



PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO.

Gerencia Técnica IMCYC, 2009





La gente quiere vialidades seguras

Con mejor visibilidad

Sin deformaciones

Con mejores condiciones de manejo y frenado

La sociedad quiere vialidades de calidad

Seguras, confortables y económicas

El País requiere vialidades duraderas

Con una mayor vida útil

De alta resistencia

Que necesiten menor mantenimiento





*En la ingeniería de pavimentos se manejan dos tipos convencionales identificados como **flexibles o asfálticos** y **rigidos o de concreto hidráulico**, con variantes de bases y subbases y con trabajos de rehabilitación diversos.*

Para determinar que pavimento específico se debe elegir para cada caso en particular, se requiere seguir un proceso de selección que implica la consideración de diversos aspectos entre los que destacan los relativos a los costos.





COSTO DEL CICLO DE VIDA

Durabilidad de los proyectos

Es un aspecto cada vez más importante a nivel mundial.

Los diseños de los pavimentos rígidos se especifican para una vida útil :

- en México de **20 a 25** años.
- en Estados Unidos los están llevando a períodos de **30 a 40** años.
- en Europa no es raro que se diseñen para **50** años ó más.





COSTO DEL CICLO DE VIDA

En una visión general, el costo inicial de una carretera es visto sólo como parte del costo total del proyecto, por lo que se considera el concepto del “costo del ciclo de vida”, que incluye:

- a) COSTOS DE CONSTRUCCION INICIAL.**
- b) COSTOS DE CONSERVACION.**
- c) COSTOS DEL USUARIO.**





COSTO DEL CICLO DE VIDA

El impacto de lo anterior es sumamente significativo, como lo denotan los siguientes datos:

- **En México, los costos del transporte representan el 5% del PIB.**
- **En un camino con al menos 50 vehículos diarios de circulación los costos de operación serán mayores que la suma de los costos de construcción inicial y de conservación durante su vida útil. Banco mundial.**





COSTO DEL CICLO DE VIDA

EN UNA ESTIMACION PARA VALUAR EL ORDEN DE MAGNITUD, EN UN TRAMO DE 100 km CON UN TPDA DE 3,600 (28% PESADOS), UN **PAVIMENTO MALO** COSTARIA AL PAIS 56,000 MILLONES DE PESOS CADA AÑO EN EXCESO DEL COSTO DE OPERACION DE UN CAMINO EN BUENAS CONDICIONES.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE





ABATIMIENTO DEL COSTO

Para una carretera con un tránsito de 3000 vehículos diarios y una tasa de crecimiento usual en México

COMPONENTES	QUE INCLUYE ?	COSTO RELATIVO
CONSTRUCCION INICIAL	COSTO TOTAL DEL PROYECTO AL MOMENTO DE SU INAUGURACION	1
CONSERVACION	REPARACIONES, REHABILITACIONES, AMPLIACIONES Y MODERNIZACIONES	10
COSTOS DEL USUARIO	OPERACION DE LOS VEHICULOS, COSUMO DE COMBUSTIBLE, COMPOSTURAS, TIEMPOS DE RECORRIDO Y ACCIDENTES	+ 200



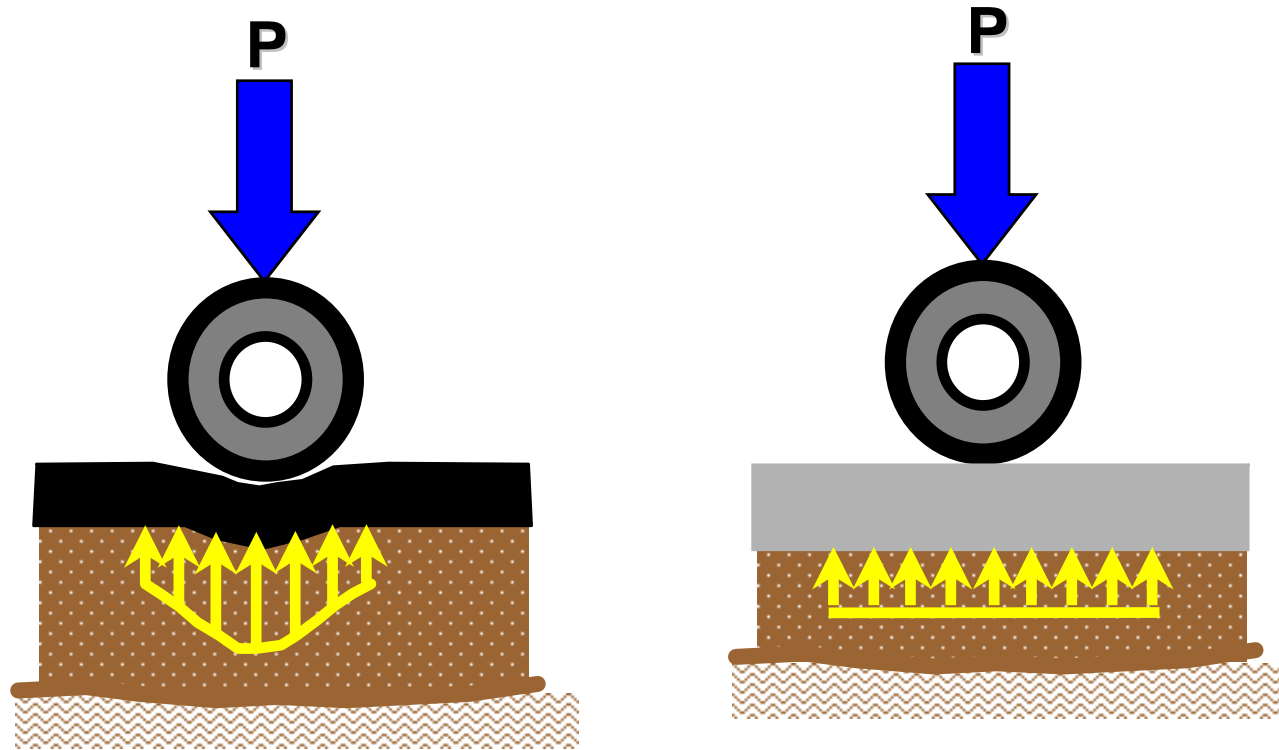


A.- Costo Inicial, de construcción

➤ Diseño	2%
➤ Indemnizaciones	28%
➤ Movimientos de tierra	35%
➤ Pavimento	15%
➤ Estructuras Complementarias	7%
➤ Señalización e iluminación	13%



PRESIONES AL SUELO



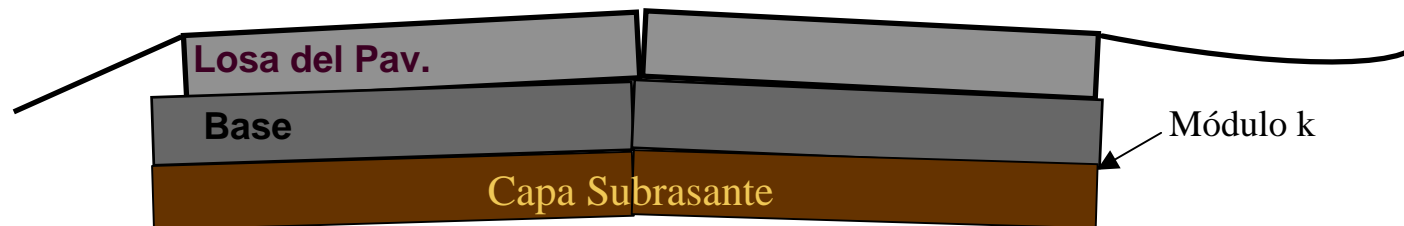
LAS PRESIONES TRANSMITIDAS A LA ESTRUCTURA DE TERRACERIAS SON MENORES EN LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO.



Diseño AASHTO

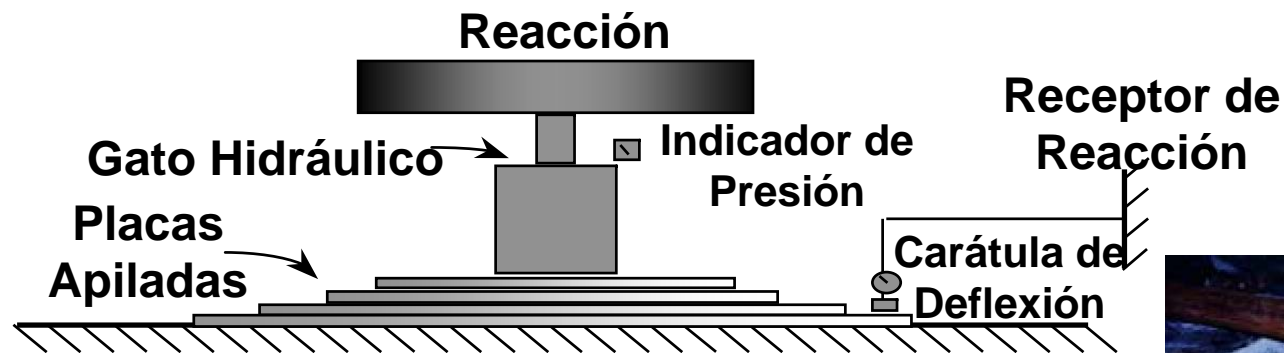
La calidad del soporte está dada por :
El módulo de reacción K de la capa subrasante

Base o sub-base: Capa de material directamente debajo de la losa que proporciona una superficie de trabajo estable.



Propiedades de la Subrasante

Módulo de Reacción de la Subrasante, k



k (psi/in) = carga unitaria por placa / deflexión de la placa





Diseño AASHTO

Tráfico

ESAL's o E-18's

El número y peso de todos los ejes esperados durante la vida de diseño del pavimento -

Ejes Equivalentes Sencillos expresado en ejes de 8.2 ton para cada tipo de pavimento.

-ESAL's Rígidos o E-18's

-ESAL's Flexibles o E-18's





Diseño AASHTO

Daño en los Pavimentos. Importancia del tráfico pesado



El daño producido a un pavimento por un camión semi-remolque de 36 Ton. equivale a 9,523 automóviles.

En las décadas de los 50s y 60s, el porcentaje de camiones pesados era del 6% respecto al tráfico total.

Actualmente, la concentración de camiones pesados es del 25 al 40%.

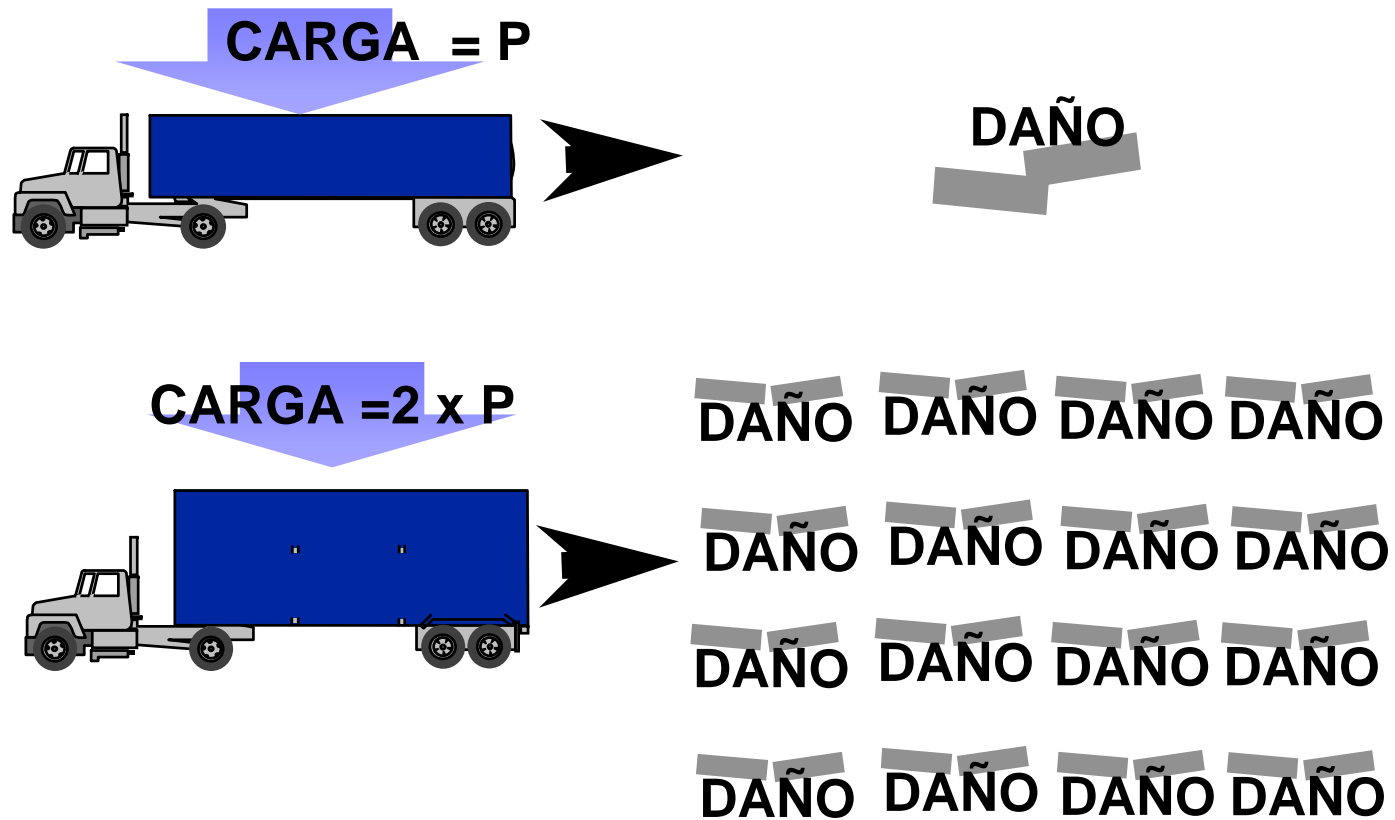
En México, el coeficiente de daño medido de camiones pesados, es 4 veces mayor que en los Estados Unidos.





Diseño AASHTO

Daños en los Pavimentos

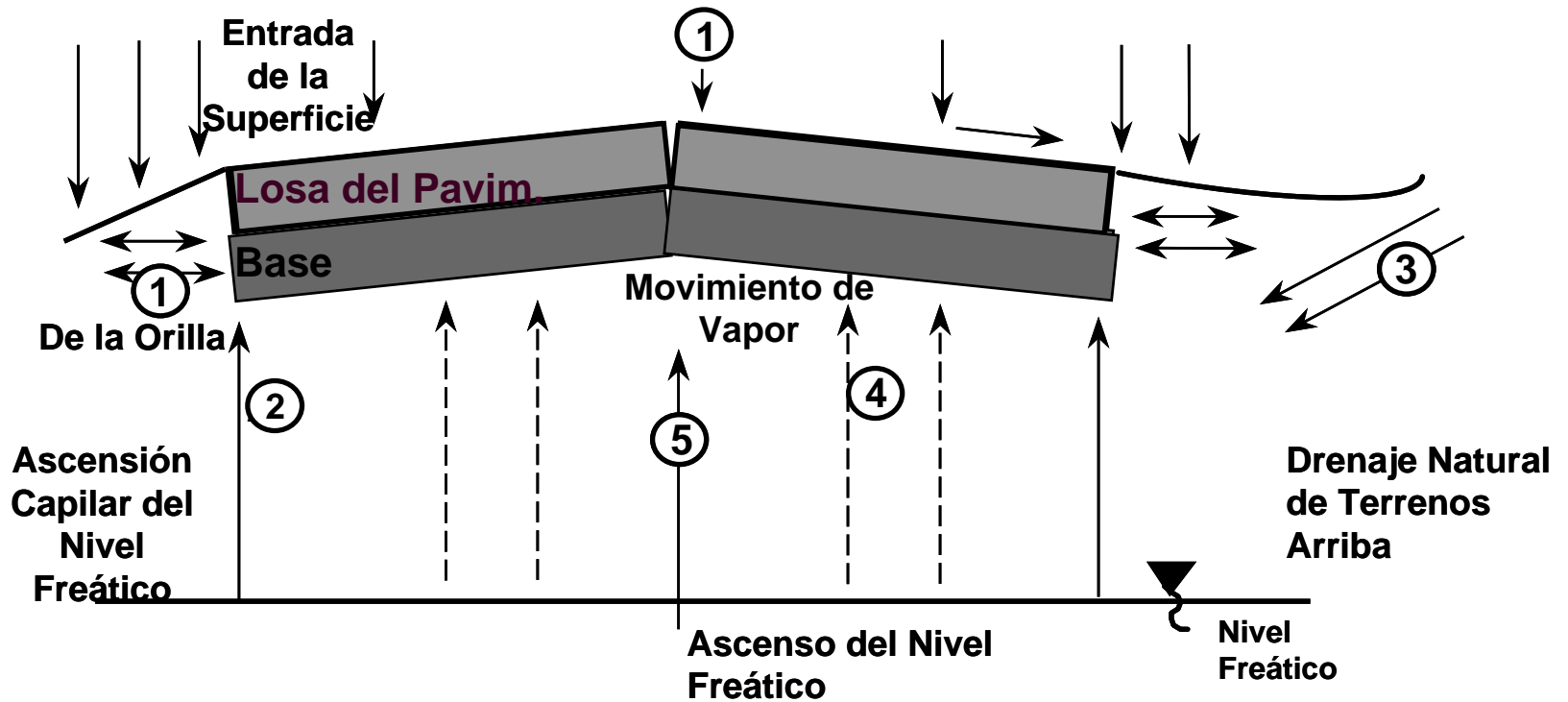




Diseño AASHTO

Drenaje, Cd

Avenidas para entrada de agua





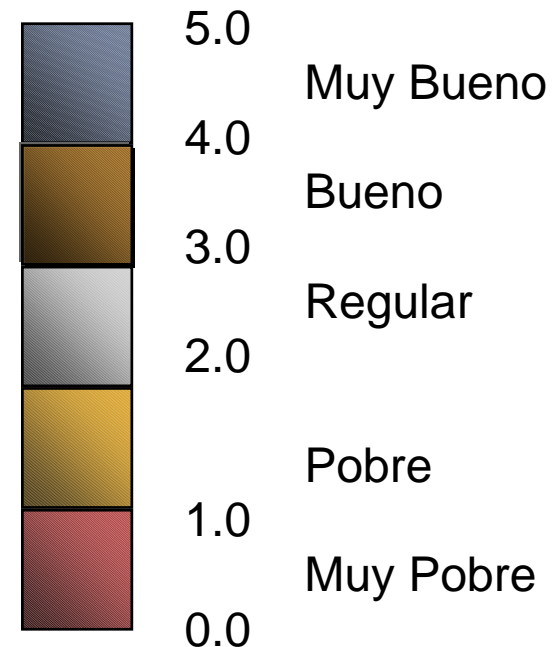
Diseño AASHTO

Calidad del Servicio

Serviciabilidad

la habilidad del
pavimento
de servir al tipo de
tráfico
(autos y camiones)
que circulan en la vía

Índice de Servicio Presente (PSI)





VENTAJAS ECONOMICAS

CONCRETO HIDRAULICO

**COSTO DEL
CICLO
DE VIDA**

- + ALTERNATIVAS QUE DEN RESULTADOS SIMILARES**
- + MISMA DURABILIDAD**
- + MISMA CAPACIDAD ESTRUCTURAL**
- + REPRESENTAR RESULTADOS EN “PESOS EQUIVALENTES”**





Diseño de las Estructuras de los pavimentos

Los métodos empleados, AASHTO, Instituto de Ingeniería UNAM e Instituto del Asfalto para el caso de pavimentos flexibles y para Pavimentos rígidos, AASHTO y PCA.

Se tienen las estructuras siguientes:

Pavimento Flexible

ESAL	Espesor de capa, cm		
	Sub rasante	Base	Carpeta
1x 10 ⁶	30	20	11
10x10 ⁶	30	22	18
50x10 ⁶	50	25	25

Pavimento Rígido

ESAL	Espesor de capa, cm		
	Sub rasante	base	Carpeta
1x 10 ⁶	30	12	16
10x10 ⁶	30	12	25
50x10 ⁶	50	12	30





Características del estudio económico

Condiciones

El procesamiento del análisis económico de las seis estructuras, cubre un periodo de 30 años, en el cual se consideraron los costos de construcción, de conservación o mantenimiento, de operación y el costo de rescate.

Los precios unitarios son los que se manejan en el año de 2008, sin considerar acarreos.

Los costos de conservación también son los del año 2008, incluyendo los tiempos de aplicación.

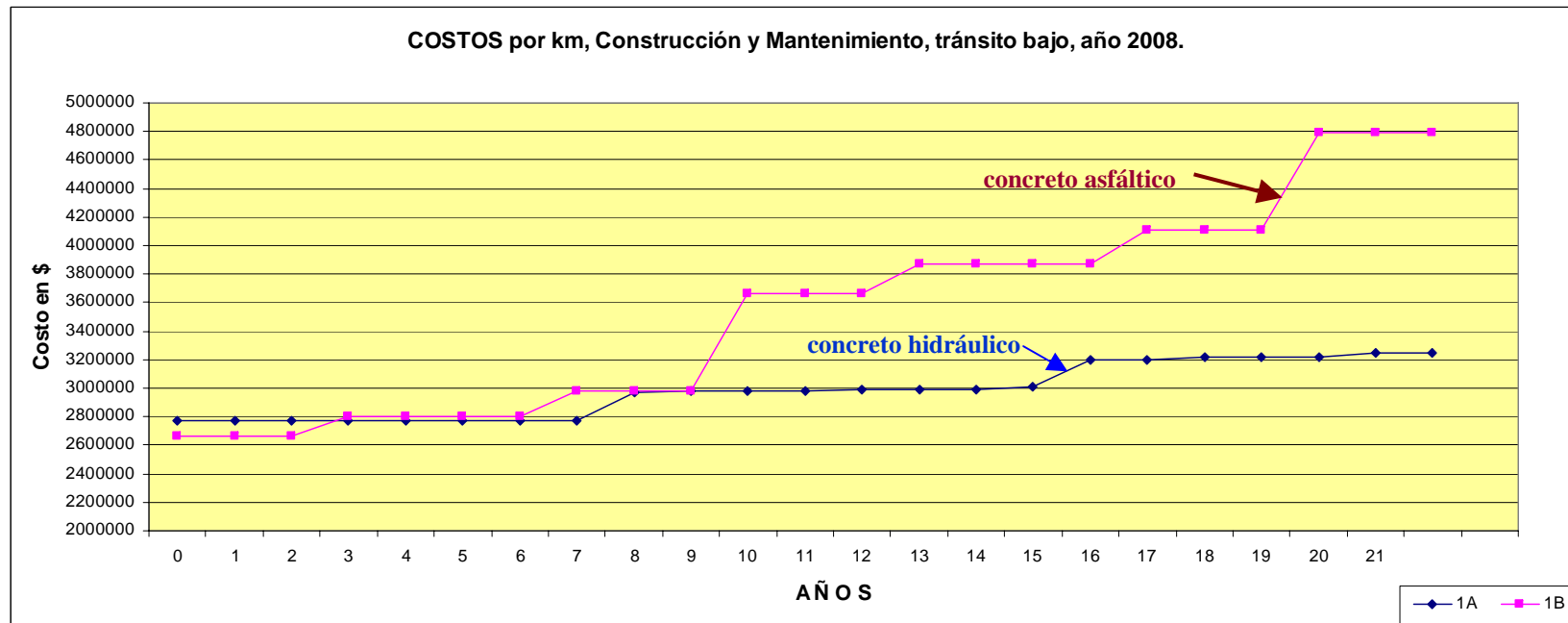
En los costos de operación se han tomado en cuenta los criterios del IMT y se ha utilizado el **programa vocmex** para su cálculo a través del tiempo.

El tránsito para cada caso analizado, con una tasa de crecimiento de 5%.





Tipos de pavimento

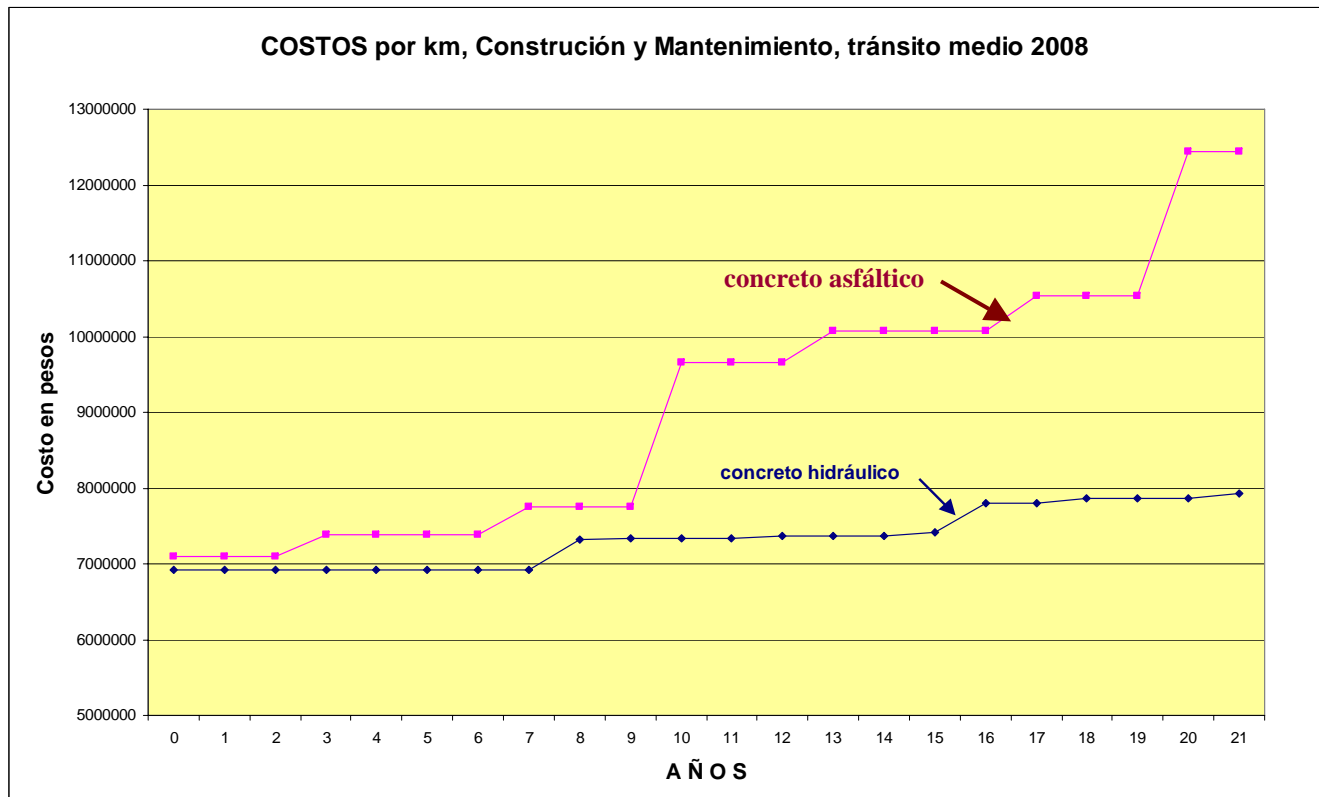


Con 2 carriles de circulación





Tipos de pavimento

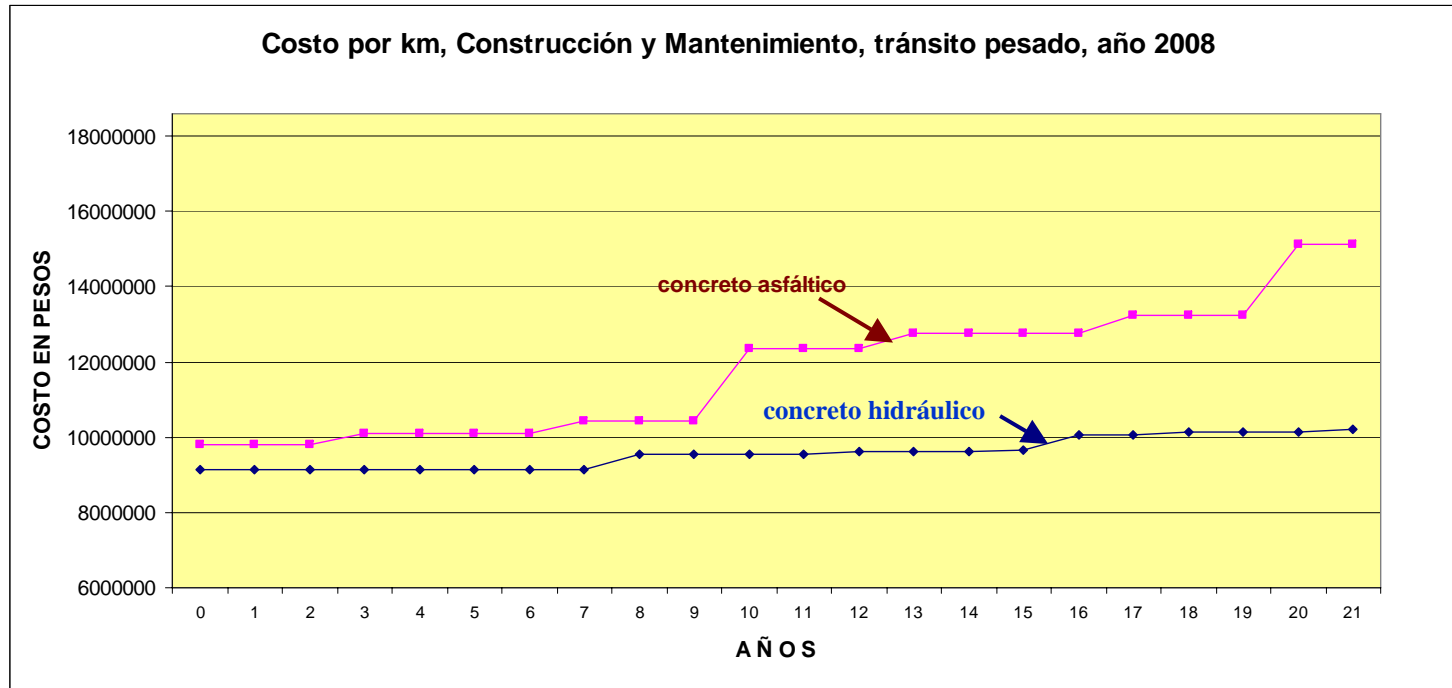


Con 4 carriles de circulación





Tipos de pavimento



Con 4 carriles de circulación





Resultados del estudio

Conclusiones

Como se aprecia en las gráficas, el pavimento rígido presenta el menor costo total en las opciones analizadas, partiendo de la subrasante propuesta con valor de VRS de 20%; sin embargo, para otras condiciones de subrasante, se podrán obtener otras conclusiones diferentes.

En todos los casos, el pavimento rígido es favorecido en cuanto a costos de mantenimiento.

En cuanto a los costos de construcción se determinó que para condiciones de tránsito moderado y tránsito más intenso y pesado, el costo del pavimento rígido resulta menor que el flexible.





Observaciones

Adicionalmente al análisis realizado, actualmente se están realizando análisis de consumo de la energía requerida para obtener o producir cada uno de los materiales requeridos, como consecuencia de la creciente preocupación mundial respecto al consumo de energía.





VIDA DE SERVICIO EN AÑOS CARRETERAS CON TRÁNSITO PESADO

ORGANISMO	De Concreto	De Asfalto	Observaciones
WISCONSIN	20-25*	12-14*	
MINESOTA	35	20 (12) **	México destacan:
KENTUCKY	> 20	12	Carr. Desierto de los
NEW YORK	20 - 25	10 - 13	Leones > 45 años
COLORADO	27	6 - 12	
F. H.W.A. (1985)	13 - 30	6 - 20	

* Con buen drenaje 25% más

** 4 cm sobrecapa a 12 años y sobre capa del espesor total



**AHORRO DE COMBUSTIBLE EN PAVIMENTOS DE CONCRETO COMPARADO
CON EL CONSUMO EN PAVIMENTOS DE ASFALTO**

Tipo de Vehículo	Porcentaje del tráfico	Kilómetros recorridos por año	Ahorro estimado en combustible, litros/año
automóviles	70	102,200	0
camioneta Pick up	12	17, 520	227,970
Camiones 2 ejes	3	4,384	155, 575
Camiones 3 ejes	1	1,458	120,562
Combinación camión/trailer	14	20,432	1, 933,531
TOTAL	100		2,437,638

Ahorro determinado para 15 km de carretera interestatal, con tránsito diario de 25,000 vehículos.

Estudio de la PCA (Portland Cement Association) publicado en 1989.

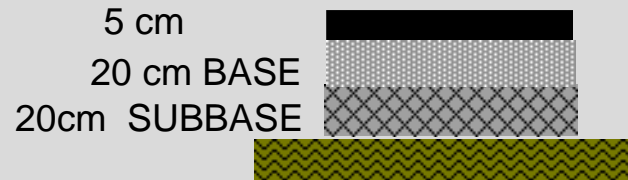




ESTRUCTURA USUAL

Estructuras Usuales

ASFALTO



AUTOS 1,000 Diarios



URBANOS 30 Diarios



T3S2 15 Diarios

VIDA UTIL 12,5 AÑOS

CONCRETO



AUTOS 1,000 Diarios



URBANOS 30 Diarios



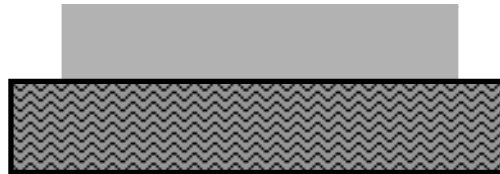
T3S2 15 Diarios

VIDA UTIL 25,0 AÑOS





Capacidad de Carga



Concreto

Al incrementar el espesor del pavimento de concreto en 2.5 cm, incrementamos **al doble la capacidad de carga** de ese pavimento.

Un pavimento de 30,5 cm de espesor puede **soportar un 400% más** que un pavimento de 25,5 cm y **cuesta solamente un 20% más**.





ASFALTO

- Se deteriora con el tiempo
Requiere reparaciones y recarpeteos constantes
- Alto costo de mantenimiento
- Se deforma su superficie ofreciendo un manejo irregular, o bajo índice de servicio.

CONCRETO

- Deterioro mínimo durante su Vida útil
- Duración de 20 a 30 años
- Mantenimiento mínimo
- Deformación mínima de su superficie
- Índice de servicio alto durante su vida útil
- Mayor velocidad de construcción
- Disminución de Costos de Operación
- Mejor drenaje superficial
- Mayor reflexión de la luz
- Requiere menor estructura de soporte

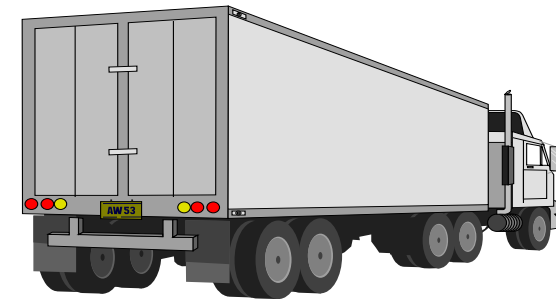




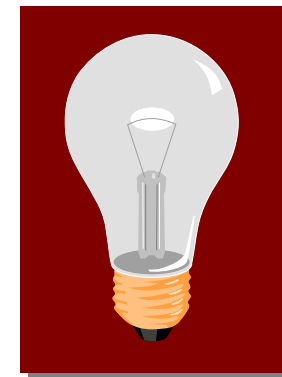
AHORROS

La alternativa de construcción de pavimentos rígidos se vuelve más relevante, principalmente por su bajo costo de conservación y algunos otros ahorros :

*** HASTA 20% EN COMBUSTIBLES DE CAMIONES.**



*** ENTRE 20 Y 25% EN ILUMINACION DE VIALIDADES URBANAS.**





Ventajas del Concreto Hidráulico

A) DURABILIDAD

1.- VIDA ÚTIL

Concreto Hidráulico: 25 AÑOS

Concreto Asfáltico: 12,5 AÑOS

2.- RESISTENCIA

Concreto Hidráulico: Gana hasta un 10% adicional de resistencia después del primer mes

Concreto Asfáltico: Se reblancede por temperatura





Ventajas del Concreto Hidráulico

3.- MANTENIMIENTO

Concreto Hidráulico: Sello de grietas, sustitución de sello en juntas, cada 5 años.

Concreto Asfáltico: Bacheo anual, recarpeteo cada 5 años.





Ventajas del Concreto Hidráulico

B) SEGURIDAD

1.- MEJOR VISIBILIDAD

El concreto hidráulico refleja la luz proporcionando una mejor visibilidad.

Separación de Arbotantes:

Concreto Hidráulico: 60 m.

Concreto Asfáltico: 40 m.

20 a 30% de ahorro de energía





Ventajas del Concreto Hidráulico

B) SEGURIDAD

2.- LIBRE DE DEFORMACIONES

- **Superficie Rígida Indeformable**
- **No se forman roderas**
- **Se evita acuaplaneo**
- **Menor riesgo de accidentes.**





Fin de presentación

¡ GRACIAS !

