



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.

TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES IMPLEMENTADAS EN EL CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA BAJO EL ESQUEMA DE ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO EN EL TRAMO CARRETERO QUERÉTARO – SAN LUIS POTOSÍ.

Hugo Ernesto Lara López¹, Nayib Ramírez Fayad², Sergio Otoniel Carrillo Inda³, Evaristo de Jesús Ramírez Granados⁴, Diana Paulina Castro Peláez⁵

¹ Ciudad de México, México, hlara@grupohi.mx

² Ciudad de México, México, nramirez@grupohi.mx

³ Ciudad de México, México, socarrillo@grupohi.mx

⁴ Ciudad de México, México, ejramirez@grupohi.mx

⁵ Ciudad de México, México, dpcastro@grupohi.mx

Resumen

La infraestructura carretera es base esencial para el desarrollo económico y social de un país, es por eso que se comenzaron a implementar en México, los contratos de Asociación Público Privadas (APP), ya que estos han sido un apoyo trascendental para el mantenimiento y la conservación de la infraestructura carretera, sin duda son una de las herramientas más viables para mantener las carreteras en un excelente nivel de servicio.

Una de las carreteras que forman parte de este tipo de contratos desde el año 2016 es el APP Querétaro – San Luis Potosí, dicha carretera es una de las más importantes del país, ya que forma parte del Corredor vial México – Nuevo Laredo y por ella circula un alto volumen de tránsito del cual más del 60 % son vehículos pesados.

El APP Querétaro – San Luis cuenta con una longitud equivalente de 324 kilómetros y se rige bajo 15 estándares de desempeño, los cuales deben cumplir con ciertos parámetros establecidos bajo normativa. El proyecto consta de 4 etapas: preparatoria, rehabilitación inicial, conservación y entrega.

Actualmente el APP se encuentra en la etapa 3, conservación, etapa en la cual se da cumplimiento a los estándares de desempeño que conforman el tramo carretero.

La finalidad de este artículo es dar a conocer las diferentes técnicas y tratamientos que se han implementado en el proyecto APP Querétaro - San Luis, para lograr la correcta conservación y mantenimiento del tramo carretero mediante el cumplimiento de los estándares de desempeño, considerando el nivel de tránsito de la carretera, desde la etapa de rehabilitación hasta la etapa de conservación.

Palabras Clave: APP, Estándares de desempeño, Conservación de pavimentos



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.

1 Introducción

1.1 Modelo de administración del proyecto (APP).

Los activos viales son fundamentales para el desarrollo, social y económico de un país, por lo que resulta de suma importancia el invertir en la construcción, operación y mantenimiento de estos.

Dada la alta inversión necesaria que representa la operación y el mantenimiento de la infraestructura vial de todo el país, el Gobierno Federal implemento el modelo de contrato Asociación Público – Privada (APP), con el fin de preservar el patrimonio vial de la red federal, reducir los costos de operación de los usuarios y aumentar el nivel de servicio.

La Organización para Cooperación y Desarrollo económico (OCDE), define a las Asociaciones Público – Privadas como:

Acuerdos contractuales de largo plazo entre el gobierno y un socio del sector privado, donde este último típicamente financia y provee un servicio público usando un activo de capital (por ejemplo, infraestructura de transporte o energía, o un edificio de hospital). Se le puede atribuir a la parte privada el diseño, construcción, financiamiento, operación, mantenimiento y provisión por un período predeterminado de tiempo, recibiendo una compensación de pagos fijos o tarifas a los usuarios.

Dada la importancia y complejidad que representa el tramo carretero de la red federal libre de peaje Querétaro – San Luis Potosí, en los Estados de Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí, al formar parte de uno de los 15 principales corredores de transporte del país, el Gobierno Federal tomo la decisión de llevar a cabo el mantenimiento de esta vía a través de un contrato APP.

Este tipo de contratos están regidos bajo lo dispuesto en la Ley de Asociaciones Público-Privadas, la cual establece realizar la evaluación por medio de Estándares de Desempeño, los cuales se ven sujetos a umbrales y plazos de cumplimiento, tal como se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 1 Estándares de Desempeño evaluados APP Querétaro – San Luis.

Clave	Estándar de desempeño	Clave	Estándar de desempeño		
E1	DS	Deterioros Superficiales	E8	Tal	Taludes
E2	IRI	Índice de Regularidad Internacional	E9	Est	Estructuras
E3	PR	Profundidad de Rodera	E10	OD	Obras de Drenaje
E4	Def	Deflexiones	E11	SH	Señalamiento Horizontal
E5	u_v	Coefficiente de Fricción	E12	SV	Señalamiento Vertical
E6	Mxt	Macrotextura	E13	DBC	Defensas y Barreras Centrales
E7	LCA	Limpieza de Calzada y Acotamientos	E14	FDV	Funcionalidad del Derecho de Vía
E13	DBC	Defensas y Barreras Centrales	-	-	-



**Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.**

El presente artículo tiene como finalidad mostrar la manera en que se desarrolla el proyecto bajo el esquema de contrato APP, así como las técnicas y tratamientos implementados para la conservación de la estructura del pavimento.

1.2 Etapas del proyecto.

La vida del proyecto está definida por cuatro etapas, en las cuales el desarrollador deberá realizar las actividades necesarias para el cumplimiento y activación de los Estándares de Desempeño.

1.2.1 Etapa Preparatoria

Se deberán realizar las actividades preliminares necesarias para estar en condiciones de tomar posesión del tramo carretero.

1.2.2 Etapa de Rehabilitación Inicial

El desarrollador deberá tomar posesión del tramo, iniciando las actividades necesarias para la activación y cumplimiento de los estándares de desempeño, esto con forma a los programas establecidos.

1.2.3 Etapa de Conservación

En esta etapa el desarrollador está obligado a cumplir con todos los Estándares de Desempeño en todo el tramo mediante las acciones necesarias de conservación rutinaria y periódica

1.2.4 Etapa de Devolución

El desarrollador deberá entregar el tramo carretero en cumplimiento de todos los Estándares de Desempeño, asegurando una vida remanente mínima de 2 años.

1.3 Descripción del tramo carretero Querétaro – San Luis Potosí.

El tramo Querétaro – San Luis Potosí forma parte de corredor México – Nuevo Laredo, con ramal Piedras Negras. Es el más importante del país por el volumen de carga y pasajeros que traslada, pasando por los estados de Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí.

Sus coordenadas geográficas son de inicio 20.811933, -100.448758° y finales de 22.03764, -100.85337. Cuenta con una longitud lineal de 157.1 km y con una longitud equivalente de 324.22 km por ambos cuerpos, está dividida en 16 segmentos.

De acuerdo con la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes (SICT), el tramo se construyó bajo las siguientes características:



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.

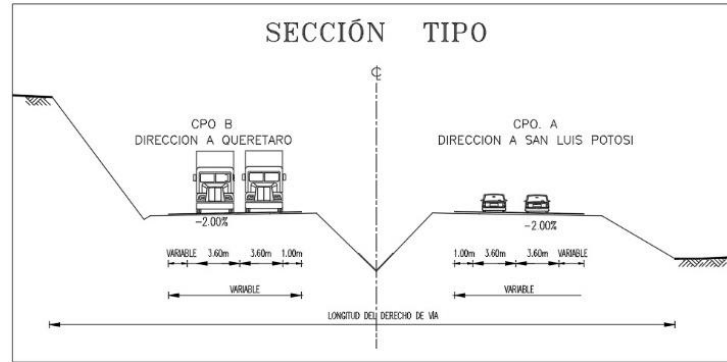


Figura 1. Sección tipo.

1.4 Tránsito y composición vehicular

El tránsito en la Carretera Federal 57, es crucial debido a su importancia para el transporte de mercancías hacia nuestro principal socio comercial, Estados Unidos de América.

En la siguiente tabla se describen las condiciones iniciales de tránsito a través de la vialidad, así como el incremento de tránsito al que se ha sometido.

Tabla 2 Tránsito vehicular condiciones iniciales (2016)

Querétaro - San Luis Potosí				
Tramo	Km _{inicial}	Km _{final}	Longitud Equivalente	TDPA 2016 Promedio
Querétaro				
Cuerpo A	27+900	36+720	8820	17166
Cuerpo B	27+900	36+720	8820	17353
Guanajuato				
Cuerpo A	36+720	124+740	88020	12286
Cuerpo B	36+720	124+740	88020	12658
San Luis Potosí				
Cuerpo A	124+740	185+000	60260	18480
Cuerpo B	124+740	185+000	60260	18061



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.

Tabla 3 Tránsito vehicular condición actual (2024)

Querétaro - San Luis Potosí				
Tramo	Km_{inicial}	Km_{final}	Longitud Equivalente	TDPA 2024 Promedio
Querétaro				
Cuerpo A	27+900	36+720	8820	28136
Cuerpo B	27+900	36+720	8820	27877
Guanajuato				
Cuerpo A	36+720	124+740	88020	14723
Cuerpo B	36+720	124+740	88020	14737
San Luis Potosí				
Cuerpo A	124+740	185+000	60260	25185
Cuerpo B	124+740	185+000	60260	24630

2 Condiciones de operación de los indicadores de desempeño.

Para fines del desarrollo del contenido de este artículo, únicamente se tomarán en cuenta los estándares referentes a la condición funcional y estructural del pavimento. Los cuales abarcan del estándar 1 al 6, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 4. Estándares de Desempeño para estructura de pavimento.

Clave	Estándar de desempeño	Condición en cumplimiento
E1 DS	Deterioros Superficiales	< 5%
E2 IRI	Índice de Regularidad Internacional	≤ 2.5 m/km
E3 PR	Profundidad de Rodera	≤ 12 mm
E4 Def	Deflexiones	≤ 500 μm
E5 u _f	Coefficiente de Fricción	0.40 < u _f ≤ 0.90
E6 Mxt	Macrotextura	> 0.75 mm

1.1 Estado en el que se recibió la carretera.

El tramo fue entregado por la SICT a la concesión el día 30 de noviembre del año 2016, las condiciones bajo las cuales se recibió en cuanto a superficie de rodamiento se pueden identificar mediante las imágenes, además de las mediciones de auscultación realizadas previo al inicio del proyecto.



**Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.**



Figura 2. Condiciones iniciales de superficie de rodamiento.



Figura 3. Condiciones iniciales de superficie de rodamiento.

3 Métodos planteados para la conservación.

3.1.1 Conservación rutinaria

Baches en frío

El bacheo superficial aislado consiste en una serie de actividades necesarias para la reposición de un área de la carpeta asfáltica que presenta daños, como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados, en zonas localizadas y relativamente pequeñas, en la superficie de rodamiento deben ser atendidos de acuerdo con los tiempos establecidos de manera contractual, es por ello por lo que estos trabajos se encuentran dentro de la conservación rutinaria.

Los trabajos de bacheo superficial aislado deberán cumplir con lo indicado en la especificación particular y lo indicado por las norma N-CSV-CAR-2-02-002/00 y manuales de la SICT.



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.



Figura 4. Trabajos de baches en frio.

Sellado de grietas

Las grietas son roturas de los materiales. Se producen porque estos son sometidos a tensiones y deformaciones, los cuales superan un estado limite que produce la falla.

Para el caso de la superficie de pavimento, estas son producidas por el tiempo de exposición a bajas temperaturas y la repetición de cargas vehiculares.

A su vez el sellado de grietas consiste en la aplicación de un producto sobre las grietas formadas de manera longitudinal sobre la carpeta de rodadura. Estas grietas no deben ser menores a 3 mm ni mayores a 1 cm de abertura. La función principal del sellado de grietas es prevenir la absorción de agua a las capas inferiores de la estructura de pavimento que provocan daños mayores al mismo.

Este proceso es fundamental durante la etapa de conservación rutinaria debido a que forma parte del mantenimiento preventivo. Extendiendo la vida útil y disminuyendo los gastos de conservación periódica.

La técnica de sellado de grietas utilizado en esta etapa es el sellado localizado de grietas, el cual es aplicado directamente en la fisura.



Figura 5. Sellado de grietas



**Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.**

3.1.2 Conservación periódica

Dentro de los alcances de la concesión se encuentra el realizar las mediciones de cada uno de los estándares, lo cual sirve para la conformación de los programas anuales de conservación periódica.

Pavimentación

Debido a la exigencia en el cumplimiento de los estándares de desempeño, condiciones climáticas y de tránsito adversas en el proyecto, fue necesario la implementación de un diseño de mezcla asfáltica que satisfaga la demanda.

Algunas características esenciales del agregado grueso dentro del diseño de la mezcla son granulometría, dureza, forma de la partícula, y adherencia con el asfalto.

La granulometría será la adecuada para asegurar una buena compactación y durabilidad, es por ello por lo que tiene que cumplir con las normas correspondientes. Cada tipo de mezcla tiene distintas especificaciones en el diseño, así como tolerancias.

En el proyecto se utilizó una mezcla asfáltica de alto desempeño la cual cumplió los parámetros de diseño volumétrico, susceptibilidad a la humedad, deformación permanente y módulo dinámico.

Tratamientos superficiales.

Los tratamientos superficiales se utilizan como alternativa para la preservación y el mejoramiento del estado de la capa de rodadura del pavimento, tiene la capacidad de mejorar ciertas características y ampliar la vida útil del mismo. Comercialmente existen diversos tratamientos superficiales, como lo son:

- Riegos de impregnación
- Riegos negros con emulsión diluida
- Riegos de liga
- Riegos de sello con arena o gravilla seleccionada
- Morteros asfálticos

En términos generales los tratamientos superficiales son la aplicación de un ligante asfáltico acompañada de una capa de agregados de tamaño adecuado, los cuales son tendidos en forma uniforme sobre casi cualquier tipo de pavimento flexible.

Una vez aplicado el tratamiento superficial, este tiene la característica de poder aumentar, el coeficiente de fricción, servir como impermeabilizante lo cual protege las capas que conforman la estructura de pavimento y proveer una superficie de rodadura uniforme.

Los tratamientos superficiales no aportan ningún valor estructural, es por ello por lo que no deben utilizarse cuando exista daño estructural.



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.

4 Estrategias implementadas con éxito a lo largo de las diferentes etapas del proyecto.

A lo largo de las diferentes etapas del proyecto, desde la etapa preparatoria hasta la actualidad se han evaluado las posibles técnicas y métodos que han permitido cumplir con el objetivo del proyecto. Buscando que sean técnicas económicas, seguras, sustentables y técnicamente viables.

A continuación, se exponen algunas técnicas implementadas, con resultados satisfactorios contribuyendo a la condición favorable del tramo Querétaro – San Luis

4.1 Rubblizing

Dentro de los retos que presentaba realizar la rehabilitación inicial era proponer una alternativa viable, económica y sustentable, y que a su vez se garantizará el cumplimiento de los estándares de Desempeño, no solo en la rehabilitación inicial sino también durante el periodo de conservación, ya que para el APP la zona de pavimento rígido era zona más complicada a rehabilitar ya que las condiciones en las que se encontraba eran desfavorables, en la siguiente tabla se muestran los resultados de las mediciones iniciales previas a la técnica de Rubblizing.

Tabla 5 Estado inicial Segmento 04.

Estándar de Desempeño			Condición inicial	Condición en cumplimiento promedio/km
E1	DS	Deterioros Superficiales	47%	< 5 %
E2	IRI	Índice de Regularidad Internacional	4.46 m/km	< 2.5 m/km
E3	PR	Profundidad de Rodera	7.5 mm	< 12 mm
E4	Def	Deflexiones	313 μ m	< 500 μ m
E5	u_s	Coefficiente de Fricción	0.43	$0.4 < u_s < 0.9$
E6	Mxt	Macrotextura	0.88 mm	> 0.75 mm

Como se puede observar en la tabla (6), el porcentaje de deterioros era prácticamente el 50% del subtramo, y el IRI también se encontraba por encima del umbral permitido en dicho estándar.

De acuerdo con lo anterior, se optó por colocar carpeta asfáltica sobre el Rubblizing, esto derivado de las ventajas y la experiencia positiva en los proyectos de Estados Unidos donde se ha utilizado, cabe destacar que, en México, esta técnica fue implementada por primera vez en México en el APP Querétaro – San Luis Potosí.

El Rubblizing es una opción válida para la rehabilitación de pavimentos rígidos aun cuando su condición es bastante crítica. La capa de concreto que queda rubblizada adopta propiedades superiores a las de una base granular y propiedades similares a las de una base estabilizada con cemento, alcanzando valores de coeficiente de capa que van desde 0.25 a 0.30 para el diseño con la metodología AASHTO.

Es un proceso mediante el cual se fractura el concreto hidráulico de un pavimento rígido mediante una carga concentrada de muy baja amplitud controlada entre 10 y 30 mm. y frecuencia de entre 30 a



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.

50 Hz aplicada a la superficie mediante tecnología de vibración resonante, cabe mencionar que esta técnica no daña la base en la estructura de pavimentos.

Los pedazos de losa fracturados obtienen un comportamiento como de rompecabezas, donde todas las piezas quedan perfectamente acomodadas entre sí, posterior al proceso únicamente es necesario el acomodo de partículas finas mediante el uso de un rodillo.

Como se puede observar en la gráfica (1) se comparan dos tramos existentes que comparten condiciones de tránsito y clima, la evolución que ha tenido el tramo rehabilitado con Rubblizing ha mostrado resultados satisfactorios. Contribuyendo a la adecuada conservación de la carretera.

Tabla 6. Condición posterior a la técnica de Rubblizing.

Estándar de Desempeño			Condición inicial	Condición después del Rubblizing + Carpeta Asf	Condición en cumplimiento promedio/km
E1	DS	Deterioros Superficiales	47%	0.00%	< 5 %
E2	IRI	Índice de Regularidad Internacional	4.46 m/km	1.94 m/km	< 2.5 m/km
E3	PR	Profundidad de Rodera	7.5 mm	3.24 mm	< 12 mm
E4	Def	Deflexiones	313 μm	100 μm	< 500 μm
E5	u_s	Coefficiente de Fricción	0.43	0.50	$0.4 < u_s < 0.9$
E6	Mxt	Macrotextura	0.88 mm	0.95	> 0.75 mm

4.2 Riego de Sello

El riego de sello es un tratamiento superficial, que tienen como principal función el proporcionar a la carpeta asfáltica una capa de protección ante el desgaste y que además proporciona propiedades de fricción. Consiste en aplicar una capa emulsión asfáltica y cubrirla con agregado con cierta granulometría específica.

Para el proyecto se usó durante un tiempo como parte de la conservación. Sin embargo, por las características de tránsito, la vida útil del tratamiento se veía reducida y por ello se buscaron otras alternativas.



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.

4.3 Micropavimento (microaglomerado).

Como se mencionó en el apartado 3.2.1, existen diversos tipos de tratamientos superficiales. Uno de ellos es el Microaglomerado en frío, que es usado como técnica de conservación periódica a lo largo del tramo carretero.

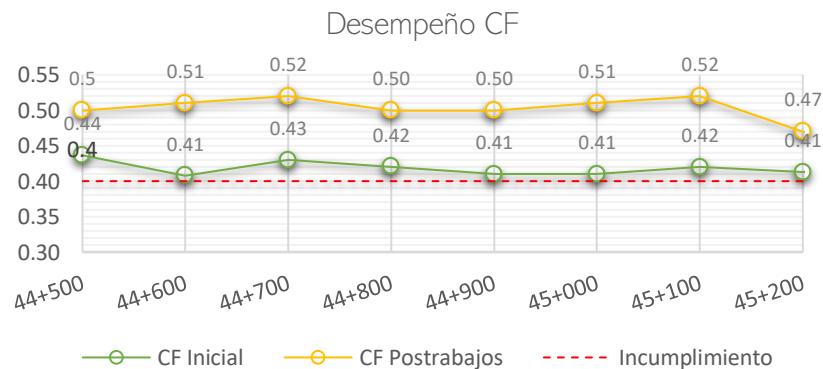
Para la toma de decisiones sobre la implementación de esta técnica, se valoraron ventajas y desventajas de esta. Con el objetivo de cumplir con los valores establecidos por los estándares de desempeño.

El microaglomerado, tiene la capacidad de mejorar la textura y rugosidad superficial a su vez mejorando la impermeabilización de la superficie de rodamiento. Está fabricado a base de una mezcla bituminosa con emulsión asfáltica de rompimiento lento, aditivos y agregado pétreo. Por lo cual se emplea en capas no mayores a 1 cm.

La aplicación de microaglomerado sobre la capa de rodadura favorece directamente a los estándares E1. Deterioros Superficiales, E5 Coeficiente de Fricción y E6 Macrotextura.

Además de representar una opción de conservación, económica, ecológica y técnicamente factible ya que permite tomar acción preventiva y correctiva. Para su tendido suele utilizarse equipos convencionales de pavimentación. Los requerimientos de calidad se establecen en la norma N-CTR-CAR-1-04-008/23.

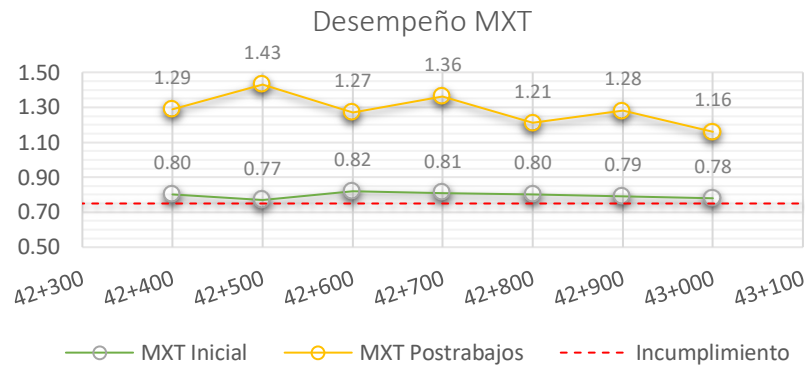
En las gráficas (1) y (2), se puede observar la mejora significativa en un tramo donde se aplicó microaglomerado. Esta mejora se refleja tanto en el coeficiente de fricción como en la macrotextura de la superficie.



Gráfica 1 Desempeño del Coeficiente de Fricción



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.



Gráfica 2 Desempeño de la Macrotextura

4.4 Sobrecarpeta

Tal como lo menciona la norma N-CTR-CAR-1-04-006/09; las carpetas asfálticas con mezcla en caliente son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico. Estas carpetas tienen la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

Es por lo anterior que son alternativas viables cuando es necesario incrementar la capacidad estructural del pavimento. Debido a las especificaciones del tramo carretero descrito, se realizaron tendidos de carpeta asfáltica con mezcla en caliente con un espesor de 6 cm.

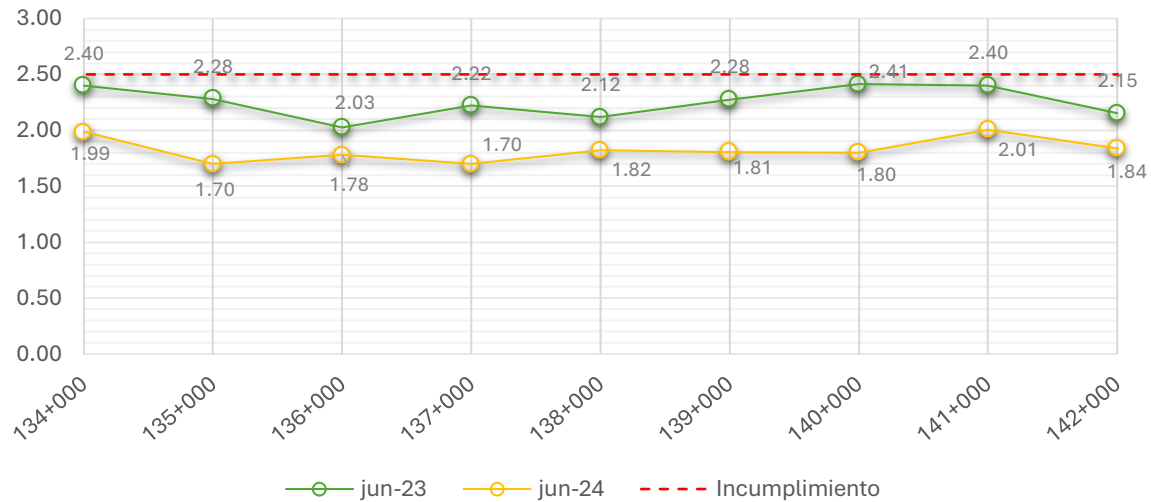
El objetivo principal fue incrementar la capacidad estructural del pavimento de la zona, que a su vez repercutiría positivamente en la vida remanente de la sección de pavimento. Cabe destacar, que se ejecutó mediante una carpeta asfáltica de alto desempeño tal como se ha utilizado para el fresado y reposición del pavimento.

Los resultados de implementar esta técnica se reflejan en los valores del IRI. En la gráfica (3), se puede observar la evolución del IRI a lo largo del tiempo. La línea verde, correspondiente al semestre de junio de 2024, representa los valores obtenidos después de la colocación de la sobrecarpeta.



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.

Desempeño IRI



Gráfica 3 Evolución del IRI

4.5 Geomalla

La geomalla es un elemento que se puede insertar en la estructura de pavimento, para mejorar sus condiciones de servicio. Como las siguientes:

- Evita la mezcla y contaminación de materiales.
- Favorece el drenaje lateral, evita la fuga de los finos.
- Refuerza estructuralmente el pavimento.

Con este elemento se logra la separación de diferentes tipos de capa, para que los materiales instalados al sufrir diferentes procesos de humidificación no se mezclen y de esa manera proteger las capas de base o subbase. Además, se utilizan dentro de la estructura de pavimento flexible como refuerzo.

Dependiendo del caso y del proyectista la geomalla puede colocarse en varios sitios dentro de la estructura de pavimento como: Entre capas de base y subbase o entre las capas de subbase y subrasante.

Las cargas superficiales transmiten esfuerzos a la carpeta asfáltica, a la base y demás capas inferiores. La rigidez que aporta la geomalla limita las deformaciones en la capa de base, generando un tipo de confinamiento, lo que aumenta su resistencia al esfuerzo cortante. En la interfase base-geomalla también se produce fricción lo que contribuye a este mecanismo.

Pero para el proyecto en cuestión, la implementación de geomalla antes del tendido de mezcla asfáltica se ha utilizado como herramienta de control en los segmentos que tienen una estructura semirrígida de pavimento.



**Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.**

Debido a que, en estos segmentos la reposición de carpeta asfáltica se coloca sobre capas rígidas, generando una posible reflexión de grietas hacia la superficie de rodadura.

Con la colocación de geomalla, se ha logrado reducir dicha reflexión de grietas. Cumpliendo satisfactoriamente su objetivo principal.



Figura 6. Colocación de Geomalla

5 Conclusiones

La rehabilitación y conservación de proyectos carreteros mediante la evaluación de estándares de desempeño, permite ofrecer a los usuarios un mejor nivel de servicio y seguridad a los usuarios. Esto logra debido al mantenimiento periódico, rutinario y una constante evaluación de las condiciones bajo las cuales opera la carretera.

Atender oportunamente las necesidades del proyecto resultara en una menor inversión futura. Es por esto por lo que es crucial realizar una adecuada gestión de los trabajos tomando en cuenta condiciones desfavorables que pueden repercutir en un deterioro acelerado de la carretera, tales condiciones como tránsito y clima.

Ya que actualmente la situación climática que se vive en planeta es crítica, resulta de suma importancia el tomar acción en contra del cambio climático, esto mediante el uso de nuevos materiales, metodologías y técnicas que permitan mitigar el impacto que se genera con la construcción, rehabilitación y manteniendo de carreteras, además de que generar mejores condiciones de circulación a los vehículos, disminuye el desgaste de estos.

En la APP Querétaro - San Luis Potosí se han implementado técnicas y metodologías buscando que las condiciones óptimas de la carretera perduren. Las técnicas y metodologías aquí mencionadas han logrado disminuir el impacto ambiental debido a su duración y el nivel de cumplimiento obtenido.



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.



Figura 7. Estado actual carretera Querétaro - San Luis Potosí.

Bibliografía

- Asociación Mexicana del Asfalto, A. (2013). *Diseño de mezclas asfálticas de granulometría densa de alto desempeño*. Ciudad de México: Gráfica, Creatividad y Diseño, S.A. de C.V.
- Herra, L. D. (2020). Comparación del desempeño en laboratorio de tratamientos superficiales elaborados a partir de las metodologías de diseño TxDOT y Austroads. *Métodos y Materiales por LanammeUCR*, 20.
- IMT. (15 de JULIO de 2024). *Normativa para la infraestructura del transporte*. Obtenido de <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#>
- Jiménez-Momediano, J. R. (2016). *ESTADO DE LA TÉCNICA Y MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL SELLADO DE GRIETAS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS*. SERVICEPOINT.
- ResonantMachines. (15 de JULIO de 2024). *ResonantMachines*. Obtenido de <https://resonantmachines.com/es/rubblizing/>
- Rondón, A. M. (2012). *Rehabilitación de Pavimentos fisurados por Reflexión implementado sistemas de Membrana antifisura S.A.M.I*. Bogota, Colombia. : Pontifica Universidad Javeriana.
- TRABIT. (s.f.). *MICROAGLOMERADO EN FRÍO*. Madrid: TRABIT.