

CAPITULO 1 - INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES Y EVOLUCION DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

“Las crecientes necesidades de desarrollo, la búsqueda de soluciones perdurables y la demanda de contar más y mejores caminos han contribuido para lograr que en la modernización y ampliación de la red carretera de México se esté especificando el uso de pavimentos del concreto hidráulico bajo estándares internacionales de calidad.”

a).- ANTECEDENTES

La extensión territorial de México cuenta con una gran diversidad de climas, tipos de suelos, zonas ambientales y etnias, su heterogeneidad nos ha ido marcando el camino del desarrollo y crecimiento, de alguna manera esta diversidad ha influido en la conformación de nuestra infraestructura carretera.

En México tenemos aproximadamente 95,000 km de caminos pavimentados cuyas condiciones de servicio no son las óptimas, de hecho la mayoría de ellos esta catalogado por las propias autoridades como pavimentos en regulares y malas condiciones. Una razón importante del bajo nivel de servicio es debido a que estas carreteras se proyectaron, diseñaron y construyeron en su mayoría entre los años de 1925 a 1970. La red estuvo proyectada para soportar cargas vehiculares que varían entre las 6 y 8 toneladas y en la actualidad llega a tener camiones cargados los cuales en algunos casos alcanzan a pesar hasta 60 toneladas. Además de no considerar el aumento en los pesos de los vehículos, no se consideró tampoco el crecimiento del tránsito de camiones pesados en la red, ya que se considero en el diseño el tráfico diario que anteriormente se tenía y que variaba entre los 500 y 1,000 vehículos, sin embargo en la actualidad se tienen valores significativamente mayores de hasta 15,000 vehículos.

Antes del año de 1993 la especificación y construcción de pavimentos de concreto hidráulico en México fue relativamente escasa. Se considera que esto se debió principalmente a que nuestro país es un importante productor de petróleo y por consiguiente de asfalto y como anteriormente existía un subsidio importante en el precio del asfalto, los pavimentos asfálticos en nuestro país resultaban en costo muy inferiores a los del concreto hidráulico. Adicionalmente existía una gran desinformación y desconocimiento sobre el diseño y construcción con nuevas tecnologías de los pavimentos de concreto hidráulico. Otro factor importante es que cuando se diseñaron los caminos de México para el tránsito que se pensaba tenían que soportar, los pavimentos de asfalto parecían ser una alternativa suficiente.

Ante la preocupación acerca del deterioro de las carreteras en la red y considerando los puntos anteriormente planteados la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) se dio a la tarea de buscar soluciones alternativas a tal situación que pudieran soportar adecuadamente las cargas y el volumen de tráfico pesado buscando que los niveles de servicio permanecieran en buen nivel durante períodos mayores. Tales exigencias orientaron a la SCT a la solución con pavimentos de concreto hidráulico, que representaban un costo razonable, con una capacidad estructural adecuada tanto para el volumen de tránsito como para la intensidad del mismo y un período de vida costeable de acuerdo a la magnitud de la inversión.

b).- TECNOLOGIA

Para satisfacer la demanda de diseñar, especificar y construir los pavimentos de concreto hidráulico con las mejores tecnologías a nivel mundial y con altos estándares en sus especificaciones, tubo que llevarse a cabo un programa de capacitación intensivo y avanzado para los técnicos e ingenieros especificadores, esto se logró con el apoyo de la iniciativa privada mexicana interesada en el desarrollo de la infraestructura del país con base en este tipo de pavimentos. Este tipo de capacitaciones se ha seguido desarrollando tanto en México como en el extranjero.

Se realizó una revisión exhaustiva sobre los tipos de maquinaria que estaban disponibles en el mercado internacional para realizar estas tareas, tanto plantas de mezclado central para la elaboración del concreto con la calidad y en las cantidades necesarias para lograr altos rendimientos en la pavimentación, así como pavimentadoras de cimbra deslizante con las características necesarias para lograr altos niveles de servicio, seguridad y confort. Se analizaron también las ventajas y desventajas de unas marcas de equipos con respecto a otras, la experiencia de las empresas dedicadas a la fabricación de estos equipos, la facilidad con la que dichas empresas podrían ofrecer los servicios de capacitación, refacciones y mantenimiento para dichos equipos, e incluso la posibilidad de desarrollar representantes locales de dichas empresas para dar servicio en México. De igual forma se trabajo en lo referente a equipos para dar el texturizado final al pavimento de concreto, las maquinas cortadoras para conformar los tableros de losas, los diferentes tipos de discos para estos cortes, y algunos otros equipos de medición de las características físicas de los pavimentos.

Terminados los análisis anteriores se importaron los equipos seleccionados a nuestro país y se dio inicio propiamente al desarrollo de este tipo de soluciones.



Figura 1.1 – 1 Introducción – Tecnología – Pavimentadora de Cimbra Deslizante

c).- EVOLUCION

Ante la globalización se hicieron más imperantes las necesidades de contar con una infraestructura que permita el desarrollo de la actividad económica y social del país.

En el año de 1993 la SCT con el apoyo de Cementos Mexicanos construyó la primera carretera de concreto hidráulico con el uso de especificaciones internacionales y las nuevas tecnologías de pavimentación, siguiendo estrictas normas de calidad tanto en la producción como en el tendido del concreto y contemplando una serie de alternativas en las especificaciones que permitirían establecer posteriormente situaciones comparativas que permitirían establecer adecuadamente las características ideales en las especificaciones de los pavimentos de concreto hidráulico. Así en 1993 el libramiento Ticumán ya era una realidad en concreto hidráulico, con una longitud de 8.5km.

A partir de este proyecto y con los resultados programados que se fueron obteniendo del mismo, se continuo con la especificación y construcción de algunas otras carreteras de concreto hidráulico en el país, de tal forma que al final de 1994 ya se habían iniciado los trabajos en los tramos de las Autopistas Guadalajara – Tepic, Tuxpan – Tihuatlán y Tihuatlán – Poza Rica, así como el primer tramo de la Cárdenas – Agua Dulce.

A pesar de la crisis económica que sufrió el país, para el año de 1995 ya se estaban realizando los trabajos de algunas carreteras como: Yautepec - Jojutla, Atlapexco – Tianguistengo, Jiutepec – Zapata y un tramo de la Autopista Querétaro – San Luis Potosí.

Durante el año de 1996 se construyeron también de concreto los tramos: Entronque Aeropuerto de San Luis Potosí – Entronque Libramiento de San Luis Potosí, Libramiento de San Luis Potosí – El Huizache y el tramo Aeropuerto de Ixtapa – Zihuatanejo.

Para los años de 1997 y 1998 se especificaron y construyeron los siguientes tramos: Autopista Pirámides – Tulancingo, un segundo tramo de Ixtapa – Aeropuerto, el Libramiento Ruta Dos en Nuevo Laredo, la Autopista Cancún – Tulum, la Autopista Huizache – Matehuala, tres tramos de la Autopista Querétaro – Palmillas, el Libramiento Uman en el estado de Yucatán, el Libramiento Rincón de Romos en el estado de Aguascalientes, Boulevard Aeropuerto La Paz y el tramo de Chihuahua – Aldama. En este período se realizó una ampliación a la aeropista del aeropuerto de Mérida con la tecnología del concreto hidráulico.

Para 1999 se estuvieron realizando ó por iniciar los trabajos de construcción de los tramos de: la Autopista Rosario – Escuinapa en el estado de Sinaloa, Aeropuerto Vallarta – Río Ameca en Jalisco, Río Ameca - Cruz de Huanacaxtle en Nayarit, el segundo tramo de la Cárdenas – Agua Dulce en Tabasco, la carretera Yautepec – Oacalco, el tramo Poxila – Límite de Estados en Yucatán, Libramiento de Colima, Chajul – Flor de Café en el estado de Chiapas, Entronque Feliciano – Lázaro Cárdenas Michoacán, Acceso al Puerto Fronterizo Laredo puente Internacional III, Matehuala – San Roberto y San Roberto – Puerto México en el estado de Nuevo León, el acceso al puerto de Altamira (API), las laterales del Paseo Tolloacán en Toluca Estado de México, los tramos de Huayacocotla y la Chinantla en Veracruz, el Libramiento Nororiente de Querétaro, así como la aeropista del aeropuerto de Kaua en el estado de Yucatán.

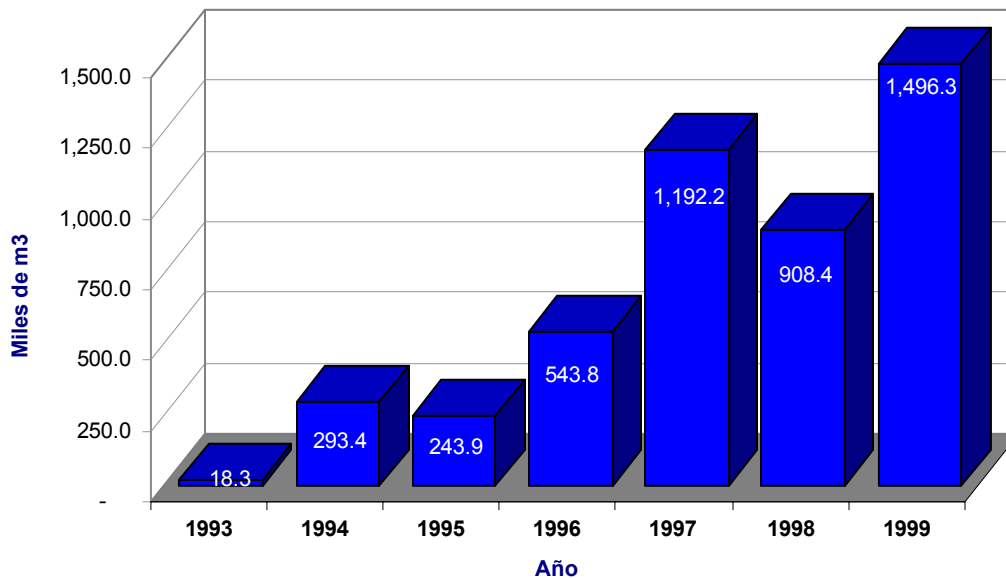


Figura 1.1 – 2 Introducción – Evolución – Autopista de Concreto Hidráulico

Como se ha descrito en la información presentada anteriormente el crecimiento y evolución de los pavimentos de concreto hidráulico ha aumentado de una manera que resulta muy favorable para el país, por las ventajas que los mismos representan, esto ha propiciado que la demanda de caminos de excelente calidad haya ido en aumento.

En la siguiente gráfica se muestra el comportamiento del consumo de concreto hidráulico para la construcción de carreteras.

VOLUMEN DE CONCRETO EN CARRETERAS



Nota: el volumen de 1999 incluye tramos terminados, en ejecución y licitados.

Figura 1.1 – 3 Introducción – Evolución – Volumen de Concreto en Carreteras

d).- VENTAJAS

Entre las principales ventajas de un pavimento de concreto hidráulico podemos enumerar las siguientes:

- Durabilidad
- Bajo Costo de Mantenimiento
- Seguridad
- Altos Indices de Servicio
- Mejor Distribución de Esfuerzos bajo las Losas

1. Durabilidad

Una de las ventajas más significativas de los pavimentos de concreto hidráulico es la durabilidad del concreto, para lograr esta durabilidad es importante considerar además de la resistencia adecuada del concreto ante las sollicitaciones mecánicas todos los agentes externos de exposición a los que estará sujeto el pavimento para elaborar la mezcla apropiada y definir las recomendaciones para la colocación del concreto hidráulico. Se deben de realizar los proporcionamientos de mezcla adecuados, con ciertas relaciones agua / cemento, utilizando aditivos que permitan una reducción de agua en la mezcla y que den la trabajabilidad adecuada al concreto aun con revenimientos bajos como los utilizados en autopistas.

Otro aspecto importante para lograr esta durabilidad tiene que ver con los materiales que forman la estructura de soporte, es importante conocer con detalle las características de los mismos y sus grados de compactación apoyados con los estudios de mecánica de suelos de la ruta.

Es importante que el diseñador cuente con la suficiente información para poder estimar de forma precisa el volumen de tráfico y las cargas vehiculares que estarán transitando por el pavimento con el objeto de realizar un diseño estructural adecuado para las cubrir adecuadamente la durabilidad del proyecto por efectos de fatiga.

2. Bajo Costo de Mantenimiento

Los pavimentos de concreto hidráulico se han caracterizado por requerir de un mínimo mantenimiento a lo largo de su vida útil. Esto es sin duda una de las ventajas mayores que ofrecen estas alternativas de pavimentación. La significativa reducción en los costos de mantenimiento de una vía permite que el concreto sea una opción muy económica. Esto normalmente se puede visualizar al realizar un análisis del costo ciclo de vida que puede ser comparado con algunas otras alternativas de pavimentación. El análisis del costo ciclo de vida es una herramienta que nos ayuda para soportar la toma de decisiones.

El mantenimiento que requieren los pavimentos rígidos es mínimo, sin embargo es muy importante que el mismo se provea en tiempo y forma adecuados para garantizar las propiedades del pavimento.

3. Seguridad

El concreto hidráulico colocado bajo las especificaciones y con los equipos mencionados anteriormente permite lograr una superficie de rodamiento con alto grado de planicidad y dada su rigidez esta superficie permanece plana durante toda su vida útil, evitando la formación de roderas las cuales disminuyen el área de contacto entre llanta y pavimento produciendo el efecto de acuaplaneo en los días de lluvia. Otro fenómeno que se evita con la utilización del concreto hidráulico es la formación de severas deformaciones en las zonas de arranque y de frenado que hacen a los pavimentos ser mas inseguros y maltratan fuertemente los vehículos.

Por el color claro del pavimento de concreto hidráulico se tiene una mejor visibilidad en caso de transitar de noche o en la oscuridad de días nublados.

4. Altos Indices de Servicio

Los pavimentos de concreto hidráulico permiten ser construidos con altos índices de servicio, como se menciona en el punto anterior se puede lograr un alto grado de planicidad o un índice de perfil muy bueno, adicionalmente siguiendo las recomendaciones de construcción adecuadas se puede proveer al pavimento de una superficie altamente antiderrapante.

La utilización de pasajuntas permite mantener estos índices de servicio, evitando la presencia de escalonamientos en las losas sobretodo en tramos donde el tráfico es significativamente pesado.

5. Mejor Distribución de Esfuerzos bajo las Losas

Dada la rigidez de la losa los esfuerzos que se transmiten a las capas inferiores del pavimento se distribuyen de una manera prácticamente uniforme, cosa contraria a lo que sucede con los pavimentos flexibles en donde las cargas vehiculares concentran un gran porcentaje de su esfuerzo exactamente debajo del punto de aplicación de la carga y que se van disminuyendo conforme se alejan de la misma. La distribución uniforme de las cargas permite que los esfuerzos máximos que se transmiten al cuerpo de soporte sean significativamente menores en magnitud, lo que permite una mejor condición y menor deterioro de los suelos de soporte.

e).- TRABAJO CONTINUO

Poco a poco se ha ido logrando tener una mayor experiencia en el diseño, especificación y construcción de pavimentos de concreto hidráulico en México, estas experiencias han ido mostrando las ventajas de este tipo de soluciones, de tal modo que cada vez son mas las entidades gubernamentales responsables de la construcción, mantenimiento y operación de las vías que están interesadas en proveer a sus caminos de las características de un pavimento de concreto hidráulico lo que les significa ahorros sustanciales en mantenimiento, mejores niveles de servicio del camino, mayor vida útil y consecuentemente economía de los recursos.

Podemos afirmar que la alternativa de pavimentación con concreto hidráulico es una realidad en nuestro país y el siguiente paso, en el que estamos trabajando a pesar de que son mínimas las necesidades, es el de dar a conocer a los especificadores y constructores los métodos de rehabilitación, reparación y mantenimiento que se deben de seguir en los pavimentos rígidos para aprovechar de mejor forma todas sus ventajas.

1.2 MARCO DE REFERENCIA

“El desarrollo de los pavimentos de Concreto Hidráulico se ha incrementado notablemente en Latinoamérica en la década de los 90’s, gracias a las ventajas que ofrecen para el desarrollo económico de los países del tercer mundo”

a).- EXPERIENCIA INTERNACIONAL

En muchos países del mundo se han utilizado por muchos años los pavimentos de concreto hidráulico tanto para proyectos carreteros como para vías de comunicación urbanas, tal es el caso de Estados Unidos, Canadá, Alemania, España, Francia, Italia, Bulgaria, Etc. De diferentes formas estos países han contribuido para que los métodos de diseño se hayan ido perfeccionando en base a los estudios realizados en el tiempo, así mismo se ha evolucionado en las técnicas de construcción y de evaluación de los pavimentos de concreto hidráulico.

Todas las experiencias recopiladas durante más de 50 años han servido de base para la tecnología actual de pavimentos y obviamente se sigue experimentando e investigando para mejorar y perfeccionar las técnicas actuales.

b).- CASO DE LATINOAMERICA

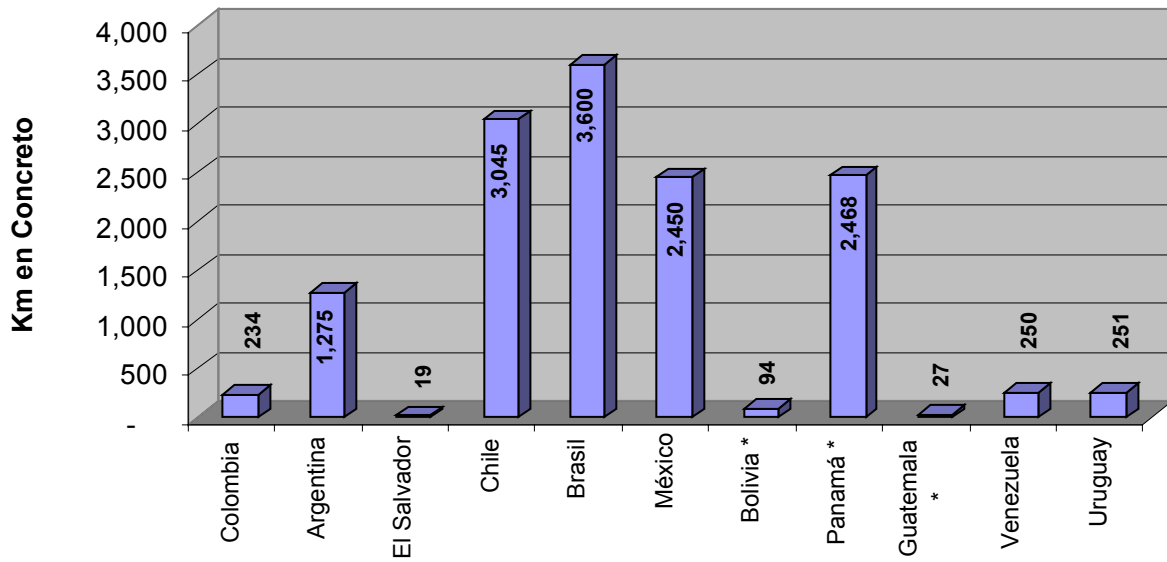
En los países de América Latina se han utilizado los pavimentos de concreto principalmente para vialidades urbanas, sin embargo las tecnologías de diseño y construcción utilizadas normalmente no habían sido las más actualizadas. El país de Latinoamérica que más pronto inició su incursión en las nuevas tecnologías de pavimentación fue Panamá esto en consecuencia de la fuerte influencia tecnológica que tuvieron de los Estados Unidos por su presencia en el Canal. Posteriormente algunos otros países empezaron a utilizar estas tecnologías tanto en especificaciones como en procedimientos constructivos, sin embargo el desarrollo más importante se ha dado durante la última década, la de los noventas.

Países como: Brasil, Chile, México, Argentina, han empezado a utilizar ampliamente estas nuevas tecnologías en el desarrollo de sus Carreteras, Autopistas y Vialidades Urbanas.

En menor escala pero con una fuerte tendencia de crecimiento lo están haciendo países como Venezuela, Colombia, Uruguay, Guatemala, El Salvador y Bolivia, sin embargo esta tendencia parece estar ampliándose a todos los países de América Latina.

En las gráficas siguientes podemos observar de manera aproximada el porcentaje de la red carretera pavimentada de estos países que ya cuenta con concreto hidráulico como superficie de rodamiento, así como el número de kilómetros construidos por país con estas nuevas tecnologías en Carreteras y Autopistas.

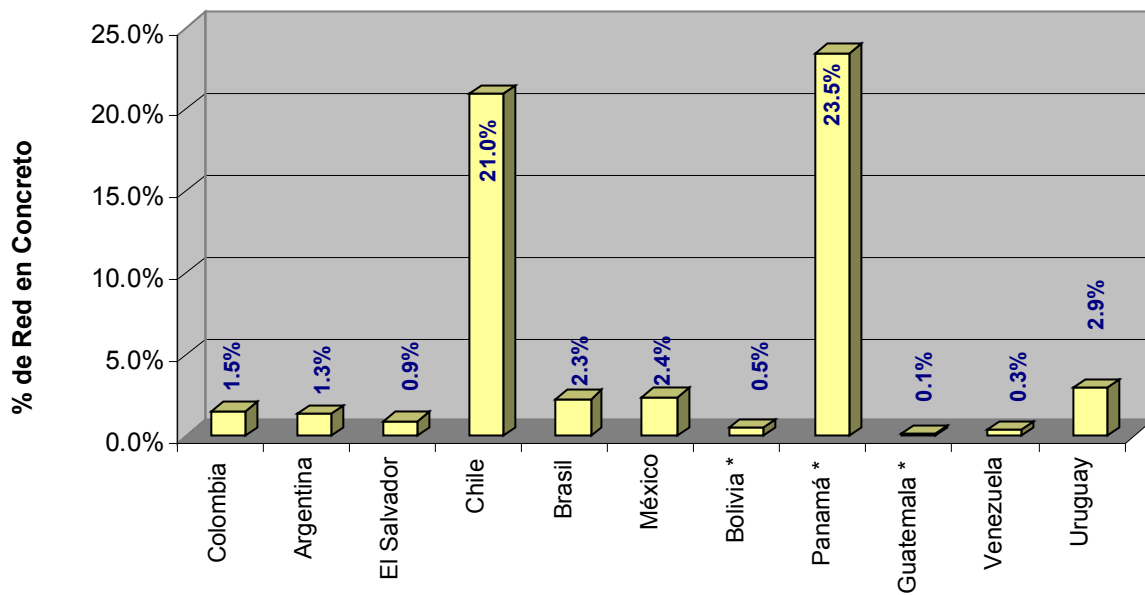
Como puede observarse, el crecimiento es importante y el potencial de desarrollo es aún mayor.



Fuente: 2do Foro Interamericano de Pavimentos de Concreto, Brasil agosto de 1999.

* Datos aproximados

Figura 1.2 – 1 Introducción – Marco de Referencia – Km de Concreto en Carreteras



Fuente: 2do Foro Interamericano de Pavimentos de Concreto, Brasil agosto de 1999.

* Datos aproximados

Figura 1.2 – 1 Introducción – Marco de Referencia – Porcentaje de la Red en Concreto Hidráulico