



Guadalajara, Jalisco, México



Ciudad de México

Seminario Internacional de Pavimentación Urbana en Concreto

Experiencia de Pavimentación Urbana en Concreto en México

Ing. Marco Avelino Inzunza Ortiz

CEMEX México



Agenda

- **Introducción**
- **Beneficios de los Pavimentos de Concreto**
- **Estrategia CEMEX en Infraestructura**
- **Soluciones de Pavimentación en Vialidades Urbanas**
- **Equipos**
- **Casos de Éxito**

Introducción





Court Street, Bellefontaine, Ohio (Foto de 2016)

- ✓ Primer pavimento de concreto (Construido en 1893); al día de hoy, solo existe una sección de 2.5 m de ancho en servicio en Court Street, Bellefontaine, Ohio



1900



1940



Actual

Paseo de la Reforma, Ciudad de México

- ✓ A partir de los años 40 se ha utilizado el concreto hidráulico como material para construir vialidades en México. Algunos ejemplos son las avenidas Reforma (14.7 km) y Juárez así la carretera (20 km) que atraviesa el Parque Nacional del Desierto de los Leones, ubicadas en Ciudad de México
- ✓ Actualmente estas vialidades continúan en uso, en condiciones bastantes aceptables



Años 50



Antes de rehabilitación



Actual

Malecón Mazatán, Sinaloa, México

- ✓ Considerado el más largo de México y el tercero más largo del mundo
- ✓ Longitud de 21 km
- ✓ Construido en los años 60 con concreto hidráulico
- ✓ En 2018 se reconstruyeron por primera vez 6.5 km con concreto hidráulico

¿Qué características debe tener la infraestructura vial?

Confortable / Segura



Económica



Sustentable



Resiliente



Fuente: Banco Mundial, www.bancomundial.org

¿Qué características debe tener la infraestructura vial?

Condiciones que deben de cumplir

- **Funcional.** Se refiere a las características superficiales del pavimento:
 - Resistencia al deslizamiento inicial y al pulimento bajo el tráfico
 - Regularidad superficial tanto longitudinal como transversal.
 - Eliminación rápida del agua en la superficie del pavimento.
 - Bajo nivel de ruido tanto para usuarios como para el entorno.
 - Bajo nivel de desgaste de las llantas de los vehículos.
 - Buena reflexión de la luz
- **Estructural.** Se refiere a la capacidad que tiene el pavimento para soportar los esfuerzos y deformaciones del tráfico previsto y del clima durante el periodo de tiempo para el cual fue diseñado
- **Económica.** Costo Total de Ciclo de Vida (Construcción, mantenimiento, operación vehicular, demoras entre otros)
- **Sustentable.** Ahorro de energía, ahorro de agua, huella ecológica (CO₂), solución económica, construcción sustentable, contenido reciclado, material regional
- **Resiliente.** Capaz de resistir, sobreponerse y/o revertir los diversos efectos de fenómenos climatológicos como tormentas, huracanes, inundaciones, terremotos, tsunamis, incendios

Problemas comunes

- Pavimentos antiguos que han llegado a su vida útil.
- Diseños inadecuados, en cuanto a espesores y calidad de materiales.
 - Desconocimiento de metodologías de diseño
 - No hay conocimiento de la tecnología del concreto
- Incremento inesperado del tránsito, en volumen y magnitud de cargas.
 - No hay control en Pesos y Dimensiones
- Procesos constructivos y control de calidad inadecuados.
- Poca o nula conservación y mantenimiento.
- Deficientes diseños de obras de drenaje y subdrenaje.
- Falta de normatividad para pavimentos de concreto



Estrategia CEMEX en Infraestructura



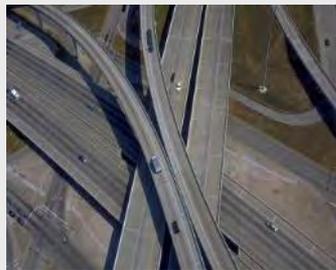
“Proveedor de soluciones para la construcción”

“Impulsar el desarrollo de México mediante la creación de soluciones innovadoras y sustentables para la construcción que mejoren la calidad de vida de la gente”

Evolución de la Misión CEMEX México



Tipo de Proyectos: Administración y Ejecución



Pavimentación en Concreto de Carreteras y Vialidades Urbanas

Recuperación de Pavimentos Asfálticos en sitio con Cemento Portland a través de sistema de lechada

Aeropuertos

Presas

Puentes

Desarrolladores, Titulares de Contrato y Proveedores de Constructoras

Proveedores de Constructoras

Evolución de la Oferta CEMEX para Pavimentos

Proveedor de Materiales de Construcción

- Cemento
- Concreto
- Agregados
- Servicios técnicos y de laboratorio

Infraestructura Llave en Mano

- Enfoque en construcción, rehabilitación y mantenimiento de pavimentos
 - Experiencia técnica
 - Equipo propio especializado
 - Subcontratación de constructores entrenados y certificados por CEMEX

Desarrollador

- Identificación / desarrollo de proyectos de infraestructura
- Estructuración de esquemas jurídico - financieros
- Coordinación de todas las partes involucradas de CEMEX:
 - Ingeniería, construcción, financiamiento, legal
- Operación y mantenimiento

Beneficios

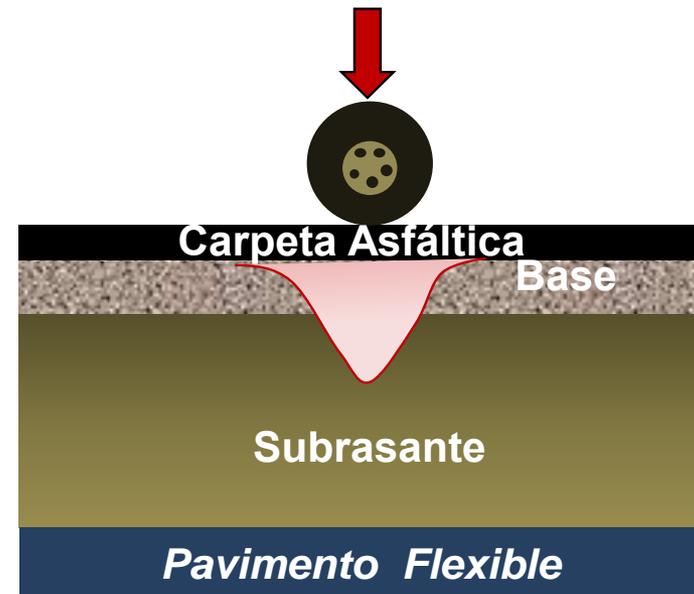
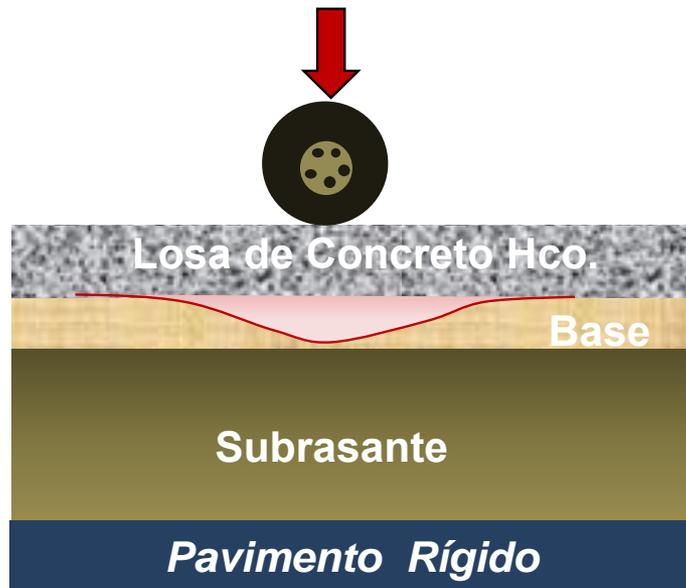


➤ Mayor Durabilidad

- Los pavimentos de concreto hidráulico se les puede diseñar hasta 50 años
- Tienen mayor resistencia a la abrasión por desgaste superficial
- No pierden rigidez con el tiempo al contrario la incrementan
- Soportan mayores volúmenes de tránsito y magnitudes de carga
- Mantienen por más tiempo sus características superficiales



➤ Mejor Desempeño



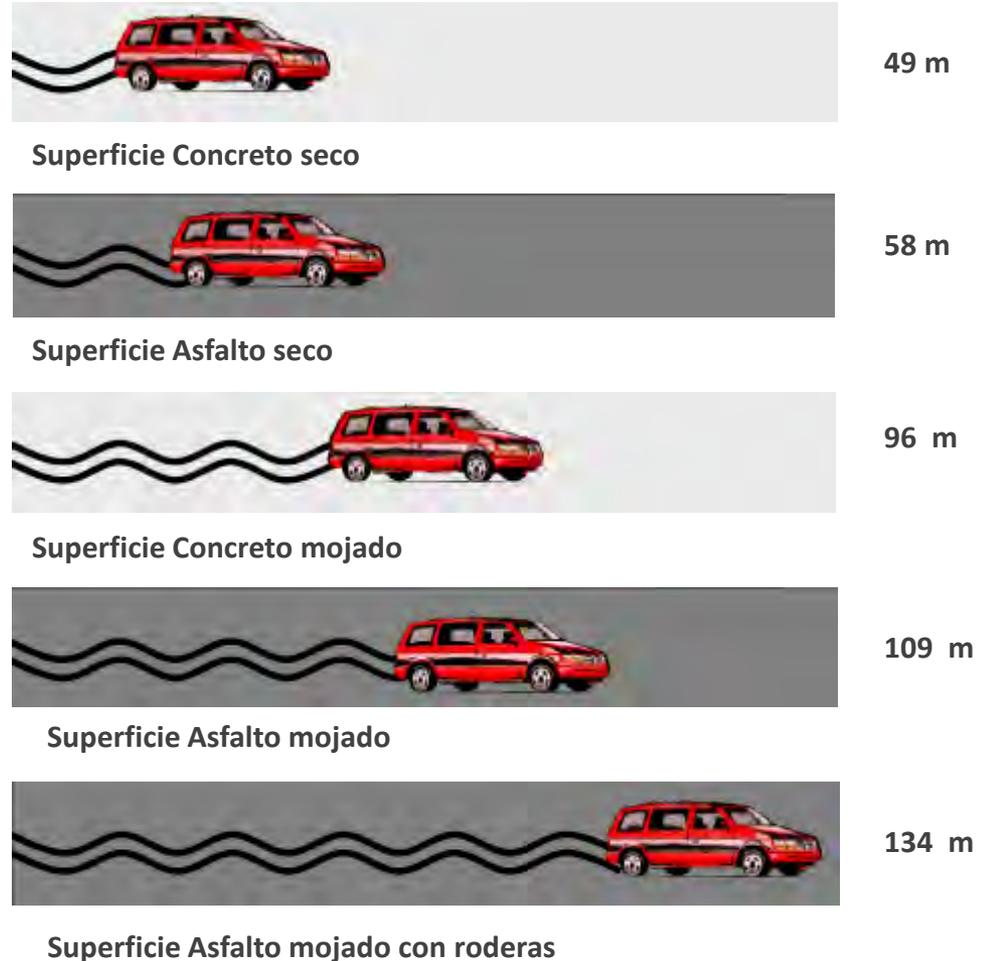
**Menor Distribución de Esfuerzos
a las Capas Inferiores**

➤ Mayor Seguridad

- Menor riesgos de accidentes
 - Menor distancia para frenado
 - Menor frecuencia y número de reparaciones
 - No se forman baches
- Superficie rígida indeformable
 - No se forman roderas por lo que se elimina el riesgo de acuaplaneo

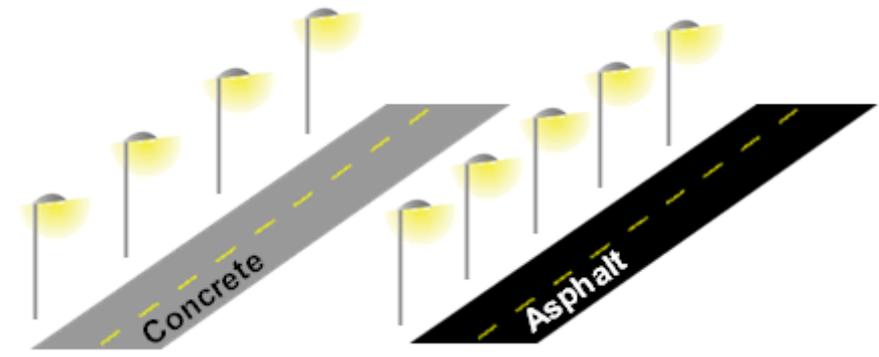


Distancia requerida para frenar carro a 100 Km/hr*



* Fuente: Estudio "Safety Considerations of Rutting and Washboarding Asphalt Road Surfaces" de la Universidad de Illinois

➤ Mejor Reflectividad de la Luz ⁽¹⁾



Mayor Reflexión de Luz



Mejor Visibilidad Nocturna

Debido al color claro del concreto, éste refleja 3 veces mas la luz que el asfalto, reduciendo hasta un 20% a 25% el uso de luminarias y en un 33% la potencia de las mismas

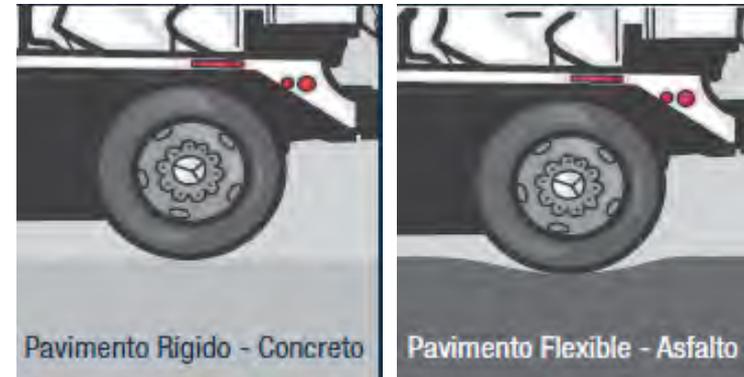
⁽¹⁾ National Ready Mix Concrete Association. *The Sustainability of Concrete Pavements*.

Beneficios

➤ Menor Consumo de Combustible

Al rodar sobre una superficie rígida, las llantas se hunden menos en comparación con el asfalto

De acuerdo con el MIT ⁽¹⁾, gracias a esto los pavimentos de concreto pueden reducir el consumo de combustible en un 3% lo que se traduce en **Menor Contaminación y emisiones de CO2**

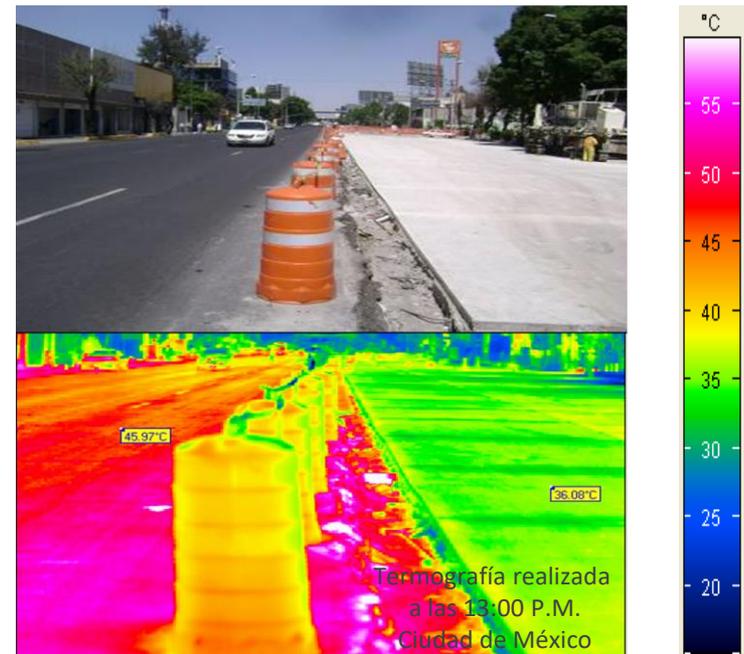


➤ Reduce el Efecto “Isla de Calor”

El concreto absorbe menos calor que el asfalto, ya que tiene hasta 3x más reflexión solar

Se logra una reducción de temperatura urbana de entre 3 y 12°C comparativamente vs. asfalto⁽²⁾

El beneficio es un mayor confort para el conductor y menor gasto energético por aire acondicionado



(1) MIT: Massachusetts Institute of Technology. *Methods, Impacts and Opportunities in the Concrete Pavement Life Cycle*.

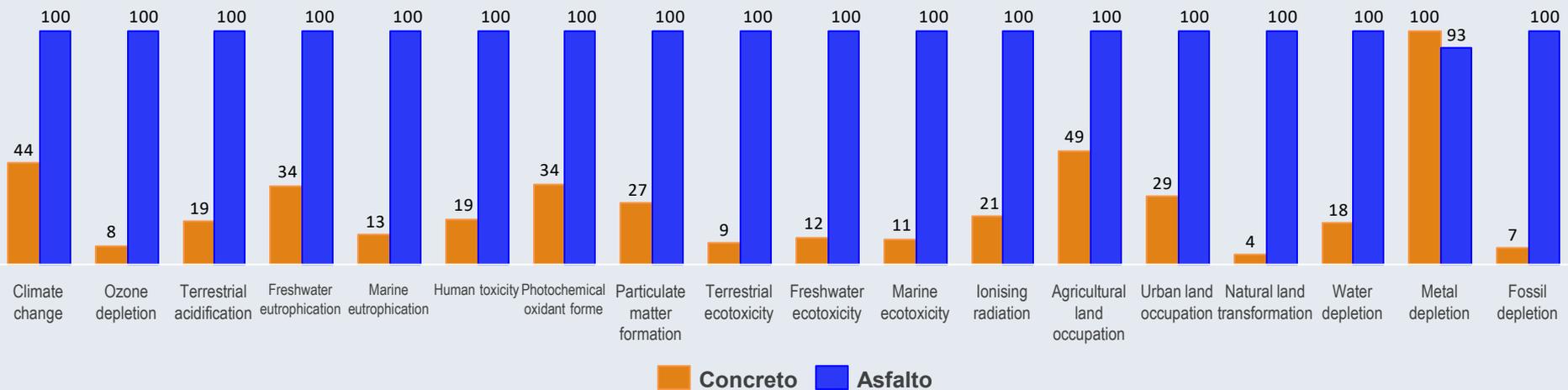
(2) Environmental Protection Agency (EPA).

➤ Menores emisiones de CO2

- El Instituto de Ingeniería **UNAM** publicó en octubre 2014 una **evaluación de impacto ambiental de los pavimentos** de asfalto y concreto hidráulico
 - ✓ Estudio pionero en México; se realizó en la Autopista México-Querétaro
- El **concreto** hidráulico tuvo **menor impacto ambiental en 17 de 18 categorías**
 - ✓ Se evita el proceso de extracción y refinación del cual se produce el asfalto
 - ✓ Menores mantenimientos
- Los resultados obtenidos son consistentes con estudios realizados en otros países

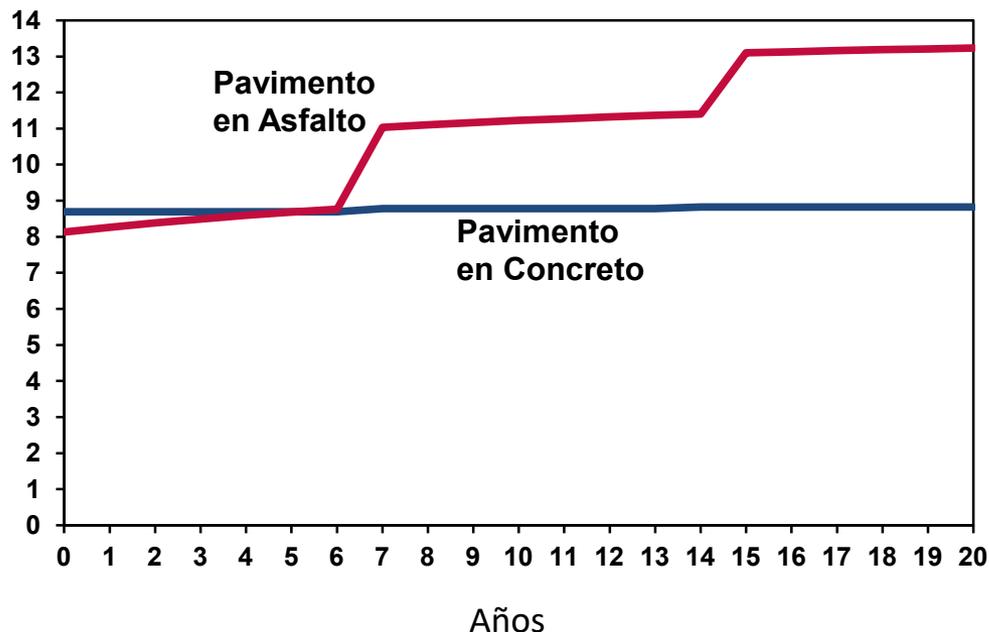


Resultados Estudio UNAM: Impactos Ambientales Normalizados y en Términos Porcentuales



➤ Menores Costos a largo plazo (Análisis Costo Ciclo de Vida)

Costos Esquemáticos Acumulados a Valor Presente Neto (MM de Ps)



La inversión inicial de los pavimentos de concreto oscila entre 3% y 15% mayor que la del asfalto (carreteras), sin embargo son más económicos al considerar el costo total de ciclo de vida (hasta un 30%)

En Pavimentos Urbanos de concreto, su inversión inicial, por lo general, siempre esta por encima del 20% mayor que la del asfalto

➤ Infraestructura Resiliente



Video

Autopista Monterrey – Saltillo, Nuevo León (Huracán Alex, 2010)



Autopista Chilpancingo – Acapulco, Guerrero (Huracán Ingrid y Tormenta Tropical Manuel, 2013)

Soluciones de Pavimentación en Vialidades Urbanas



Tipos de Soluciones

LOSAS CONCRETO EN OBRAS NUEVAS

Menores costos de mantenimiento y mayor durabilidad y seguridad en el tiempo

REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EXISTENTES

- Whitetopping
- Reconstrucción

Rehabilitación de vialidades existentes

LOSAS CORTAS

Permite reducir espesores de losa gracias a juntas más cercanas

CARRILES CONFINADOS PARA BUS RAPID TRANSIT (BRT)

Mejor rodamiento de los neumáticos lo que implica menores consumos de combustibles

RECICLADOS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO EXISTENTES

Solución amigable con la naturaleza

CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO

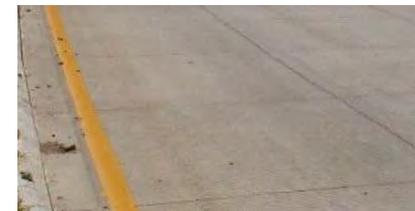
Durabilidad y fuerza cercana al concreto y se puede re-abrir al tráfico en menos de una semana

BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTO PORTLAND

Soporte perfecto para todo tipo de pavimento, ya sea de concreto o asfalto

PAVIMENTOS PROGRESIVOS (SUELO - CEMENTO)

Alternativa de pavimentación bajo costo especial para tránsitos ligeros



Tipos de Soluciones

Losas concreto en Obras Nuevas

Los pavimentos de concreto en nuevas vialidades son mejores porque ofrecen:

- ✓ Mayor vida útil
- ✓ Soportan mayores volúmenes de tránsito así como de magnitud de cargas
- ✓ Costos iniciales competitivos
- ✓ Bajos costos de mantenimiento
- ✓ Menores costos de operación



Tipos de Soluciones

Rehabilitación Estructural Pavimentos Asfálticos Existentes

Whitetopping

Colocación de sobre-carpeta de concreto hidráulico sobre un pavimento de asfalto existente

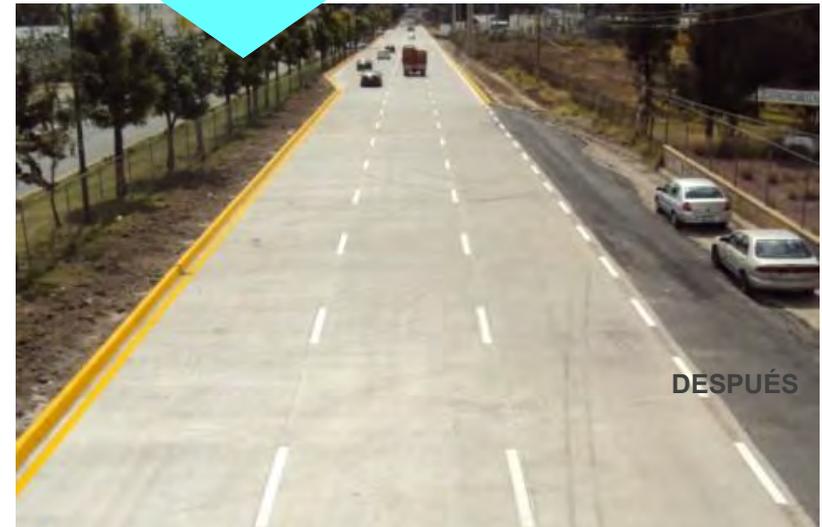
- ✓ No requiere construir base nueva → menor costo
- ✓ Necesario realizar pruebas de placa, trabajos de bacheo y re-nivelaciones
- ✓ Se retira parte del asfalto para asegurar niveles de rasante
- ✓ Mayor rapidez en la construcción

Más eficiente que otros tipos de pavimento cuando:

- ✓ Nivel de la vialidad vs. banquetas lo permite

Tipos de Whitetopping:

- ✓ Convencional → Espesores de losa ≥ 16 cm
- ✓ Delgado → Espesores oscila entre 10 cm y 16 cm
- ✓ Ultradelgado → Espesores oscila entre 5 cm y 10 cm



Tipos de Soluciones

Rehabilitación Estructural Pavimentos Asfálticos Existentes

Reconstrucción

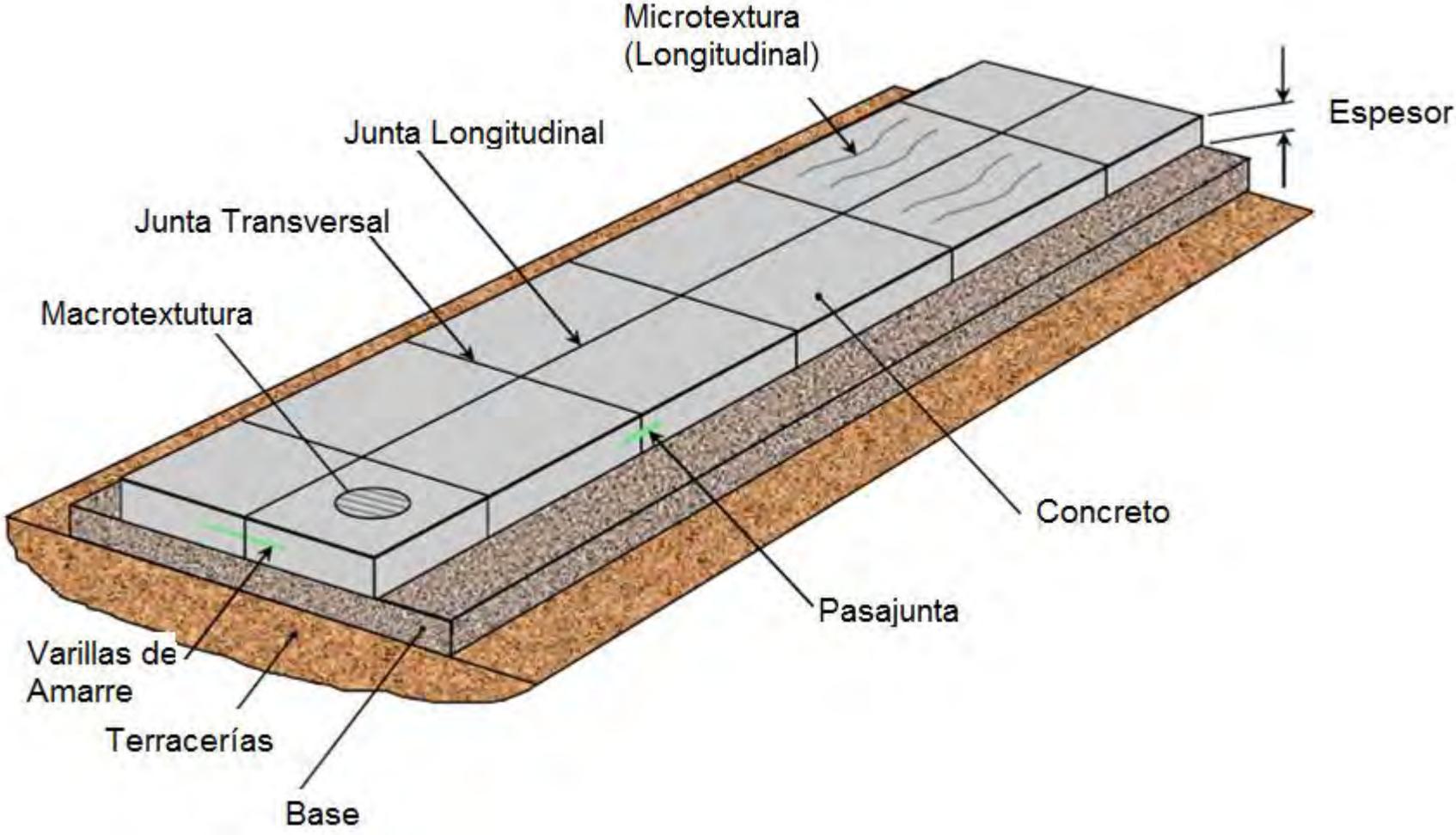
Retiro de pavimento asfáltico existente y colocación de carpeta de concreto hidráulico sobre una superficie mejorada

- ✓ Ideal para pavimentos asfálticos existentes con fallas estructurales en sus capas inferiores
- ✓ Mejoramiento de calidad de las capas inferiores de pavimentos
- ✓ Disminución de la necesidad de explotación de nuevas fuentes de materiales
- ✓ No existen problemas de niveles de la vialidad vs. Banquetas
- ✓ Mejoramiento de las **obras inducidas**
- ✓ Regeneración Urbana Integral



Tipos de Soluciones

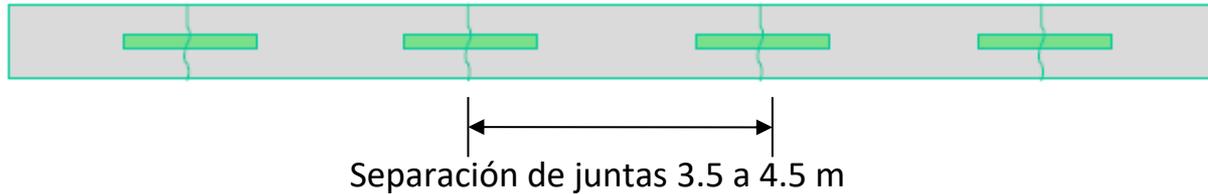
Componentes de las losas de concreto



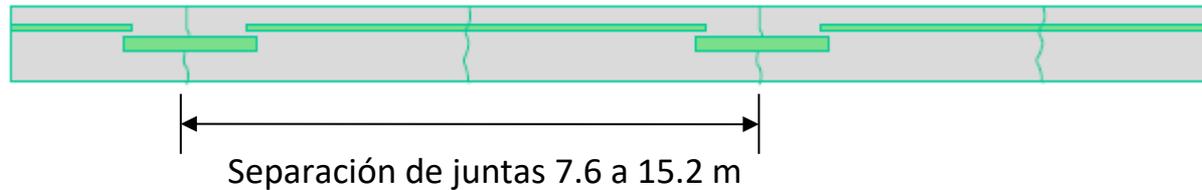
Tipos de Soluciones

Clasificación de las losas de concreto

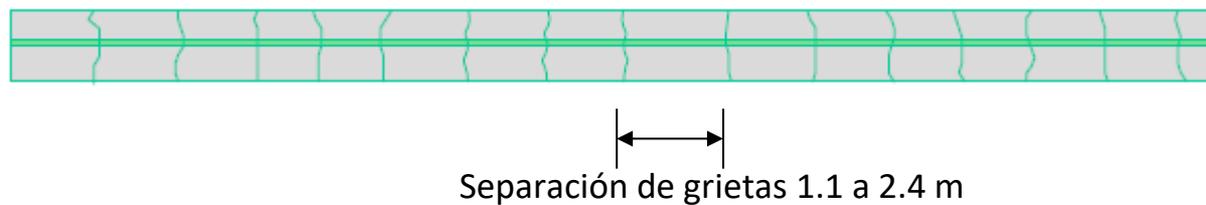
- Pavimentos con pasajuntas (JPCP)



- Pavimentos con pasajuntas y refuerzo (JRCP)



- Pavimentos con refuerzo continuo (CRCP)

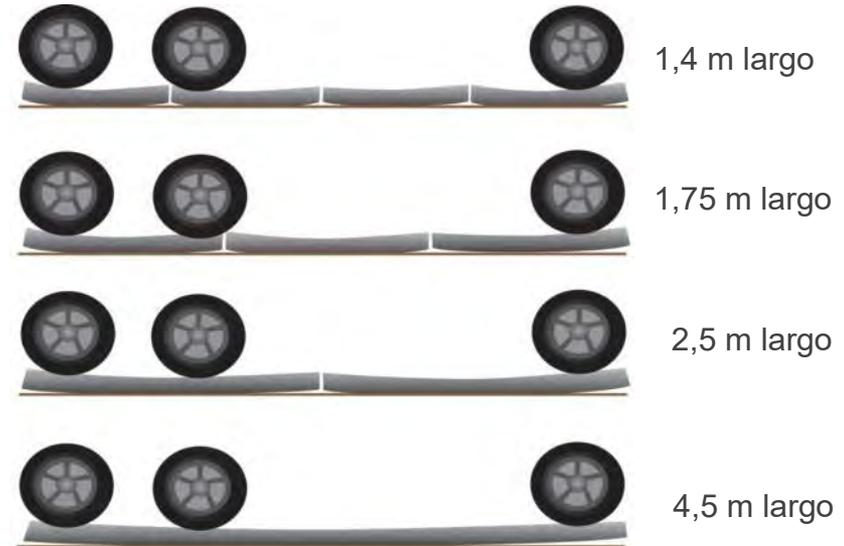


Tipos de Soluciones

Losas Cortas

Las losas cortas tienen juntas más cercanas y una estructura más delgada que el concreto hidráulico¹

- ✓ Distancia de 1.4 m vs. 4.5 m en concreto hidráulico
- ✓ Menores esfuerzos de tensión
- ✓ Menor espesor de losa → menor costo
- ✓ No requiere pasajuntas en juntas transversales de contracción → menor costo
- ✓ El nivel de tránsito es de bajo a alto
- ✓ Soporta vehículos de carga



¹ No deben confundirse con las losas ultradelgadas, con distintos rangos de espesores, modulaciones tipo y acero de refuerzo.

Tipos de Soluciones

Carriles Confinados para Bus Rapid Transit (BRT)

- ✓ Tipo de superficie de rodamiento:
 - Losas convencional
 - Losas de cortas
 - Concreto Compactado con Rodillos
- ✓ Menores consumos de combustibles
- ✓ Menores intervenciones para trabajos de conservación y mantenimiento → menor molestias a usuarios



Tipos de Soluciones

Reciclado de Pavimentos de Concreto Existentes

- ✓ Reciclado del 100% de la losa de concreto
- ✓ Menores costos de construcción
- ✓ El concreto reciclado se puede reutilizar para:
 - Capas granulares
 - Fabricación de concreto (Recomendación Comité ACI 221)
- ✓ Misma calidad
- ✓ Disminución de la necesidad de explotación de nuevas fuentes de materiales
- ✓ Menor disposición de escombros



Reciclado de Pavimentos Existentes



Características del CCR

- › Revenimiento cero
- › Colocación mediante pavimentadoras
- › Compactado con rodillo vibratorio
- › No requiere cimbra
- › Economía de la mezcla
- › Menor tendencia al agrietamiento
- › Resistencia a la Compresión de 150 a 400 kg/cm²
- › Modulo de Ruptura de 35 a 50 Kg/cm²



Beneficios

- › Soporta tráfico pesado y cargas concentradas
- › Reduce costos de construcción inicial y de mantenimiento
- › Alta resistencia a la congelación y deshielo
- › Menor permeabilidad, baja contracción, mayor durabilidad
- › Mejora el desempeño de la juntas de control
- › Por su alta reflectancia solar, mitiga el efecto urbano “isla de calor”
- › No requiere acero de refuerzo

Tipos de Soluciones

Bases Cementadas y Full Depth Reclamation (FDR)

Reciclado en sitio de pavimento asfáltico existente para formar una base hidráulica con cemento vía lechada

- ✓ Se disgregan el asfalto y capas granulares
- ✓ Se adicionan dosis puntuales de cemento y agua
- ✓ Se reducen la compra y flete de agregados, al igual que la disposición del asfalto → menor costo
- ✓ Fabricación base estabilizada sin reciclado



El reciclado de pavimentos asfálticos existentes y formación de base estabilizada es más eficiente que una base asfáltica o granular cuando:

- ✓ Existe una estructura de asfalto con alto nivel de deterioro y colocar sobre-carpeta no es adecuado
- ✓ La calidad de los agregados es buena
- ✓ Existe espacio para maniobras



Tipos de Soluciones

Pavimentos Progresivos (Suelo – Cemento)

El suelo cemento es una mezcla del terreno existente con adiciones de cemento

- ✓ Dosificación de cemento: 4 a 10%

UNICAPA es una variación con mayor durabilidad

- ✓ Dosificación de cemento: 11 a 20%

El suelo cemento o el UNICAPA son más eficientes que otros tipos de pavimento cuando:

- ✓ El nivel de tráfico es bajo y ligero
- ✓ No existen niveles altos de precipitación
- ✓ El agregado en sitio es de buena calidad
- ✓ Se busca detonar empleo local en zonas rurales





Túneles



Glorietas



Paradas de Semáforos



Superficie Rodamiento Puentes y Viaductos

Equipos



Equipos para Pavimentos de Concreto Hidráulico

Losas de concreto



Plantas de Concreto



Plantas de Concreto



Transporte de Concreto



Transporte de Concreto

Equipos para Pavimentos de Concreto Hidráulico

Losas de Concreto



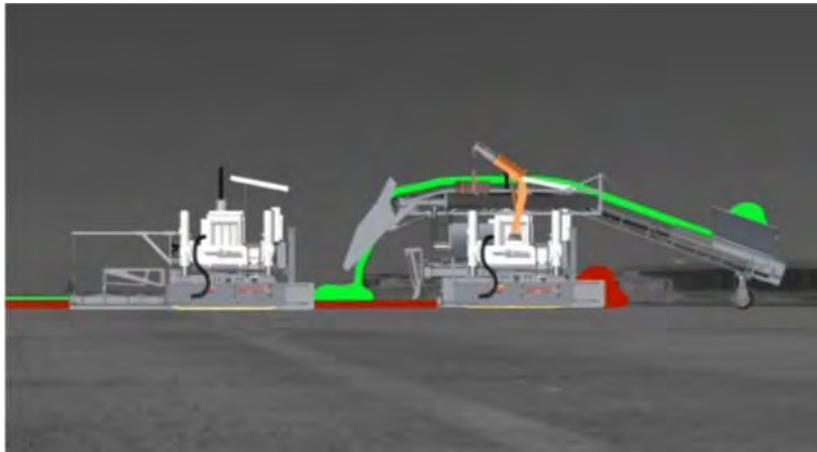
Equipos para Pavimentos de Concreto Hidráulico

Losas de concreto



- ✓ Las tecnologías *Stringless* y *Zero Clearance* permiten pavimentar en espacios reducidos logrando una precisión superior
- ✓ Con los sistemas DBI, *Stringless* y *Zero Clearance* se pueden lograr ahorros de en costos de construcción de hasta un 40%

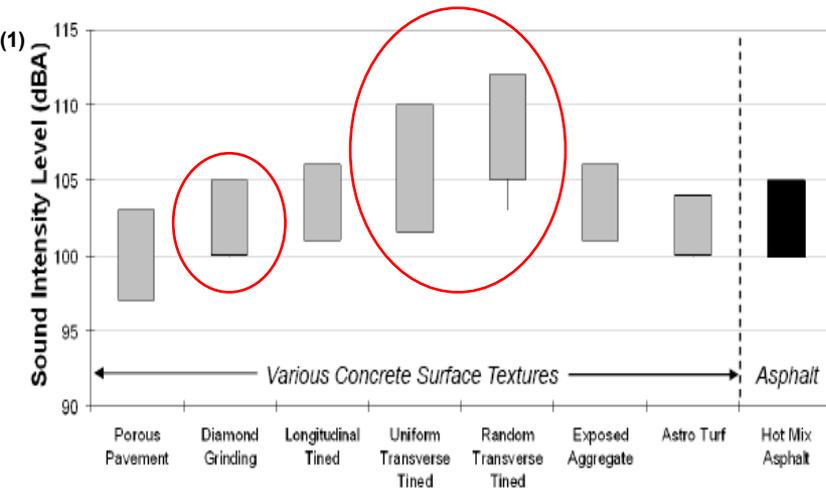
Pavimentadoras Doble Capa



- ✓ Capacidad de colocar capas con diferente calidad de agregados
- ✓ La capa superior utilizar agregado con alta resistencia al pulimento con agregado de 3/8"
- ✓ La capa inferior puede utilizar agregado reciclado o de baja calidad al pulimento (calizas)

Mantenimiento de pavimentos de concreto existentes

Mejoramiento Condiciones Superficiales



Los beneficios de la técnica del fresado superficial de pavimentos de concreto son:

- ✓ Corrección de IRI
- ✓ Recuperación de fricción y macrotextura
- ✓ Disminución del ruido
- ✓ Eliminación de escalonamientos en losas

Mantenimiento de pavimentos de concreto existentes

- Prefabricado



- Pretensado



- Postensado



Equipos

Concreto Compactado con Rodillos



Equipos

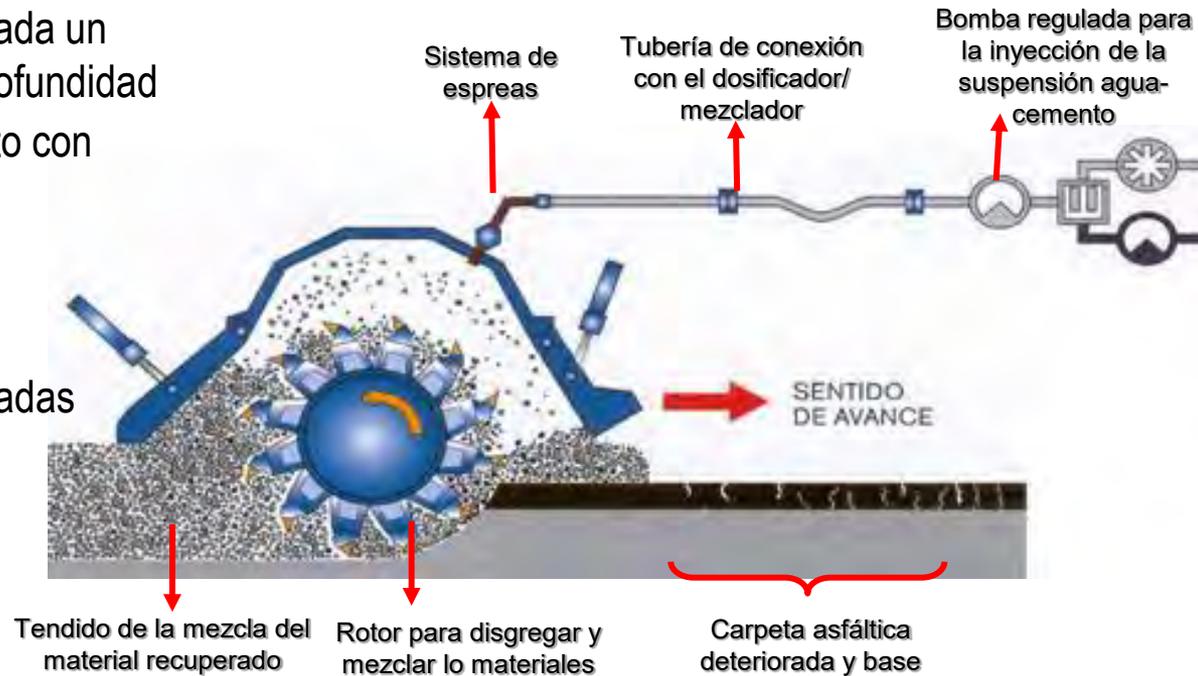
Full Depth Reclamation (FDR)

● Recuperadora/ estabilizadora

- Capacidad para cortar en una pasada un ancho de 3 m y hasta 50 cm de profundidad
- Espreas para incorporar el cemento con agua

● Dosificadora/ mezcladora

- Báscula para dosificación
- Válvulas dosificadoras computarizadas
- Mezcladora de cemento y agua
- Computadoras de dosificación
- Tanque de cemento para 25 ton
- Tanque de agua para 11,000 litros



Equipos

Full Depth Reclamation (FDR)



Equipos

Bases Cementadas

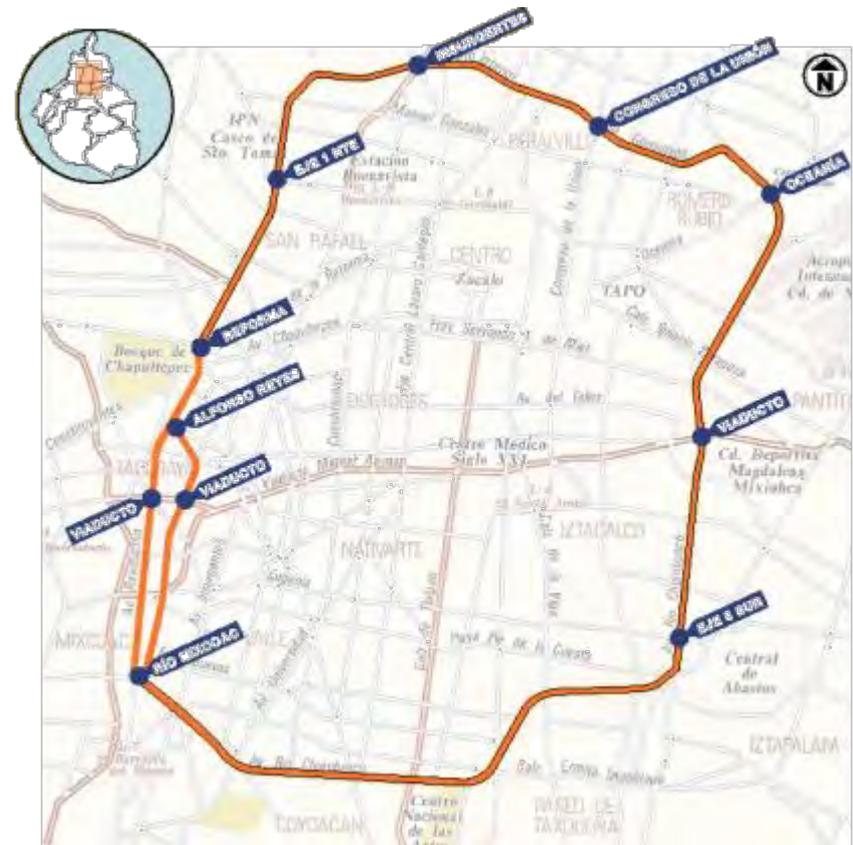


Casos de Éxito



Proyecto Prestación de Servicio (PPS) Caso: Circuito Interior

- Tipo Contrato: PPS a 55 meses
 - Periodo de Construcción: 15 meses
 - Periodo de Mantenimiento: 40 meses
- Construcción incluyendo:
 - Construcción de la superficie de rodamiento en concreto hidráulico
 - Banquetas y guarniciones
 - Señalización
 - Alumbrado público
 - Regeneración de áreas verdes adyacentes
- Mantenimiento incluyendo:
 - Carpeta de rodamiento
 - Señalización
 - Alumbrado público
 - Áreas verdes
 - Limpieza de muros de concreto
 - Barrido periódico
- Monto de Contrato: **\$164 MDD**
 - 5 anualidades fijas: \$32.8 MDD



- Datos:
 - Inicio: **Abril 2008**
 - Volumen pavimento concreto: **3,350,000 m²** (670,000 m³)
 - Longitud = **43 km**
 - 6 carriles centrales y 4 carriles laterales

Proyecto Prestación de Servicio (PPS) Caso: Circuito Interior



Proyecto Prestación de Servicio (PPS) Caso: Metrobus (BRT) Vallejo

- Tipo de Contrato: PPS a 10 años
 - Fecha de inicio: **Marzo 2010**
 - Periodo de Construcción: 13 meses
 - Periodo de Mantenimiento: 107 meses
 - Volumen pavimento concreto: **475,000 m²** (143,000 m³)
- Construcción y mantenimiento de carril confinado (**25 km**) para transporte público “Metrobús”, estaciones de abordaje y pavimentación de avenida de **7.35 km** de 35 metros de ancho
 - Pavimentación de carril confinado y carriles aledaños en concreto hidráulico
 - Banquetas y guarniciones
 - 30 estaciones de abordaje
 - 2 terminales de transferencia
- Monto de proyecto: **\$145 MDD**
 - 9 anualidades de \$16.11 MDD



Proyecto Prestación de Servicio (PPS) Caso: Metrobus (BRT) Vallejo



Obra Pública Tradicional

Caso: Pavimentaciones Guadalajara

- Repavimentación de **21 vialidades** por un total de **41 Km.** en la ciudad de Guadalajara
- Volumen pavimento concreto: **720,000 m²** (143,700 m³)
- Tipo de Contrato: Obra Pública Tradicional
 - Periodo de Construcción: **Abr '11 – May' 12**
- Construcción incluye:
 - Superficie de rodamiento y guarniciones en concreto
 - Señalización horizontal y vertical
 - Alcantarillado, agua potable y drenaje pluvial en el 55% de las vialidades
- Monto de proyecto: **\$46 MDD**
 - Ingresos se reconocen conforme a avance de obra



Obra Pública Tradicional

Caso: Pavimentaciones Guadalajara



Obra Pública Financiada

Caso: Programa Integral de Repavimentación Tijuana

- Tipo de Contrato: Obra Pública Financiada a 20 años
 - Periodo de Construcción: 2 años (**Octubre 2008**)
 - Proyecto integral, incluye el anteproyecto y proyecto ejecutivo
 - Volumen pavimento concreto: **1,150,000 m²** (716,000 m³)
- Rehabilitación en “white topping” de **16 vialidades, 151 Km.**
 - Colocación de sobrecarpetas de concreto hidráulico incluyendo señalización y creación de banquetas y guarniciones
- Monto de proyecto: **\$82 MDD**
 - Periodo de gracia durante etapa de construcción (2 años)
 - Pagos mensuales de capital e intereses al



Obra Pública Financiada

Caso: Programa Integral de Repavimentación Tijuana



Obra Pública Tradicional

Caso: Avenida Presidente Masaryk

- Tipo de Contrato: Obra Pública Tradicional a Precio Alzado
 - Inicio de remodelación: **Enero 2014**
 - Proyecto integral, incluye el anteproyecto y proyecto ejecutivo
 - Periodo de Construcción: **2 años**
 - Reconstrucción de pavimento en **3.2 km (51,700 m2)**
- Remodelación incluye:
 - Reconstrucción camellones y jardines (**17,300 m2**)
 - Adecuaciones en banquetas para hacerlas universales y accesibles (**69,000 m2**)
 - Glorieta de Masaryk
 - Obra inducida (agua, drenaje, telecomunicaciones)
 - Luminarias y mobiliario urbano
 - Señalamiento
- Monto Aproximado de Inversión: **\$25.0 MDD**



Fuente: <https://www.admexico.mx/arquitectura/articulos>



Fuente: <https://centrourbano.com>

Obra Pública Tradicional

Caso: Pavimentaciones Los Cabos y La Paz, B.C.S.

- Repavimentación de **297 vialidades (1,250,000 m²)** en la ciudades de La Paz y Los Cabos
- Volumen pavimento conceto: **237,500 m³**
- Losa: **18 y 20 cm** de espesor y MR **42 Kg/cm²**
- Tipo de Contrato: Obra Pública Tradicional
 - Periodo de Construcción: **Ene'13 – Dic'16**
- Construcción incluye:
 - Superficie de rodamiento y guarniciones en concreto
 - Señalización horizontal y vertical
 - Alcantarillado, agua potable y drenaje pluvial de las vialidades
- Monto de proyecto: **\$74.09 MDD**
 - Ingresos se reconocen conforme a avance de obra



Obra Pública Tradicional

Caso: Periférico de Morelia.

- Reconstrucción de **6.55 Km.**
- Volumen pavimento concreto: **51,423 m²**
(14,913 m³)
- Losa: **29 cm** de espesor y MR **45 Kg/cm²**
- Tipo de Contrato: Obra Pública Tradicional
 - Periodo de Construcción: **Ene'16 – Ene'17**
- Construcción incluye:
 - Superficie de rodamiento y guarniciones en concreto
 - Señalización horizontal y vertical
 - Alcantarillado, agua potable y drenaje pluvial de las vialidades
 - Iluminación
- Monto de proyecto: **\$6.50 MDD**
 - Ingresos se reconocen conforme a avance de obra



Fuente: CEMEX



Fuente: <https://scop.michoacan.gob.mx>

Obra Pública Tradicional

Caso: Periférico Ecológico de Puebla

- Rehabilitación de pavimento existente (asfalto) con concreto hidráulico de **19.5 Km**
- Volumen de pavimento de concreto **546,000 m²** (155,000 m³)
- Volumen de base estabilizada con cemento Portland: **85,000 m³** (recuperación de base hidráulica existente)
- Periodo de rehabilitación: **2012 – A la fecha**
- Datos técnicos:
 - Ancho de calzada: Dos cuerpos de 14 m cada uno
 - Espesor de losa: 28 cm
 - Espesor base recuperada: 15 cm



Obra Pública Tradicional

Caso: Periférico de Guadalajara

- Rehabilitación de pavimento existente (asfalto) con concreto hidráulico de **48 Km**
- Volumen de pavimento de concreto: **2,020,000 m²** (400,000 m³)
- Periodo de rehabilitación: **2015 – A la fecha**
- Datos técnicos:
 - Ancho de calzada: Dos cuerpos centrales de 14 m cada uno con calles laterales 7 m cada una
 - Espesor de losa: 27 cm y 32 cm



Gracias

