

ASFÁLTICA

REVISTA TÉCNICA

pavimentar es un arte



- ☞ **Las casas de bolsas: solución a muchos problemas en las plantas de asfaltos**
- ☞ **Estudio del efecto de adición de un auxiliar de compactación sobre las propiedades reológicas de asfalto modificado y su desempeño en las mezclas asfálticas de granulometría densa**

NÚMERO 50 • ABRIL-JUNIO, 2017



Asociación Mexicana
del Asfalto, A.C.

**EXPERTOS EN
PAVIMENTOS DE
LARGA DURACIÓN**



**TECNOLOGÍA EN PAVIMENTOS Y
MATERIALES ASFÁLTICOS**

Más de
30.000 KM
Construidos con Asfalto
Modificado Stylink^{MR}



matech

Materials Testing Technology

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO
PARA MÉXICO, CENTROAMÉRICA Y EL CARIBE

PON LOS EXPERTOS EN TU LABORATORIO. NOSOTROS TRABAJAMOS MÁS.



PRENSA SERVO-HIDRÁULICA 30 KN,
MÓDULO DINÁMICO NIVEL III



4PB AUTÓNOMO SERVO-NEUMÁTICO,
FATIGA NIVEL IV



RUEDA DE HAMBURGO,
NIVEL II



Hamburg Wheel
Tracker in USA



COMPACTADOR GIRATORIO,
NIVEL I

MATEST PAVETEST

Certificada en ISO 9001

Estricta conformidad
Protocolo AMAAC,
Normas ASSHTO y ASTM

MATECH OF AMERICAS CORP.,
S. DE R.L. DE C.V.

Acueducto #5501-03 | La Flor de Nieve
H. Puebla de Zaragoza | 72176 (PUE.)
MEXICO.

T. (+52) 222 503 4653 / 222 503 4654
info@matech.mx

www.matech.mx

www.matest.com | www.pavetest.com



La única planta de contraflujo mexicana... está entre las mejores del mundo.

- ▶ **Fabricación robusta y de gran calidad, para durar muchos años trabajando libre de problemas.**
- ▶ **Adaptada a los difíciles combustibles alternos del mercado mexicano.**
- ▶ **Menor consumo de combustible, el 65% de otras, por:**
 - El sistema de contraflujo.
 - Su quemador de "Aire total" y "Potencia variable".
 - Su precalentador de combustible integrado.
 - Su tambor hermético a entradas de aire frío.
- ▶ **Menor consumo de asfalto al incorporar los finos menores a 15 micrones dentro de la película de asfalto.**
- ▶ **Menor consumo de agregados y de asfalto con su gran capacidad de incorporación de RAP.**
- ▶ **Cumplimiento total de la normatividad de la SCT y los cuatro niveles del protocolo AMAAC.**

- ▶ **Cumplimiento muy sobrado de la más estricta normatividad ambiental SEMARNAT.**
Puede producir en la Zona del Valle de México, en las Zonas Críticas y en el Resto del País.
- ▶ **Mayor duración y menor mantenimiento de las carpetas.**
 - Sin oxidación.
 - Sin segregación.
 - Con excelente reincorporación de finos.
 - Mezcla libre de contaminación por residuos de combustible, gracias a su precalentador integrado.
- ▶ **Mayor captación de clientes por carpetas de menor costo, mayor duración y menor mantenimiento.**
- ▶ **Gran oportunidad de captación de trabajos; tan sólo el 5% de las plantas en México son de contraflujo.**
- ▶ **Con un precio tan sólo 30% mayor que la planta de flujo paralelo.**
... y se puede comprar tan sólo el tambor y aprovechar las tolvas y el tanque que se tenga.
- ▶ **Y con el ya conocido soporte y asesoría TRIASO®.**

Háblenos
para una
plática
ilustrativa

- ▶ Sin ningún compromiso.
- ▶ Nos interesa divulgar estos avances tecnológicos como una aportación a la mejora de las carreteras y el medio ambiente de nuestro país, ¡Somos mexicanos!
- ▶ Bienvenidas las solicitudes de instituciones educativas, órganos de gobierno, agrupaciones civiles e individuos sin interés de compra.

Sumario

Las casas de bolsas: solución a muchos problemas en las plantas de asfaltos	5
Estudio del efecto de adición de un auxiliar de compactación sobre las propiedades reológicas de asfalto modificado y su desempeño en las mezclas asfálticas de granulometría densa	9
Delimitación de tramos homogéneos para actividades de conservación y reconstrucción de pavimentos flexibles	19
Los peligros de trabajar en la noche	29
Amor, paz y... asfalto	30
Las aceras de asfalto son las más ecológicas	35
Diseño de una base estabilizada con asfalto espumado. Metodología general del diseño	38
La gestión del conocimiento desde el aprendizaje organizacional	44

Presidente

Raymundo Benítez López

Vicepresidente de construcción

Luis Guillermo Limón Garduño

Vicepresidente técnico

Francisco Javier Moreno Fierros

Vicepresidente de distribución

Juan Adrián Ramírez Aldaco

Secretario

Fernando Mazín Cristo

Tesorero

J. Jesús Martín del Campo Limón

Vocales

Diana Berenice López Valdés

Gabriel Hernández Zamora

Horacio Delgado Alamilla

Javier Gutiérrez Cisneros

Jorge Alarcón Ibarra

Luis Eduardo Payns Borrego

Martín Serrano García

Rafael Martínez Castillo

Comisión de honor

Roberto Garza Cabello

Ignacio Cremades Ibáñez

José Jorge López Urtusuástegui

Comisión de vigilancia

Fernando Martín del Campo Aviña

Israel Sandoval Navarro

Hugo Bandala Vázquez

Director General

Jorge E. Cárdenas García

dirgral@amaac.org.mx

www.amaac.org.mx

Diseño y formación

Lizbeth de Lucio



Editorial



Esta edición de **ASFÁLTICA** tiene un lugar especial en nuestro historial de publicaciones ya que estamos llegando a las primeras 50 ediciones, **ASFÁLTICA** se concibió con la finalidad de ser una opción para la publicación de artículos técnicos, en especial los referidos al área de los pavimentos asfálticos y todo lo relacionado con ellos. Se inició con publicaciones semestrales durante los primeros dos años y a partir de la quinta edición las publicaciones se hicieron con una periodicidad de tres meses, incrementando con esto el número de publicaciones y por lo tanto la oportunidad de tener más espacios para la divulgación de trabajos técnicos. Esta quincuagésima edición completa así 14 años de un trabajo continuo y coincide con el año en el cual la asociación estará cumpliendo 20 años de vida, logrando con esto ocupar un lugar especial en nuestra historia.

Estamos ya en el segundo trimestre del 2017 el cual ha mostrado desde sus inicios un terreno de retos para todos en el país y seguramente en el mundo entero. Sobre todo para los países que como México, dependen muy fuerte de los precios internacionales del petróleo y los ingresos que éste dejará en el país para con esa base realizar los presupuestos y programas en general que se alimentan de estos recursos.

El incremento en los precios de las gasolinas a nivel nacional (aproximadamente 20%) generó que se sea más prudente o precavido para gastar y/o invertir, la caída en los ingresos por los precios internacionales del petróleo es una grave situación que provoca una reducción en presupuestos, principalmente para infraestructura, impactando directamente a nuestra área laboral.

Aún con todo esto, los grandes proyectos en el país siguen avanzando, entre ellos el nuevo aeropuerto de la Ciudad de México, el tren interurbano que conectará la Ciudad de México con el Estado de México, y la línea tres del tren ligero en Jalisco.

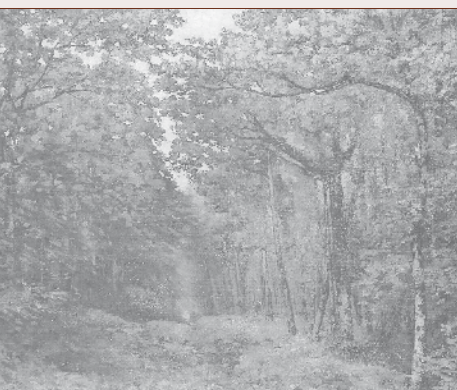
Además, los proyectos de tipo compartido entre lo público y privado vuelven a hacerse presentes en el medio, de los cinco paquetes que se anunció por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se realizarían con las ahora llamadas Asociaciones Público-Privadas (APP) dos paquetes de conservación de carreteras por diez años: la Querétaro-San Luis Potosí y la Coahuila-Villahermosa están ya concedidas y están en revisión los proyectos para conservación: Matehuala-Salttillo, Texcoco-Zacatepec y Pirámides-Tulancingo-Pachuca.

¡Preservar es asfaltar!

Raymundo Benítez López

Presidente

Décimo Consejo Directivo



Avenida de castaños en la calle Saint Cloud

Alfred Sisley (1839-1899)

Realizada en sus primeros años de aproximación a la naturaleza (1867) las obras de Sisley en esta época fueron más bien escasas, quizá por el hecho de ser aún un pintor mantenido por su familia. En 1870 las cosas cambiaron cuando, a raíz de la guerra franco-prusiana, su familia se hundió económicamente, y hubo de buscarse el sustento a través de su oficio artístico.

*Ilustración sobre el original
Por: Omar Maya V.*

Las casas de bolsas: solución a muchos problemas en las plantas de asfaltos

Juan Carlos Castro Quintana
carlos@triaso.com.mx

Para elaborar una mezcla asfáltica en caliente los agregados pétreos pueden ir desde partículas de tamaño de 38 mm hasta medio micrón, dependiendo del diseño de la mezcla.

Las plantas de asfalto usan un tambor rotatorio que gira sobre su eje y tiene en su interior álabes que elevan el material pétreo y lo dejan caer en forma de velo, ese velo lo atraviesan los gases calientes para secarlo y calentarlo; los gases calientes van a tal velocidad que muchas partículas de un tamaño por debajo de la malla 200 (finos) son arrastradas por los gases.

Esos finos que son arrastrados por la corriente de gases de escape no son ingredientes extraños para hacer la mezcla, es la parte más fina por lo que debemos de re-incorporarlos y además si los arrojamamos a la atmósfera son muy contaminantes.

En la evolución de las plantas de asfalto se han usado varias técnicas para el control de los finos.

En los primeros años de las plantas de asfaltos los gases cargados de finos se arrojaban a la atmósfera, pero ocasionaban una contaminación muy severa.

Poco después se empezó a separar los finos de los gases de escape por medio de lavadoras de agua con el gran inconveniente que los finos se perdían en las fosas de decantación, no se podían reincorporar en la mezcla y se formaban lodos que contaminaban el agua en vez del aire, además resultaba muy caro estar rellenando de agua las fosas ya que se perdía muy rápido por la evaporación debido a que se estaba lavando aire caliente a más de 100 °C.

Hoy en día se usan las casas de bolsas que resuelven tanto los problemas de granulometría de las mezclas asfálticas como los problemas de contaminación.

La casa de bolsas es un dispositivo para quitarle los finos a los gases de escape, para que así, una vez limpios los gases se puedan descargar a la atmósfera sin contaminar y ese fino que le quitamos lo reincorporamos a la mezcla.

Se pueden usar las casas de bolsas a las que también se les llama “filtros de mangas” en plantas de flujo paralelo y en plantas a contraflujo.

En las plantas con tambor de flujo paralelo (Figura 1), los gases de escape salen muy calientes por lo que se deben de usar bolsas que soporten altas temperaturas como las P84 de poliamida, que son muy caras.

Se debe considerar que por lo regular se cambia el 20% de las bolsas cada año, así, si una casa de bolsas tiene 380 bolsas habrá que considerar un cambio de 76 bolsas al año. Pero aquí en México es muy común usar combustibles alternos de alta viscosidad, esos combustibles requieren de quemadores de alta tecnología para hacer una combustión perfecta, si la combustión no es completa

la corriente de gases de escape va cargada de los polvos del agregado, de combustible sin quemar y de hollín. Esos contaminantes ocasionan que se tengan que cambiar las bolsas hasta tres veces al año.

Si la casa de bolsas cuenta con 380 bolsas y son tres cambios, se necesitan 1,140 bolsas al año. Las bolsas de Poliamida P84 cuestan \$48.50 dólares americanos, por lo que el costo anual sería de \$55,290.00 dólares americanos.

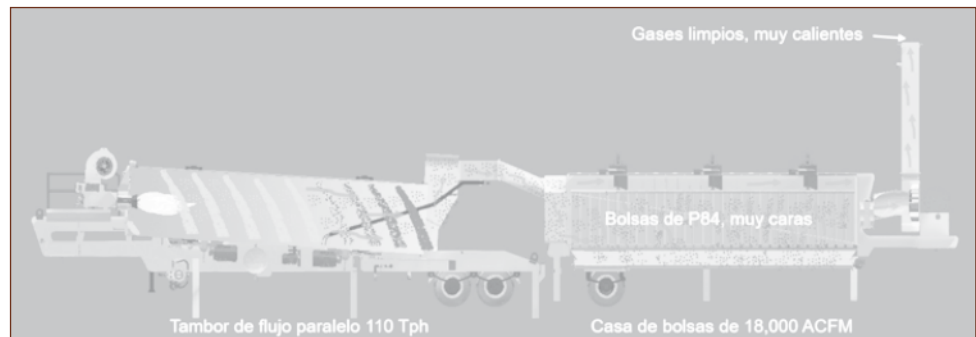


Figura 1. Planta de asfalto con casa de bolsas (con bolsas P84).

En las plantas con tambor de contraflujo (Figura 2) es lo contrario que las de flujo paralelo, los gases de escape salen muy fríos y esto ocasiona que se condense el agua dentro de la casa de bolsas, por lo que es necesario que los gases de escape pasen por la casa de bolsas a más de 100 °C. Se usan bolsas de temperatura media como lo es el Nomex. El vapor de agua que podría condensarse proviene de la humedad que contienen los agregados y es uno de los productos de la combustión aparte del CO₂, el NO_x y el SO₂. Igual que en el caso de las plantas de flujo paralelo, si usamos combustibles alternos podría ser que tuviéramos que cambiar las bolsas tres veces al año. La bolsa de Nomex que es para temperatura media cuesta \$24.94 dólares, por lo que 1,140 bolsas costarían \$28,431.00 dólares americanos al año. La mitad del costo de las bolsas de Poliamida.



Figura 2. Planta de contraflujo con bolsas de Nomex.

Una forma de poder colocar a las plantas de flujo paralelo bolsas de Nomex en vez de Poliamida es introduciendo aire frío a los gases calientes y bajar la temperatura de los gases antes de entrar a la casa de bolsas, se requiere hasta un 15% de aire frío, pero esto tiene la desventaja que habría que hacer la casa de bolsas y el ventilador de extracción 15% más grande (Figura 3).

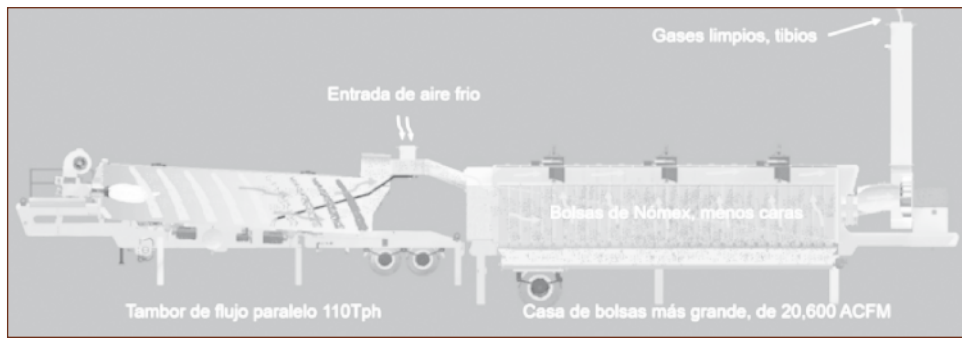


Figura 3. Planta de flujo paralelo con casa de bolsas y entrada de aire frío.

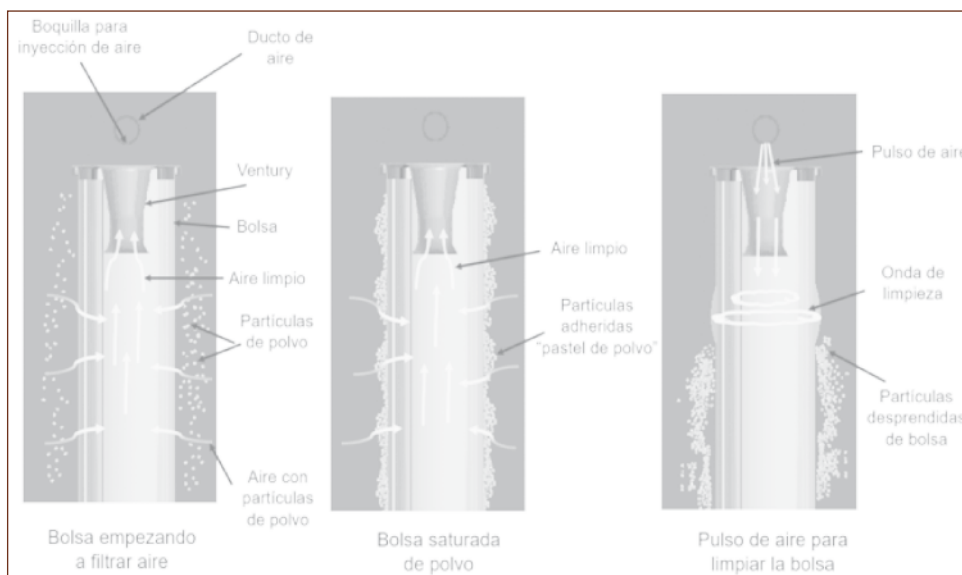
La casa de bolsas es un dispositivo que trabaja en forma continua por lo que hay que limpiarla constantemente, en una planta de 110 tph (toneladas por hora) podría ser que la casa de bolsas atrape hasta 9 toneladas de finos por hora, mismos que debemos de reincorporar a la mezcla asfáltica.

Las tela con que se fabrican las bolsas no son capaces de filtrar por sí mismas las partículas muy pequeñas, necesitan que se les pegue el polvo y que se retenga pegado por acción de la succión de los gases de escape, a esto se le llama “pastel de polvo”, cuando una bolsa pierde su “pastel de polvo” no filtra bien hasta que se le vuelve a formar.

Existen varios sistemas de limpieza, pero los más usuales son el sistema Pulse-jet y el sistema de aire inverso.

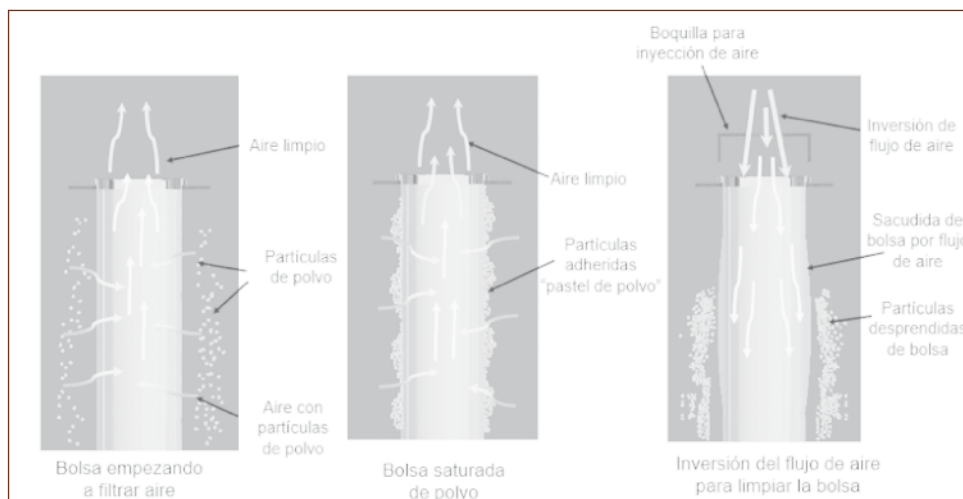
El sistema Pulse-jet utiliza un pulso de aire a alta presión que se dispara por la parte superior de la bolsa que tiene forma de ventury, al pasar el pulso de aire por el ventury se crea una onda que recorre toda la longitud de la bolsa, esa onda desprende los finos de la parte exterior de la bolsa y caen en las tolvas colectoras donde por medio de “gusanos” son sacados y entregados a los gusanos que lo reincorporan a la mezcla. Con este sistema nunca se pierde el pastel de polvo ya que es una limpieza muy suave. Este sistema trabaja con una presión negativa de 70 mmca (milímetros columna de agua), pero cuando sobrepasa 127 mmca ya no se recupera el sistema y hay que apagar la planta para limpiarla.

El sistema de aire inverso utiliza el mismo ventilador de extracción de gases de la planta para



Sistema de limpieza tipo Pulse-jet.

limpiar las bolsas. Un mecanismo complejo hace que el aire limpio de la atmósfera entre por la parte superior de la bolsa, que es la parte limpia y atraviesan la tela de la bolsa en forma inversa por lo que se obliga a las partículas pegadas a ella a desprenderse. El sistema debe estar muy bien calibrado para evitar que se desprenda el pastel de polvo. Este sistema al igual que el Pulsejet deja caer el polvo en las tolvas colectoras y lo reincorpora a la mezcla de la misma manera.



Este sistema de aire inverso tiene la ventaja de que mientras las bolsas estén más taponeadas el diferencial de presión con respecto a la atmósfera es mayor, por lo que la entrada de aire inverso es más intensa, así, un sistema de aire inverso muy tapado puede recuperarse incrementando la velocidad de limpieza y no es necesario detener la producción.

El uso de los finos de la casa de bolsas se debe maximizar para producir una mezcla durable y económica, pero no deben de ocasionar una mezcla excedida de asfalto y tampoco deben ocasionar que la mezcla se vuelva rígida o quebradiza, además, la mezcla producida con estos finos debe ser evaluada para probar su susceptibilidad a la humedad.

El retorno de finos a la mezcla ocasiona dos fenómenos importantes:

1. Los finos con un tamaño menor a 15 micrones se meten dentro de la película de asfalto por lo que el asfalto rinde más, entonces tenemos un ahorro de asfalto, por eso para evitar que la mezcla se vuelva inestable y se formen rodearas en las vialidades se le debe bajar el contenido asfáltico a la mezcla.
2. En algunas ocasiones no es recomendable retornar todos los finos de la casa de bolsas a la mezcla ya que puede hacer que el pavimento se vuelva rígido y quebradizo, por lo que es necesario que el laboratorio determine la cantidad. En estos casos se debe de usar un aditamento para controlar los finos a retornar a la mezcla.

El uso de los finos de la casa de bolsas es un tema complejo y extenso por lo que lo abordaremos en otra ocasión.

Estudio del efecto de adición de un auxiliar de compactación sobre las propiedades reológicas de asfalto modificado y su desempeño en las mezclas asfálticas de granulometría densa

Rey Omar Adame, Oscar David Rodríguez,
Israel Sandoval, Ignacio Cremades,
Pedro Limón, Enrique Villa,
Lasfalto, Guadalajara, México
omar.adame@lasfalto.com.mx

Introducción

En general las mezclas asfálticas pueden clasificarse de acuerdo a su rango de temperatura de producción (mezclado), las cuales van desde una mezcla en frío hasta mezclas asfálticas en caliente, estas últimas son las de mayor uso en México y el mundo, mezclas que dependen en gran medida de la calidad de los procesos constructivos y técnicas con que fueron concebidas.

Durante el proceso constructivo de la carpeta asfáltica las temperaturas de mezclado, tendido y compactación son trascendentales y están directamente relacionadas con la viscosidad (manejabilidad) del asfalto, así como los factores climáticos y la logística de la obra en cuestión. En México las temperaturas recomendadas de producción de mezcla asfáltica con asfalto convencional rondan los 165 °C y para algunas con asfalto modificado están entre 175 y 190 °C. Mientras que las temperaturas de compactación deberían estar por encima de 155 y 165 °C para una mezcla con asfalto convencional y una con asfalto modificado, respectivamente. Sin embargo, en nuestro país un problema muy común es el alcanzar la temperatura de compactación necesaria para obtener buenas propiedades mecánicas en la carpeta, algunos de los factores que afectan a este importante parámetro son en principio, bajas temperaturas (entre 90-130 °C) de la mezcla causadas por: largas distancias de acarreo, tiempos demasiado prolongados para volcar la mezcla en la tolva de la extendedora, número de compactadores insuficientes en la obra, factores climáticos (climas fríos), factores externos (tránsito excesivo, accidentes, baja velocidad de circulación, etc.), y malas prácticas como no proteger térmicamente la mezcla cuando está sobre el camión transportador de la mezcla. Factores que colaboran al enfriamiento paulatino de la mezcla y que es en detrimento de una correcta compactación.

Es importante mencionar que un buen proceso de compactación es esencial para alcanzar la densidad esperada y por lo tanto el porcentaje de vacíos de una mezcla, parámetros que colaborarán a la disminución de problemas de desempeño mecánico y funcional de la mezcla.

Es por eso que el uso de productos que ayuden a tener una correcta y fácil compactación es muy importante. En este trabajo se presenta la evaluación de un auxiliar de compactación de tipo amida que no modifica las propiedades del asfalto y permite compactaciones de excelente calidad a temperaturas por debajo de los 150 °C lo que significa poder alcanzar las densidades esperadas en la mezcla y por ende el desempeño esperado para el cual se diseñó.

Caracterización del asfalto

El uso de los asfaltos modificados en la actualidad ha venido a la alza, objeto de las buenas experiencias que se han tenido durante su uso. Sin embargo, aún faltan técnicas por desarrollar que permitan el uso de asfaltos modificados a diferentes temperaturas y en condiciones especiales que faciliten el proceso constructivo de los pavimentos flexibles. Para este trabajo, los asfaltos usados fueron modificados con un Terpolímero Elastomérico Reactivo de Etileno (RET por sus siglas en inglés para “Reactive Elastomeric Terpolymer”) y ácido polifosfórico como catalizador con los porcentajes siguientes:

1. AC-20 Salamanca + 1,13% Terpolímero RET + 0,13% Ácido polifosfórico = asfalto de referencia
2. AC-20 Salamanca + 1,13% Terpolímero RET + 0,13% Ácido polifosfórico + 2,0% auxiliar de compactación de tipo amida = asfalto de referencia + auxiliar de compactación

Tabla 1. Evaluación reológica para el asfalto modificado y asfalto modificado más auxiliar de compactación				
Tipo de asfalto	Temperatura de falla (°C)	Módulo reológico (kPa)	Ángulo de fase (°)	PG
Asfalto modificado (referencia)	78,12	1,194	68,24	76
Asfalto modificado + 2,0% auxiliar de compactación	79,92	1,505	66,36	76

Nota: “Temperatura de falla” se refiere a la temperatura límite donde el asfalto cumple con el valor especificado de acuerdo a la normativa ASTM D-7175. 1 kPa para asfalto original y 2.2 para asfalto envejecido.

Después de la evaluación y cálculo del grado de desempeño se determinó la evolución de la viscosidad con respecto a la temperatura. En la Tabla 2 se observa que la viscosidad a las temperaturas de 70 y 80 °C se aproxima a un aumento de casi el 20% para el asfalto modificado y aditivado con el 2,0% del auxiliar de compactación, con respecto al asfalto de referencia. Sin embargo, a partir de los 90 °C ocurre lo contrario el asfalto aditivado presenta una viscosidad menor que la del asfalto de referencia.

Tabla 2. Viscosidad para los asfaltos con respecto a la temperatura			
Temperatura (°C)	Viscosidad (Pa*seg)		Reducción de viscosidad (%)
	Asfalto modificado (referencia)	Asfalto modificado + 2.0% auxiliar de compactación	
70	174050	214150	-23
80	76760	88210	-15%
90	35935	29260	19%
100	17440	10315	41%
110	8812	5092	42%
120	4501	2568	43%
130	2353	1285	45%
140	1174	744	37%
150	674	445	34%

El comportamiento de la viscosidad descrito anteriormente puede ser apreciable con mayor facilidad en la Figura 1. Donde se grafica el porcentaje de viscosidad retenida del asfalto que contiene el 2% del auxiliar de compactación y se mantiene como blanco la viscosidad del asfalto modificado de referencia.

El porcentaje de viscosidad retenida se define de la siguiente manera:

$$\% \text{ Viscosidad retenida de asfalto A} = \frac{(\text{Viscosidad asfalto A})}{(\text{Viscosidad asfalto de referencia})} \times 100 \quad (1)$$

donde A es el asfalto modificado + 2,0% del auxiliar de compactación.

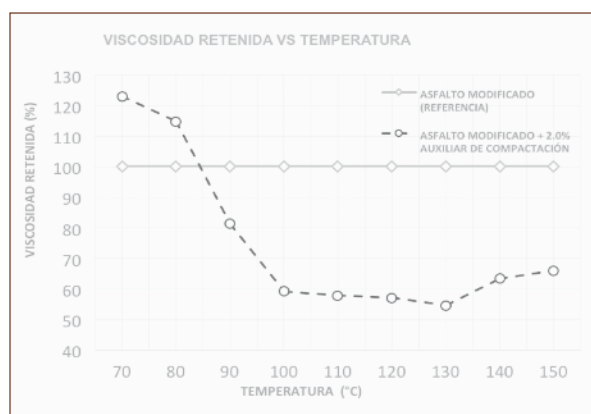


Figura 1. Gráfico de viscosidad retenida vs temperatura, en la que se evidencia el porcentaje de disminución de viscosidad para temperaturas mayores a 90 °C.

Se realizó el envejecimiento en RTFO con el objetivo de observar los cambios en el asfalto después de simular el proceso de mezclado y tendido. En la Tabla 3 se pone de manifiesto que el grado de desempeño se mantiene en 76 para ambos asfaltos (referencia y aditivado con el 2,0% de auxiliar de compactación). Además,

el asfalto aditivado no presenta cambios significativos respecto a la referencia en ninguno de los parámetros evaluados como temperatura de falla, módulo reológico y ángulo de fase.

Tabla 3. Análisis reológico para el asfalto después de la prueba en horno rotativo de película delgada RTFO.

Tipo de asfalto	Temperatura de falla (°C)	Módulo reológico (kPa)	Ángulo de fase (°)	PG
Asfalto modificado (referencia)	80,85	3,469	59,62	76
Asfalto modificado + 2.0% auxiliar de compactación	80,10	3,573	59,76	76

Para completar el análisis reológico se realizó la prueba *multi stress creep recovery* (MSCR) para ambos asfaltos. Los resultados de dicha evaluación se muestran en la Tabla 4. Se presenta primero la respuesta elástica promedio “RE”. Para el esfuerzo de deformación aplicado igual a 100 y 3200 pascales, la respuesta elástica promedio se identifica como RE100 y RE3200 respectivamente. Observando la Tabla 4 se observa que el asfalto que contiene el 2,0% del auxiliar de compactación presenta una disminución en la respuesta elástica del 10 y 30% para los esfuerzos de 100 y 3200 kPa respectivamente, comparado con la respuesta elástica del asfalto modificado de referencia.

El siguiente parámetro es el “Jnr” (deformación permanente en función del esfuerzo aplicado), que es una medida de la deformación que queda en el asfalto después de ser sometido a procesos de esfuerzo cortante y tiempo de recuperación repetidos, con relación al esfuerzo cortante aplicado. El asfalto de referencia tiene valores menores de Jnr que el asfalto aditivado, pero existe un criterio para determinar en base al tipo de tráfico si estos valores son adecuados o no, pero no se entra en detalle para efectos prácticos de este trabajo. Lo que se puede decir acerca de los valores de Jnr obtenidos para el asfalto que contiene el auxiliar de compactación es que siguen siendo buenos en términos del tránsito o carga que puede soportar.

Tabla 4. Parámetros obtenidos de la prueba MSCR

Tipo de asfalto	RE100 (%)	RE3200 (%)	REdif	Jnr 0.1	Jnr 3.2	Jnr dif
Asfalto modificado (referencia)	73,11	68,36	6,495	0,3868	0,3648	-5,685
Asfalto modificado + 2.0% auxiliar de compactación	66,13	52,06	21,28	0,4697	0,6579	40,06

Desempeño de la mezcla asfáltica y resultados

Inicialmente, se fabricaron mezclas asfálticas de granulometría densa en caliente utilizando el asfalto modificado de referencia con una temperatura de 165 °C para su mezclado y 155 °C para su compactación (usadas como mezclas de referencia y con temperaturas recomendadas de acuerdo a la experiencia en campo). Posteriormente, se fabricaron mezclas con el asfalto modificado y aditivado con el 2,0% del auxiliar de compactación a 140 °C y su compactación

JUNTOS POR TODO EL CAMINO

Aquello que construyes bajo tus pies no lo es todo, en todo momento te estás preguntando por el futuro, en aquel reto que precisas cumplir. Estamos allí para poder hacerlo juntos. Esto significa contar con nuestros equipos para todas tus aplicaciones o necesidades de tu obra diaria, con el respaldo de **MADISA** a fin de mantenerlos operando eficientemente y el entrenamiento a tu personal en las últimas técnicas y tecnologías. Son estas las herramientas que te permitirán construir el éxito y cumplir con los desafíos que se te presenten en el camino. Visita nuestros enlaces en línea, los aplicativos móviles, las calculadoras de producción, entre otros. Tenemos los recursos desde el movimiento de tierras y cimentación hasta la pavimentación. Es para lo que estamos preparados.



01 800 92 62347

www.madisa.com

MADISA® 

MAQSA® 

se realizó en intervalos de temperatura de 10 °C, desde 130 °C hasta 110 °C (ver Tabla 5). Por otra parte, se usó una granulometría estandarizada con el objetivo de reducir esta variable en el agregado y así evaluar las propiedades volumétricas bajo una misma condición. Además, el contenido de asfalto utilizado fue el mismo porcentaje de 6,0% para las mezclas asfálticas 1 y 2.

Los tipos de asfalto utilizado para el estudio fueron: un asfalto modificado con Terpolímero RET con un porcentaje de 1,13% y 0,13% de ácido polifosfórico como catalizador, y para el caso de las mezclas asfálticas 2 un asfalto modificado de igual manera y con la misma dosificación de Terpolímero RET y ácido polifosfórico pero aditivado con 2,0% del auxiliar de compactación.

El caso del agregado se usó un material basáltico con una granulometría controlada y la requerida para una mezcla densa.

Tabla 5. Temperaturas de prueba para mezclado y compactación

Tipo de mezcla	Temperatura de mezclado (°C)	Temperatura de compactación (°C)	Porcentaje de asfalto
Mezcla asfáltica 1 (referencia)	165	155	6,0%
Mezcla asfáltica 2 (con auxiliar de compactación)	140	130	6,0%
		120	
		110	

Una vez fabricadas y compactadas las mezclas, se calculó su densidad y relación de vacíos para observar el efecto de los dos tipos de asfalto en la mezcla y como afectan a su compacidad (Tabla 6). Posteriormente, se analizó su capacidad a la relación esfuerzo-deformación mediante el módulo resiliente. Además, se determinó su estabilidad y flujo en la prensa Marshall.

Tabla 6. Resultados de las pruebas volumétricas a mezclas asfálticas 1 y 2

Núm. ensayo	Temp. de mezclado (°C)	Temp. de compactación (°C)	Dmb	% vacíos	Espesor (mm)		
1	165	155	2,41	3,48	64,02		
2			2,42		64,22		
3			2,41		63,77		
4			2,41		63,99		
5			2,41		63,90		
6	140	130	2,40	3,42	64,28		
7			2,41		64,02		
8			2,42		64,16		
9			2,41		64,13		
10	140	120	2,43	2,94	63,39		
11			2,42		64,12		
12			2,43		64,06		
13			110		2,39	2,64	64,54
14					2,42		63,49
15					2,41		64,42

En la Tabla 7 se presentan los resultados obtenidos para cada una de las propiedades analizadas.

Tabla 7. Resultados de las pruebas mecánicas para las mezclas asfálticas 1 y 2						
Núm. ensayo	Estabilidad (KN)	Promedio estabilidad (KN)	Flujo (mm)	Prom. flujo (mm)	Módulo resiliente (MPa)	Promedio Módulo resiliente (MPa)
1	12,48		5,75		3926	
2	11,71		6,45		3453	
3	12,33	12,17	6,00	6,01	3463	3725
4	12,14		5,85		4059	
5	11,29		6,51		--	
6	11,68	11,02	5,44	6,01	3595	3478
7	11,70		6,09		3360	
8	12,19		7,30		3101	
9	11,68		7,09		3384	
10	11,07	11,96	7,06	7,15	--	3243
11	11,58		--		--	
12	11,5		8,66		2405	
13	9,58		--		2666	
14	8,57	9,71	6,36	7,41	--	2393
15	9,20		7,20		2107	

El uso del auxiliar de compactación colabora a la mejora en la compacidad de la mezcla a bajas temperaturas, se observa que todos los especímenes logran una densidad muy similar a la mezcla de tipo 1 para este trabajo. Es así que, para este parámetro el uso de dicho auxiliar presenta resultados satisfactorios.

El valor de estabilidad para las mezclas asfálticas 2 compactadas a 120 y 130 °C presentó una caída de menos de 1 KN con respecto a las mezclas asfálticas 1 o de referencia. Sin embargo, para las mezclas compactadas a 110 °C la caída de la estabilidad es considerable, por lo que desde el punto de vista de estabilidad no es recomendable realizar compactaciones a esta temperatura. Además, es evidente que la prueba Marshall presenta poca sensibilidad entre las temperaturas de compactación, tal es el caso para las mezclas compactadas de 130 y 120 °C debido a que los resultados son muy similares a mezclas producidas por arriba de los 150 °C.

Con respecto al flujo las mezclas compactadas a 155 y 130 °C presentan flujos iguales, mientras que las compactadas a un temperatura de 120 y 110 °C muestran resultados de más de 10 mm de flujo.

El módulo resiliente (compresión diametral) prueba realizada en una prensa universal marca GCTS a una temperatura de ensayo de 20 °C de acuerdo a la normativa AASHTO T 322-07, esta prueba es altamente sensible a la temperatura y a la razón de aplicación de carga. Para este caso de estudio el

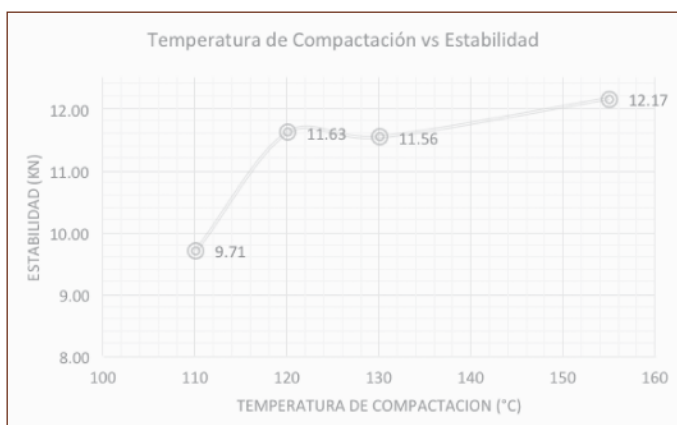


Figura 2. Gráfica de temperatura de compactación vs estabilidad.



NUESTRAS EMPRESAS TRABAJANDO EN CONJUNTO PARA CONTINUAR

CONSTRUYENDO LOS CAMINOS DE MÉXICO



EJECUCIÓN DE PROYECTOS



EMULSIONES



MEZCLAS ASFÁLTICAS



DISTRIBUCIÓN AC-20 (SOMOS DISTRIBUIDOR AUTORIZADO POR PEMEX)

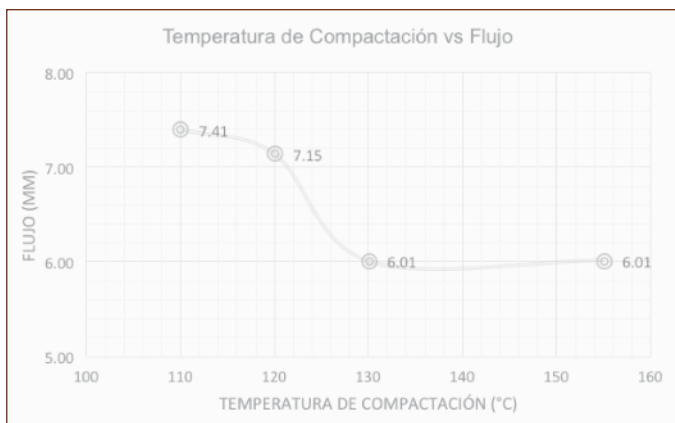


Figura 3. Gráfica de temperatura compactación vs flujo.

módulo resiliente para la mezcla asfáltica compactada a 155 °C (mezcla clasificada para este trabajo como tipo 1), es quien presenta el valor más alto. Sin embargo, para las mezclas tipo 2 en las que se usa el auxiliar de compactación, el valor del módulo resiliente se ve afectado apenas entre un 7 y 13% para las mezclas compactadas a 130 y 120 °C respectivamente. Por otro lado, para la temperatura de 110 °C el módulo es considerablemente afectado casi hasta en un 40%. Además, esta temperatura modifica la compactación reduciendo los vacíos en la mezcla, provocando susceptibilidad a deformaciones permanentes y reduciendo la capacidad de la carpeta. Por lo tanto, no se recomienda la compactación por debajo de los 120 °C.

También, es importante mencionar que el valor de módulo resiliente disminuye en relación a la reducción de las temperaturas de compactación, espe-

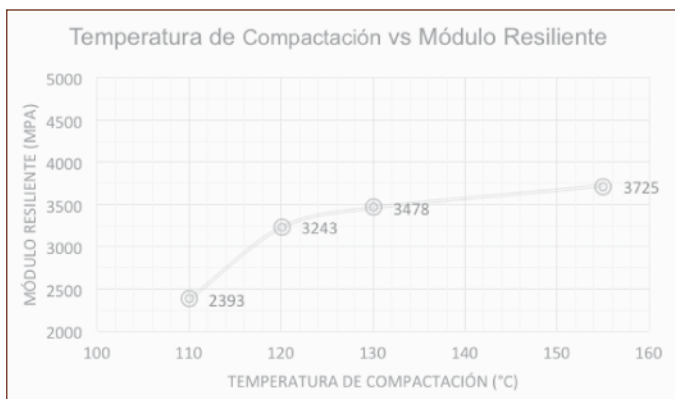


Figura 4. Gráfica de temperatura de compactación vs módulo resiliente.

cíficamente en la temperatura de 120 °C y 110 °C. Por lo que está identificada la importancia de compactar por encima de estas temperaturas y garantizar un desempeño correcto en la mezcla asfáltica.


Conclusiones

El uso de mezclas asfálticas en México y el mundo debe garantizar la durabilidad de los pavimentos ante los diferentes tipos de fallas independientemente de la temperatura a la que haya sido construida. Por lo cual se busca garantizar buenas propiedades y desempeño para los diferentes tipos de fabricación de mezclas asfálticas en la pavimentación. La compactación y la energía necesaria para llevar a cabo esta actividad como parte de un proceso constructivo es importante por lo que se buscan productos que favorezcan a la simplicidad de este proceso.

Respecto a la evaluación reológica del asfalto de referencia se puede concluir que la adición del 2% del auxiliar de compactación no modifica significativamente los parámetros reológicos ni el grado de desempeño del asfalto modificado.

La evaluación reológica del asfalto envejecido por RTFO evidencia que las propiedades reológicas y el grado de desempeño para ambos asfaltos son prácticamente iguales. No obstante, la evaluación mediante el ensayo de MSCR mostró que el asfalto modificado que contiene el 2,0% del auxiliar de compactación tuvo valores menores de recuperación para ambos esfuerzos (100 y 3200 Pa) pero sin afectar el desempeño del asfalto dentro de la mezcla.

El ensayo de módulo resiliente es un parámetro importante para definir y poder predecir la vida útil de una mezcla asfáltica, además de que evidencia la calidad del asfalto como componente de la mezcla. Por lo que, en base a los resultados obtenidos se puede concluir que las mezclas que contenían el 2,0% del auxiliar de compactación pudieron mantener de manera significativa un buen comportamiento mecánico de la mezcla, similar al de las mezclas de referencia, a pesar de haber sido mezcladas y compactadas a una temperatura hasta 20 °C menor.

Finalmente, para garantizar el buen comportamiento mecánico de la mezcla que contiene el auxiliar de compactación no se recomiendan temperaturas de compactación menores a los 120 °C. 

- [1] Huang, Y. Pavement Analysis and Design (2a ed.). University of Kentucky: Prentice Hall.
- [2] Zárate, M. Diseño de pavimentos flexibles (3a ed.). Ciudad de México, AMAAC.
- [3] Kraemer, C. Pardillo, J. Rocci, S. Romana, M. Sánchez, V. Del Val M. (2004). Ingeniería de carreteras (1a ed.). España: McGraw-Hill.
- [4] McGennis, R. Shuler, S. Bahia, H. (1994). Antecedentes de los métodos de ensayo de ligantes asfálticos de Superpave (1a ed.). Lexington KY: Asphalt Institute.
- [5] McGennis, R. Anderson, M. Kennedy, T. Solaimanian, M. (1994). Antecedentes del diseño y análisis de mezclas asfálticas de Superpave (1a ed.). Lexington KY: Asphalt Institute.
- [6] Corro, S. Prado, G. (1990). Diseño estructural de pavimentos asfálticos, incluyendo carreteras de altas especificaciones. México D. F: Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- [7] Rico, A. Téllez R. Garnica P. (1998). Pavimentos Flexibles. Problemática, Metodología, de Diseño y Tendencias. Publicación Técnica No. 104 Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Querétaro, México: Instituto Mexicano del Transporte.
- [8] Sandoval I., Cremades I., “Determinación del grado de desempeño del asfalto usando como parámetro de especificación la viscosidad a corte cero”, IV Congreso Mexicano del Asfalto, agosto 2005.
- [9] Sandoval I., Cremades I., “Caracterización de asfaltos mediante creep repetido multiesfuerzo en reómetro de corte dinámico”. V Congreso Mexicano del Asfalto, agosto 2007.
- [10] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). M320 “Specification for performance-graded asphalt binder”, Washington DC, USA, 2010.
- [11] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). M332 “Performance-graded asphalt binder using multiple stress creep recovery (MSCR) test”, Washington DC, USA, 2009.
- [12] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). T350 “Standard method of test for multiple stress creep recovery (MSCR) test of asphalt binder using a dynamic shear rheometer (DSR)”, Washington DC, USA, 2014.
- [13] ASTM D2872. Standard test method for effect of heat and air on a moving film of asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test).
- [14] Eman I. Ahmed, Simon A.M. Hesp, Senthil Kumar Paul Samy, Syed D. Rubab, George Warburton, “Effect of warm mix additives and dispersants on asphalt rheological, aging, and failure properties”. Construction and Building Materials 37(2012) 493–498
- [15] Federal Highway Administration (FHWA HIF 11 038). “The multiple stress creep recovery (MSCR) procedure”, Office of pavement technology, abril 2011.
- [16] Francisco Morea, Rosana Marcozzi, Gonzalo Castaño, “Rheological properties of asphalt binders with chemical tensoactive additives used in Warm Mix Asphalts (WMAs)”. Construction and Building Materials 29 (2012) 135–141.
- [17] Joel R.M. Oliveira, Hugo M.R.D. Silva, Liliana P.F. Abreu, Sara R.M. Fernandes, “Use of a warm mix asphalt additive to reduce the production temperatures and to improve the performance of asphalt rubber mixtures” Journal of Cleaner Production 41(2013) 15-22.
- [18] Liantong Mo, Xun Li, Xing Fang, M. Huurman, Shaopeng Wu, “Laboratory investigation of compaction characteristics and performance of warm mix asphalt containing chemical additives”. Construction and Building Materials 37(2012) 239-247.
- [19] M. Carmen Rubio, Germán Martínez, Luis Baena, Fernando Moreno, “Warm mix asphalt: an overview”. Journal of Cleaner Production 24(2012) 76-84.



DÉCIMO CONGRESO MEXICANO DEL ASFALTO

Nuestra prioridad: Preservar los pavimentos asfálticos

Participa con los hashtag:

#10CongresoAMAAC

#EligeAsfalto

congresoamaac.com.mx

Delimitación de tramos homogéneos para actividades de conservación y reconstrucción de pavimentos flexibles

Carlos Adolfo Coria Gutiérrez
SemMaterials México
ccoria@semgroupcorp.com

Introducción

Cuando se desean llevar a cabo todas las actividades de un programa de conservación y reconstrucción de pavimentos en corredores carreteros, es necesario tener plenamente identificados los tramos o segmentos donde se van a llevar a cabo actividades como la colocación de sobrecarpetas, bacheo, sellado de grietas, etc. Figura 1.

Dado que existen marcados cambios en cuanto a geometría, tránsito y características en materiales a lo largo de un tramo carretero, es necesario llevar a cabo un proceso de homogenización de los mismos. Un tramo homogéneo es un segmento de carretera que tiene características semejantes en cuanto a tipo de pavimento, deterioros, deflexiones, topografía, tránsito, etc. En la Figura 2 se tiene un segmento carretero dividido en cinco tramos homogéneos, cada uno con niveles de tránsito, diseños y subrasante distintos.

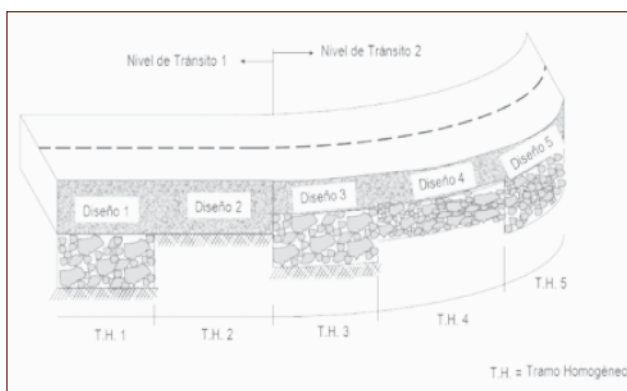


Figura 2. Delimitación de tramos homogéneos.



Figura 1. Actividades de conservación en un pavimento flexible (renovación y sobrecarpetas).

Metodologías para delimitar tramos homogéneos

Existen dos métodos para segmentar un corredor carretero en tramos homogéneos: el método de sobreposición de factores y el método de la respuesta medida en el pavimento o método de diferencias acumuladas.

El método de sobreposición de factores es un método subjetivo donde se superponen distintos factores presentes en el segmento considerado:

- Tipo de pavimento.
- Historial de construcción incluyendo conservación y rehabilitación.

- Sección del pavimento.
- Tipo de subrasante.
- Tránsito.

Las Figuras 3 y 4 muestran cómo los factores antes mencionados son utilizados para determinar los tramos homogéneos mediante una combinación o sobreposición. La validez de los tramos homogéneos finales está directamente relacionada con la exactitud y veracidad de la información histórica que se tenga del pavimento.

Dentro de los factores de más difícil evaluación de este método está el concerniente a la subrasante o terreno de apoyo. A pesar de que puedan tenerse registros donde aparentemente se tenga un suelo

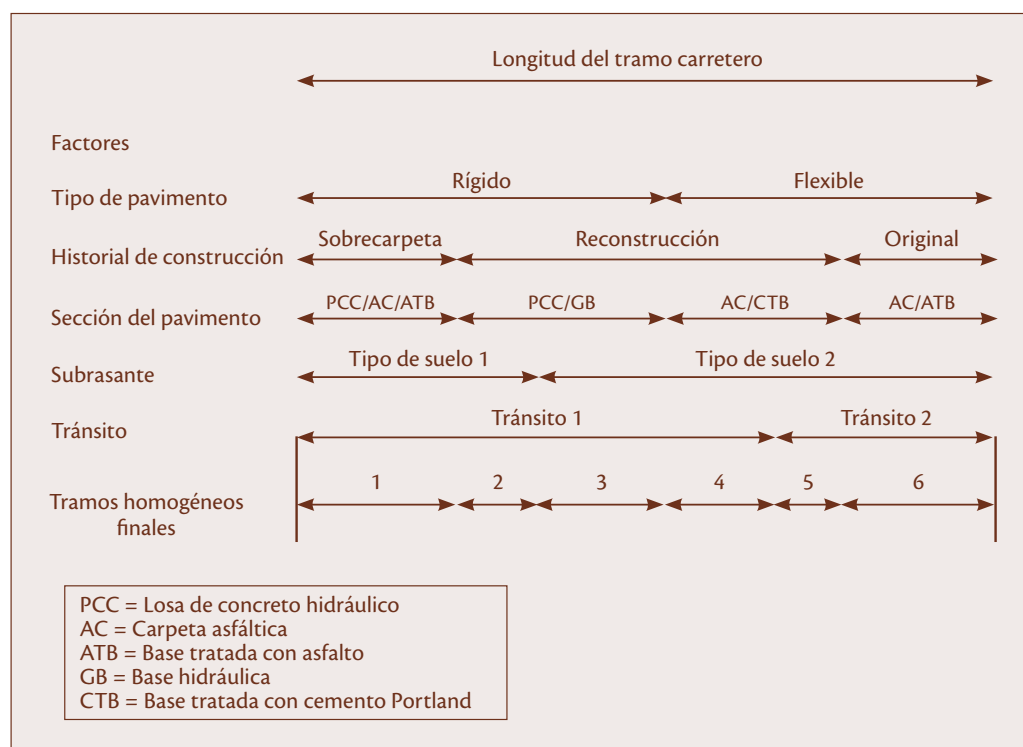


Figura 3. Esquema del método de sobreposición.

Tramo homogéneo	1	2	3	4	5	6
Tipo de pavimento	Rígido	Rígido	Rígido	Flexible	Flexible	Flexible
Historial de construcción	Sobrecarpeta	Reconstrucción	Reconstrucción	Reconstrucción	Reconstrucción	Original
Sección de pavimento	PCC/AC/ATB	PCC/GB	PCC/GB	AC/CTB	AC/CTB	AC/ATB
Subrasante	T. S. 1	T. S. 1	T. S. 2	T. S. 2	T. S. 2	T. S. 2
Tránsito	1	1	1	1	2	2

Figura 4. Esquema del método de sobreposición (continuación).

uniforme, la realidad es que por las características geométricas de cortes y terraplenes, grados de compactación diversos, drenaje, posiciones topográficas y la posición del nivel freático del agua, suelen alterar la respuesta mecánica de la subrasante, inclusive si fuera un suelo uniforme.

Con frecuencia, el ingeniero no puede determinar con precisión los factores del método de sobreposición. Debe de confiar en el análisis de una respuesta medida en el pavimento (por ejemplo una deflexión, fricción, rodera, etc.) para la delimitación del tramo homogéneo. Esto se realiza graficando dicha variable contra la longitud del proyecto carretero. La Figura 5 muestra un ejemplo de esta gráfica. En ella se utiliza como respuesta medida en el pavimento el valor del Índice de Regularidad Internacional (IRI).

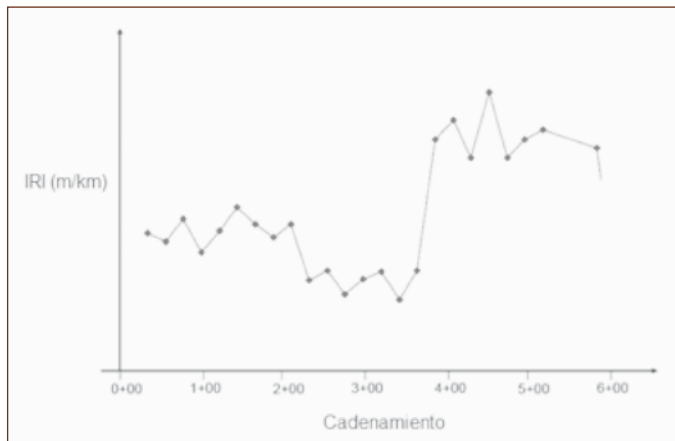


Figura 5. Respuesta medida en el pavimento vs cadenamiento.

La metodología más empleada para proyectos carreteros en la delimitación de tramos homogéneos es la propuesta por la guía de diseño de pavimentos AASHTO 93 en su apéndice J donde describe el “Método de diferencias acumuladas” o método de la respuesta medida en el pavimento. Este método es una herramienta que permite delimitar estadísticamente tramos homogéneos utilizando mediciones de respuesta del pavimento como son las deflexiones, la serviciabilidad, la fricción, el tránsito, el IRI, el número estructural SN, entre los más empleados. Por lo general la respuesta que más se utiliza es la deflexión máxima.

De manera general a lo largo de un tramo carretero o de estudio se presentan distintos valores de “respuesta del pavimento” como pueden ser el IRI, la

rodera, el número estructural SN, etc. Estas respuestas pueden representarse con el esquema a) de la Figura 6 donde la respuesta del pavimento está definida por los subíndices r_1 , r_2 , r_3 , etc. Con dichas respuestas y con las longitudes ubicadas entre “estación y estación” se puede obtener las áreas acumulativas totales tal y como se representa esquemáticamente en la Figura 7. En la Figura 8 Z_x es la diferencia en áreas acumuladas para cualquier valor de x . En dicha figura se observa que cada límite de tramo o unidad coincide con el lugar de cambio de pendiente de Z_x (de positiva a negativa o viceversa). Este concepto fundamental es la base utilizada para determinar analíticamente la ubicación de los límites de los tramos o zonas homogéneas. En otras palabras en cada cambio de pendiente termina y/o inicia un tramo homogéneo. Se sugiere consultar el anexo J de la metodología de la AASHTO 93 para mayor detalle de los algoritmos de cálculo utilizados.

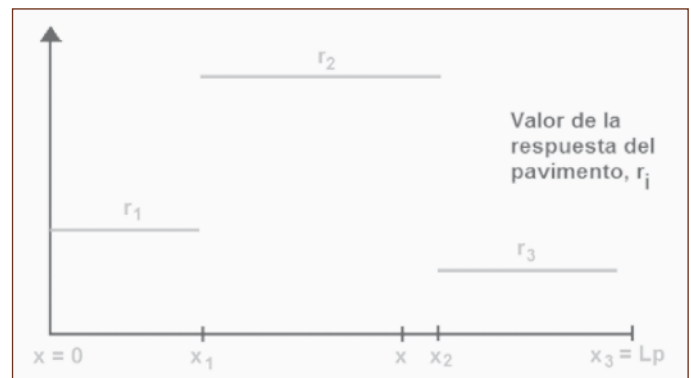


Figura 6. Respuesta del pavimento (IRI, deflexión, etc.) respecto a la longitud total del tramo.

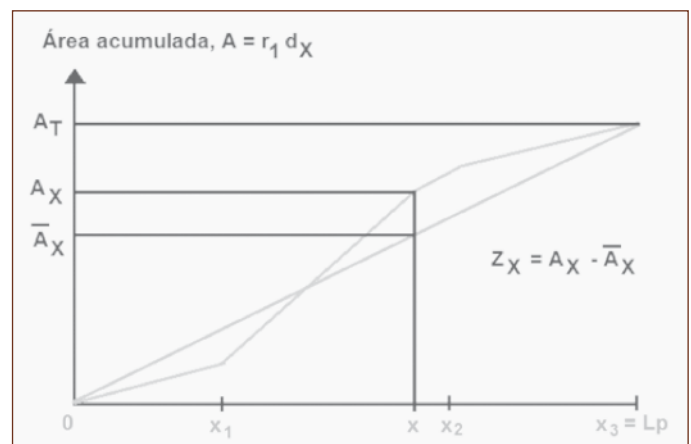


Figura 7. Área acumulada respecto a la longitud total del tramo.

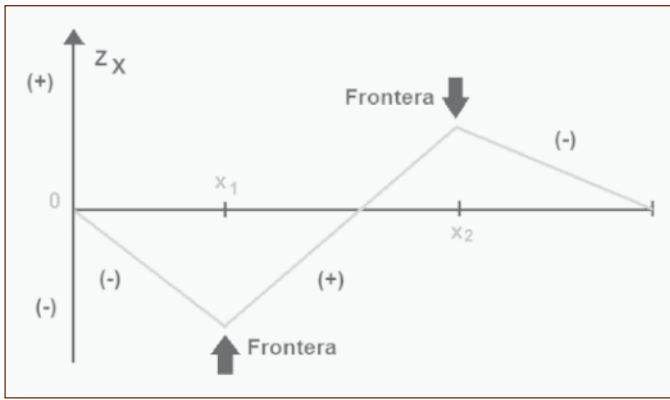


Figura 8. Valor de Z_x respecto a la longitud total del tramo, donde hay cambio de pendiente inicia o termina un tramo homogéneo.

Los ingenieros pueden evaluar más a detalle cada uno de los tramos homogéneos obtenidos para determinar si dos o más tramos pueden combinarse por razones constructivas y económicas. Esta combinación debe hacerse en función de la sensibilidad de los valores de la respuesta del pavimento (deflexión máxima, rodera, IRI, etc.) para diseños de rehabilitación futuros.

Es importante considerar que las soluciones que se planteen para cada tramo delimitado, no deben ser divergentes entre cada uno de ellos y tampoco es conveniente que se apliquen a longitudes de carretera muy pequeñas. Se recomienda que se utilice un criterio para definir una longitud mínima en la delimitación de tramos homogéneos, del orden de 5 km, longitud que se estima de tamaño adecuado para definir soluciones específicas de conservación (DGST, 2015).

Si la delimitación de tramos homogéneos no se hace correctamente, pueden tenerse ineficiencias en la evaluación del pavimento y puede dar como resultado estrategias de rehabilitación o conservación de pavimentos sobre o subdimensionadas lo que trae como resultado deterioros prematuros o altos costos en la construcción.

Tanto en el método de sobreposición de factores como el método de la respuesta medida en el pavimento los tramos homogéneos deben ser de longitud práctica para la construcción.

Ejemplos prácticos de delimitación de tramos homogéneos

A continuación se muestran dos ejemplos sencillos de delimitación de tramos homogéneos. Obsérvese que existen marcados cambios de pendientes en los gráficos, lo que supone muchos tramos homogéneos que por cuestiones prácticas no serían posibles considerar. Queda a juicio del analista la segmentación definitiva de cada tramo homogéneo.

Ejemplo 1 (Figura 9):

- Longitud total del tramo = 59,1 km
- Respuesta considerada = Deflexión máxima (micras)
- Resultado encontrado: 3 tramos homogéneos
- Tramo homogéneo 1 del km 0+000 al km 7+200 (Longitud = 7,2 km)
- Tramo homogéneo 2 del km 7+200 al km 24+900 (Longitud = 17,7 km)
- Tramo homogéneo 3 del km 24+900 al km 59+100 (Longitud = 34,2 km)

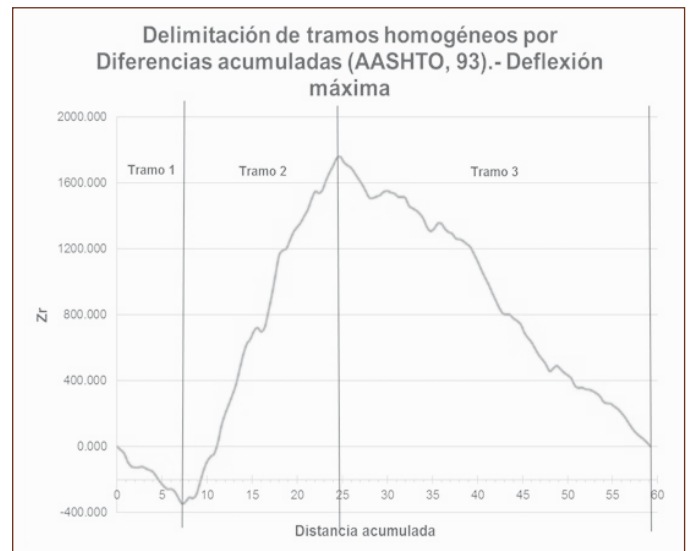


Figura 9. Ejemplo 1 de segmentación de tramos homogéneos.

Ejemplo 2 (Figura 10):

- Longitud total del tramo = 16,9 km
- Respuesta considerada = Deflexión máxima (micras)
- Resultado encontrado: 6 tramos homogéneos

TODA HISTORIA MERECE GRANDES OBRAS



WISE 

INFRAESTRUCTURA • CONCESIONES • MEDIO AMBIENTE

vise@vise.com.mx | 01-800-087-28-51 www.vise.com.mx



Pasión Por Trascender



Seminario Internacional PIARC | Enfoques Globales en Pavimentos Sustentables

Cancún, México / 21 - 22 de agosto de 2017

Invitación

La Asociación Mundial de la Carretera (PIARC) y la Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres (AMIVTAC), a través del Comité Organizador y el Consejo Directivo de la Asociación Mexicana del Asfalto (AMAAC), tienen el privilegio de invitar a investigadores, profesionales y técnicos relacionados a la construcción y mantenimiento de las carreteras a participar en el Seminario Internacional PIARC con el tema: "Enfoques Globales en Pavimentos Sustentables".

Temas:

- Innovaciones de pavimentos.
- Soluciones verdes y materiales sostenibles para pavimentos.
- Sistemas de pavimentos de bajo costo.
- Técnicas no destructivas de monitoreo y prueba de pavimentos.
- Uso de datos de la encuesta sobre pavimentos para diseño y gestión.

Instructivo para autores

Los resúmenes deben estar escritos en inglés.
 Los trabajos deben ser escritos en cualquiera de los idiomas oficiales (Inglés-Español-Francés).
 Los resúmenes y trabajos deben ser enviados por correo electrónico a Paul Garnica, pgarnica@imt.mx y Horacio Delgado, hdelgado@imt.mx
 Las presentaciones orales se pueden realizar en inglés, francés o español, pero las diapositivas de Power Point deben ser en inglés.
 Fecha límite para entregar los resúmenes, **26 de mayo**.
 Fecha límite para envío de documentos finales, **14 de julio**.

Idioma oficial español

Traducción simultánea inglés-español-francés



Informes:

Camino a Santa Teresa 187,
 Tlalpan 14010 CDMX
 Tel. +52 55 5606 7962
 administracion@amaac.org.mx

Datos Bancarios

Asociación Mexicana del Asfalto, A.C.
 Banco: Citibanamex
 Suc: 0541
 Cuenta: 05418612497
 CLABE: 002180054186124978

CUOTAS DE RECUPERACIÓN*							
EVENTO	FECHA DE PAGO	SOCIOS	PONENTES	NO SOCIOS	ESTUDIANTES	EXTRANJEROS	ACOMPAÑANTES
SEMINARIO PIARC / AILA <small>Incluye material, almuerzos, coctel de bienvenida y comida de clausura Miembros del Comité D2 - sin costo</small>	23 JUNIO	\$4,000.00	\$4,000.00	\$5,000.00	\$1,500.00	US\$250.00 NETO Miembros del Comité D2 sin costo	\$4,000.00
	21 JULIO	\$4,400.00	\$4,400.00	\$5,500.00	\$1,800.00		\$4,400.00
	en el EVENTO	\$5,000.00	\$5,000.00	\$6,000.00	\$1,800.00		\$4,500.00
CONGRESO AMAAC <small>Incluye: material, almuerzos, coctel de bienvenida y comida de clausura</small>	23 JUNIO	\$6,500.00	\$4,000.00	\$7,500.00	\$2,000.00	US\$400.00 NETO	\$4,000.00
	21 JULIO	\$7,000.00	\$4,000.00	\$8,200.00	\$2,200.00		\$4,400.00
	en el EVENTO	\$7,500.00	\$5,000.00	\$9,000.00	\$2,500.00		\$4,500.00
Si participa en ambos eventos:	23 JUNIO	\$9,200.00	\$7,000.00	\$11,500.00	\$3,000.00	US\$600.00 NETO	\$7,500.00
	en el EVENTO	\$11,000.00	\$9,000.00	\$14,000.00	\$3,500.00		\$7,500.00

*MÁS IMPUESTOS

www.amaac.org.mx



Asociación Mexicana
del Asfalto A.C.



CONGRESO MEXICANO DEL ASFALTO

Nuestra prioridad: **Preservar los pavimentos asfálticos**

*Expo-***ASFALTO** 2017

23 - 25 de agosto Cancún 2017

INVITACIÓN

La **Asociación Mexicana del Asfalto** (AMAAC) a través del Comité Organizador y su Consejo Directivo, tiene el honor de invitar a los investigadores, profesionales y técnicos relacionados con la fabricación y empleo del asfalto a participar en el:

**DÉCIMO CONGRESO MEXICANO
DEL ASFALTO**
Nuestra prioridad:
Preservar los pavimentos asfálticos

TEMÁTICA

- Asfaltos
- Mezclas asfálticas
- Estructura del pavimento
- Capas de rodadura
- Control de calidad
- Impacto ambiental

TRABAJOS TÉCNICOS

AMAAC invita a los especialistas y técnicos en la materia, nacionales y extranjeros, a presentar trabajos sobre la temática donde los autores tienen la libertad de darle el enfoque que consideren adecuado.

Deberán mandar resumen con un máximo de 400 palabras, a más tardar el **28 de abril** a fin de que sean evaluados por el Comité Técnico, el cual notificará su aceptación antes del viernes **19 de mayo**.

Los trabajos aceptados tienen que ser entregados, como fecha límite, el **lunes 31 de julio**. Los resúmenes y los trabajos aceptados deben ser enviados a los correos electrónicos:

tecnico@amaac.org.mx tecnico2@amaac.org.mx

IDIOMA OFICIAL ESPAÑOL

Habrá traducción simultánea español-inglés-español

TALLERES

Como complemento a nuestro Congreso se llevarán a cabo talleres donde se analizarán de manera práctica, temas de interés sobre nuevas tecnologías.

Cupo limitado. Registrarse con antelación

PROGRAMA DE ACOMPAÑANTES

Cancún y sus alrededores tienen tantas bellezas naturales, la variedad de tonalidades de su mar, magníficos sitios para bucear, vestigios de la cultura maya, arte pre-hispánico, modernos centros comerciales, restaurantes, que nos exige preparar un excelente programa de acompañantes que cubra en gran parte las expectativas deseadas, el cual daremos a conocer oportunamente.

Informes

Camino a Santa Teresa 187,
Tlalpan 14010 CDMX

Tel. + 52 55 5606 7962

administracion@amaac.org.mx

congresoamaac.com.mx



IBEROSTAR
HOTELS & RESORTS

Reservaciones:

congresoamaac.com.mx/hospedaje

#10CongresoAMAAC



Preservar es asfaltar



20^o



AMAAC

años

1997-2017

A N I V E R S A R I O

20 años de historia

- Tramo homogéneo 1 del km 0+000 al km 4+200 (Longitud = 4,2 km)
- Tramo homogéneo 2 del km 4+200 al km 5+200 (Longitud = 1,0 km)
- Tramo homogéneo 3 del km 5+200 al km 7+400 (Longitud = 2,2 km)
- Tramo homogéneo 4 del km 7+400 al km 11+500 (Longitud = 4,1 km)
- Tramo homogéneo 5 del km 11+500 al km 13+500 (Longitud = 2,0 km)
- Tramo homogéneo 6 del km 13+500 al km 16+900 (Longitud = 3,4 km)

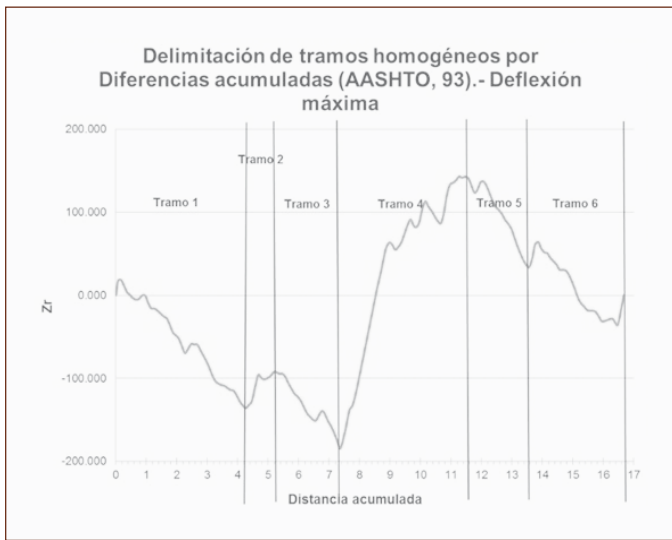


Figura 10. Ejemplo 2 de segmentación de tramos homogéneos.

Las Figuras 11, 12 y 13 muestran el desarrollo normal gráfico para la obtención de tramos homogéneos (sugerida).

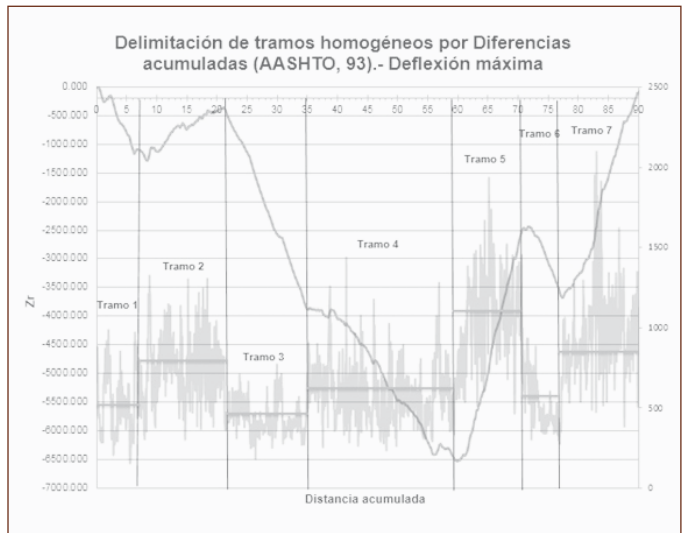


Figura 11. Delimitación de tramos homogéneos (proceso).

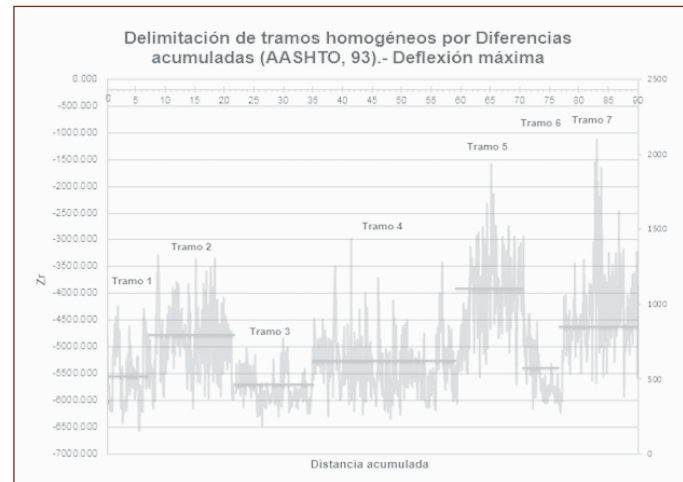


Figura 12. Delimitación de tramos homogéneos (eliminación de líneas verticales de frontera).

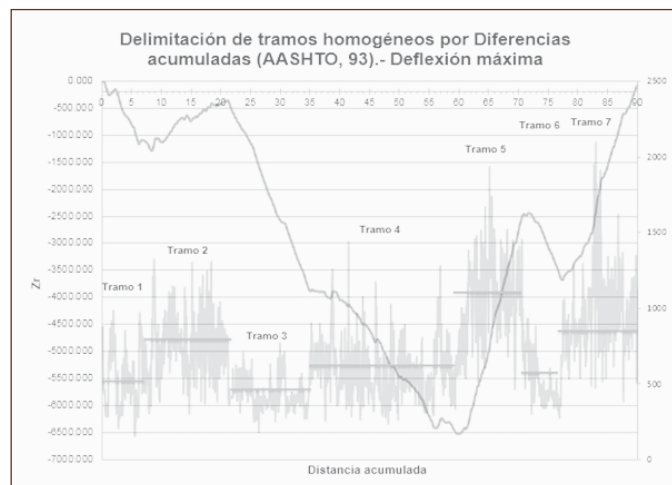



Figura 13. Tramos de frontera finales.

Conclusiones

La delimitación de tramos homogéneos para actividades de conservación y reconstrucción de pavimentos juega un papel muy importante en la evaluación estructural de los mismos. Las metodologías de análisis vistas deben de aplicarse con criterio y sensibilidad técnica por parte del diseñador o analista quien en base a aspectos prácticos debe elegir de manera correcta la delimitación de estos segmentos, lo cual contribuye a definir con mayor certeza y certidumbre las acciones de mantenimiento correctas en aras de brindar las mejores propuestas técnicas y económicas que impactan al usuario de la carretera. 

¿Quieres profundizar?

- American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO (1993). "Design of pavement structures", Washington DC, EUA.
- Bennet C. (2004). "Sectioning of road data for pavement management", Sixth International Conference on Managing Pavements, Proceedings, Brisbane, Australia.
- Cafiso S. and Di Graziano A. (2012). "Definition of homogenous sections in road pavement measurements", 5th International Congress Sustainability of Road Infrastructures.
- Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) (2015). "Guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México 2014", Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT, México.
- Federal Highway Administration FHWA (2002). "Introduction to Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavements", National Highway Institute, Reference Manual Module 5.1 Structural evaluation of existing pavements, NHI Course No. 131064, EUA.
- Instituto Mexicano del Transporte IMT (2015). "Taller de evaluación de características superficiales y estructurales de pavimentos", Curso de Actualización Post-profesional, Sanfandila Querétaro, México.
- Kennedy J., Shalaby A. and Van Cauwen-berghe R. (2000). "Dynamic segmentation of pavement surface condition data", 3rd Transportation Specialty Conference of the Canadian Society for Civil Engineering, London Ontario Canada.
- Krawczyk B. and Szydło A. (2013). "Identification of homogeneous pavement sections", Journal Roads and Bridges, Road and Bridge Research Institute, Polonia.
- Syed H. and Sudhir V. (2015). "Another look at delineation of uniform pavement sections based on FWD deflections data", Canadian Journal of Civil Engineering.
- Thomas F., Weninger-Vycudil A. and Simanek P. (2004). "Automated segmentation of pavement measurements based on Bayesian Ideas: Experiences from Austria", Sixth International Conference on Managing Pavements, Proceedings, Brisbane, Australia.
- Thomas F. (2004). "Generating homogeneous road sections based on surface measurements: available methods", 2nd European Pavements and Asset Management Conference, Berlin, Alemania.

Síguenos en redes sociales:

     AMAACmx

#EligeAsfalto

Los peligros de trabajar en la noche

Úna Connolly
Asphalt Pavement Magazine

Las zonas de trabajo tienen múltiples peligros. Los trabajadores usan ropas Clase 3, las cuales tienen cinta reflectiva en brazos y piernas, para ayudar a identificarlos como personas a distancia.

Los conductores estadounidenses están protestando. Quieren caminos lisos, bien conservados y ellos no quieren tener la molestia de los cierres de carreteras. En una investigación nacional recientemente realizada por la Alianza de Pavimentos Asfálticos (Asphalt Pavement Alliance), ocho de diez conductores dijeron que deseaban que existiera un mantenimiento de carreteras en las horas de menos tránsito. En otras palabras significa que el trabajo sea realizado durante las noches, lo cual puede ser peligroso tanto para los trabajadores que colocan conos y barreras como para los conductores que deben manejar por una zona de trabajo.

Es muy interesante notar que mientras los trabajadores a menudo perciben la velocidad de los conductores más alta por la noche, a su vez sienten que su seguridad está más comprometida durante los turnos nocturnos, los escasos datos sobre accidentes durante la noche y el día niegan esta percepción. El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (*National Institute of Occupational Safety and Health*) confirma esta aseveración basándose en el examen de lesiones graves por accidentes de trabajo y concluyó que “*el trabajo nocturno no es responsable del total aumento de muertes de trabajadores en las carreteras*”.

Pero existen riesgos que son inherentes al trabajo nocturno. La Oficina de Estadísticas Laborales (*Bureau of Labor Statistics*) muestra datos de que el 37% de las fatalidades en la zona de trabajo ocurren durante la noche.

Riesgos del trabajo nocturno

Entonces, ¿por qué el trabajo nocturno es tan peligroso? Primeramente, existe una visibilidad reducida para los conductores. Los nuevos formatos de tráfico en una zona de trabajo pueden hacer difícil el tránsito por el área a los conductores. Las marcas en las carreteras pueden ser débiles o poco claras, los señalamientos pueden estar demasiado cerca de la zona del trabajo para poder tomar con tiempo las precauciones necesarias, y el tránsito de camiones pesados puede ser más intenso.

El alumbrado deficiente y mal colocado pueden producir deslumbramiento y reflejos a los conductores cuando estén transitando por la zona de trabajo. Los

Proteger en el turno nocturno al conductor es una situación peligrosa, y para uno mismo también.

Amor, paz y... asfalto

datos históricos



Cuarto Consejo Directivo – Asfalto: la gran alternativa en el futuro de los pavimentos

La capacitación ha sido una de las principales acciones que desde su creación ha desempeñado AMAAC, Rafael Ángel Limón Limón, Presidente del Cuarto Consejo Directivo de AMAAC, fortaleció esta labor, realizando una intensa capacitación a través de innovadores proyectos, tanto en el país como en el extranjero mediante seminarios, conferencias y talleres, destacando los cursos-taller itinerantes, impartidos en 22 ciudades del país.

Es con este Consejo Directivo cuando se firma el convenio de colaboración con la NAPA, para traducir manuales de interés para México y Latinoamérica.

Durante esta gestión que logró congregarse a 191 socios, se creó **ASFÁLTICA** que alcanzó pronto la aceptación y el reconocimiento de profesionales del asfalto en nuestro país y en el extranjero. Nuestra revista **ASFÁLTICA** llegó para constituir un legado permanente de AMAAC.



Quinto Consejo Directivo — La meta: crecer con calidad

La certificación de empresas, procesos y productos de todos los que integran la cadena productiva de la industria del asfalto es el reto que el Quinto Consejo Directivo se fijó desde el inicio de su gestión para cumplir con uno de los objetivos básicos de AMAAC, que es la Calidad.

Dirigida por Fernando Pérez Holder (2005-2007), continuó con las acciones emprendidas por sus antecesores, promoviendo con gran acierto la creación del Premio AMAAC: "Jorge A. Cabezut Boo", que desde entonces convoca a los socios de AMAAC y al público en general al concurso bienal, a fin de impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico en materia de asfaltos.

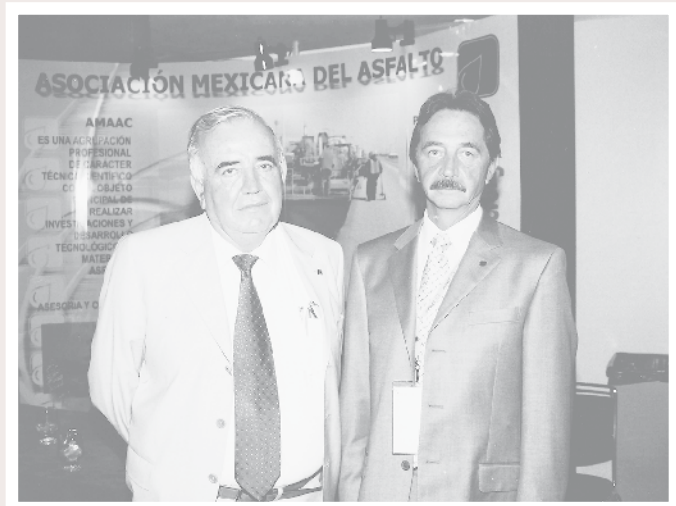
Dado el interés mostrado por los lectores de la revista **ASFÁLTICA** se modificó su periodicidad para publicarse en forma trimestral, además de ampliar el tiro a 2,500 ejemplares.

Se promovió intensamente el crecimiento de la membresía de socios, alcanzando la cifra de 235 socios activos trabajando unidos y en armonía para alcanzar un mismo ideal: crecer con calidad.

RUMBO AL XX ANIVERSARIO

Sexto Consejo Directivo — Por pavimentos de clase mundial

Para concretar los avances tecnológicos alcanzados durante más de una década de estudio y ante la necesidad de modificar los procedimientos de diseño de construcción para lograr los mejores desempeños de esas estructuras, que ofrecieran la optimización en los costos de mantenimiento, rehabilitación y sobre todo, en los de operación de los usuarios, el Sexto Consejo Directivo (2007-2009), encabezado por Roberto Garza Cabello, integró un comité técnico para impulsar propuestas de cambios y nuevas normas que permitieron garantizar la aplicación, control de calidad y duración de los pavimentos flexibles. El cúmulo de experiencias antes obtenidas y las extensas reuniones de trabajo llevadas a cabo, permitieron la elaboración del Protocolo AMAAC sobre diseño y control de calidad para mezclas asfálticas de granulometría densa de alto desempeño, complementada con ocho recomendaciones técnicas de alternativas de solución para su uso. Es en este periodo cuando se dejó establecido el convenio para llevar a cabo el programa especial AMAAC-IPADE con la finalidad de fortalecer el sentido ético de las empresas y la formación directiva de los socios. Excelentes logros alcanzados por AMAAC, que ya contaba con 260 socios.



conductores que transitan por la noche generalmente son los más perjudicados por beber alcohol, ingerir drogas, o por falta de sueño en comparación con los conductores de día.

Algunos trabajadores son más afectados que otros cuando rolan turnos o durante los turnos nocturnos. El cambio del ciclo biológico del sueño puede causar estrés psicológico. El 20% de los trabajadores que laboran en turnos nocturnos reportan desórdenes relacionados con el sueño. Los trabajadores de más edad parecen ser menos tolerantes a los efectos de los cambios de sueño que los más jóvenes. Algunos estudios señalan una asociación entre el trabajo en turno nocturno y problemas físicos, tales como enfermedades del corazón y la gran frecuencia de lesiones graves. Los impactos negativos por problemas maritales, de padres y madres, y de actividades de comunidad, también se cree que están asociados con el trabajo nocturno. En un estudio de operaciones de trabajo nocturno, los trabajadores reportaron que los retos asociados con el trabajo de noche incluyen la naturaleza esporádica del trabajo nocturno, lo cual puede hacer difícil ajustarse a un horario nocturno. Los trabajadores a menudo también tienen que realizar turnos dobles de noche y de día.

Capacitación

Para combatir los riesgos del trabajo nocturno, la primera medida de defensa es la protección del trabajador. Asegurar que los trabajadores estén familiarizados con el plan temporal de control de tráfico (TTCP). Los cambios en las noches y los cambios durante el turno deberán ser transmitidos a la cuadrilla. Los trabajadores deberán saber donde está permitido: el tráfico, los vehículos y el equipo de trabajo y que carriles están abiertos. La planeación óptima para la seguridad de las operaciones nocturnas deberá dirigirse tanto a los vehículos de la construcción como a los vehículos que transitan.

Para trabajar con seguridad durante la noche, los trabajadores deberán seguir los siguientes pasos:

- Saber el lugar y las rutas de seguridad, el lugar de estacionamiento para empleados, los baños y otros servicios.
- Ser conscientes de los peligros específicos del proyecto, como son los de electricidad, caídas

peligrosas, materiales peligrosos y trabajo de excavación.

Con menos visibilidad, aún los pequeños cambios en el lugar de trabajo deberán ser abordados con los trabajadores.

Alta visibilidad

Entonces, ¿cuáles son algunos de los principales puntos clave de seguridad, que podemos emplear para mantener seguros a nuestros trabajadores? Número uno: hacer que cada uno esté tan visible como sea posible en la zona de trabajo. El equipo de seguridad puede afectar en gran medida la visibilidad del trabajador. La decisión y distancia de la maniobra —el tiempo que toma a un conductor ver al trabajador y hacer cambios de velocidad o esquivarlo— es más de cinco veces mayor con ropa reflectiva que con ropas regulares de colores oscuros o aún siendo anaranjada también. Con esta decisión en aumento y la distancia de maniobra, los trabajadores, conductores y el equipo están mucho más a salvo de tener un accidente y se reducen los peligros de daños, heridas o muerte.

Las normas de ANSI y el Manual de Dispositivos y Uniformes de Control de Tráfico (*Manual of Uniform Traffic Control Devices-MUTCD*) de DOT requieren de ropas Clase 2 para trabajo de día y Clase 3 para trabajo de noche. Existen tres requisitos de prueba básica para el cumplimiento de ANSI. El material de referencia y la reflectividad deberán pasar a través de una batería de pruebas que incluyen brillantez, decoloración y durabilidad. Deben ser probados por terceros para la aprobación de ANSI.

En relación a la ropa Clase 3, es muy conveniente observar que al usar esta vestimenta es especialmente importante que sea cuando los trabajadores estén expuestos a lugares de tráfico de alta velocidad y/o a condiciones donde la visibilidad para detectar a los trabajadores pueda ser reducida. Las ropas Clase 3 tienen material reflectante tanto en los pantalones como en las mangas, lo cual facilita a los conductores identificar al trabajador como una persona porque pueden ver las piernas y los brazos moviéndose. Las ropas ahora usan material “retro-reflectante”, el cual refleja la luz que sale de los faros delanteros de los vehículos. Esto es referido como “iluminación

EMULSIFICANTES ASFÁLTICOS
ADITIVOS PARA MEZCLA TIBIA
ADITIVOS DE ADHERENCIA
MODIFICADORES REOLÓGICOS
ENTRECRUZANTE DE POLÍMEROS
ADITIVOS RAP



Enriching lives, in harmony with nature.



(33) 3284-1000 eXT. 1020, 1044, 1071.

ventas@quimikao.com.mx

www.quimikao.com.mx



Una llamada. Una compañía. Innumerables soluciones.



DISTRIBUIDOR NACIONAL PLANTAS DE ASFALTO DE CONTRA FLUJO



CAPACIDADES: 50, 80, 120, 160, 200, 260 y 300 TPH

VENTA • RENTA • SERVICIOS • REFACCIONES

Contamos con 14 sucursales en la República Mexicana

ameco.com.mx

Tel:(55) 8503 3500

01 800 11 AMECO 26326

Autopista México-Querétaro No. 3065-A, Col. Industrial Tlaxcolpan, Tlalneantla, C.P. 54040, Estado de México

pasiva”. A pesar de que estos materiales se ensucian y necesitan limpieza o reemplazo periódicamente, mantienen su efectividad.

Los trabajadores deben ser visibles a través de una gran serie de movimientos corporales a una distancia mínima identificable como personas de 400 metros. Los tipos de trabajo que requieren ropa Clase 3 incluyen a los abanderados, trabajadores de la construcción de caminos, cuadrillas de localización de servicios, y prestadores de servicios de emergencias.

La ropa reflectante no es la única técnica disponible para aumentar la visibilidad durante la noche. Las luces intermitentes sobre el cuerpo de un trabajador o de su ropa —la luz LED, la cinta reflejante en el equipo, y especialmente el alumbrado apropiado en el área de trabajo son todas buenas opciones para aumentar la visibilidad. A esto se le llama “iluminación activa”. El uso de señales, aparatos de canalización, y otros dispositivos pueden tomarse en cuenta para horarios de reacción más larga en donde exista baja visibilidad/luz.

Abanderamiento nocturno

Los abanderados tienen mayores riesgos cuando esta actividad es llevada a cabo por las noches. Debido a los peligros que involucra, como la visibilidad reducida y los conductores ebrios o drogados, generalmente se recomienda que los abanderados sólo se ocupen para operaciones nocturnas en caso de ser completamente necesario. Es imperativo utilizar la iluminación temporal para todos los abanderamientos. Si el abanderamiento debe ser utilizado, será necesario asegurarse de seguir todos los lineamientos MUTCD. Las operaciones adecuadas incluyen la suficiente iluminación, evitar tener que detener el tráfico, el señalamiento anticipado en la zona de trabajo, y la buena distancia de visibilidad. Es primordial asegurarse de que el abanderamiento esté en una posición protegida con al menos un plan de escape. Sobre todo, el abanderado deberá estar en Clase 3 o equipo Clase E de la noche. Visitar el sitio: <http://mutcd.fhwa.dot.gov>, para más información.

Pero es mucho mejor no utilizar un trabajador para el abanderamiento durante la noche, si es posible. Es mejor utilizar señales temporales o personal de la policía que el abanderamiento. Otras alternativas



específicas son el uso de señales de tránsito temporales, AFADS (Aparatos de ayuda automática de abanderamiento) y los bloques rodantes de carretera.

Aunque el trabajo nocturno implica riesgos adicionales, puede ser seguro para los trabajadores y automovilistas si el área de trabajo está apropiadamente dispuesta, si los trabajadores están capacitados y los vehículos y trabajadores están visibles para el público viajero y el equipo de construcción. Al proporcionar mejores planes de control de tráfico los automovilistas podrán tomar su camino a través de las zonas de trabajo, asegurando el conducir con seguridad por el área. Suministrando una mejor iluminación y señalamiento permitirá a los conductores tomar las decisiones correctas para maniobrar adecuadamente. Al asegurarse de que todos estén alerta y listos para trabajar disminuirá la probabilidad de la toma de decisiones incorrectas que pueden ocasionar peligros, y los trabajadores usando ropas Clase 3, para hacerlos más visibles, resultara un lugar de trabajo más seguro y efectivo.

La planeación adecuada significa que todos van a casa sanos y salvos, conductores, trabajadores y operadores.

Las aceras de asfalto son las más ecológicas

Joan-Manuel F. Mendoza,
Jordi Oliver-Solà, Xavier Gabarrell,
Joan Rieradevall, Alejandro Josa,
Transportation Research

Un estudio de la Universidad Autónoma de Barcelona, UAB, analiza el impacto de la construcción del pavimento en la naturaleza

Aunque dura menos que otros materiales, el asfalto es el material más respetuoso con el medio ambiente, según un estudio realizado por la Universidad Autónoma de Barcelona, en colaboración con la Politécnica y con la empresa Inèdit. El asfalto dura 15 años, pero genera un escaso consumo de energía y de emisiones de CO₂ durante su vida, revela la investigación.



Para reducir el consumo de energía fósil y de emisiones de CO₂ asociados al transporte urbano, en la planificación urbanística se suele poner mucho énfasis en promover los desplazamientos a pie, mediante la construcción de pavimentos adecuados, tanto desde el punto de vista técnico como económico y estético.

Pero la construcción de estos pavimentos y su mantenimiento producen importantes consumos energéticos y gases de efecto invernadero que deben tenerse en cuenta en los balances ambientales asociados al fomento de la movilidad sostenible.



POLÍMEROS

BUTONAL NX-4190

Polímero SBR líquido para emulsiones

LOTADER AX-8900

Terpolímero reactivo de etileno

EMULSIFICANTES

Catiónicos

Diferentes tipos de rompimiento

ADITIVOS

Promotores de adherencia

Modificadores reológicos

tel. 01 (33) 3684-6880 www.quimicaboss.com.mx asfaltos@quimicaboss.com.mx



Asociación Mexicana
del Asfalto A.C.

PRÓXIMAMENTE...



CUARTA REUNIÓN ACADÉMICO ESTUDIANTIL AMAAC

★ PAVIMENTOS ASFÁLTICOS ★

OCTUBRE 2017

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

AMAAC.ORG.MX

Un equipo de investigadores de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), en colaboración con la empresa SPIN OFF de la UAB Inèdit y la Universidad Politécnica de Cataluña, ha añadido el estudio ambiental del ciclo de vida de los materiales de estos pavimentos para que el proceso de diseño sea realmente completo, si se pretende minimizar el impacto ambiental. El artículo ha sido publicado en *Transportation Research* y resumido por SINC.

Los científicos han analizado tres tipos de materiales utilizados ampliamente en la construcción de aceras: losas de granito, hormigón y asfalto. Han hecho un inventario de la aportación a la emisión de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida completo de estos tres materiales, a partir de la energía consumida en todo el proceso de producción, transporte, construcción y mantenimiento.

Medición del impacto ambiental en todo el proceso

Para ello han contabilizado el impacto desde el momento de la fabricación de las losas, ya sea a partir de agregados en el caso del cemento del hormigón, o a partir del petróleo en el caso del asfalto; o desde la extracción y el procesado de la roca en el caso del granito; pasando por todo el período de transporte y colocación, así como por las sucesivas sustituciones de la capa más superficial del pavimento por mantenimiento y reparaciones; hasta la de construcción final de la acera.


Mientras el promedio de la vida útil del pavimento de granito y de hormigón está entre los 20 y los 45 años respectivamente, en el caso del asfalto está en tan sólo 15 años. Los investigadores han incorporado 9 escenarios de variabilidad de la vida útil para determinar cuál es el mejor pavimento, por qué y en qué condiciones.

Los resultados indican que la durabilidad de cada diseño tiene un papel fundamental en reducir la demanda total de energía y emisiones de CO₂ de las aceras, pudiendo alcanzar reducciones del impacto ambiental de más del 60% en todos los casos.

Cuando se comparan diferentes diseños constructivos, las ganancias ambientales vienen determinadas por el tipo de materiales utilizados más que por la durabilidad de los pavimentos.

En términos de contribución al calentamiento global, medida según una magnitud que los científicos llaman potencial de calentamiento global (Global Warming Potential o GWP), el estudio indica, para un período de análisis de 45 años, que las aceras de asfalto con una durabilidad de 15 años son la mejor solución para reducir las emisiones totales de CO₂.

Éstas emiten un 2,2% menos CO₂ que las aceras de hormigón con una durabilidad de 35 años y un 22% menos CO₂ que las aceras de granito de 45 años de durabilidad, aun suponiendo que las aceras de asfalto tienen dos veces más operaciones de mantenimiento y reparación.

Sólo cuando se prevé que la duración del pavimento de hormigón supere los 35 años, ésta es la solución más respetuosa con el medio ambiente. El granito, en cambio, debería durar mucho más de 45 años para reducir las emisiones asociadas a las aceras de asfalto y hormigón. 

Diseño de una base estabilizada con asfalto espumado

Metodología general del diseño

Domingo E. Campos Hernández, estudiante de maestría UAQ,
Fidel García Hernández, estudiante de doctorado UACH,
María de la Luz Pérez Rea, profesor UAQ,
Horacio Delgado Alamilla, investigador IMT

Introducción

La normativa mexicana existente de materiales para pavimentos N-CMT-4-02-003/04, “Materiales para Bases Tratadas”, detalla los requisitos de calidad necesarios de bases de pavimentos asfálticos y pavimentos de concreto hidráulico. Dicha normativa tiene el enfoque de utilizar los materiales que no cumplieron los parámetros establecidos en la Norma N-CMT-4-02-002/04, mediante la incorporación de algún producto adicional que modifique alguna de sus características físicas; generalmente haciéndolos más rígidos y resistentes.

Dentro de este ramo se encuentra la clasificación “B.4. Materiales estabilizados con asfalto, que habla de la incorporación, en caliente o en frío, de cuatro (4) o cinco (5) por ciento de masa de cemento asfáltico para formar una capa de concreto asfáltico magro”. Sin embargo, esta normativa no contempla el uso de otras técnicas de estabilización con asfalto como puede ser la tecnología denominada *Asfalto espumado*, la cual tiene un comportamiento diferente al de una base negra debido a que el asfalto no forma una fase continua en mezcla de materiales.

El asfalto espumado se realiza mediante la inyección de una pequeña cantidad de agua fría con aire comprimido sobre asfalto caliente, el intercambio de calor espontáneo deriva en un fenómeno físico que espuma al asfalto (no hay proceso químico). Este proceso altera temporalmente las propiedades físicas del asfalto, ya que el asfalto caliente entra en contacto con el agua fría, provocando que este último se convierta en vapor, el cual es atrapado por miles de pequeñas burbujas de asfalto.

El asfalto espumado tiene diversas aplicaciones como es la estabilización de bases granulares o recicladas, al igual que aplicaciones en mezclas asfálticas como mezclas tibias. En México, la única aplicación que se ha utilizado y evaluado es como estabilizador de bases hidráulicas con material reciclado. Sin embargo, no existen referencias en la normativa mexicana para clasificar y diseñar este tipo de bases estabilizadas. Por lo cual, en este primer artículo se presenta una descripción general de los puntos que considera la metodología de diseño descrita en el manual de reciclado en frío de Wirtgen (*Wirtgen Cold Recycling Technology 2012*).

Antecedentes

En la Estación Experimental de Ingeniería de la Universidad del Estado de Iowa en EUA, el Dr. Ladis H. Csanyi, analizó la posibilidad de utilizar la espuma de asfalto formada a partir del choque térmico que se produce al mezclar el asfalto con vapor de agua (Csanyi, 1957), en ese entonces se diseñó una cámara especial para producir dicho fenómeno denominada como Cámara de Expansión, la cual posteriormente fue patentada por la empresa Mobil (1968), ajustando el proceso original utilizando agua fría en vez de vapor, obteniendo un proceso más económico y práctico.

Dentro de las propiedades que se obtienen al producir espuma de asfalto, éste reduce su viscosi-

dad considerablemente y en caso contrario aumenta las propiedades adherentes con los agregados, lo que posibilita mezclarse inclusive con materiales fríos y húmedos. La Figura 1 presenta el laboratorio de espumado Wirtgen WLB-10S y esquematiza el proceso de espumado del asfalto en la cámara de expansión del equipo.

Es importante señalar que el estado de espuma se mantiene durante un corto periodo de tiempo (15-30 segundos), para posteriormente colapsar, por lo que es importante determinar la correcta combinación *porcentaje de agua-temperatura del asfalto* para lograr las mejores condiciones espumantes del asfalto.



Figura 1. Equipo de laboratorio Wirtgen WLB-10s, cámara de expansión para asfalto espumado.

Llévanos contigo...
¡Descarga nuestra App!



Parámetros espumantes

El objetivo de conocer los parámetros espumantes es determinar el porcentaje de agua, así como la temperatura óptima del asfalto que se requiere para producir las mejores propiedades espumantes de un asfalto, con el propósito de obtener una mayor área de contacto y un mejor revestimiento de los agregados a estabilizar.

Las propiedades espumantes para cada tipo de asfalto se determinan mediante dos parámetros: Relación de expansión y vida media.

Relación de Expansión (Re)

Es una medida de la viscosidad del asfalto espumado, calculado como la proporción máxima del volumen de la espuma respecto del volumen original del asfalto.

Vida Media ($\tau_{1/2}$)

Es una medida de la estabilidad del asfalto espumado, calculado como el tiempo tomado en segundos por la espuma en colapsar a la mitad de su volumen máximo.

La metodología consiste en analizar el volumen máximo del asfalto espumado mediante una varilla y cubeta de medición diseñados especialmente para dicho propósito (Figura 2), a la par se registra el tiempo en el cual el volumen máximo expandido ha colapsado.

El esquema de medición de estos dos parámetros se presenta en la Figura 3.



Figura 2. Varilla y cubeta de medición para asfalto espumado.

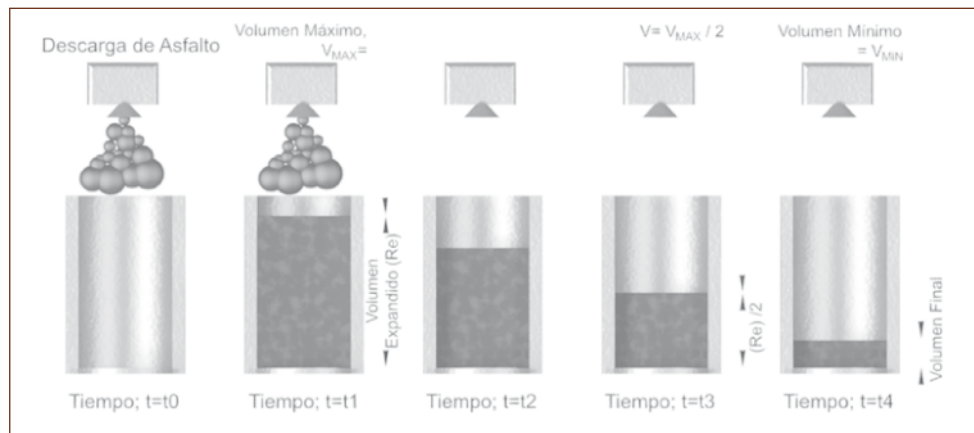


Figura 3. Colapso del asfalto espumado después de realizar la descarga.

Diferencias entre mezcla asfáltica vs estabilización con asfalto espumado

Al analizar la unión de una mezcla asfáltica, el agregado se encuentra completamente cubierto por una capa de asfalto, la diferencia es que el asfalto espumado produce una unión discontinua (Figura 4).

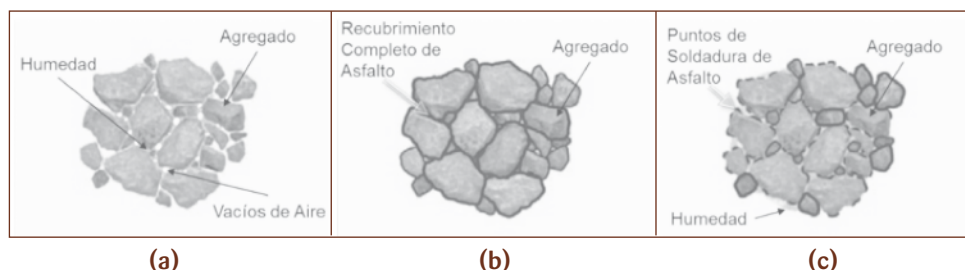


Figura 4. Material granular (a) No unido, (b) Unión continua (c) Unión discontinua.

La mezcla de asfalto espumado funciona encapsulando y uniendo las pequeñas partículas finas, las que en conjunto con los agregados trabajan como pequeños puntos de soldadura. (Figura 5).

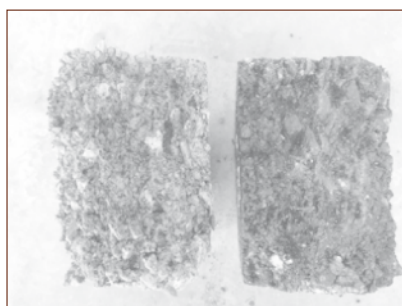


Figura 5. Comparación de una probeta de Base estabilizada con asfalto espumado (a) vs Mezcla asfáltica (b).

Diseño de una base estabilizada con asfalto espumado

La estabilización de una base mediante asfalto espumado tiene como propósito construir una base de alta calidad mediante la reutilización de los materiales existentes en la estructura del pavimento. Dando como resultado una base granular con unión discontinua, mejorando tanto su cohesión como su susceptibilidad a la humedad, manteniendo el ángulo de fricción interna de la base hidráulica.

El diseño de una base estabilizada con asfalto espumado, debe tener en cuenta las diferentes etapas de análisis (Figura 6):

- Caracterización de los materiales a utilizar (Material pétreo, asfáltico y RAP).
- Determinación de la granulometría de diseño.
- Determinación de las propiedades espumantes del asfalto.
- Diseño de la mezcla de materiales (Fórmula de trabajo).

- Nivel 1: Determinación de la necesidad de “Filler activo”.
- Nivel 2: Determinación del contenido óptimo de asfalto espumado.
- Nivel 3: Determinación de propiedades mecánicas.



Figura 6. Elementos fundamentales para el diseño de una base estabilizada con asfalto espumado.

Para simplificación de los puntos mostrados anteriormente, se presenta un diagrama de flujo del proceso de diseño (Figura 7).

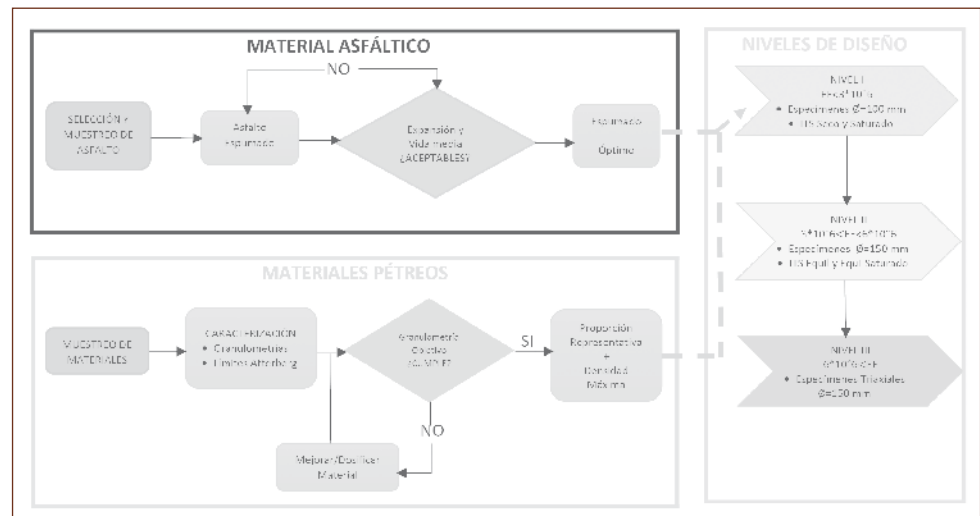


Figura 7. Diagrama de flujo para diseño de base estabilizada con asfalto espumado.


Niveles de diseño para una base estabilizada con A.E.

La metodología para el diseño de la base estabilizada con asfalto espumado considera tres niveles de diseño, los cuales están definidos de acuerdo con el tránsito al cual va estar sometido el pavimento asfáltico. Los cuales se describen a continuación:

Nivel I: Necesidad de filler activo. El presente nivel de diseño tiene como objetivo establecer si la mezcla de materiales (base hidráulica-RAP) necesita la

inclusión de un filler activo. Para esta determinación se realizará un ensayo de susceptibilidad a la humedad mediante el ensayo de TSR (Tensile Strength Ratio, por sus siglas en inglés) también conocido como relación de resistencia a la tensión. Los dos filler activos utilizados para este tipo de material son la cal y el cemento Portland en porcentajes de 1%. Por lo cual, se realiza una evaluación con cada una de las tres variables (sin filler, 1% de cal y 1% de cemento).

Nivel II: Determinación del contenido de asfalto espumado. En este nivel, se pretende determinar el contenido óptimo de asfalto espumado que requiere el material. Una vez seleccionada una de las tres variantes analizadas en el Nivel I, se realiza un barrido de contenidos de asfalto espumado (4 porcentajes), determinando el mejor desempeño mediante el ensayo de susceptibilidad a la humedad. Los rangos de contenido de asfalto espumado varían de acuerdo a los materiales, porcentaje de RAP y características de compactación de la mezcla de materiales. En general, los contenidos se encuentran en el rango de 2,0% a 3,0%. Después de esta evaluación se tendrá determinada la mezcla de materiales (fórmula de trabajo).

Nivel III: Propiedades mecánicas. Este nivel tiene como objetivo evaluar las propiedades mecánicas de la mezcla de materiales definidas en los dos niveles previos. Los parámetros a evaluar son el valor de cohesión y el ángulo de fricción interna, los cuales serán determinados mediante un ensayo triaxial. 

¿Quieres profundizar?

- Csanyi, L. (1957). Foamed Asphalt in Bituminous Paving Mixes. En *Highway Research Board Bulletin Volume 10 No. 160* (págs. 108-122).
- N-CMT-4-02-002/04. (15 de 11 de 2004). *Materiales para Bases Hidráulicas*. México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- N-CMT-4-02-003/04. (15 de 11 de 2014). *Materiales para Bases Tratadas*. México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Ovalle, H. S. (Julio de 2015). *Innovaciones en Construcción de Infraestructura Carretera. IX Seminario de Ingeniería, Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres*. México: COCONAL Compañía Contratista Nacional, S.A. de C. V.

amaac.org.mx



La gestión del conocimiento desde el aprendizaje organizacional

Andrea Marcela Valencia Quintero
Tecnóloga en Administración
y Finanzas de la Universidad de Caldas

Las teorías administrativas obsoletas que muchas de nuestras empresas aún practican, en tiempos actuales están permitiendo ser de alguna manera intervenidas, modificadas, o reestructuradas, por los nuevos modelos administrativos generados, de la necesidad de ser actualizados, y permanentemente obligados a estar en procesos de mejoramiento continuo, dada la acelerada transformación que estamos sufriendo con el fin de ser cada día más competitivas.

Es así como el coaching, la gestión del conocimiento, el aprendizaje organizacional, la calidad total, el empoderamiento entre otros, tienen como eje central el desarrollo del talento humano, el crecimiento del ser humano desde sí mismo para ser transmitido a otros, bien sea en la parte familiar, social o cultural; por tal motivo es importante resaltar la gran responsabilidad que tienen los formadores en cualquier área del conocimiento, teniendo en cuenta la importancia de educar primero personas y luego profesionales.

La acelerada transformación y los avances tecnológicos que estamos sufriendo, obligan a las empresas a convertir sus sistemas de producción e información más eficaces con el fin de que los productos, bienes y servicios que ofrecen sean competitivos en

los mercados actuales que exigen cada vez más y más calidad.

Esto obviamente se logra invirtiendo en tecnología, maquinaria, equipos, pero hoy en día también se habla de invertir en el recurso humano que permite que la empresa “aprenda”, pues sí, ya no se usa la palabra aprendizaje solo en la escuela, colegio o universidad, ahora las empresas que deseen ser competitivas en todos los ámbitos aplican “Aprendizaje Organizacional” que lo único que significa es que quienes aprenden son las personas de la organización, compartiendo sus conocimientos individuales y creando modelos mentales compartidos para lograr organizaciones altamente efectivas.

El actual contexto de negocios obliga a hablar de modelos de administración del conocimiento y administración por competencias como parte fundamental para empezar a crear y cambiar empresas establecidas en la valorización del recurso humano como fuente esencial del nivel competitivo de la organización, basado en esto, se están empezando a cambiar los modelos de conocimiento convencionales que consisten en orientar al empresario solo a que su negocio sea rentable mediante optimización y reducción de costos, y no en pensar que el talento humano puede tener más importancia

a la hora de crear, producir y comercializar el producto, bien o servicio que ofrecen al usuario final.

Aprendizaje organizacional

De acuerdo con lo anterior y para ahondar en el concepto de "Aprendizaje organizacional", debemos saber a qué se refiere con que ¿se aprende en la organización? ó ¿se aprenda para la organización?, entonces:

"El aprendizaje organizacional es un proceso mediante el cual las entidades, grandes o pequeñas, públicas o privadas, adquieren y crean conocimiento, a través de sus trabajadores, con el propósito de convertirlo en conocimiento institucional, que le permita a la organización adaptarse a las condiciones cambiantes de su entorno o transformarlo.

Existen dos rutas de aprendizaje organizacional: del individuo a la organización y de la organización al individuo.

En el primer caso, conocimiento clave que está en los trabajadores se identifica, se hace explícito, se documenta e institucionaliza. En el segundo caso, conocimiento organizacional existente se facilita para que sea interiorizado por los trabajadores de la entidad".

Nuestras preguntas empiezan a tener respuestas, ya que en esta definición nos encontramos con la relación objeto-sujeto, que determina que se aprende en la empresa y para la empresa.

¿Pero estaremos preparados para asumir cambios en nuestras organizaciones, que llevan años ejerciendo las prácticas administrativas obsoletas, en las cuales solo se generan conocimientos tácitos y egoístas, sin generar conocimientos explícitos que permitan la competitividad y el mejoramiento continuo?

Esta pregunta nos permite reflexionar acerca de las experiencias administrativas de muchas de nuestras empresas a nivel local, regional y nacional, que se acostumbran a manejar conocimientos "intocables, porque siempre se han hecho así", pero donde está la calidad de vida en el trabajo y la interacción de saberes que permiten el enriquecimiento constante de las empresas?; en tiempos pasados esto no existía, esto hubiera sido una burla a las costumbres paradigmáticas, que simplemente resultaban ser pragmáticas, y en último caso eso era lo importante.

Por ello las nuevas generaciones estamos dispuestas a conformar equipos de trabajo que permitan la participación de todos los saberes tácitos de una empresa, para mejorarlos y convertirlos en explícitos de una sociedad que expresa inconformidad por la obsolescencia y maltrato del conocimiento y de los seres humanos en nuestras organizaciones.

De lo anterior se debe reconocer que los cambios culturales pretendidos no se han terminado de materializar, siguen imponiéndose valores de ayer que indiscutiblemente no son fáciles de cambiar, pero que con propuestas claras, argumentadas y sustentadas podrán mejorar de una u otra forma los procesos productivos, financieros y humanos de una institución.

Peter M. Senge, en su libro *La Quinta Disciplina* habla sobre los modelos mentales que son "las imágenes, supuestos e historias que llevamos en la mente acerca de nosotros, los demás, las instituciones y todos los aspectos del mundo" además "los modelos mentales suelen ser tácitos, y existen por debajo del nivel de la conciencia, rara vez son sometidos a verificación y examen."

En este contexto es claro asegurar que todo se llevaría a cabo satisfacto-

riamente dependiendo de la disponibilidad con que se transformen los modelos mentales de cada una de las personas que operan en la organización, esto puede sonar imposible teniendo en cuenta los conceptos errados que tienen la mayoría de las personas que laboran en una empresa con respecto a la labor que desempeñan, donde creen que no son importantes en una organización, y que solo trabajan por recibir un salario a cambio.

Pero es ahí donde entra la labor de una buena administración que puede iniciar buscando que el trabajador encuentre alegría y satisfacción en la labor que desempeña, haciéndole saber que sus conocimientos y pensamientos son válidos a la hora de mejorar los procesos y procedimientos de su puesto de trabajo, y así de la organización, es crear estrategias de motivación y participación, y lo más importante es expresar mensajes claros que hagan sentir al individuo un insumo más en el desarrollo organizacional de la empresa.

En este orden de ideas, se puede concluir que una organización que se proponga proteger sus capacidades mientras explora otras, fomenta nuevas actitudes, lleva nuevas potencialidades e involucra a sus recursos humanos en dinanismos que emergen del propio proceso de conocimiento, logrando su soporte en la interconexión con redes inteligentes de productores, compradores e instituciones.

Gestión del conocimiento. Otra mirada desde el aprendizaje organizacional

Respecto a la búsqueda del concepto de gestión del conocimiento, encontramos versiones o definiciones, donde manifiestan que: Hace ya

tiempo las organizaciones descubrieron que los activos intangibles, y no los físicos y financieros, eran los que les aportaban un verdadero valor. Estos activos intangibles son los recursos o capacidades de la organización.

Por ejemplo, son activos intangibles las capacidades que se generan en la organización cuando los recursos empiezan a trabajar en grupo. La organización utiliza estos activos para crear valor, si bien no son valorados desde un punto de vista contable.

Aunque se piense que las empresas solo producen bienes o servicios, la sociedad actual exige activa participación del sector educativo en la conformación y transformación de las empresas, pues la gestión del conocimiento es en realidad una actividad que está dirigida a administrar los activos intangibles de la organización, y en particular la capacidad de aprender de los individuos que en realidad son los que aportan el verdadero valor a las organizaciones.

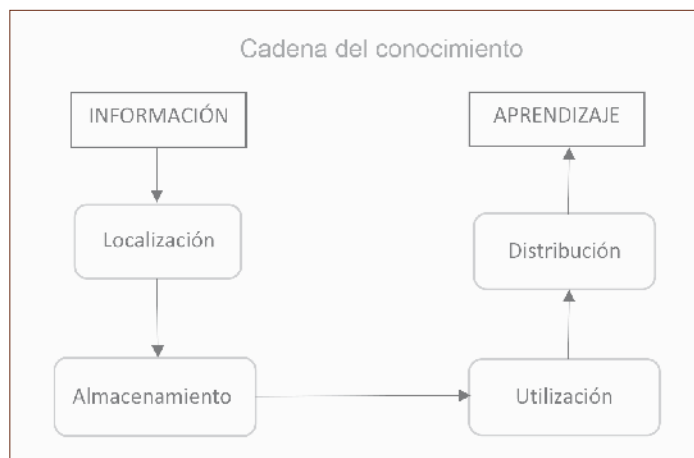
Saavedra, Verdugo & Lacruz (1997: 69) hablan de las siguientes etapas para crear una cadena de valor del conocimiento entre todos los empleados de la organización:

- Localización: se refiere al descubrimiento de información.
- Almacenamiento: se refiere al tratamiento ordenado y sistematizado para su posterior utilización por parte de los integrantes de la organización.
- Distribución: se refiere al método con que se cuenta para compartir y difundir la información valiosa en todos los niveles organizacionales.
- Utilización: se refiere a la aplicación práctica del conocimiento dentro de la organización.

El diagrama nos muestra gráficamente que la cadena de conocimiento

es generada desde la información, utilizando como vía cada una de las etapas mencionadas para generar el aprendizaje en la organización, que permite notablemente aumentar de forma significativa el capital intelectual de la empresa, llegando así al objetivo meta que es la resolución de problemas eficientemente para generar ventajas competitivas sostenibles en los mercados.

Teniendo en cuenta este análisis, los altos mandos de la empresa deben comenzar a pensar en que los activos intangibles son los que tienen verdadero valor, o por lo menos mucho valor para el desarrollo organizacional.



¿Quieres profundizar?

- ALHAMA B., Rafael. Organizaciones en aprendizaje y gestión del conocimiento. Disponible en Internet: <http://www.leonardmertens.com/showcontent.php?id=62&cmd=content>
- Aprendizaje organizacional y cambio. Disponible en Internet: www.gurasonline.tv/es/conteudos/enebral10.asp
- BLANCO R., Humberto y DEULEFEU C., María. Prácticas de Aprendizaje Organizacional en Empresas del Sector de la Informática y las Comunicaciones. Disponible en Internet: www.nodo50.org/cubasiagloXXI/economia/blanco_300407.pdf
- CASTAÑEDA, Delio (2002). ¿Capacitación o Aprendizaje Organizacional?. Disponible en Internet:
- FUNDACIÓN, Cono Sur. Disponible en Internet: www.cema.edu.ar/~jm/Clase_8/Aprendizaje_organizacional.doc

- Fundamentos de la Gestión del Conocimiento. La Gestión del Conocimiento. Disponible en Internet:
- GALLARDO V., Anahí y Otros (1999). El diseño organizacional y la organización que aprende. Disponible en Internet: www.monografias.com/trabajos12/eldisen/eldisen.shtml
- HERNÁNDEZ S., FRANK E. y MARTI L., Yohannis. Conocimiento organizacional: la gestión de los recursos y el capital humano. ACIMED. ene-feb. 2006, vol.14, no.1.
- MERTENS, Leonard. Formación y Aprendizaje Organizacional. En: Formación, productividad y competencia laboral en las organizaciones. Disponible en Internet: www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/mert_pro/pdf/cap2.pdf
- LARROSA, J. Manuel. Aprendizaje Organizacional y Administración del Conocimiento

- en los nuevos escenarios. En: Organizaciones: Gestión de recursos humanos en los nuevos escenarios. Disponible en Internet: <http://jlarrosa.tripod.com/files/humanresources.pdf>
- PALACIO M., Margarito (2000). Aprendizaje Organizacional. Conceptos, procesos y estrategias. En: Hitos de Ciencias Económico Administrativas. Disponible en Internet: www.uam.es/personal_pdi/economicas/acabezuelo/rrhh/AOConceptos_procesos_estrategias.pdf
- SENGE M., Peter (Ed. Granica, 1994). La Quinta Disciplina.
- SOTAQUIRÁ G, Ricardo y GÉLVEZ P, Lilia N. Aprendiendo sobre el Aprendizaje Organizacional. Disponible en Internet: www.geocities.com/emorenopgv/QDP004.htm



TRA SENDA INGENIERÍA, S A DE CV

proyecto + construcción + supervisión



...en el camino

www.trasenda.com.mx

ingenieria@trasenda.com.mx

Avenida Guadalupe 5197, Jardines de Guadalupe, C.P. 45030

Zapopan, Jalisco, México Tel. (33) 3620-8226



www.megaasfaltos.com.mx

CARRETERA LIBRE SALAMANCA - CELAYA KM. 85.3

SALAMANCA GTO.

TEL. (464)647 14 18

repcion@megaasfaltos.com.mx

La mejor opción para Equipos de Ensayos Avanzados en Pavimentos

Dinámicos

Sistemas para investigación
Sistemas de control de calidad
Máquinas Universales
Sistemas de ensayo SuperPave
AMPT

Estáticos

Analizador de asfaltos
Preparación de muestras
Diseño de mezclas
Extractores/cortadores de
muestras
Compactadores Giratorios
Compactadores de placas
Compactadores Shearbox
Rueda Cargada – Wheel
Trackers

Ligantes

Penetrómetro automático
Bola/anillo automático
PAV
VDO
RTFOT
Ductilómetros
Sistemas de ensayo
SuperPave



Despliegue todo su potencial de ensayos

IPC global y Controls se han unido para ofrecer una gama completa de sistemas Estáticos y Dinámicos exclusivos y un alto nivel de soporte técnico.

Innovación Vanguardista, una gama única de máquinas siempre actualizadas, servicio al cliente de alto nivel, excelente fiabilidad, son beneficios que solo puede obtener de los líderes.

GRAVELOCK

Soil Consolidation Aid

- Distribuidor Autorizado -

» **LÍDER MUNDIAL** «
EN LA ESTABILIAZACIÓN IÓNICA DEL SUELO

Económico, innovador y fácil de usar

GMC

- GRUPO MULTISERVICIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN -

**SOLUCIONES
ASFÁLTICAS**
GLOBAL MARKETING CORPORATION

**INJECTOR
BACH**

HELL
CONCRETE SOLUTIONS

petrien VIAL

ErgonArmor
CONCRETE SOLUTIONS

VÍAS TERRESTRES

- MATERIALES ASFÁLTICOS
- ESTABILIZADOR DE SUELOS • LABORATORIO
- EQUIPOS PARA RIEGOS

MANTENIMIENTO Y PROTECCIÓN

- SELLADORES DE PAVIMENTOS, GRIETAS Y BACHES
- PINTURAS E IMPERMEABILIZANTES
- EPÓXICOS Y REPARADORES DE CONCRETO

ENERGÍA

- COMBUSTIBLE ALTERNO
- TRANSPORTE

CAT 018007171800

www.gmarca.com