

LABORATORIO DE VÍAS TERRESTRES, II-UNAM

MARIO FLORES GUZMÁN
Y ALEXANDRA OSSA LÓPEZ

Introducción

El Laboratorio de Vías Terrestres (LVT) Fernando Espinosa Gutiérrez del II UNAM, pertenece a la Coordinación de Geotecnia, y está bajo la responsabilidad de la Dra. Alexandra Ossa López, y como corresponsable el Dr. Mario Flores Guzmán. Dicho laboratorio inició sus actividades en 1970; desde entonces, las investigaciones realizadas ahí han tenido un impacto significativo en la elaboración de los criterios y las técnicas de ingeniería utilizados para el diseño de pavimentos, tanto en México como en el ámbito internacional.

El laboratorio se ubica en el edificio 6 del Instituto de Ingeniería de la UNAM, el área que ocupa es de aproximadamente 770 m², con espacios donde se caracterizan los suelos y agregados, asfaltos, mezclas asfálticas; además, cuenta con un espacio donde se determinan el desempeño de dichos materiales a través de ensayos estáticos y dinámicos.

Capacidades de pruebas e investigación

En el LVT se realizan investigaciones en temas de infraestructura del transporte (carreteras, aeropuertos y ferrocarriles) que incluye la calidad de los materiales. Cuenta con equipos

para la caracterización física y mecánica de los materiales que conforman las diferentes capas de los pavimentos, tales como agregados pétreos convencionales y reciclados (RAP, RCD, TiO₂, hule, escoria), suelos, geosintéticos, cementos asfálticos; convencionales y modificados, concretos asfálticos e hidráulicos. Asimismo, cuenta con una pista circular donde se estudian de manera acelerada y a escala natural diferentes modelos de pavimentos (figura 1); así como dos fosos de pruebas donde se aplican cargas cíclicas y se ensayan a escala natural pavimentos para carreteras y aeropuertos.

Actualmente, cuenta con equipos especializados para el análisis reológico de cementos asfálticos y suelos, análisis mecánico de concretos asfálticos mediante la metodología de análisis por desempeño que involucra aspectos como el daño por humedad, la deformación permanente, comportamiento viscoelástico y fatiga. El laboratorio cuenta con equipo convencional y especializado para la determinación de propiedades resilientes de suelos y materiales pétreos.

Recursos humanos

El Laboratorio de Vías Terrestres cuenta con tres miembros del personal académico, técnicos e investigadores, de tiempo completo que cubren las líneas de investigación relevantes de trabajos desarrollados, que han impactado e influido positivamente en la práctica del diseño de todo tipo de vías terrestres, no sólo en México, sino en varios países de Latinoamérica. Además, con este grupo de académicos colaboran laboratoristas, técnicos y estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado.

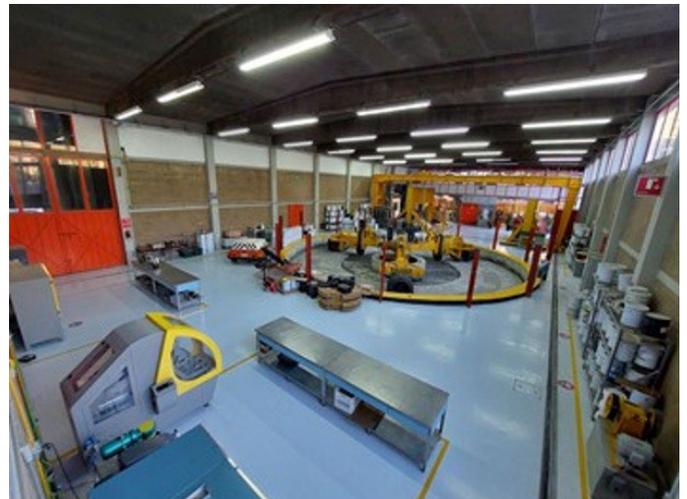


Figura 1. Instalaciones del Laboratorio de Vías Terrestres

Pruebas de Laboratorio

El laboratorio tiene la capacidad de realizar las siguientes pruebas:

A. Caracterización de agregados:

- Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.
- Gravedad específica y absorción del agregado fino y grueso.
- Equivalente de arena en el agregado fino.
- Valor del azul de metileno del material filler.
- Resistencia a la degradación del agregado grueso por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.
- Resistencia al intemperismo acelerado de los agregados.
- Porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso.
- Porcentaje de partículas planas y alargadas del agregado grueso.
- Prueba Proctor y Proctor modificada en 4 y 6" de diámetro.
- Valor Soporte de California (CBR) y expansión (Exp) en laboratorio.



Figura 2. DSR, Reómetro de corte dinámico



Figura 3. RTFO, Horno de película delgada rolada



Figura 4. PAV, Horno de envejecimiento a presión



Figura 5. Compactador giratorio SUPERPAVE

B. Caracterización de asfaltos:

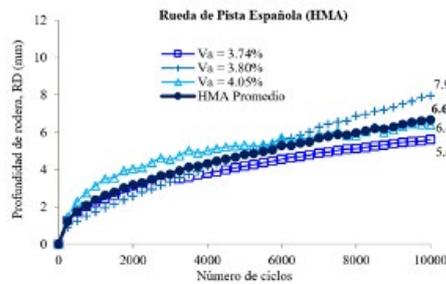
- Pruebas de viscosidad determinados con el viscosímetro rotacional, el viscosímetro cinemático, absoluto y Saybolt-Furor.
- Prueba de penetración.
- Prueba para determinar el punto de reblandecimiento (anillo y bola).
- Punto de inflamación con la copa Cleveland.
- Pruebas de fatiga y comportamiento viscoelástico con el reómetro de corte dinámico (DSR) (figura 2).
- Curvas maestras del módulo de corte y ángulo de fase obtenidas de asfaltos convencionales y modificados.
- Pruebas para determinar el grado de desempeño (PG).
- Recuperación elástica por esfuerzo múltiple, MSCR (Multiple Stress Creep Recovery)
- Envejecimiento del asfalto con el horno RTFO, (Rolling Thin-Film Oven) a corto plazo (figura 3).
- Envejecimiento del asfalto en el horno a presión PAV (Pressure Aging Vessel) a largo plazo (figura 4).



Figura 6 Compactador lineal



Figura 7. Rueda de carga española para determinar la susceptibilidad a la deformación de la mezcla asfáltica



D. Pruebas a escala natural:

- Ensayos acelerados en la pista circular para determinar el comportamiento de pavimentos ante la deformación permanente y agrietamiento por fatiga.
- Pruebas para evaluar una estructura de pavimento a escala real con aplicación de carga estática y dinámica en los fosos de prueba de carga.

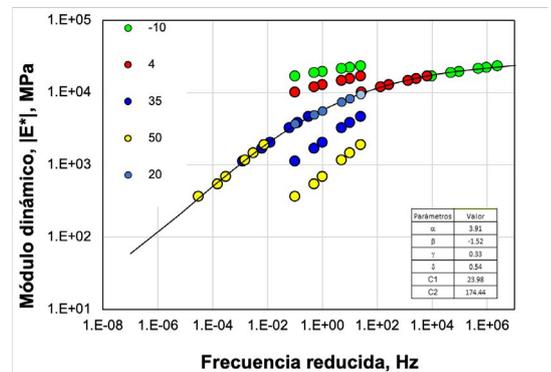


Figura 8. Curvas maestras de módulo dinámico obtenidas de probetas de concreto asfáltico

C. Caracterización y evaluación de mezclas asfálticas:

- Compactación de probetas cilíndricas de concreto asfáltico en el compactador giratorio SUPERPAVE (figura 5).
- Compactación de placas de concreto asfáltico en el compactador lineal (Figura 6).
- Prueba para evaluar la susceptibilidad a la humedad en probetas de concreto asfáltico a tensión indirecta.
- Prueba para determinar la susceptibilidad a la deformación permanente de la mezcla asfáltica con el equipo de rueda de carga española (figura 7).
- Pruebas para determinar las curvas maestras de módulo dinámico obtenidas de ensayos en concreto asfálticos, para determinar las propiedades viscoelásticas (figura 8).
- Determinación de la fatiga en el concreto asfáltico, mediante la aplicación de carga controlada a tensión-compresión.
- Pruebas para determinar leyes de fatiga de mezclas asfálticas, en el equipo de fatiga en cuatro (figura 9).
- Pruebas de adherencia entre capas mediante ensayo de corte en especímenes fabricados en el laboratorio o recuperados en campo, con el equipo de corte directo LCB.
- Ensayos para determinar la susceptibilidad al agrietamiento de la mezcla asfáltica, IDEAL-CT (figura 10).
- Ensayos para determinar el comportamiento mecánico en condiciones estáticas y dinámicas en concretos asfálticos, suelos y agregados (figura 11).

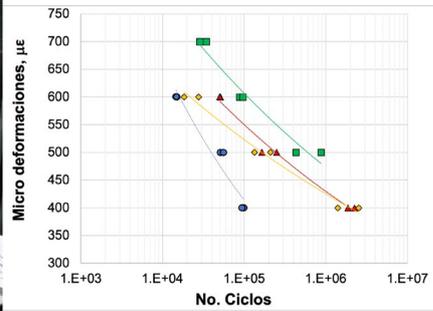


Figura 9. Fatiga en cuatro puntos para determinar leyes de fatiga de mezclas asfálticas

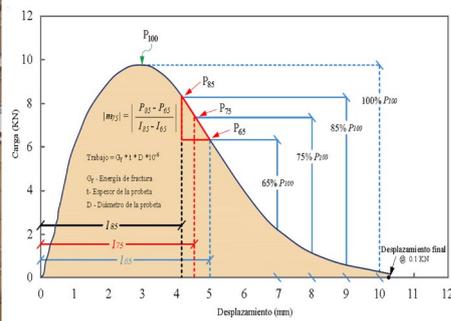


Figura 10. Ensayos de IDEAL-CT para determinar la susceptibilidad al agrietamiento de la mezcla asfáltica

Actividades de investigación y educativas

Las funciones esenciales en el Laboratorio de Vías Terrestres son la investigación, docencia y apoyo tecnológico, su tarea principal es la:

- Formación de recursos humanos, fundamentalmente estudiantes de servicio social, tesis de licenciatura, maestría y doctorado, además de prácticas profesionales de estudiantes de diferentes escuelas, no sólo de la UNAM, sino de estancias técnicas cortas de estudiantes y profesores del extranjero.
- Generar proyectos de colaboración.
- Asesoría y apoyo técnico en proyectos.
- Contribuir a la mejora del medioambiente mediante el estudio de materiales sustentables (TiO₂, RAP, RCD, hule, etc.).
- Desarrollo de especificaciones.
- Pruebas especiales mecánicas y/o de comportamiento.
- Vincular sus actividades de investigación básica y aplicada con las de otros centros de investigación, universidades y empresas del sector público y privado, para contribuir al avance científico y a la solución de problemas en áreas de interés común.



Figura 11. Marco de carga MTS para determinar el comportamiento mecánico de suelos y mezclas asfálticas

- Colaborar y participar activamente con las asociaciones técnicas del ramo, en la publicación de artículos científicos y la capacitación de sus agremiados.
- Atención de visitas cortas de estudiantes de escuelas y de grupos de ingenieros, nacionales y extranjeros.

La Coordinación de Geotecnia y el LVT desempeñan un papel activo en el avance de la práctica de las vías terrestres en México y se vincula con los últimos avances en el extranjero a través de seminarios y conferencias relacionadas con temas de vanguardia.

E. Programa de diseño de pavimentos DISPAV-5 M.R.:

El Dispav-5 M.R. es un programa interactivo que utiliza conceptos teórico-empíricos para diseñar secciones estructurales de pavimentos flexibles de caminos normales y de grandes especificaciones. Como variables de entrada, el programa utiliza la información de tránsito del proyecto y las características de los materiales de cada una de las capas que conforman la estructura.

En 2010, el Ing. Santiago Corro⁺ propuso la modernización del sistema de diseño de pavimentos de altas especificaciones. Se enfocó a migrar el sistema, manteniendo siempre el modelo plasmado en el Dispav-5 versión 2.0, pero modernizando la interfaz de captura y presentación de resultados. La primera versión de este sistema se tuvo a principios de 2012, y se establecieron pruebas de funcionamiento y validación de resultados. Esta versión incorpora una actualización de pesos, según la NOM-012-SCT-2008.