición de equipos de alta tecnología o del estado del arte tales como el FWD, RSP, Geo3D, equipo para pruebas dinámicas de caracterización de materiales, entre otros.

Con el objetivo de mejorar el diseño y construcción de estructuras de pavimento, así como mejorar el entendimiento de los diferentes materiales usados, una de las últimas inversiones del LanammeUCR ha sido la compra del Simulador de Vehículos Pesados (HVS, por sus siglas en inglés) con instrumentación.

Con este equipo de ensayo acelerado, el laboratorio estará totalmente equipado para monitorear el desempeño de diferentes estructuras de pavimento, materiales y nuevas tecnologías de pavimentos, además de desarrollar y calibrar una guía de diseño empírico mecanístico para clima, materiales y tráfico locales.

ASFALTOS O LIGANTES ASFÁLTICOS, MEZCLA ASFÁLTICA Y ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO

Ante la variabilidad que por naturaleza muestran los elementos que definen el diseño, en conjunto con los ideales de preservación del medio ambiente y la necesidad de la reducción en los costos de inversión; la ingeniería de pavimentos ha iniciado con el uso de ciertas tecnologías que de manera innovadora, pretenden adaptar los recursos disponibles a las necesidades presentes.

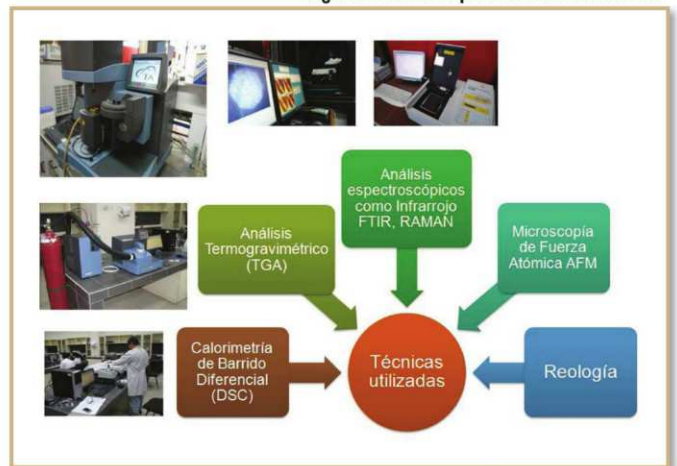
En materia de asfaltos, alternativas como modificación con polímeros y técnicas de reciclado, están siendo consideradas para uso en la cons-

trucción de proyectos bajo dosificaciones propuestas, sin embargo, no se conoce con certeza como utilizarlos: la forma de incorporarlos, las temperaturas ideales, los procesos y el efecto que podrían tener.

De esta manera, la investigación actual, con la finalidad de responder de manera científica a estos temas, se enfoca en la identificación y caracterización de los modificantes, el aseguramiento de buenos procesos de mezclado con el asfalto (que es posible conocer con la ayuda de los ensayos nano-métricos y químicos) y el estudio del desempeño dentro de la mezcla asfáltica tanto para las condiciones de laboratorio, como las de campo.

La figura 2 muestra las diferentes tecnologías que en materia de asfaltos modificados, están siendo utilizadas en la investigación actual: análisis termogravimétricos para la verificación de las temperaturas de incorporación del asfalto, calorimetría de barrido diferencial para la determinación de la pérdida de las propiedades del modificante a la temperatura de producción, microscopía de fuerza atómica, espectro RAMAN e infrarrojo para el análisis de incorporación y reología para análisis de desempeño del material.

Figura 2. Técnicas para estudio de asfaltos.



REPUESTOS VIALES



H.C. PUMPER s.a.





PROVEEMOS PARTES DE REEMPLAZO DE LOS MÁS IMPORTANTES DISTRIBUIDORES Y MARCAS DEL MERCADO AMERICANO




FRENTE DE BALDE, PLACAS DE DESGASTE, CUCHILLAS EN ACEROS ALEADOS AL BORO CON TRATAMIENTO TÉRMICO




DIENTES Y PORTADIENTES MTG DE ESPAÑA PARA TRABAJO EN MINERÍA

Crámer 4357 - (C1429AKE) Capital Federal | Tel: (011) 4701-5716/4702-4015 (Líneas Rotativas) | hcpumper@repuestosviales.com.ar | www.repuestosviales.com.ar

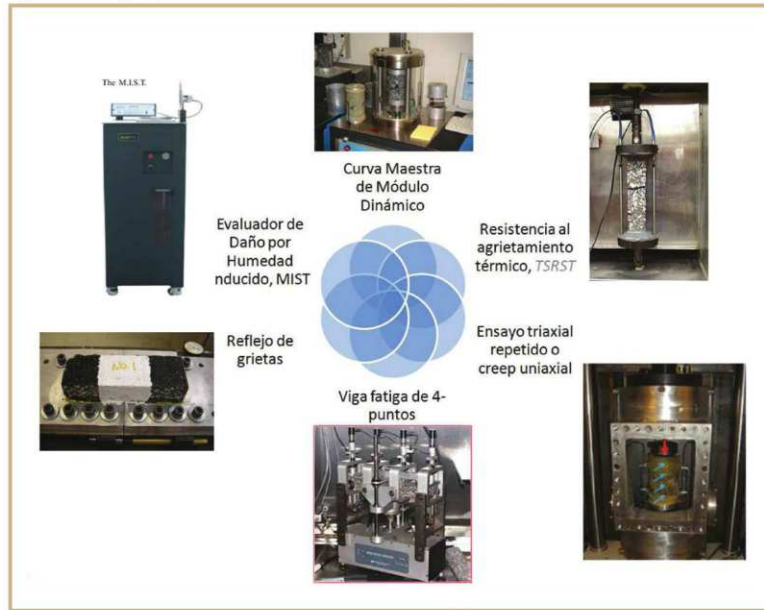


Vale la pena mencionar también el goniómetro y la balanza de tensión, que son herramientas utilizadas en la investigación actual para la determinación del ángulo de contacto estático, dinámico, de avance y de retroceso entre el agregado y el asfalto, así como la forma de la gota y la energía superficial en su trabajo de adhesión tensión superficial e interfacial, propiedades que son útiles en para el estudio del fenómeno asociado al daño por humedad.

desplazamiento y la rigidez.

En el estudio del desempeño de la mezcla asfáltica como material, son los protagonistas ensayos como el triaxial dinámico, para la construcción de la curva maestra que describe el valor del módulo dinámico, considerando los efectos por temperatura y tasa de aplicación de carga, la viga de fatiga de cuatro puntos para la construcción de la ecuación de fatiga, el ensayo triaxial repetido o creep uniaxial (RLT, por sus siglas en inglés) para la predicción de la deformación permanente, el ensayo de evaluación de la resistencia al agrietamiento térmico por baja temperatura (TSRST, por sus siglas en inglés), el ensayo para caracterización de fatiga en sobrecapas y el evaluador de daño por humedad inducido (MIST, por sus siglas en inglés). (Ver figura 3)

Figura 3. Ensayos para mezcla asfáltica.



Y en complemento a toda esta caracterización de los materiales, el desarrollo de ensayos a escala real o natural de monitoreo a largo plazo de los pavimentos, por medio de instrumentación de las pistas de ensayo y el uso de equipos de simulación de deterioro acelerado como el HVS (ver figura 4), en conjunto con los análisis mecánicos respectivos, que pueden ser apoyados por metodologías matemáticas de aproximación como el elemento finito; son nuevas tendencias que permiten el desarrollo de investigaciones integrales muy adaptables a campo, para la generación de mejores especificaciones y prácticas constructivas, que finalmente se busca en la ingeniería de pavimentos.

En cuanto a morteros o mastic asfáltico, los análisis de daño mecánico (DMA, por sus siglas en inglés) en los modos de deformación a tensión, flexión en tres puntos, cortante y voladizo simple o dual y los modos de operación multi frecuencia-esfuerzo/deformación, multi esfuerzo/deformación, flujo plástico "creep", control fuerza y deformación e

* El Ing. Luis Guillermo Loria Salazar es coordinador del Programa de Infraestructura del Transporte del LanammeUCR; y la Ing. Paulina Leiva Padilla es investigadora de la Unidad de Materiales y Pavimentos, del Programa de Infraestructura del Transporte del LanammeUCR.

Este trabajo fue parte de una charla magistral en el XVII Congreso Iberoamericano del Asfalto (CILA) 2013, llevado a cabo en la Ciudad de Antigua en Guatemala, el pasado mes de noviembre.



Figura 4. Equipos a escala natural.



isodeformación, permiten la determinación de los módulos de almacenamiento, pérdida, complejo de cortante, de relajación cumplimiento, la viscosidad compleja/dinámica, el estado de fluencia, la fuerza estática/dinámica, la temperatura, el tiempo, el esfuerzo, la tensión, la frecuencia, el