
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO



FACULTAD DE INGENIERIA

TRABAJO DE INVESTIGACION

I

MAESTRIA EN CONSTRUCCION

LOS PAVIMENTOS Y SUS COSTOS EN LA REGION, PARA ALGUNOS
CRITERIOS DE DISEÑO

PRESENTA

FRANCISCO JAVIER ZUÑIGA GUILLEN

ASESOR

M. EN I. JESUS HERNANDEZ ESPINO

QUERETARO, QRO.

95

BIBLIOTECA
FACULTAD DE INGENIERIA

OBJETIVO:

Se tratarán los factores relevantes para el diseño estructural de los pavimentos en sus diferentes modalidades, se analizarán los aspectos principales relacionados con la construcción de los mismos, así como también se darán a conocer las pruebas más importantes que se emplean en la construcción de los pavimentos. Finalmente se analizarán los costos en relación a los diferentes métodos de diseño

INDICE

1. GENERALIDADES	1
1.1 Definición de pavimentos	1
1.2 Estructura de pavimentos y funciones de las capas que los conforman	2
1.2.1 Pavimentos flexibles	2
Estructura	3
Funciones de componentes	4
1.2.2 Pavimentos rígidos	5
1.3 Tipos de pavimentos	6
1.3.1 Pavimentos flexibles	6
Con carpeta de concreto asfáltico	6
Con carpeta de mezcla asfáltica elaborada en el lugar	7
Con carpeta de riego	8
Diferentes tipos de carpetas asfálticas	9
Usos de las carpetas asfálticas	10
Figuras y gráficas	11
Fallas más comunes en los pavimentos flexibles	12
Tablas	13
1.3.2 Pavimentos rígidos	16
Tabla de diseño de espesores de pavimentos rígidos de carreteras según la P.C.A. (Asociación de Cemento Portland)	18
Espaciamiento recomendado para dispositivos de transmisión de carga entre las losas de pavimentos rígidos	19
Juntas comunes en pavimentos rígidos	20
1.3.3 Pavimentos combinados	23
1.3.4 Pavimentos semirígidos	23
1.3.5 Ancho de sección	24
Tipos de secciones en los caminos	25
1.3.6 Espesor del pavimento	26
1.3.7 Drenajes en los caminos	27
A. Drenajes superficiales	28
Obras de captación y defensa	28
Obras de cauce	28

B. Drenajes subterráneos	28
Secuéla en el proyecto de drenaje subterráneo	29
1.3.8 Esquemas	30
A. Superficiales	30
Cunetas	30
Alcantarilla	31
Desarenador	31
Muro de cabeza	32
Vados	32
Puente - Vado	33
B. Subterráneos	33
Drenes ciegos	33
Drenes de tubo	34

2. EMPLEO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MAQUINAS EN LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS

	35
Trituradoras	35
Palas mecánicas	37
Camiones para transporte	38
Grúas	39
Dragas de arrastre	40
Azadón o retroexcavadora	40
Tractores	41
Escarificadores	43
Escrepas o traillas	43
Motoconformadoras	44
Equipo para compactación de suelos	45
Barredor	47
Espaciadores de materiales pétreos	47
Equipo para petrolización. Las petrolizadoras	48
Plantas dosificadoras de mezclas asfálticas	48
Máquinas estabilizadoras	49

3. METODOS DE DISEÑO Y CALCULOS	50
3.1 Pavimentos flexibles	50
El método V.R.S.	50
Método HVEEM.	56
Criterios del Instituto Norteamericano del Asfalto	58
Otros métodos de diseño	61
Cálculos	63
3.2 Pavimentos rígidos	82
Método de la Asociación de Cemento Portland de los EUA (P.C.A.)	
4. PROCESAMIENTO DE INFORMACION	91
4.1 Trámites y licencias	91
4.2 Notas	91
4.3 Pavimento Flexible	91
Método HVEEM	92
Instituto Norteamericano del Asfalto	93
Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M.	94
4.4 Pavimentos rígidos	95
Asociación de Cemento Portland de los E.U.A. (P.C.A.)	95
5. HOJA ELECTRONICA EXCEL PARA AMBIENTE WINDOWS EN S.O. DOS	96
5.1 Función del programa	96
5.2 Hoja de cálculo	97
5.3 Ejemplo ilustrativo	98
6. CONCLUSIONES	**
7. ANEXOS	99
Costos horarios para los equipos indicados	99
Agregados y Derivados del Centro S.A. de C.V.	104
Sistema de precios Unitarios y Administración de Obras	105
Costos y Presupuestos, Edificios y Urbanización	111
Comisión de Normas, Especificaciones y Precios Unitarios (Terracerías)	114
Comisión de Normas, Especificaciones y Precios Unitarios (Pavimentos)	122
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Puentes y Obras de Drenaje)	132

BIBLIOGRAFIA

1. GENERALIDADES.

1.1. DEFINICIONES DE PAVIMENTO.

Es un piso artificial.

Es una superficie transitable.

Es un revestimiento del suelo con ladrillos u otro material.

Es la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido adaptada (carretera). Las pavimentadas se representan gráficamente con una franja negra que es símbolo casi universal usado en cartografía y se representa así:

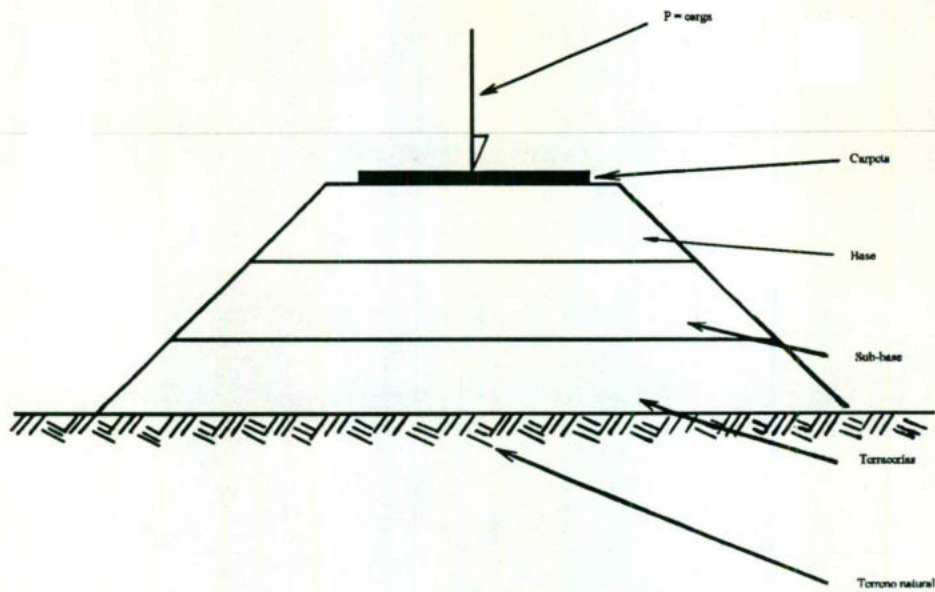
Pavimentado 

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendida(s) entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo, y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito. (flexibles)

Un pavimento rígido tiene como elemento estructural fundamental una losa de concreto. Esta se apoya sobre una capa de material seleccionado a la que se da el nombre de sub-base; cuando la subrasante tenga una calidad muy buena sobre esta puede apoyarse la losa. Los concretos utilizados para la losa suelen ser de resistencia relativamente alta, generalmente entre 200 y 400 kg/cm.²

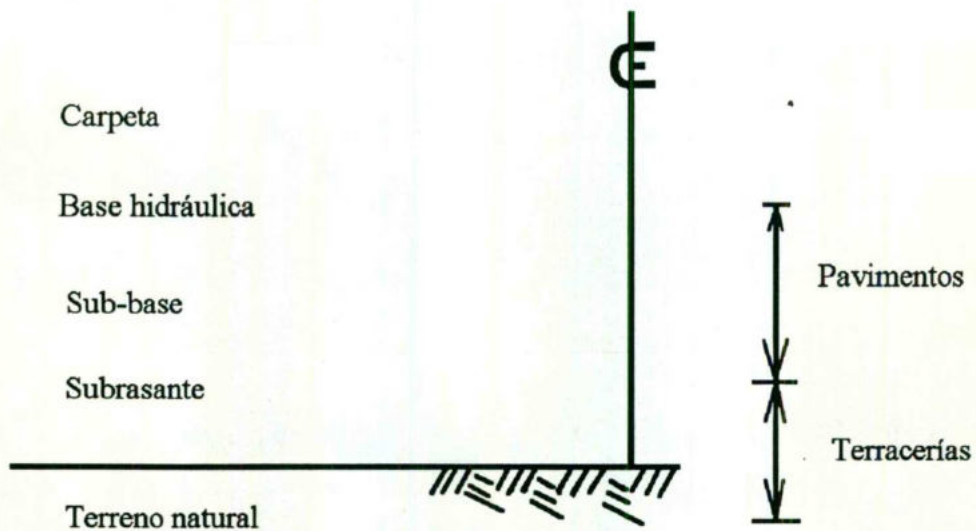
Es una estructura consistente en una o más capas de materiales apropiados cuya finalidad es la de proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito adecuado de los vehículos, distribuyendo convenientemente las cargas concentradas de tal manera que la capacidad de soporte de las cargas de apoyo no se exceda.

La carpeta asfáltica es la que permite un tránsito adecuado, entendiendo esto en términos de comodidad y seguridad en todo tiempo. Gráficamente lo podemos representar de la siguiente manera:



1.2. ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS Y FUNCIONES DE LAS CAPAS QUE LOS CONFORMAN.

1.2.1. PAVIMENTOS FLEXIBLES



ESTRUCTURA.

-Conociendo las repeticiones del tránsito y el VRS (valor relativo de soporte) que es una resistencia del material podemos conocer el espesor total que se colocará arriba del terreno natural para que no sobrepase la resistencia de ese terreno o en algunos casos el cuerpo del terraplén.

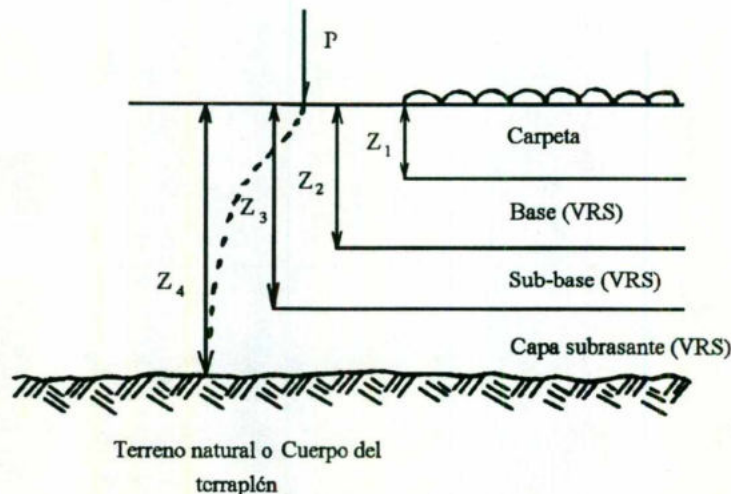
-Definimos el espesor de la capa subrasante por medio de las cargas del tránsito y su resistencia para saber el espesor que irá arriba de esta capa y que no sobrepase su resistencia (Z_4-Z_3).

-De aquí en adelante empezamos con el pavimento, empezando con la sub-base de la cual ya conocemos su VRS por una prueba de laboratorio procediéndose de la misma manera que el caso anterior, (Z_3-Z_2).

-Tenemos la base determinándose de igual forma, con la resistencia del material y las cargas de tránsito para determinar el espesor de la carpeta, es una de las capas más importantes (Z_2-Z_1).

-Finalmente tenemos el riego de sello el cual no tiene ninguna función estructural ya que no es un conjunto que pueda absorber cargas, sino que trabaja en forma individual.

NOTA: Existe un equilibrio entre la calidad de los materiales y el espesor, por otra parte el tratamiento superficial arriba de la base con riego de sello se coloca cuando por razones económicas no se puede construir un pavimento por o con carpeta y la capacidad estructural se logra por medio de espesores en la base.



FUNCIONES DE COMPONENTES.

-Riego de sello.

- a.- Resistir los efectos abrasivos del tránsito (evitar el desgaste).
- b.- Proporcionar una superficie de rodamiento antiderrapante.
- c.- Aumentar la impermeabilidad.
- d.- Evitar o disminuir los reflejos.
- e.- Soportar los efectos de los agentes del intemperismo (sol, agua, nieve, etc.).

El asfalto se daña más fácilmente que el material pétreo porque se oxida y se pierde la flexibilidad, lo que ocasiona superficies quebradizas.

-Carpeta asfáltica.

- a.- Proporciona una superficie de rodamiento cómoda y segura en todo tiempo.
- b.- Soporta los esfuerzos y los transmite adecuadamente a la base.
- c.- Sirve como capa impermeable, constituyendo una protección para la base.

-Base.

- a.- Soporta los esfuerzos impuestos por las capas aplicadas en la superficie del pavimento y distribuye adecuadamente, de manera que las capas inferiores las puedan resistir.
- b.- Proporciona subdrenaje al pavimento.

-Sub-base.

- a.- Funciones similares a la de la base.
- b.- Abarata el costo.
- c.- Funciona como subdrenaje.

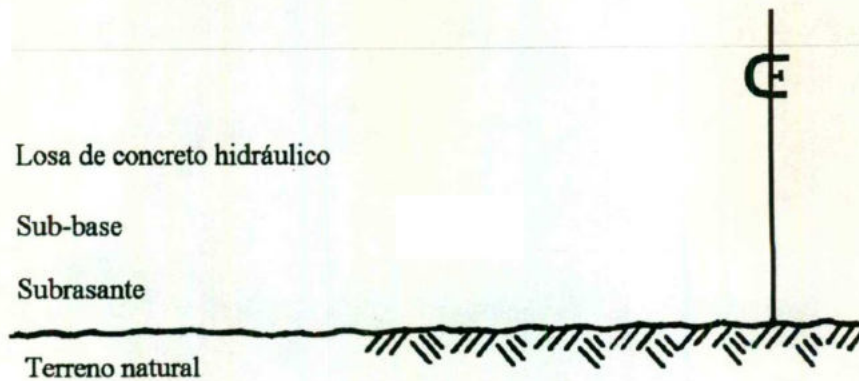
-Subrasante.

- a.- Absorbe las cargas que le transmite la sub-base y transmitir las a un nivel adecuado al cuerpo del terraplén.
- b.- Absorber cambios volumétricos de las capas inferiores.

-Cuerpo del terraplén.

- a.- Proporcionar los niveles adecuados.

1.2.2. PAVIMENTOS RIGIDOS.



-Losa.

- Proporcionar una superficie de rodamiento adecuada.
- Resistir los efectos abrasivos del tránsito.
- Impedir la penetración del agua superficial a las capas de apoyo.
- Soportar las cargas proporcionadas por el tránsito, con la diferencia que esta absorbe los esfuerzos por sí misma.

-Sub-base.

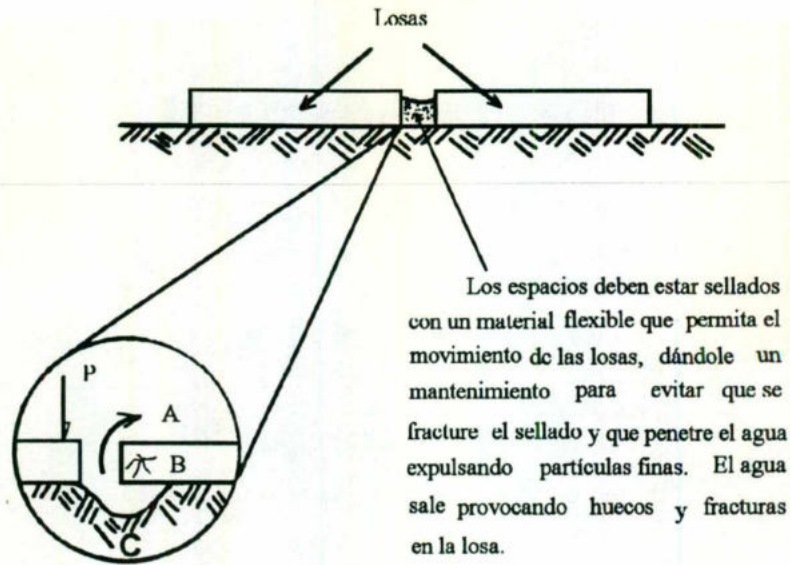
- Proporciona a la losa una superficie de apoyo resistente.
- Proporcionar subdrenaje al pavimento.
- Facilitar la construcción de la losa.
- Prevenir el fenómeno de bombeo, (pendiente que se le da al pavimento del 2% por lo regular).

-Subrasante.

- Absorber cargas de la sub-base.
- Absorber cambios volumétricos de capas inferiores.

-Terreno natural.

- Proporcionar los niveles adecuados.



En donde:

- P = carga.
- A = expulsión (finos y agua)
- B = grietas.
- C = huecos.

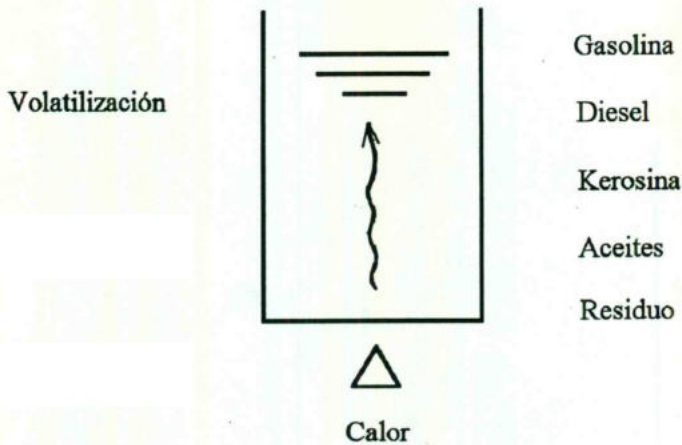
1.3. TIPOS DE PAVIMENTOS.

1.3.1. PAVIMENTOS FLEXIBLES.

CON CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO.

El concreto asfáltico es una mezcla de material pétreo más un cemento asfáltico y se obtiene por volatilización. El material pétreo (grava sana generalmente) hay que prepararla de acuerdo a altas temperaturas (140°C) y así se produce para la elaboración de la mezcla y su transporte, se coloca y se compacta también a altas temperaturas; se carga en los camiones con temperaturas mínimas de 120°C que es cuando sale de la planta. La compactación debe iniciarse cuando el concreto asfáltico tenga una temperatura entre 100 y 110°C , cuando quede terminada la carpeta debe tener 70°C para poderla aglutinar y compactarla bien. Para su procedimiento constructivo se utilizan las máquinas finisher para colocar la carpeta y darle el espesor adecuado, luego se pasa un rodillo liso, para que a continuación se pasen neumáticos vibratorios y finalmente un rodillo liso de nueva cuenta.

Este tipo de carpeta se utiliza por lo general en patios y plataformas donde circulen camiones que tengan un peso mayor a las 20 toneladas o que tengan un tránsito mayor de 1000 vehículos pesados por día; es decir, de camiones para arriba.



En el residuo se encuentran pocas sustancias de volatilización, muy espesa y constituye el cemento asfáltico que se utiliza para la elaboración del concreto asfáltico que a temperatura ambiente es sólido y no se puede mezclar con materiales pétreos, por lo que se requiere calentarlo a 120° C.

CON CARPETA DE MEZCLA ASFALTICA ELABORADA EN EL LUGAR.

También se puede llamar en planta o en caliente y no es otra cosa que material pétreo más un producto asfáltico rebajado o una emulsión asfáltica; se fabrican diferentes tipos de asfaltos rebajados los cuales son:

- Fraguado rápido (FR) ——— Cemento asfáltico + Gasolina
- Fraguado medio (FM) ——— Cemento asfáltico + Nafta
- Fraguado lento (FL) ——— Cemento asfáltico + Diesel

Tanto la gasolina, el diesel y la nafta son disolventes, en donde la nafta es un derivado del petróleo muy parecido al petróleo diáfano.

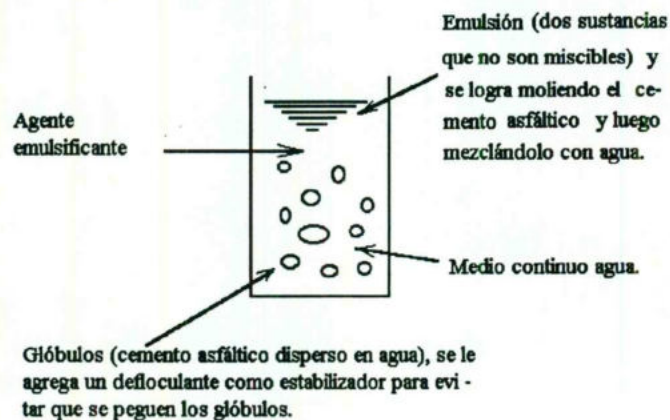
El fraguado es el proceso de eliminación del solvente lográndose por medio de la remoción de la carpeta y no requiere altas temperaturas (70° C como máximo).

El tiempo de fraguado varía por que la gasolina es más volátil que los otros dos; para lugares con temperaturas altas se recomienda FL y para lugares con temperaturas bajas se recomienda FR.

Se recomienda que la mezcla se realice cuando haya sol, (40° C) el material pétreo y (70° C) el asfalto. Las emulsiones se pueden conseguir en tres tipos que son:

- Rompimiento rápido.
- Rompimiento medio.
- Rompimiento lento.

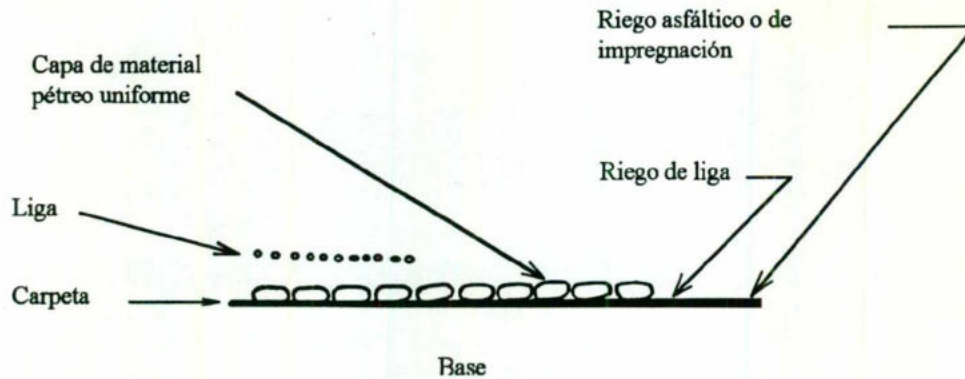
En condiciones normales presentan un color café oscuro como un chocolate y cuando rompe su color cambia al negro. Las emulsiones cargadas positivamente se conocen como cationicas y las cargadas negativamente se conocen como aniónicas.



CON CARPETA DE RIEGO.

Cuando la carpeta empieza a tener mucha demanda podemos mejorarla y le podemos poner otra liga, lo que se conoce como carpeta de dos riegos, y de seguir aumentando la demanda podemos seguir mejorandola agregandole de nueva cuenta el material pétreo uniforme con su respectivo riego de liga, llamandose carpeta asfáltica de tres riegos; este tipo de carpetas fueron las primeras en construirse. Actualmente este tipo de carpetas no se ven muy frecuentemente ya que salen igual de costosas que una carpeta asfáltica elaborada en el lugar, y cuando se utilizan es de un sólo riego.

Se pueden encontrar riegos con mortero asfáltico llamados Slurry Seal que es una mezcla con arena y algún aglutinante; el más común es el cemento Portland o la cal por lo general es arena más una emulsión que es utilizada generalmente para sellar superficies en los aeropuertos con una capa de espesor que va de 1.0 a 1.5 cm.



DIFERENTES TIPOS DE CARPETAS ASFALTICAS.

Las carpetas asfálticas empleadas en los pavimentos flexibles se pueden clasificar así:

- a) Tratamientos superficiales.
 - Simple o de un riego.
 - Doble o de dos riegos.
 - Triple o de tres riegos.
- b) Macadam asfáltico.
- c) Mezcla en el lugar.
 - Elaborado con motoconformadora.
 - Elaborada con mezcladora ambulante.
- d) Mezcla en planta.
 - Dosificada por volumen.
- e) Concreto asfáltico.
 - Dosificada por peso en planta, y empleando cemento asfáltico y agregados calientes.

USOS DE LAS CARPETAS ASFALTICAS.

a) Tratamientos superficiales.

- Base compactada y barrida.
- Impregnación de la base.
- Riego asfáltico para formar carpeta.
- Cubrir el riego con material pétreo 3A.
- Rastreo del material para uniformar la superficie.
- Carpeta compactada y terminada.

b) Macadam asfáltico.

- Base compactada, impregnada y limpia, y seca.
- Aplicar la primera capa de agregado grueso.
- Aplicar producto asfáltico.
- Segunda aplicación de agregado grueso, tamaño menor.
- Aplicar mismo producto asfáltico.
- Agregado de cierre actuando como sello.

c) Mezcla en el lugar.

- Material pétreo amontonado para formar carpeta asfáltica.
- Material pétreo acordonado.
- Mezclando el material pétreo con el asfalto.
- Extendiendo la mezcla con la motoconformadora.

d) Mezcla en planta.

- Se lleva a cabo generalmente calentando el asfalto y muchas veces calentando también el agregado pétreo.
- Como la dosificación de los agregados se hace por volumen, no resulta una mezcla de alta calidad a no ser que su control sea extremadamente riguroso.
- Debido a la incertidumbre en la dosificación, estas mezclas resultan casi iguales a las elaboradas en el camino con mezcladoras ambulantes, por lo que su uso no se ha generalizado.

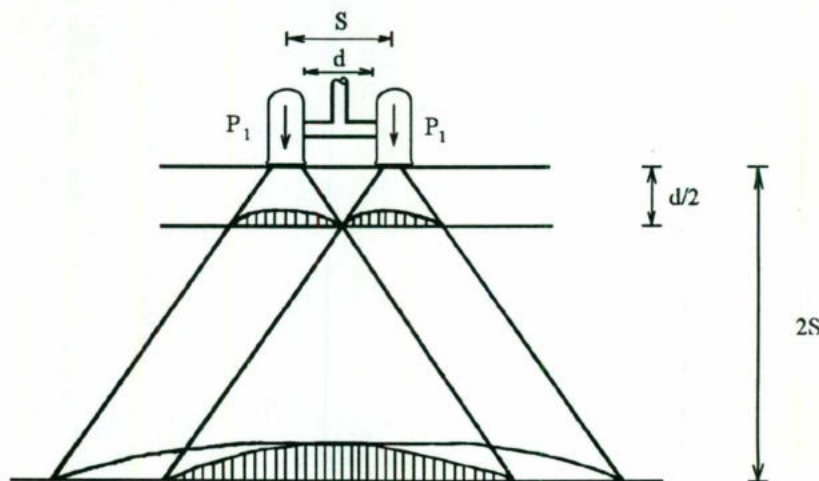
e) Concretos asfálticos.

- Debido a la precisión de su dosificación resulta de alta calidad.

- El agregado pétreo para la mezcla es secado y calentado en la planta antes de entrar a la mezcladora.
- Se criba en los tamaños especificados y se depositan en compartimientos, listos para ser mezclados con el cemento asfáltico.
- Se pesan exactamente, proporcionando sus cantidades de acuerdo a lo anteriormente explicado.

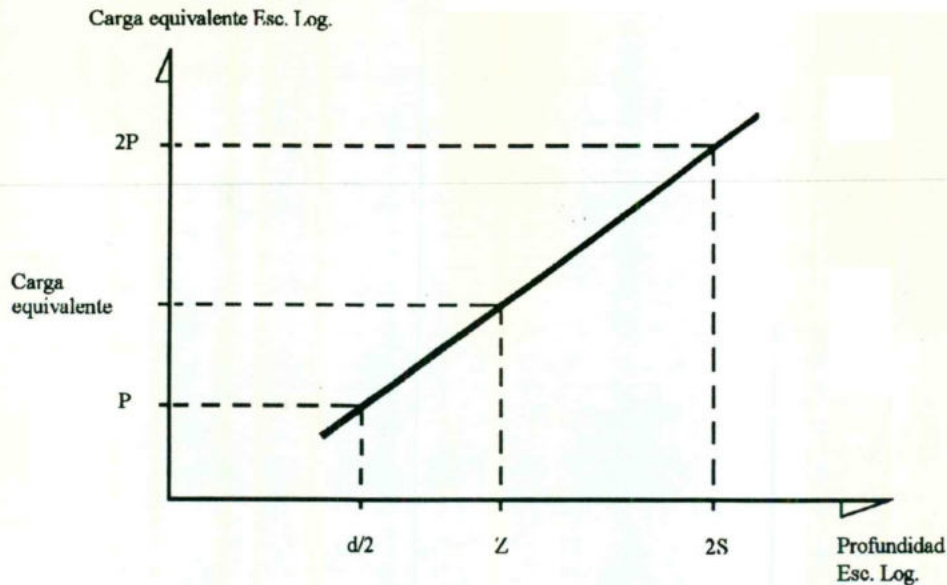
FIGURAS Y GRAFICAS.

La figura muestra una idealización muy utilizada del efecto de un sistema dual, según la que se llega a una rueda equivalente de diseño atendiendo a lograr una misma intensidad en los esfuerzos permitidos.



El efecto de las dos llantas empieza a superponerse a la profundidad $d/2$ bajo la superficie de rodamiento, y es total a la profundidad $2S$, es decir, que un punto colocado bajo ese nivel actuaría un esfuerzo igual al que se tendría si en la superficie y en el centro del espacio de carga, actuaría una fuerza única $2P_1$.

Cuando se usan escalas logarítmicas y de las consideraciones anteriores se deduce el método para encontrar la carga equivalente en un sistema dual, como podemos ver en la siguiente figura:



FALLAS MAS COMUNES EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.

- a) Agrietamiento en "Piel de cocodrilo"
(se extiende sobre toda la superficie de rodamiento)
- b) Deformación permanente en la superficie del pavimento, surcos.
(asociada frecuentemente a aumento de compacidad en capas granulares en base o sub-base por carga excesiva, carga repetida, o rotura de granos; también se puede deber a consolidación en la subrasante o en el cuerpo de las terracerías).
- c) Fallas por cortante.
(por falta de resistencia al esfuerzo cortante en base o sub-base del pavimento, y más raramente a la subrasante).
- d) Agrietamiento longitudinal.
(aparición de grietas longitudinales con una abertura de 0.5 cm. en toda el área que corresponde a la circulación de las cargas más pesadas).
- e) Consolidación del terreno de cementación.
(provoca distorsión en el pavimento, independientemente de los espesores o de la condición estructural del mismo).

TABLAS.

Tabla No. 1

Tipos y manifestaciones de las fallas en los pavimentos flexibles.

Tabla No. 2

Principales factores que afectan a los tres tipos básicos de fallas en un pavimento flexible.

T A B L A 1

TIPO	MANIFESTACION	CAUSAS
Fracturamiento	Agrietamiento	Exceso de carga (insuficiencia estructural) Repetición de carga (fatiga) Cambios de temperatura Cambios de humedad (defecto constructivo) Contracción Ondulamiento por fuerzas horizontales (deficiencia estructural o defecto constructivo)
	Dstrucción por agrietamiento	Exceso de carga (insuficiencia estructural) Repetición de carga (fatiga) Cambios de temperatura Cambios de humedad (defecto constructivo)
Deformación	Deformación permanente	Exceso de carga (insuficiencia estructural) Proceso de deformación viscosa (fatiga, insuficiencia estructural y defecto constructivo) Aumento de compacidad (defecto constructivo, rotura de granos) Consolidación Expansión
	Falla	Exceso de carga (insuficiencia estructural) Aumento de compacidad (defecto constructivo, rotura de granos) Consolidación Expansión
Desintegración (falla de carpeta)	Remosión	Pérdida de adherencia en la carpeta Reactividad química Abrasión por efecto del tránsito
	Desprendimiento	Pérdida de adherencia en la carpeta Reactividad química Abrasión por efecto del tránsito Degradación de los agregados

T A B L A 2

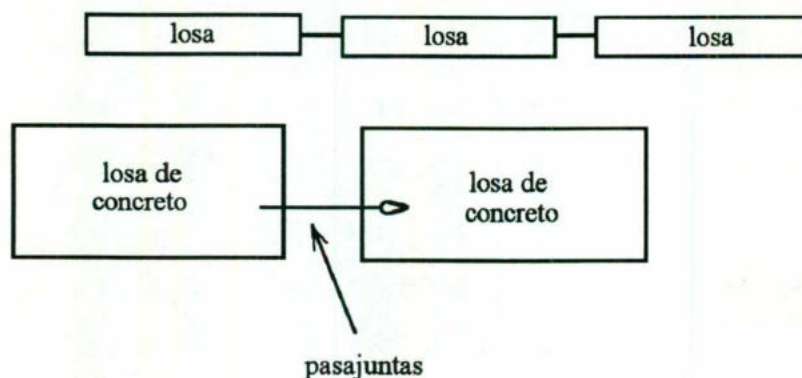
C A U S A U L T I M A

TIPO DE FALLA	TRANSITO	PAVIMENTO	CIMENTACIONES (APOYO)
Fracturamiento	Carga por rueda (magnitud)	Rigidez de las diversas capas	Rigidez en basey subbase
	Repeticiones	Flexibilidad (adaptabilidad a la fatiga)	Deformación plástica
	Area de influencia de la carga	Durabilidad	Deformación elástica
	Arreglo y disposición de ruedas y ejes	Deformación plástica Deformación elástica	
Deformación	Carga por rueda (magnitud)	Espesor	Susceptibilidad a los cambios de volumen
	Repeticiones	Resistencia	Deformación plástica
	Area de influencia d la carga	Compresibilidad	Deformación elástica
	Velocidad	Susceptibilidad a cambios de volúmen	
	Arreglo y disposición de ruedas y ejes	Deformación plástica Deformación elástica	
Desintegración (falla de carpeta)	Presión de la llanta	Características del asfalto	Resiliencia en las capas de pavimento
	Repeticiones	Características del agregado (porosidad, falta de adherencia en el asfalto)	Infiltración de agua
	Velocidad		Cambios de temperatura

1.3.2. PAVIMENTOS RIGIDOS.

- a) De concreto con refuerzo en las juntas, de concreto simple.
- b) De concreto sin refuerzo en las juntas, de concreto simple.
- c) De concreto con refuerzo continuo.

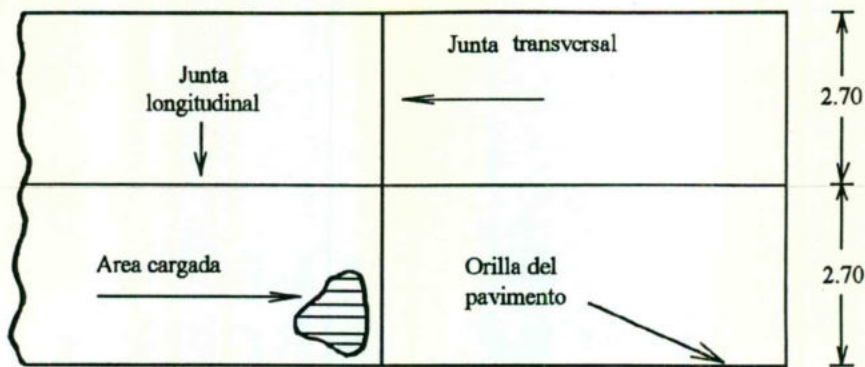
Los pavimentos rígidos se encuentran por lo general encasillados en el tipo de concreto simple con refuerzo en las juntas por razones económicas.



Las pasajuntas se elaboran de varillas lisas lubricadas que permiten transmitir el esfuerzo de una losa a la otra, para que no se rompan, por lo general empiezan a fallar en los extremos al despostillarse, algunas losas no son armadas pero otras sí llevan un refuerzo de acero que lógicamente aguantan más pero salen menos económicas. En estos tipos de pavimentos el ancho de los carriles tiene un efecto importante en los esfuerzos producidos por el tránsito pesado y en los diseños de espesores para absorber estos esfuerzos.

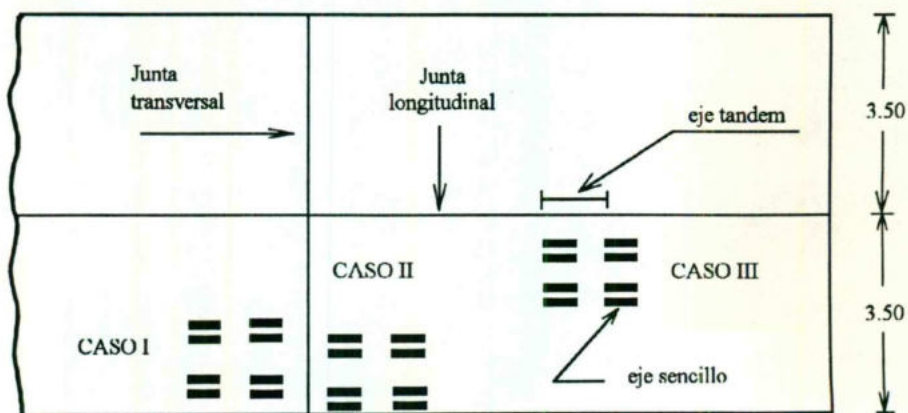
En los carriles de los pavimentos de los años 20'se tenían la costumbre generalmente de usar anchuras de carriles de 2.70m. lo cual originaba que todo el tránsito pesado circulara a lo largo de la orilla exterior del pavimento, lo cual ocasionaba que se presentaran esfuerzos críticos al pasar las ruedas de los camiones por las esquinas formadas por las juntas transversales y las orillas exteriores del pavimento.

Bajo la acción de las cargas en la esquina el pavimento funciona como una viga en cantiliver, de forma triangular con los máximos esfuerzos de flexión en la parte superior de la losa.



Posición de la carga en la esquina exterior

Actualmente con el aumento en el ancho del carril a un promedio de 3.50m. el tránsito se ha desplazado hacia el interior alejándose de las esquinas y orillas exteriores de las losas, con lo cual se ha logrado reubicar los esfuerzos críticos de la esquina exterior a la orilla de la junta transversal.



Posición de las cargas y distribución del tránsito

CASO I.

Esfuerzos máximos se presentan en la parte inferior de la losa y serán paralelos a la orilla de la junta transversal.

CASO II.

Esfuerzos en parte inferior de la losa y serán paralelos a la orilla exterior del pavimento.

CASO III.

Igual que el caso anterior.

TABLA DE DISEÑO DE ESPORES DE PAVIMENTOS RIGIDOS DE CARRETERAS
SEGUN LA P.C.A. (ASOCIACION DE CEMENTO PORTLAND)

Carga (Ton)	(Carga) (Fc) (Ton)	Mr actuante (Kg/cm ²)	Rr	Repeticiones permisibles	Repeticiones esperadas	Porcentajes utilizado de la capacidad total
EJES SENCILLOS						
13.60	16.30	26.00	0.52	300,000	3,100	1
12.70	15.20	25.00	0.51	400,000	3,100	1
11.80	14.20	23.30	MENOR QUE 0.50	Sin límite		0
10.90	13.10			Sin límite		0
10.00	12.00			Sin límite		0
EJES TANDEM						
24.50	29.40	29.30	0.59	42,000	3,100	7
23.60	28.30	28.20	0.57	75,000	3,100	4
22.60	27.20	27.40	0.55	130,000	30,360	23
21.80	26.10	26.60	0.54	180,000	30,360	17
20.80	25.00	25.60	0.52	300,000	48,140	16
20.00	24.00	24.50	MENOR QUE 0.50	Sin límite		0
19.00	22.80			Sin límite		0
18.10	21.80			Sin límite		0
$\Sigma =$						69%

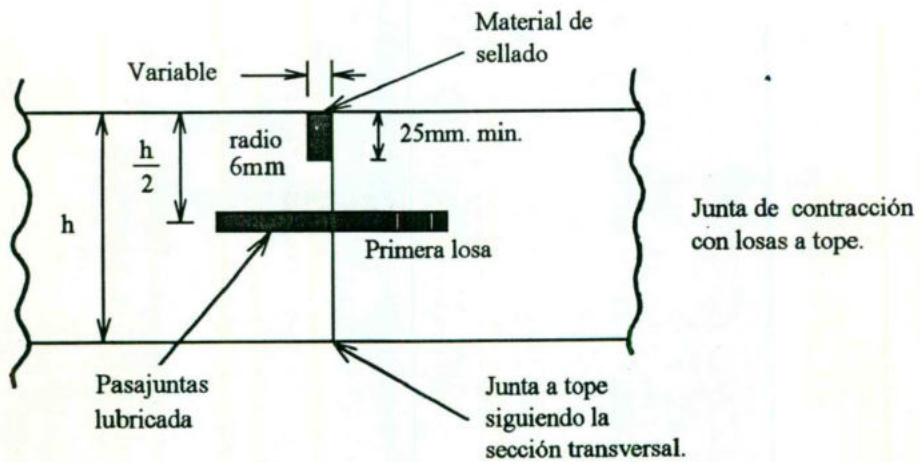
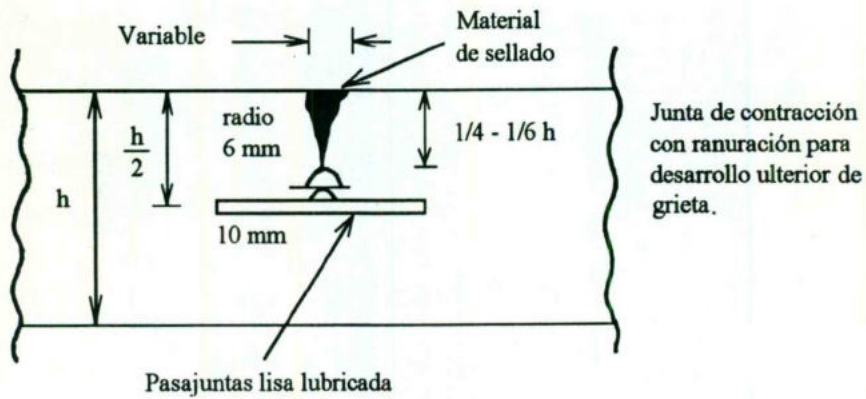
**ESPACIAMIENTO RECOMENDADO PARA DISPOSITIVOS DE TRANSMISION
DE CARGA ENTRE LOSAS DE PAVIMENTOS RIGIDOS**

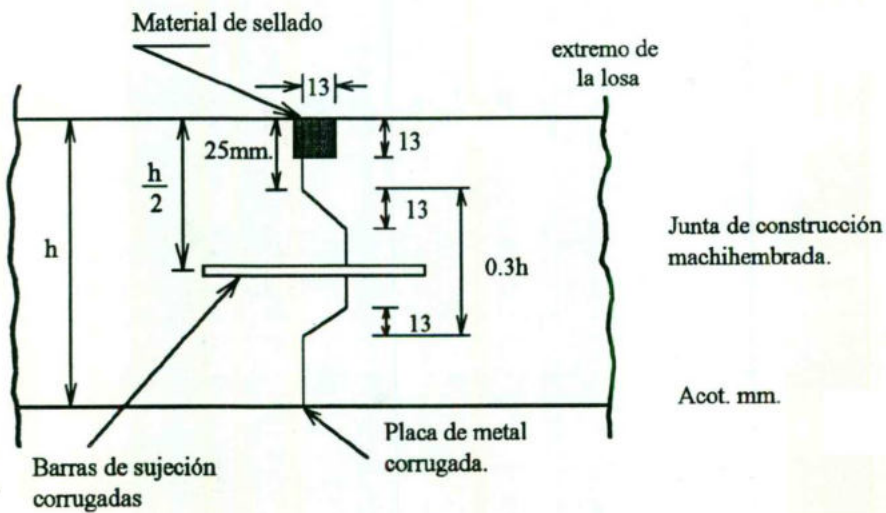
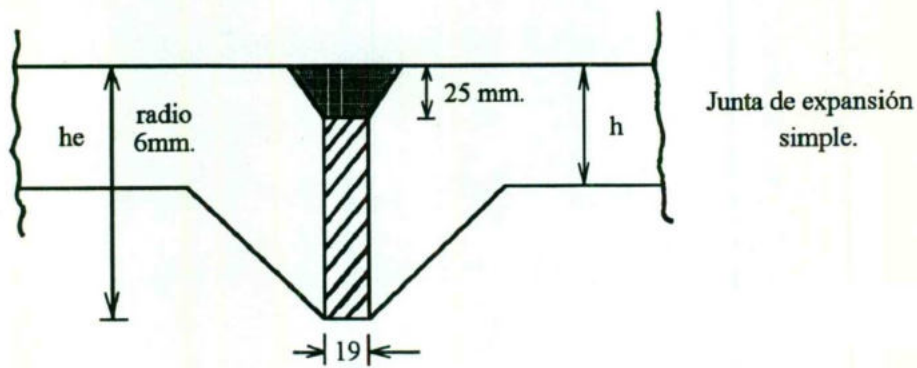
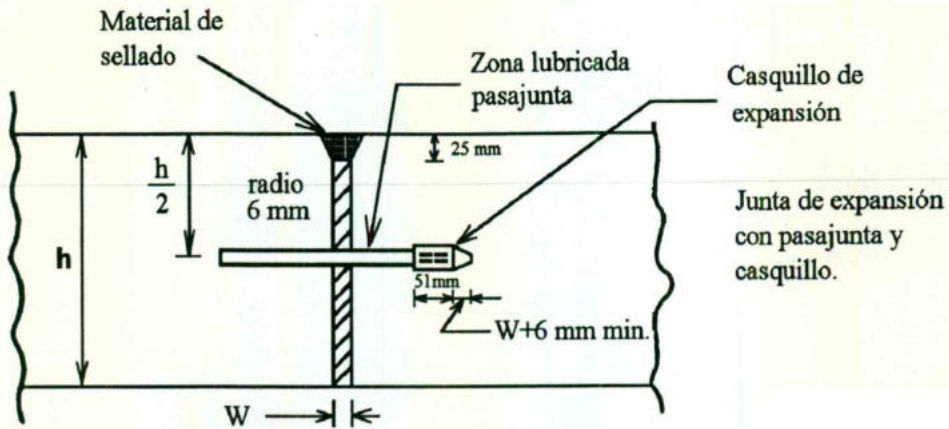
Tipo y grado de acero	Esfuerzo de trabajo (Kg/cm ²)	Espesor del pavimento (cm)	Barras No. 4			Barras No. 5					
			Longitud total (cm)	Espaciamiento, cm. ancho de banda	Longitud total (cm)	3m	3.3m	3.6m	3m	3.3m	3.6m
Acero		15		115	105	95		120	120	120	120
Grado		17.5		98	90	82		120	120	120	120
Estructural	1,500	20	50	85	77	70	60	120	120	120	112
De lingote		22.5		75	70	62		120	107	100	
De eje		25		67	62	57		107	97	90	
Acero		15		120	120	117		120	120	120	120
Grado		17.5		120	110	100		120	120	120	120
Intermedio	1,900	20	60	105	95	87	68	120	120	120	120
De lingote		22.5		92	85	77		120	120	120	120
De eje		25		85	77	70		120	120	120	120
Acero		15		120	120	120		120	120	120	120
De riel		17.5		120	120	120		120	120	120	120
De lingote	2,300	20	68	120	117	107	83	120	120	120	120
De eje		22.5		115	105	95		120	120	120	120
Grado duro		25		102	92	85		120	120	120	120

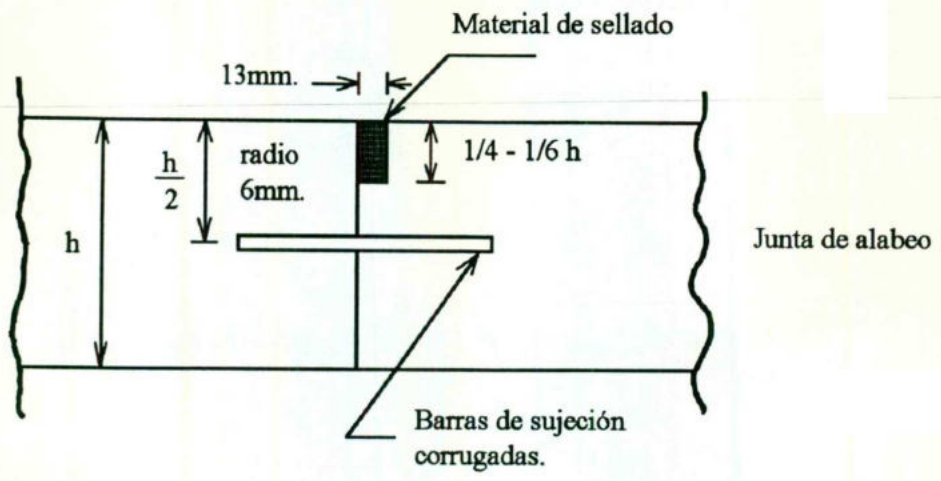
El espaciamiento de las barras de sujeción no debe exceder de 1.2 m

NOTA: Entre más cuadradas sean las losas es mejor, ya que se evitan en gran parte los problemas del agrietamiento.

JUNTAS COMUNES EN PAVIMENTOS RIGIDOS.

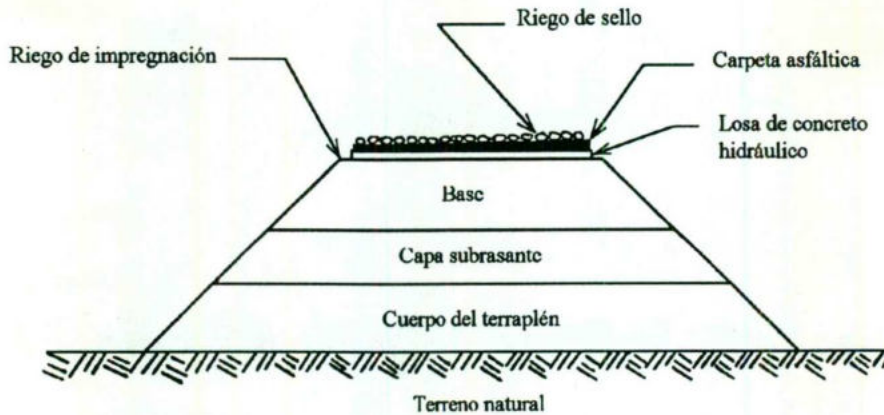






1.3.3. PAVIMENTOS COMBINADOS.

Este tipo de pavimentos no es muy común en nuestro país pero se realiza más en función de la comodidad, su vida útil es muy grande del orden de 20 a 30 años con su debido mantenimiento, mientras que los anteriores se calculan para 20 años como máximo.



1.3.4. PAVIMENTOS SEMIRIGIDOS.

Este tipo de pavimento no es muy común en los cauales la base hay que rigidizarla de diferente forma que los otros pavimentos, logrando esto por estabilizadores como el cemento Portland y aplicandolo en cantidades que van del 3 al 5%, gráficamente se representan así:



La base está formada por material granular con un espesor de 12 a 25 cm.

1.3.5. ANCHO DE SECCION.

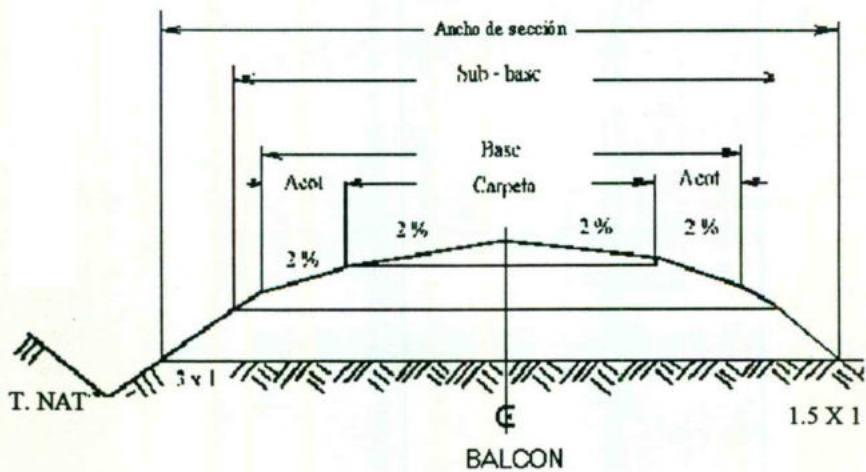
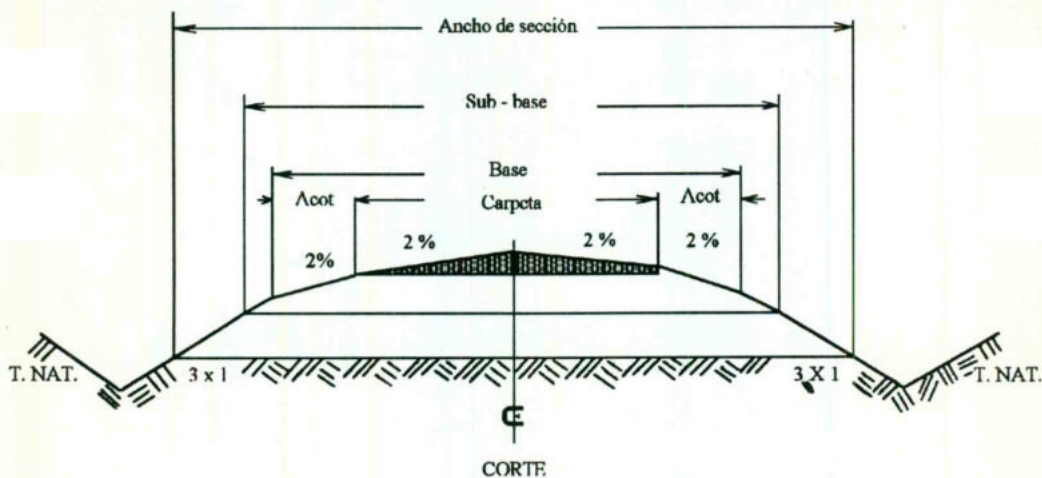
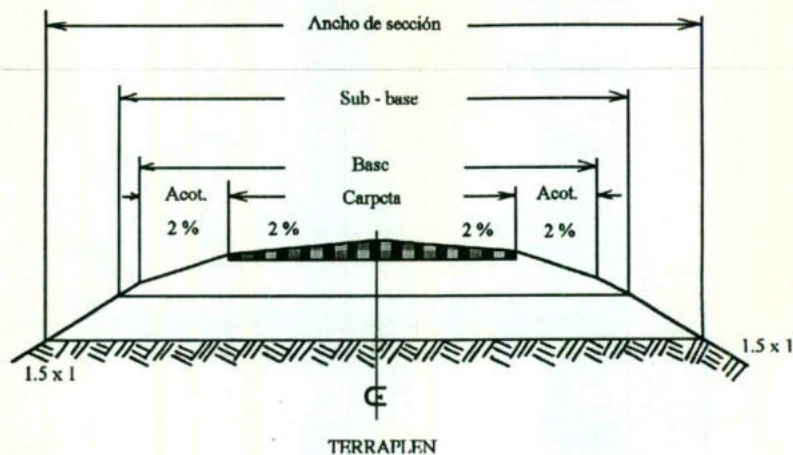
El diseño de la sección transversal de un camino es un problema al cual hay que prestarle mucha atención ya que ello influye grandemente tanto en el costo de la obra como en su capacidad de tránsito. Una sección reducida será económica pero su capacidad de tránsito será también reducida. Por otro lado una amplia sección tendrá magnífica capacidad de tránsito, pero será costosa. De aquí que el proyecto deba de combinar ambas necesidades para encontrar la sección más conveniente, posiblemente proyectandose con visión del futuro y con miras de construir lo que será estrictamente necesario en el presente, pero dejando una manera fácil y económica para la ampliación futura.

El ancho de cada vía de circulación pavimentada en un camino depende de las dimensiones máximas de los vehículos que harán uso de ella así como de la velocidad de los mismos. A mayor velocidad mayor ancho de vía ya que los vehículos tratarán de separarse más del borde de la carpeta asfáltica.

El Departamento de Caminos Públicos de Washington, D.C., ha reducido, de muchas observaciones, que la distancia desde el centro de la rueda derecha al borde de la carpeta asfáltica es de 70cm. a 25km. por hora y de 1.0m. a 65km. por hora; así como también que en los caminos de dos vías de 6m. de ancho pavimentado son adecuados para tránsito ligero e inconveniente para un tránsito mixto moderno que aún con 6.70m. de ancho de pavimento (3.35m. por vía pavimentada) presenta condiciones peligrosas de tránsito. Las normas aconsejables para el ancho de vía pavimentada en caminos con menos de 200 vehículos por vía y por hora es de 3.35m., y cuando se tengan más de 200 vehículos por vía y por hora es aconsejable usar 3.66m. por vía pavimentada.

Para caminos vecinales es aconsejable el dar a cada vía pavimentada 3.05m. o sea un ancho total pavimentado de 6.1m. A los anchos totales anteriores es necesario agregarles los valores correspondientes a los acotamientos para dar así el ancho total de la sección del camino, también se le denominan hombros y proporcionan un lugar para que los vehículos se estacionen cuando sufran algún desperfecto o cualquier otra causa. Actualmente los acotamientos varían de 1.25m. a 3.05m. cada uno dependiendo ello del tipo de camino que se construya y de las condiciones económicas imperantes.

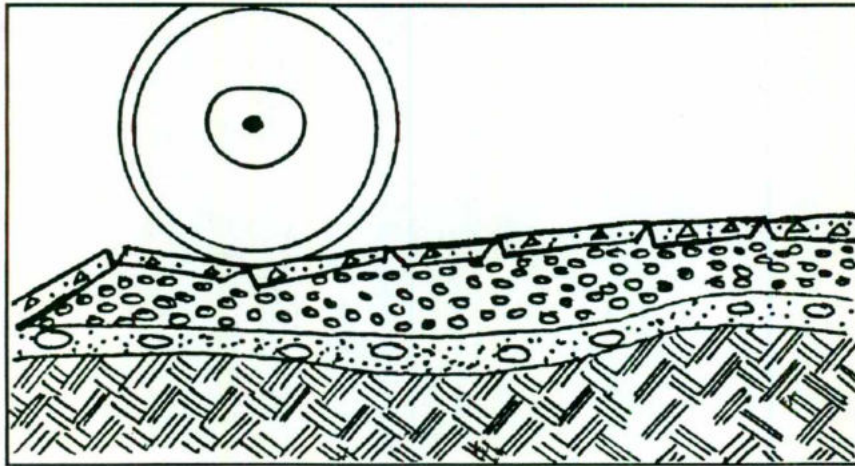
TIPOS DE SECCIONES EN LOS CAMINOS.



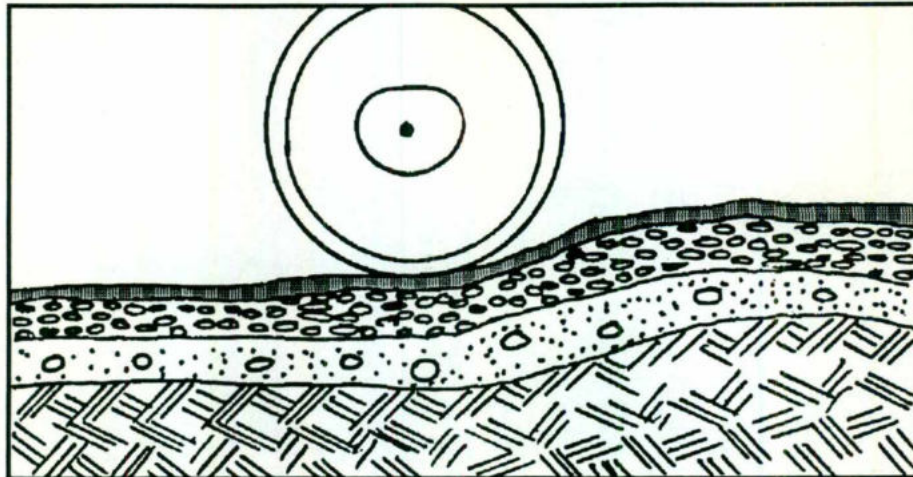
1.3.6. ESPESOR DEL PAVIMENTO.

El espesor de los pavimentos de tipo flexible se puede determinar empleando diferentes métodos, sin embargo, en México se fija según el valor relativo de soporte modificado (VRS) del suelo que forma las terracerías ya compactadas al mínimo especificado. Para fijar este mínimo de compactación es necesario que las terracerías se estudien con mucho cuidado mediante la razón de compactación a fin de que en el campo se de un peso volumétrico seco adecuado. Se aconseja el método de la razón de compactación por que él permite calificar con bastante precisión el grado de compactación de una estructura de suelo y establecer concretamente los requisitos que deben cumplir las terracerías, sub-bases y bases para comportarse con eficacia.

Es necesario recordar que algunos materiales en especial las arcillas, las arcillas expansivas, si se les compacta en forma excesiva presentan cambios volumétricos mayores, y además, con el tiempo, pierden parte de su alta compactación.



El pavimento de concreto hidráulico se rompe cuando la subrasante no está compactada correctamente. Cuando no hay soporte uniforme para la losa, el pavimento falla.



Cuando la estructura del pavimento y la terracería no están bien compactadas, aparecen fallas por asentamiento, que se agrandan a medida que la carga por rueda aumenta, en los pavimentos asfálticos.

1.3.7. DRENAJE EN LOS CAMINOS.

El objeto del drenaje en los caminos, es en primer término, el reducir al máximo posible la cantidad de agua que de una u otra forma llega al mismo, y en segundo término dar salida rápida al agua que llegue al camino. Como puede observarse, el proveer un buen drenaje es uno de los factores más importantes en el proyecto de un camino y por lo tanto debe preverse desde la localización misma tratando de alojar siempre el camino sobre suelos estables, permanente y totalmente drenados.

Cuando el camino debe seguir el curso de un valle o corriente de agua, las terracerías deben quedar a una altura conveniente sobre el nivel de las aguas máximas del río o valle, ya sea que se admita o no que el agua llegue hasta mojar las terracerías. El drenaje se puede dividir en dos grandes grupos; superficiales y subterráneos.

A) DRENAJE SUPERFICIAL.

Tiene por objeto reducir al mínimo el agua que afluye al camino, mediante la captación de la misma, y también la rápida salida del agua que inevitablemente entra al mismo. Así pues, nuestro primer estudio se referirá a las obras de captación y defensa y en seguida a las obras llamadas de cruce.

OBRAS DE CAPTACION Y DEFENSA.

- a).- Cunetas.
- b).- Contracunetas.
- c).- Bombeo del camino, lavaderos o vertedores.

OBRAS DE CRUCE.

- a).- Alcantarillas.
- b).- Muros de cabeza.
- c).- Cajones de entrada, desarrenadores, etc.
- d).- Vados.
- e).- Puente vado.

B) DRENAJE SUBTERRANEO.

Es muy semejante al drenaje superficial, ya que las capas impermeables forman canales bien definidos o vasos de almacenamiento de agua subterránea tal como sucede en la superficie del terreno; el drenaje subterráneo consiste en proporcionar ductos de drenaje adecuado para controlar el escurrimiento de esa agua rápidamente.

Al drenaje subterráneo debe dárcele todo el apoyo y la atención que se merece ya que de él depende gran parte de la seguridad y estabilidad del camino.

Un sistema de drenaje superficial y subterráneo bien proyectado e instalado en forma correcta se pagará por sí mismo en un plazo breve por los ahorros que ocasionará en el costo de conservación.

- a).- Zanjas.
- b).- Drenes ciegos.
- c).- Drenes de tubo.

SECUELA EN EL PROYECTO DE DRENAJE SUBTERRANEO.

Los datos del camino o mejor dicho de campo que siguen son esenciales para el proyecto del drenaje subterráneo:

PLANO DEL LUGAR A ESCALA, INDICANDO:

- 1.- La distancia de la línea del centro del camino al pie del talud del terraplén, a la cima del talud del corte, y al eje de las cunetas.
- 2.- Localización y dimensiones de las obras de drenaje que existan,
- 3.- Localización de banquetas, lugares impermeables, entradas a las propiedades adyacentes, cercas, etc.

PERFILES DE:

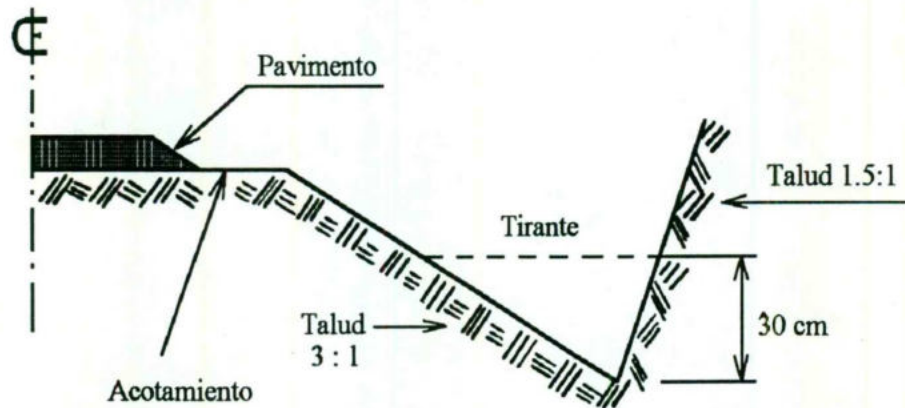
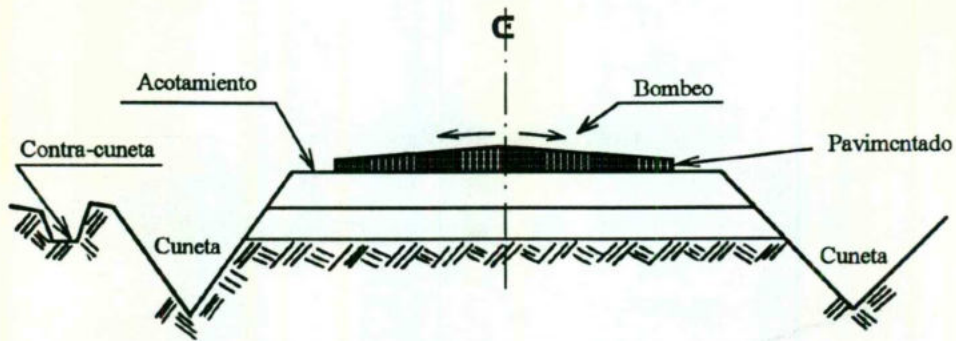
- 1.- Línea del centro del camino.
- 2.- Nivel del agua en las cunetas tanto en creciente como normalmente.
- 3.- Nivel del agua en crecientes y nivel normal en obras de drenaje superficial.

SECCIONES TRANSVERSALES, INDICANDO:

- 1.- Curvas de nivel de los estratos superficiales y subterráneos.
- 2.- Elevación del nivel freático y del fondo del estrato acuífero.
- 3.- Clasificación de los estratos del terreno.
- 4.- Ancho del pavimento del camino.
- 5.- Ancho del terraplén en la corona.

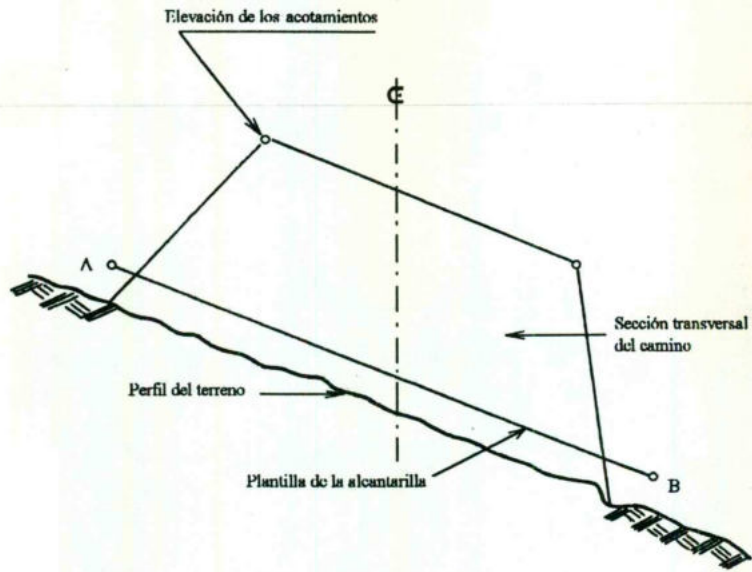
1.3.8. ESQUEMAS

A). SUPERFICIALES.

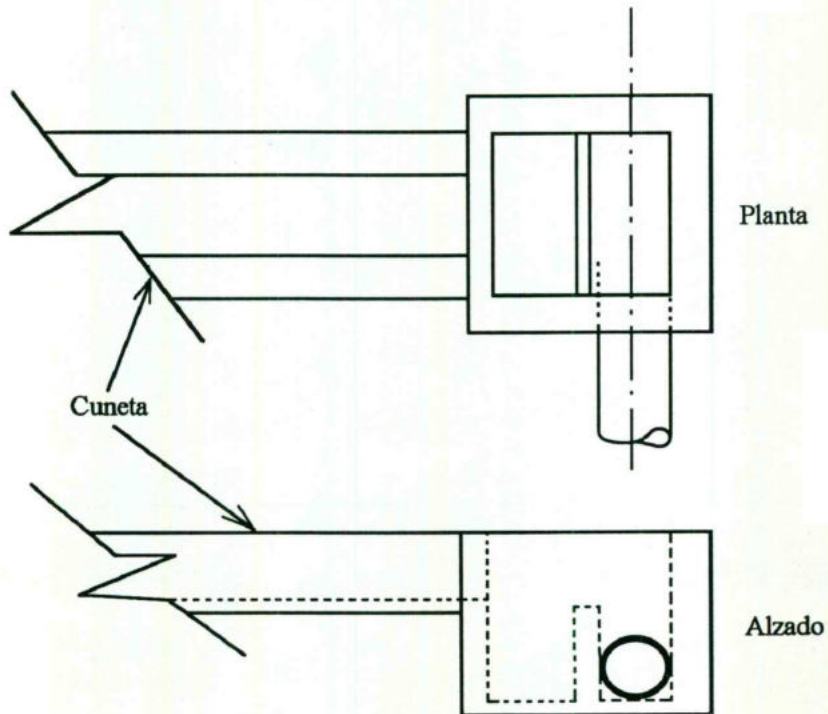


CUNETA

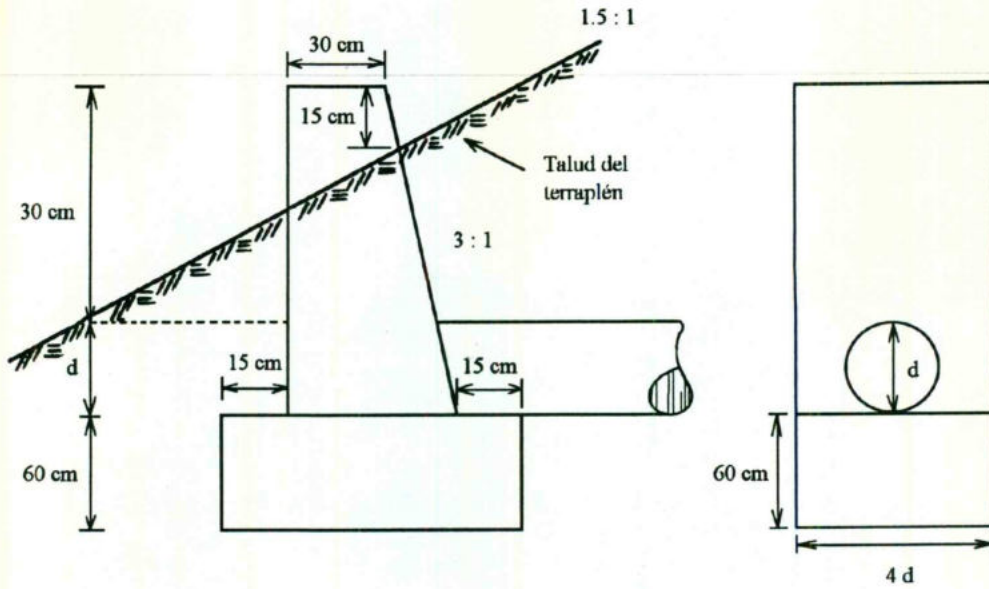
ACANTARILLA



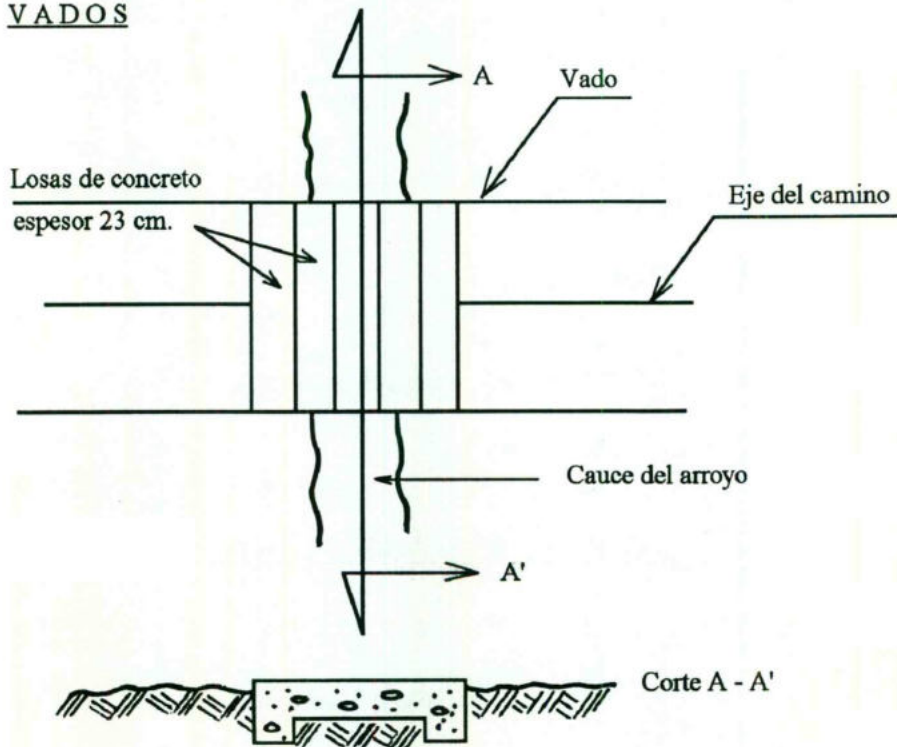
DESARENADOR



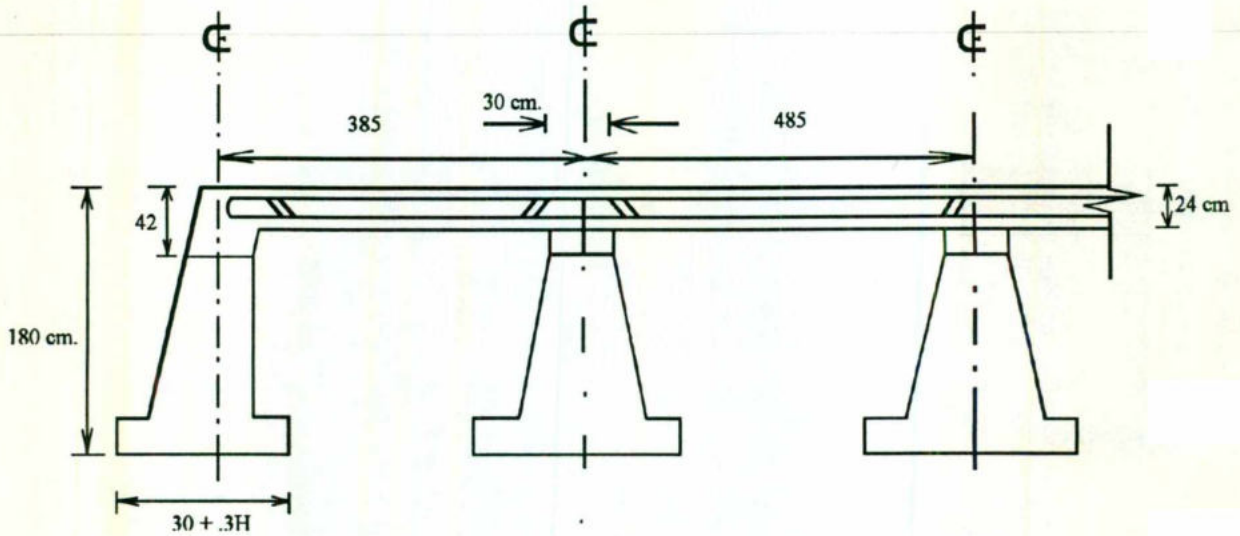
MURO DE CABEZA



VADOS

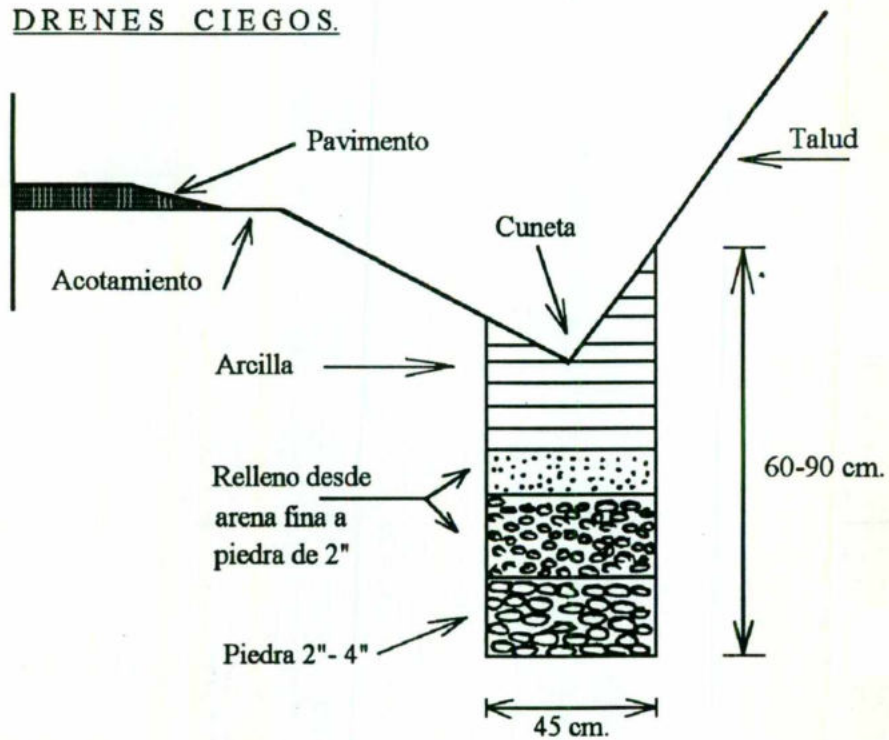


PUENTE - VADO

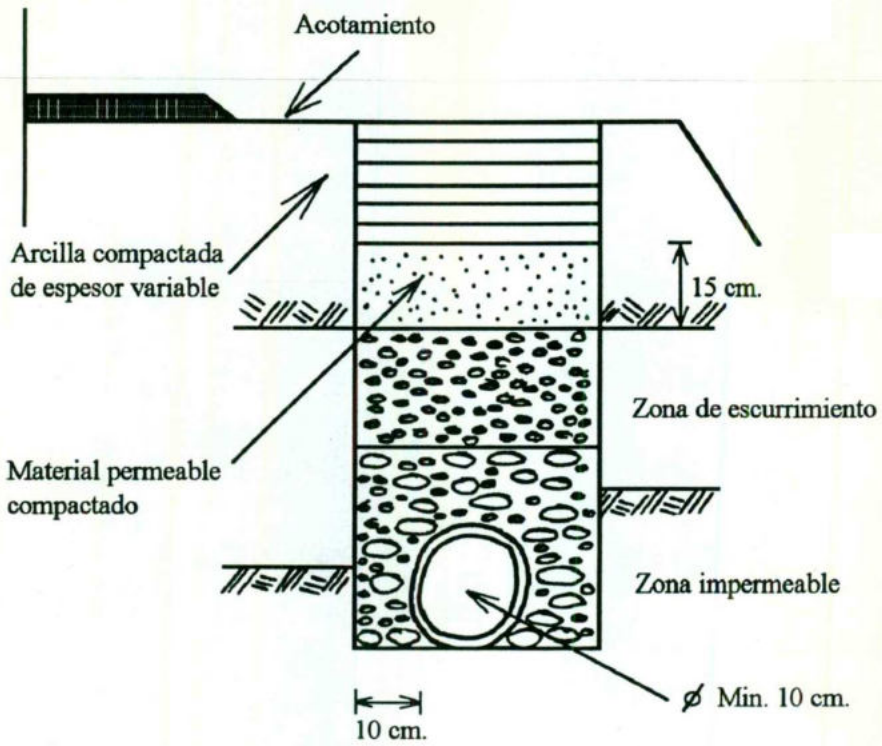


B). SUBTERRANEOS.

DRENES CIEGOS.



DRENES DE TUBO.

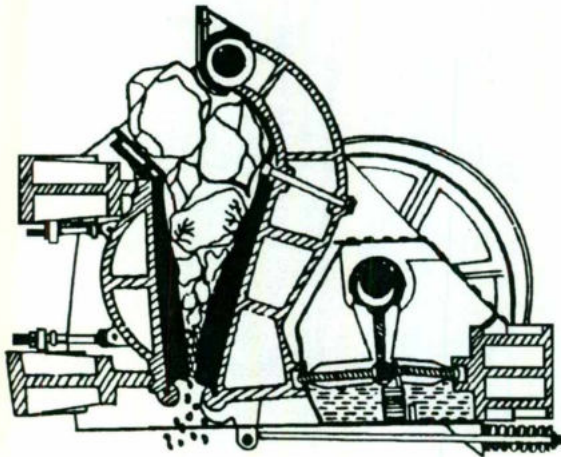


2. EMPLEO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MAQUINAS DE LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS.

Trituradoras.

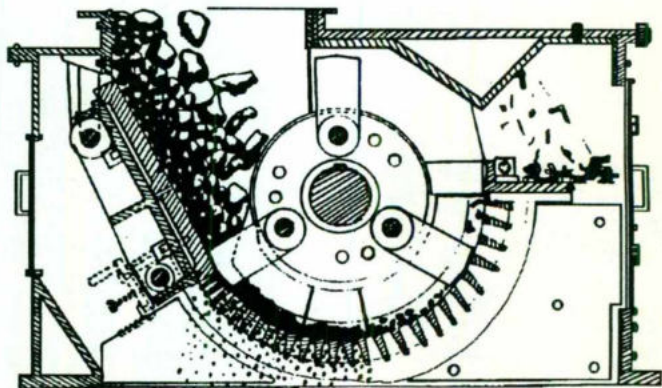
Se emplean para reducir las rocas a tamaños menores y uniformes, podemos encontrar de varios tipos como se describe en seguida:

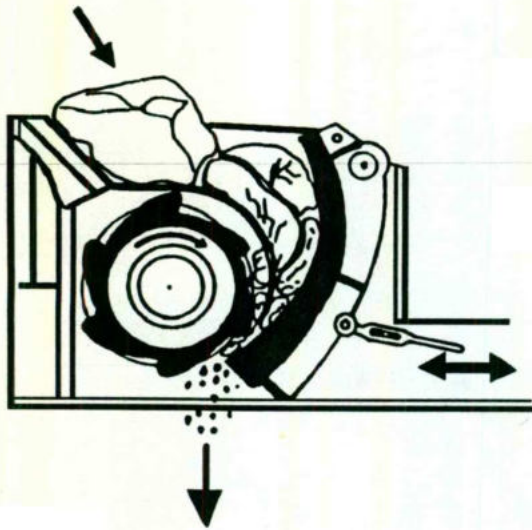
- De quijadas.
- De molino de martillo.
- De rodillos.
- Giratorias.
- Cónicas.



Trituradora de Quijada.

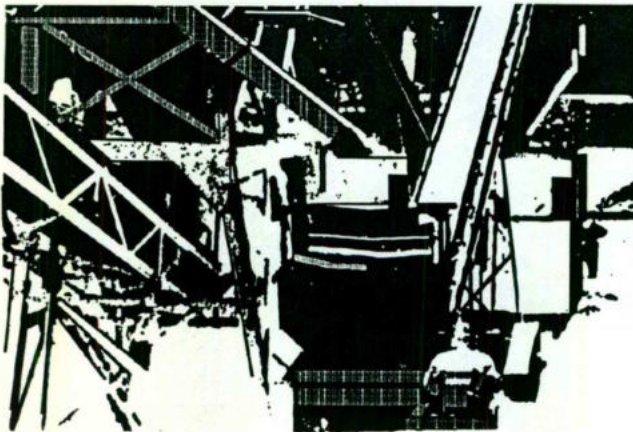
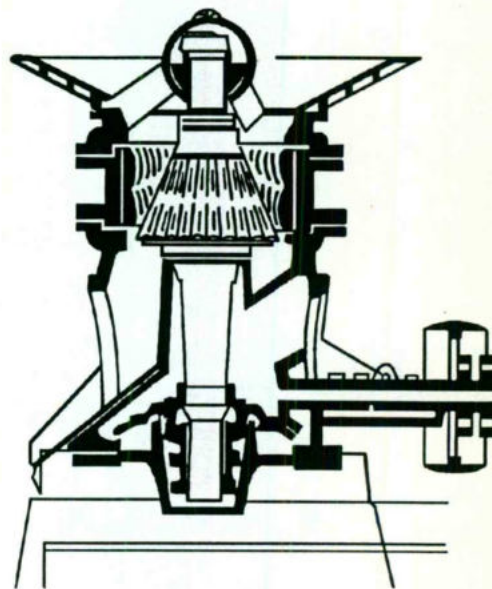
Trituradora de Molino de martillo.





Trituradora de Rodillos.

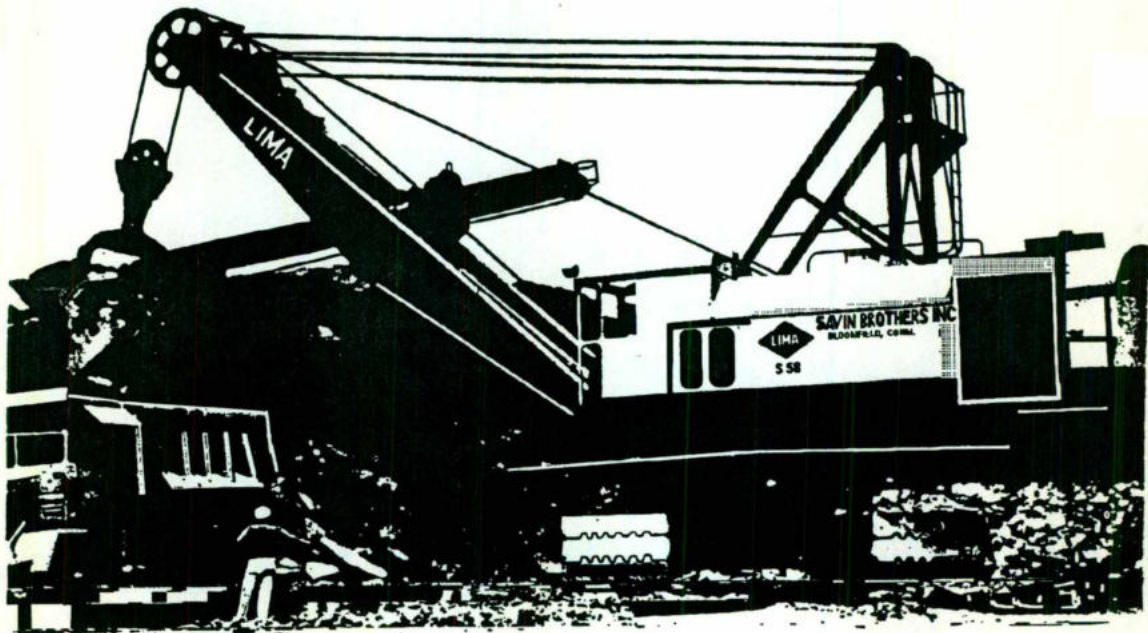
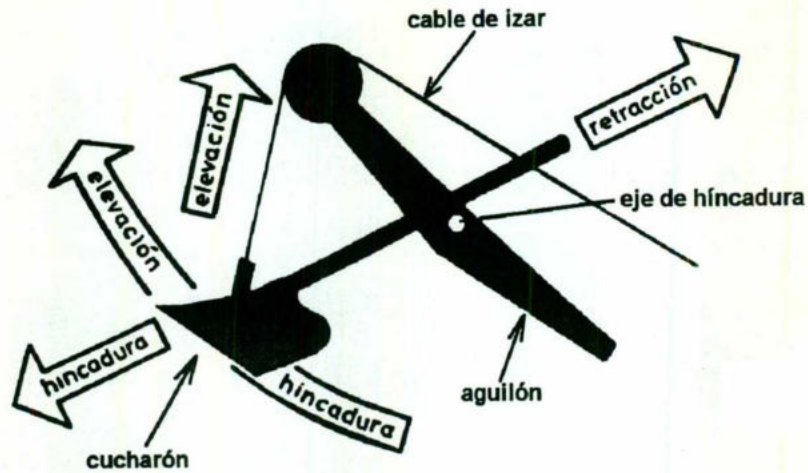
Trituradora Giratoria.



Trituradora Cónica.

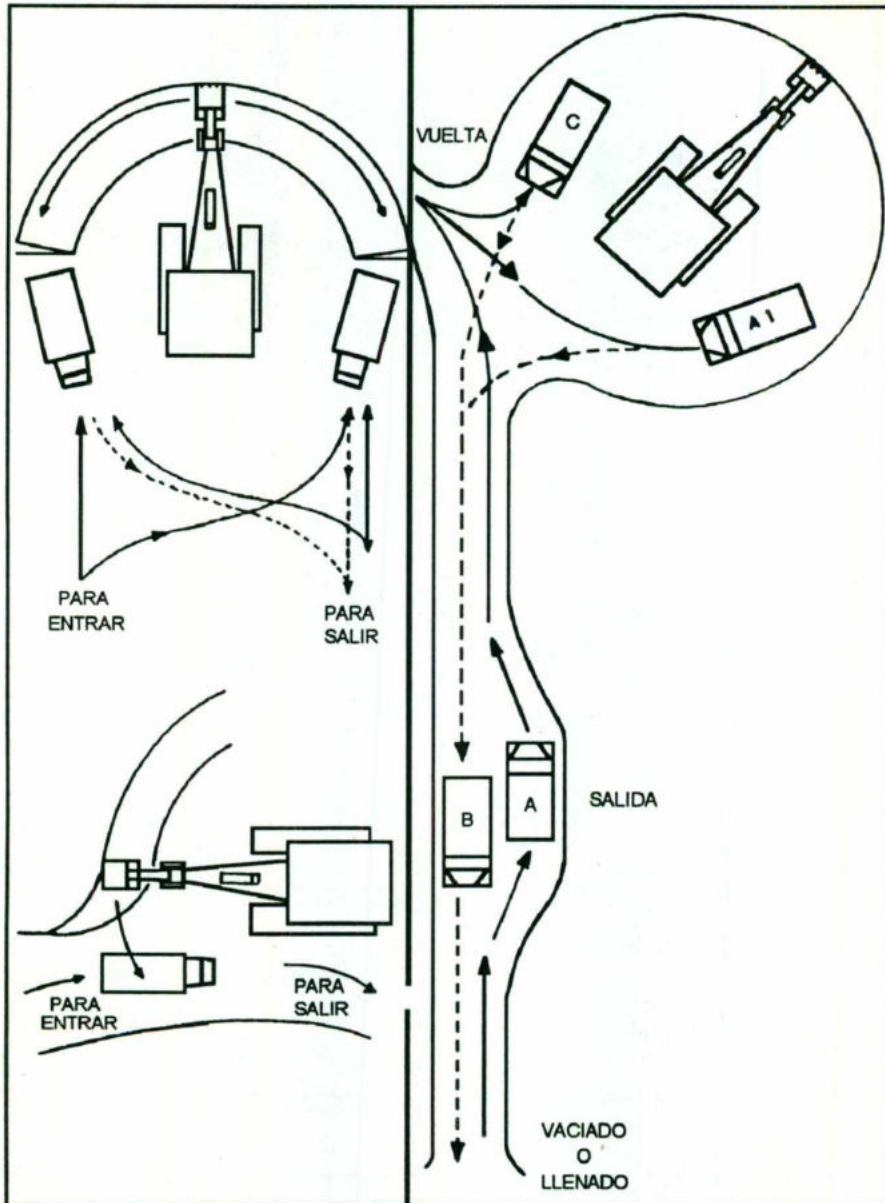
Palas mecánicas.

Consiste en un aguilón, uno o varios brazos, un cucharón y un mecanismo para abrir la puerta que va montada en el fondo de dicho cucharón como se puede ver en la figura que sigue:



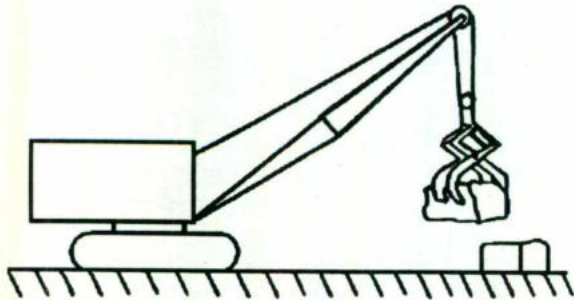
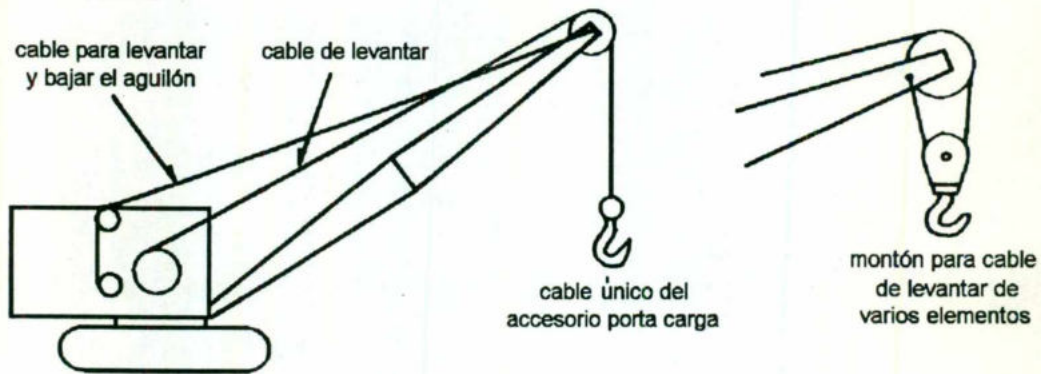
Camiones para transporte.

Las vías que conducen hasta la superficie de trabajo deben estar en muy buenas condiciones y tener doble vías de circulación para que puedan transitar con facilidad los vehículos en una y otra dirección, y para que los mismos se acerquen y alejen de la pala de modo más expedito. Las dos figuras que siguen forman dos muestras típicas de este género de adaptación de las vías de transporte.



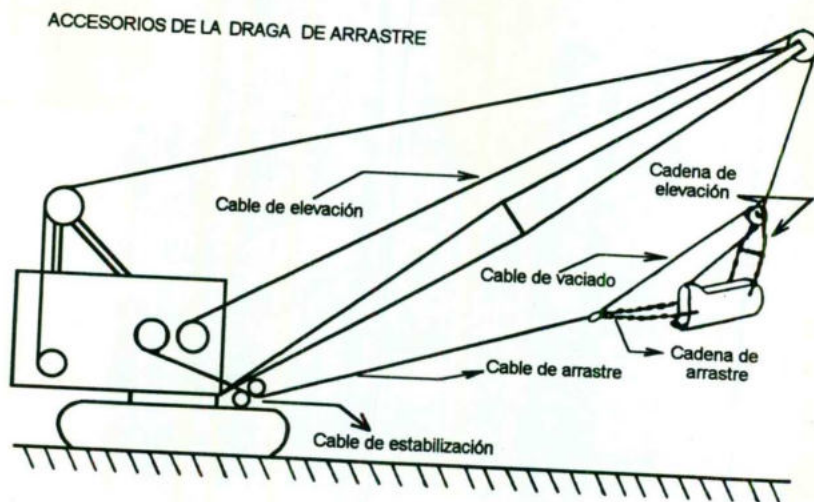
Grúas.

Con respecto al aguilón de grúa ya se indicó con anterioridad que se usa con una gran variedad de herramientas de carga como accesorios de excavación, ganchos, baldes, pesas, etc., sin embargo los principios fundamentales del trabajo con gancho de grúa se aplican siempre que tenga que levantar algo. Para manejar grandes cargas pesadas se emplean tenazas y garfios.



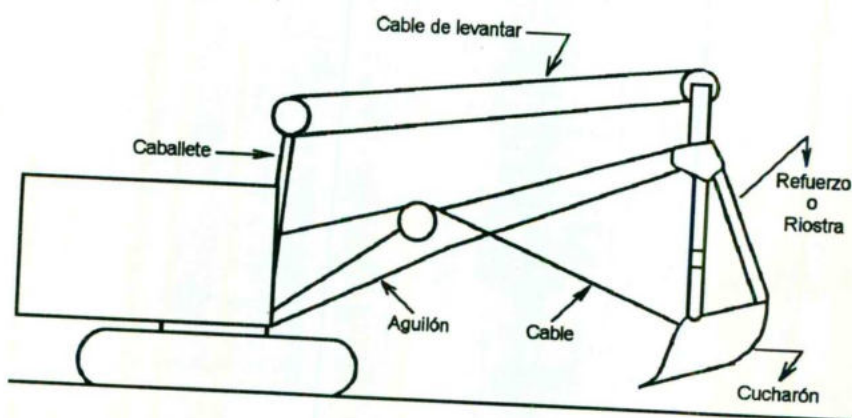
Dragas de arrastre.

Es una máquina con amplio cambio de trabajo, el material puede ser excavado varios metros bajo el nivel de la máquina o sobre el mismo.



Azadón o Retroexcavadora.

Ha sido ideado para que excave bajo la superficie en la mayoría de los casos. Esta máquina combina el efecto de excavación por tracción hacia adentro, propio de la draga de arrastre, con el del cucharón excavador accionado por piezas rígidas características de las palas. En esta forma permite un trabajo más preciso de excavación.



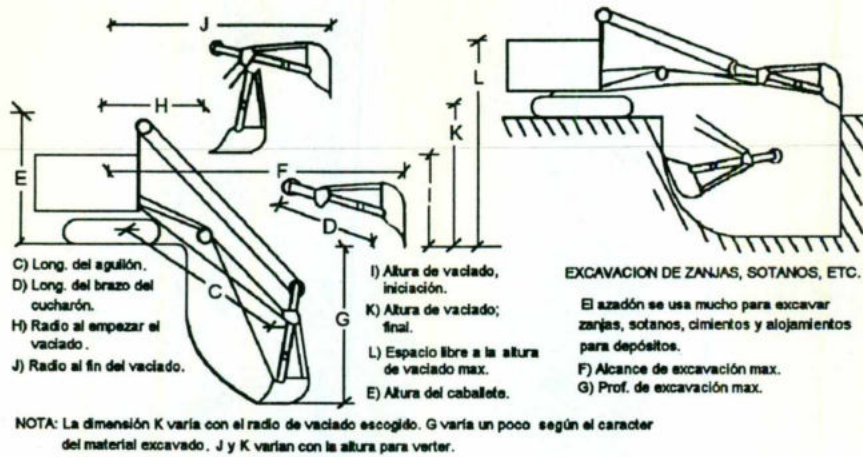
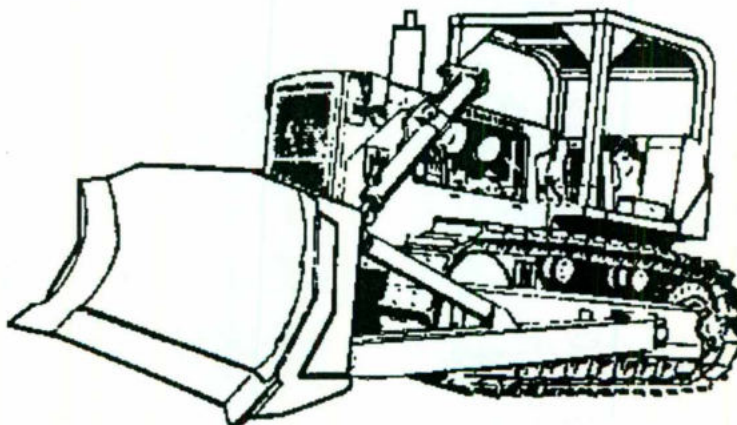


DIAGRAMA DE ESPACIOS LIBRES PARA EL AZADON

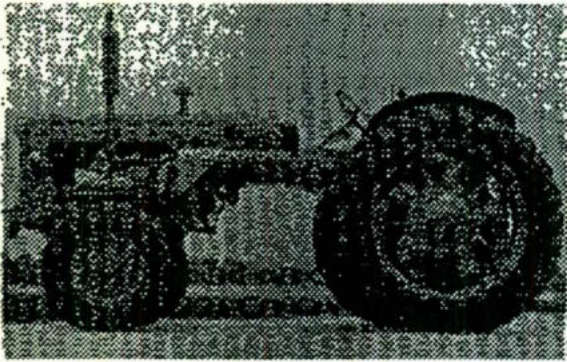
Tractores.

Son máquinas más compactas y fuertes que, se utilizan para el movimiento de tierras. Pero presentan desventajas por que se mueven a poca velocidad y podemos encontrar de varios tipos como son:

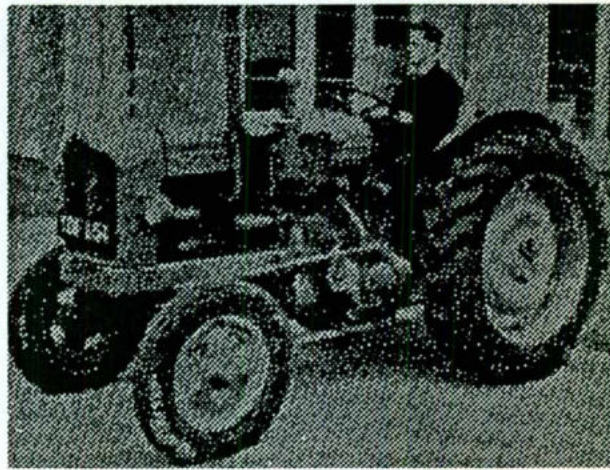
- Sobre orugas.
- Sobre neumáticos.
- Tractores - pala.



Tractor sobre orugas o Bulldozer



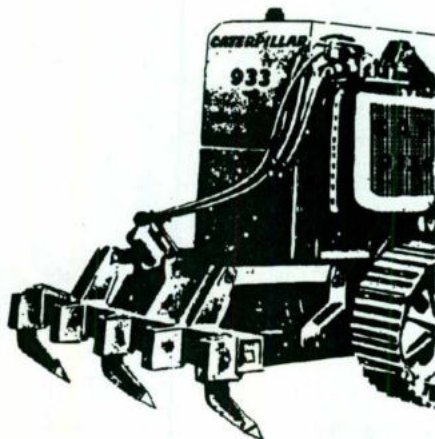
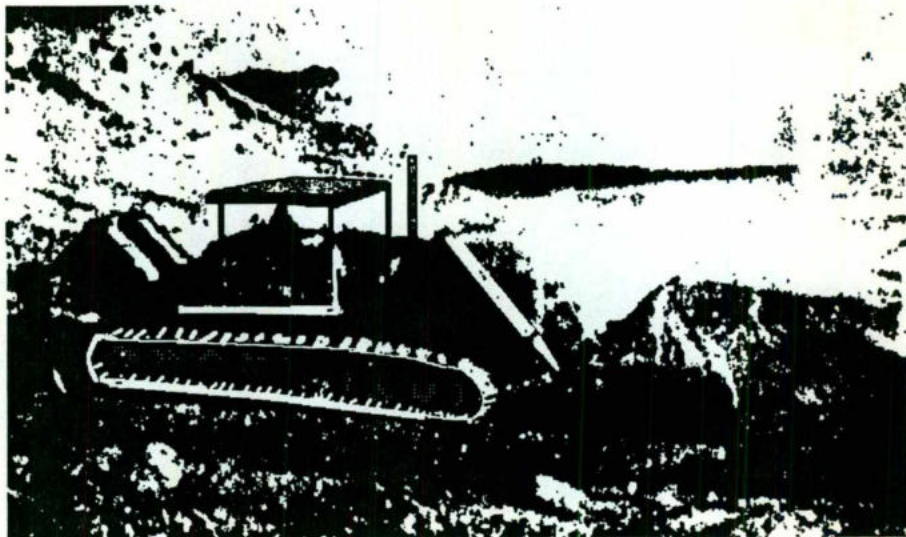
Tractor sobre neumáticos.



Tractores - Pala

Escarificadores.

Se utilizan para mover materiales que se encuentran muy compactos en el banco, se precisa el uso de escarificadores o desgarradores para aflojar el material.



Desgarradores

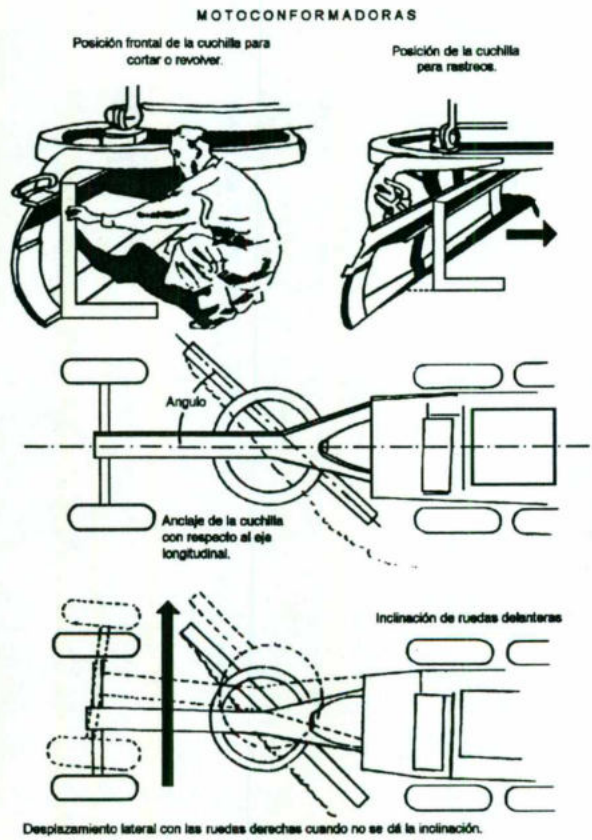
Escrepas o Traillas.

Es una máquina montada en cuatro ruedas, remolcada por un tractor de oruga, que excava, carga, acarrea, descarga y extiende la tierra en un sólo viaje. Esta máquina efectúa nivelaciones más precisas que los tractores.



Motoconformadora.

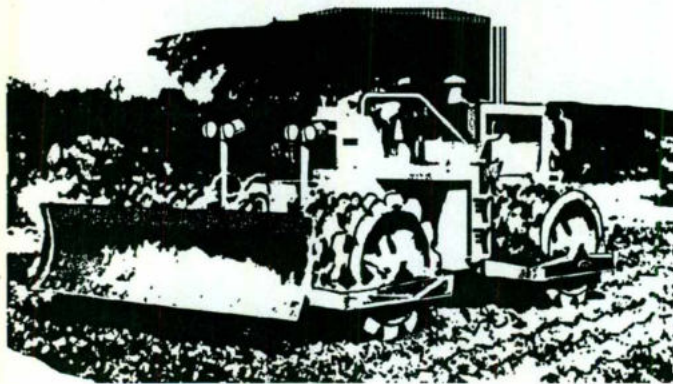
Es una de las máquinas de mayor uso en el procedimiento constructivo y de conservación de caminos, ya que se emplea tanto para revolver materiales como para extender y conformar los mismos.



Equipo para compactación de suelos.

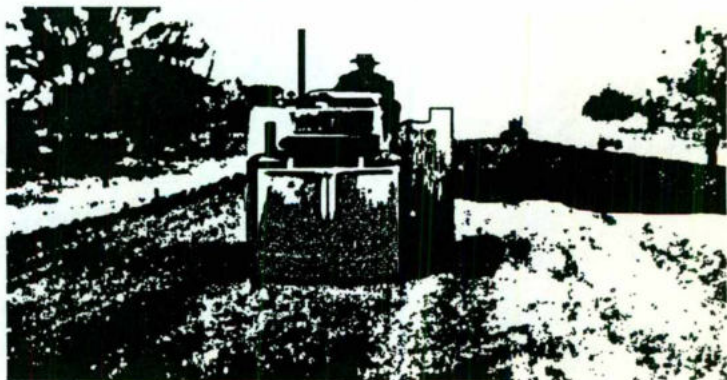
La compactación es un proceso de densificación que depende de las dimensiones del área cargada, de la presión que ejerce sobre esa área, de la humedad del suelo, el tipo del mismo y del espesor de la capa a compactar. Para esto hay en el mercado una gran variedad de equipo como son:

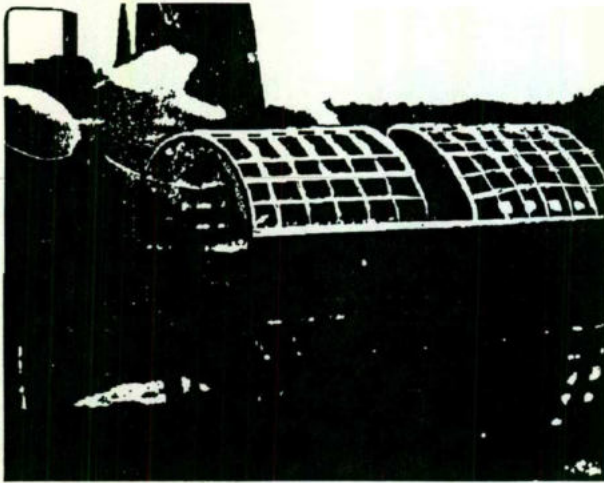
- Rodillos pata de cabra.
- Aplanadoras de rodillos metálicos lisos.
- Aplanadoras de rodillos de rejillas.
- Rodillos vibratorios.
- Compactadores combinados.
- Aplanadoras de neumáticos.



Rodillo pata de cabra

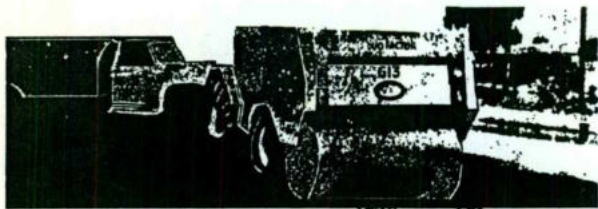
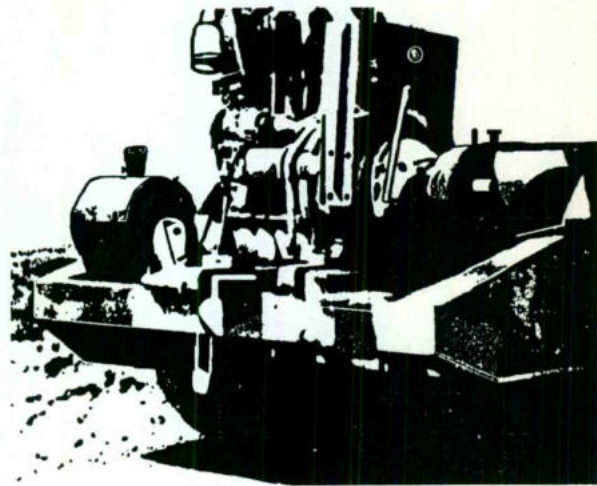
Aplanadora de rodillo
metálico liso



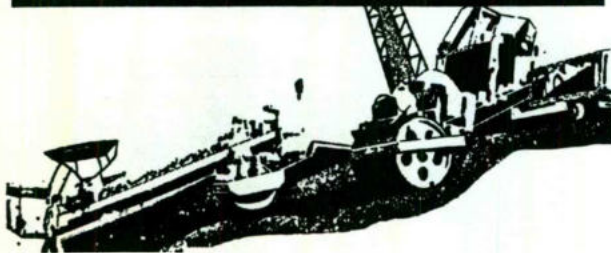


Aplanadora de rodillos de
rejillas.

Rodillo vibratorio.

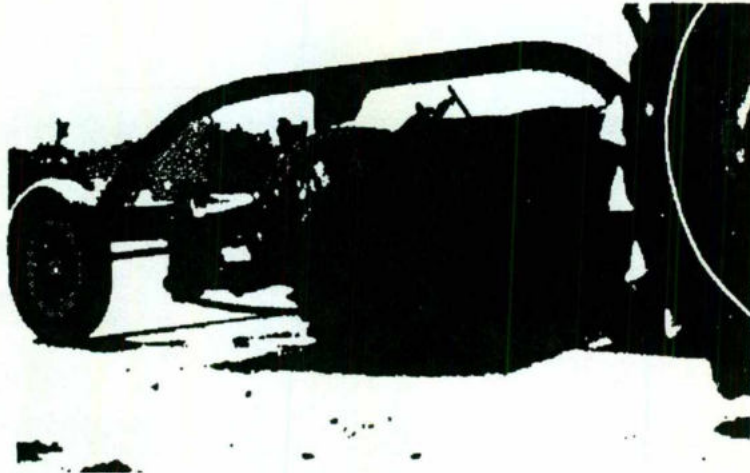


Compactadores combinados.



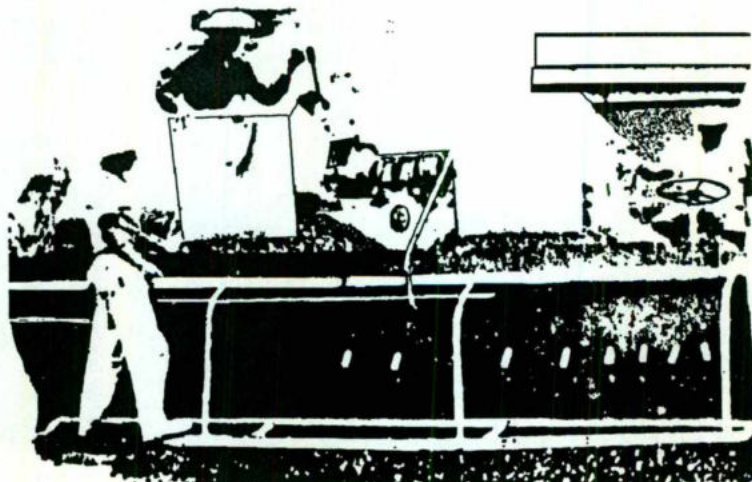
Barredor.

Se utiliza para la limpieza de las bases de pavimentos a efecto de que no quede mucho polvo en la superficie de las mismas, se usan las barredoras mecánicas que son unas escobas giratorias montadas sobre un eje y con presión regulable a voluntad.



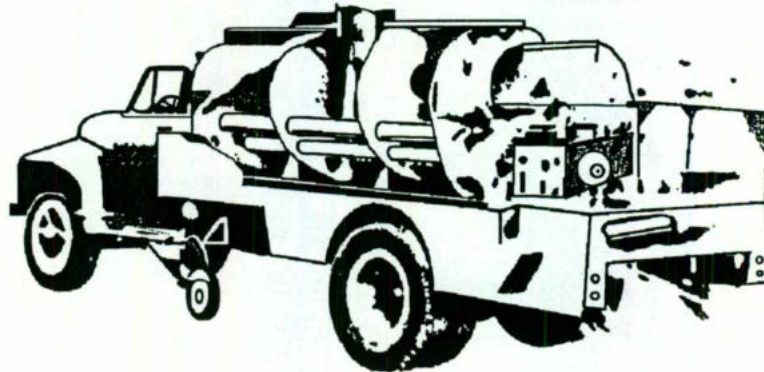
Espaciadores de materiales pétreos.

Se utilizan para la pavimentación por medio de tratamientos superficiales, para el tendido del material pétreo especificado se hace a menudo, ya que realizan la operación con rapidez y uniformidad.



Equipo para petrolización. Las petrolizadoras.

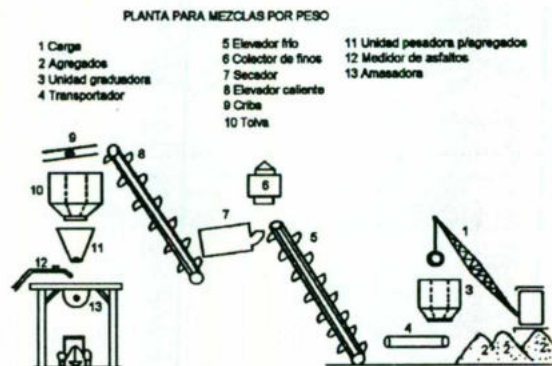
Es la máquina más importante de un equipo para la construcción de carpetas asfálticas formadas por tratamientos superficiales y mezclas en el lugar. Riega el producto asfáltico sobre el camino en cantidades exactas, y durante todo el tiempo que dure la carga de la petrolizadora debe conservar la misma razón de riego sin que varíe ésta por cambios de pendiente o de dirección del camino.

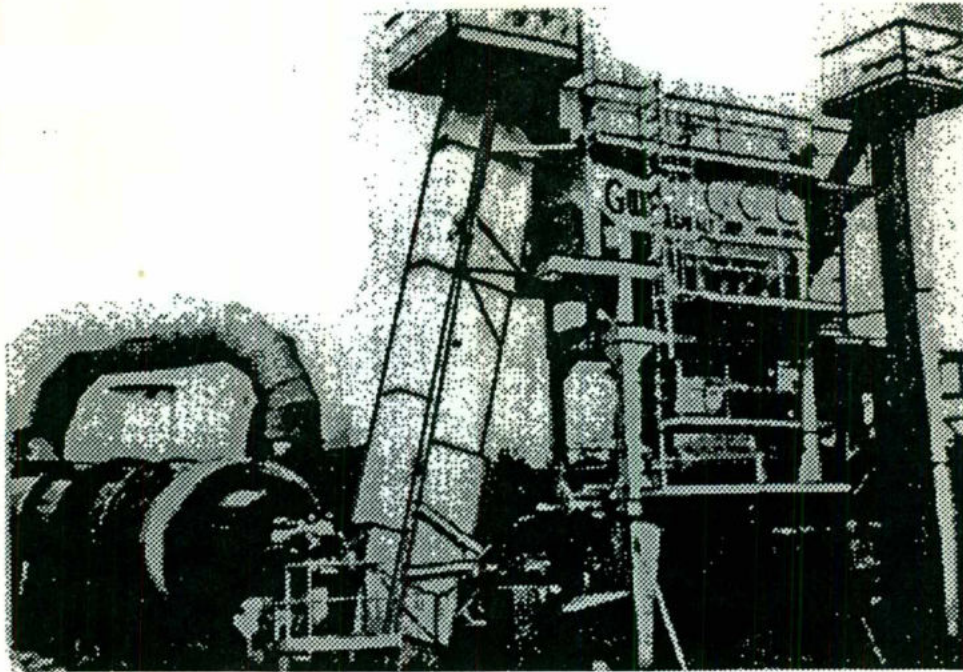


Plantas dosificadoras de mezclas asfálticas.

Las plantas mezcladoras de asfalto y materiales pétreos pueden ser de diferentes tipos de acuerdo con el grado de exactitud requerido y el costo del camino en construcción. Así tenemos las siguientes:

- Sin secador.
- Con secador.
- Con secador, clasificación y graduación de agregados.





Máquinas estabilizadoras.

Estas máquinas, pueden pulverizar, mezclar el material, agregar agua o asfalto y distribuirlo, la máquina es movida por un tractor de oruga, generalmente, el cual lleva los mandos que regulan la profundidad a que debe quedar extendida la mezcla. La velocidad de marcha durante el trabajo de la máquina es de alrededor de nueve metros por minuto.



3. METODOS DE DISEÑO Y CALCULOS.

3.1. PAVIMENTOS FLEXIBLES.

EL METODO DEL VRS.

1.- Aplicación a aeropistas.

El cuerpo de ingenieros del ejército de los EUA propone la siguiente expresión para determinar el espesor de un pavimento en aeropista:

$$e = 2.5 F \sqrt{\frac{P}{8.1 \text{ VRS}} - \frac{A}{\Pi}}$$

En donde:

e = Espesor total del material que debe colocarse sobre el suelo cuyo VRS aparece en cm.

$F = 0.23 \text{ Log. } C + 0.15$

C es el volumen de tránsito, en cubrimientos. Número de encubrimientos para el que se desea diseñar la pista.

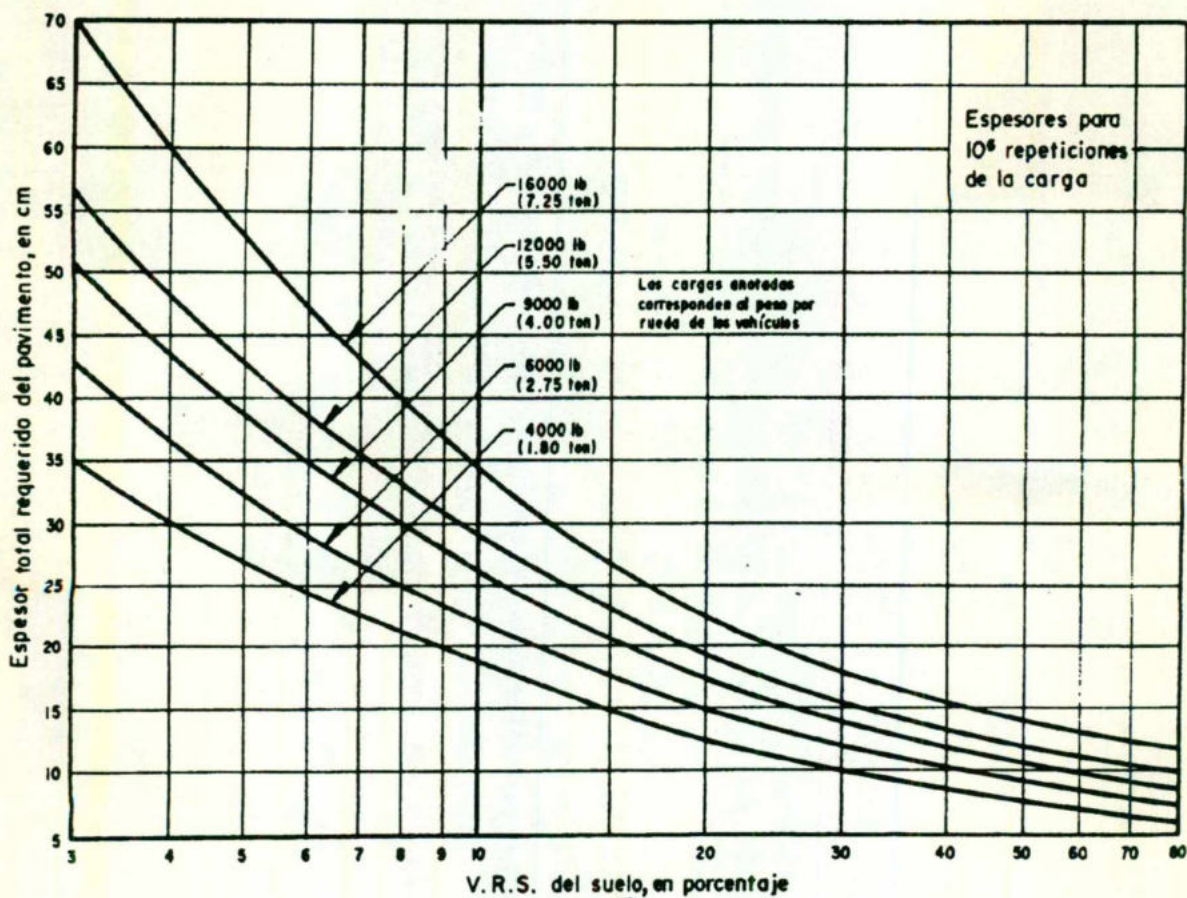
P = Carga sencilla equivalente al sistema de llantas múltiples del avión de diseño, en Kg.

A = Area de contacto en cm.

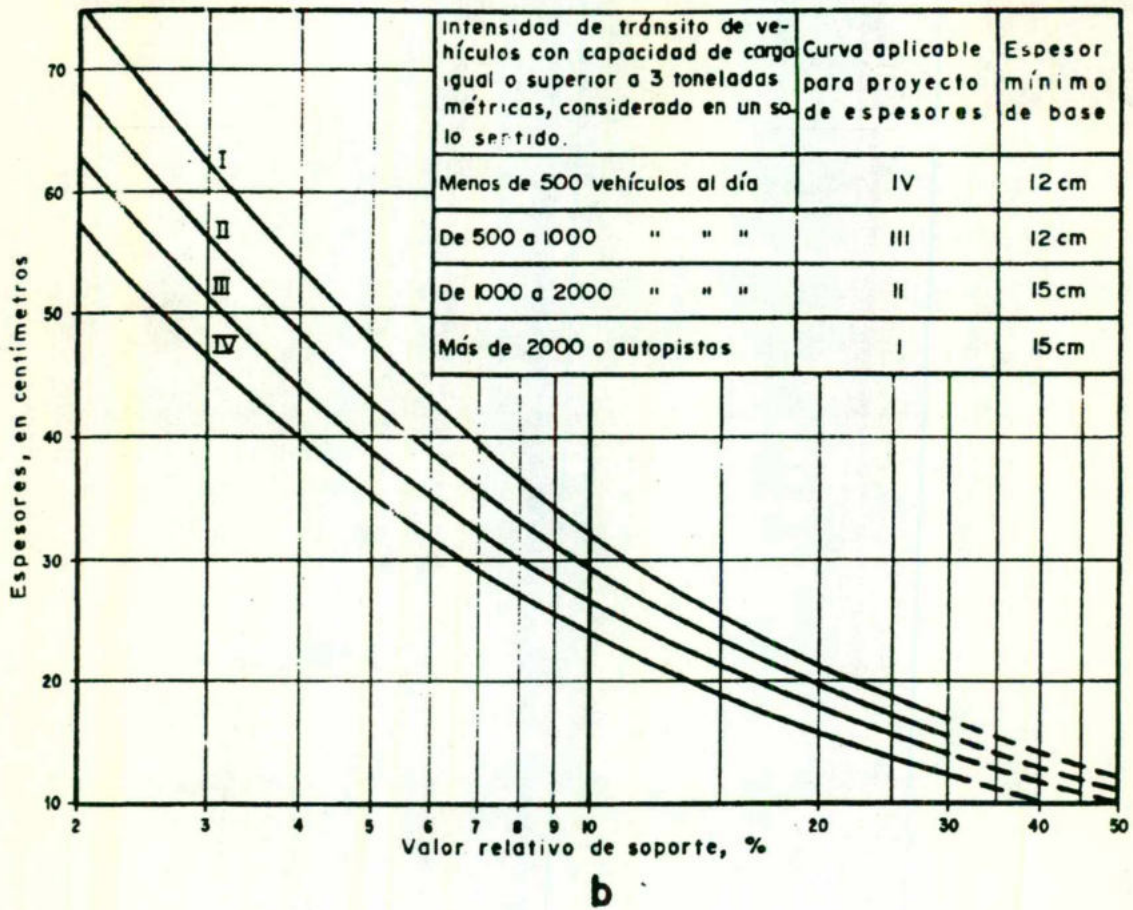
VRS = Valor relativo de soporte de la capa subrasante.

2.- Aplicación a carreteras.

Se acepta en este sistema que la carga de 2.27 ton. (5000 lb) es la carga equivalente por rueda a utilizar en el diseño. Tomamos en cuenta los valores de VRS y una serie de gráficas.

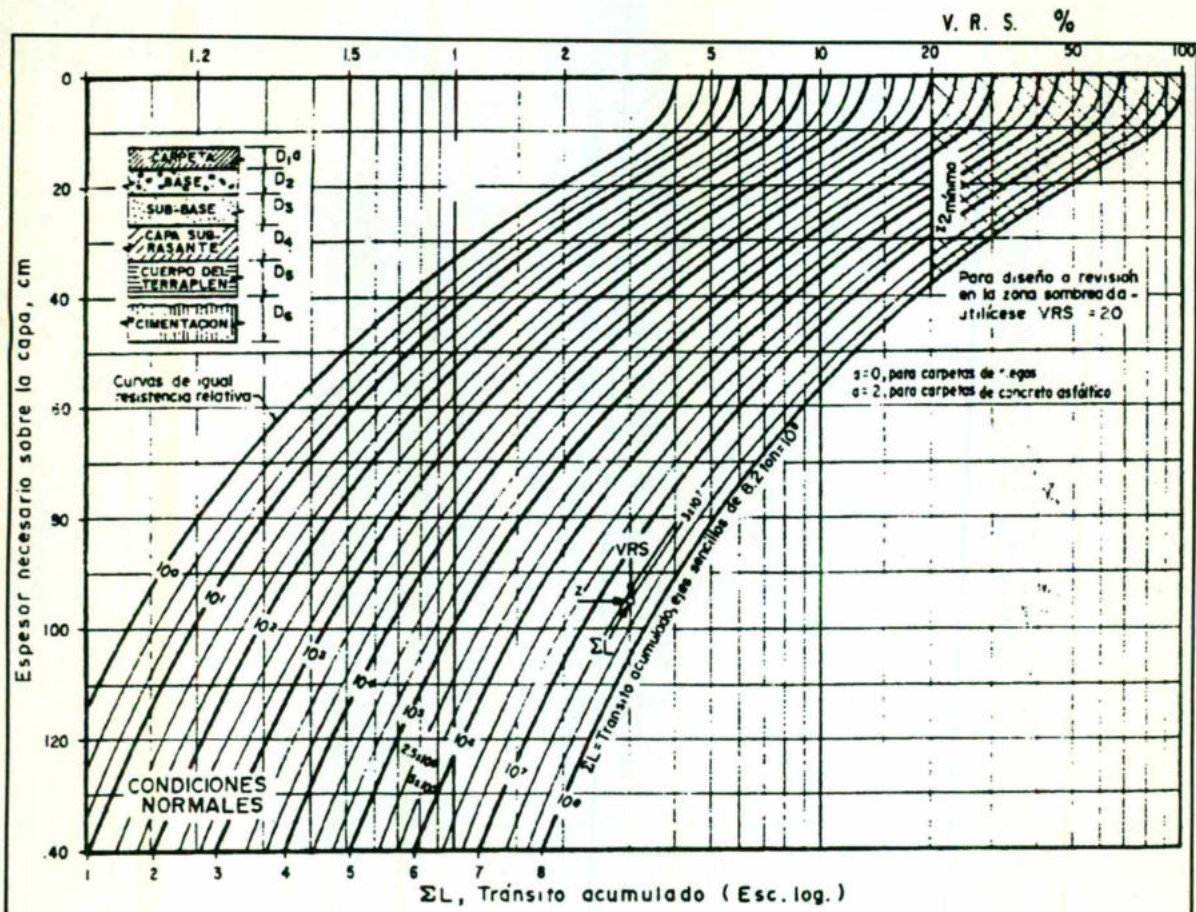


Espeores del pavimento en carreteras en función del V.R.S. de los suelos, según el cuerpo de Ingenieros de los E.U.A. (Ref. 46 y 47).
 Figura IX-26. Espeores de pavimentos en carreteras según el V.R.S.



Curvas para calcular el espesor mínimo de sub-base más base, en pavimentos flexibles para caminos en función del V. R. S. de la sub-rosante, según la práctica S.O.P. (Ref. 15).

Figura IX-26. Espesores de pavimentos en carreteras según el V. R. S.

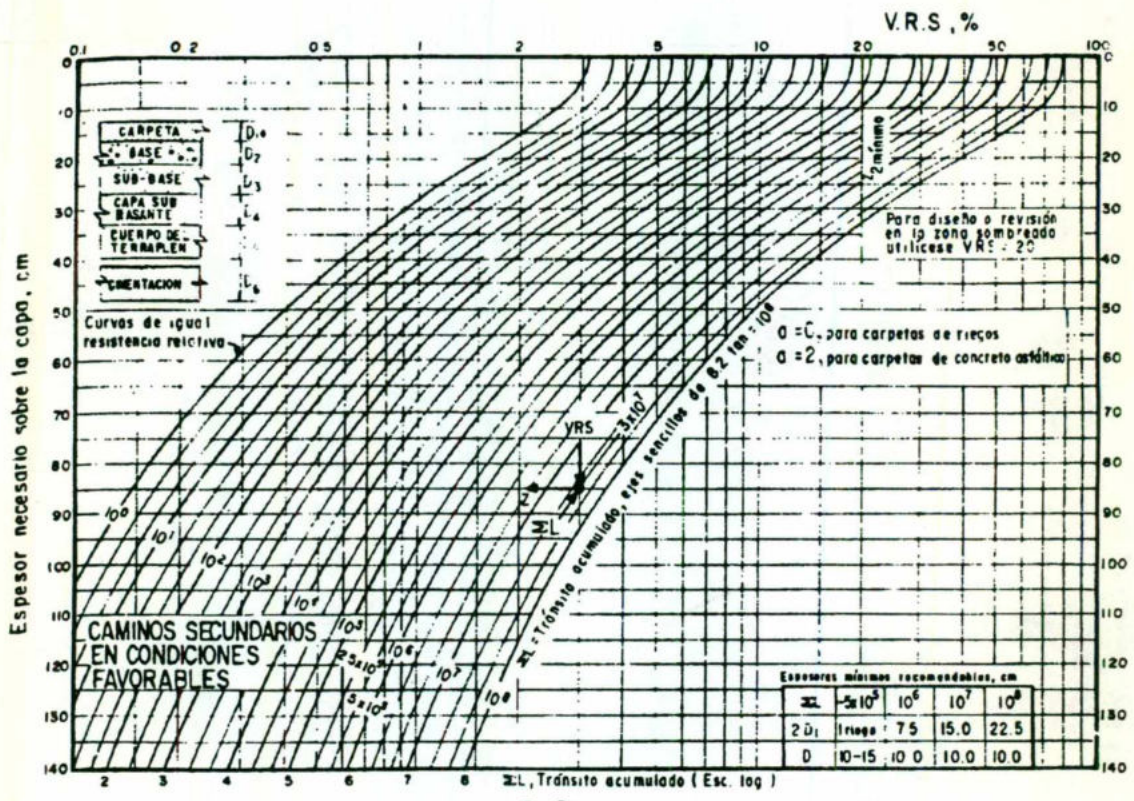


C-1

CARRETERAS DE TRÁNSITO ALTO Y MEDIO

Gráfica de diseño de espesores de pavimentos en carreteras, según el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. (Ref. 79).

Figura IX-26. Espesores de pavimentos en carreteras según el V. R. S.



C-2

CARRETERAS DE BAJO TRANSITO

Gráfica de diseño de espesores de pavimentos en carreteras, según el instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. (Ref. 79

Figura IX-26. Espesores de pavimentos en carreteras según el V. R. S.

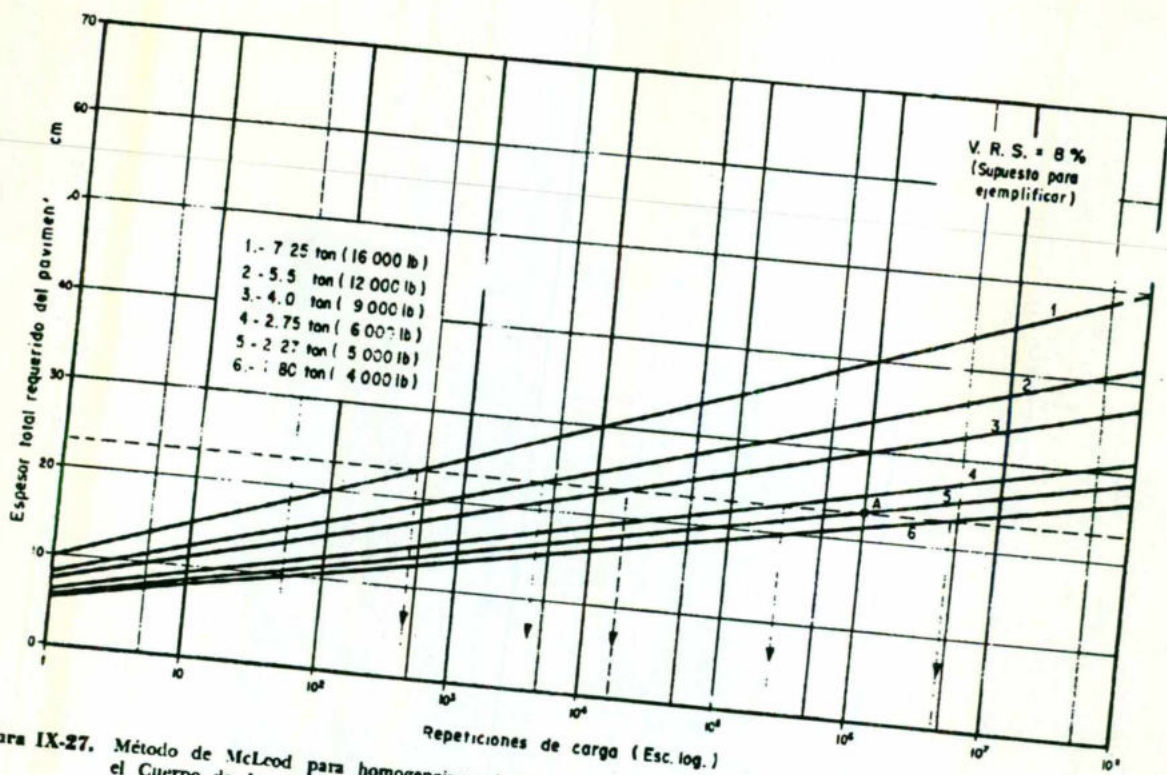


Figura IX-27. Método de McLeod para homogeneizar el tránsito en la aplicación del método del V. R. S. a carreteras, según el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los E. U. A. (Ref. 1).

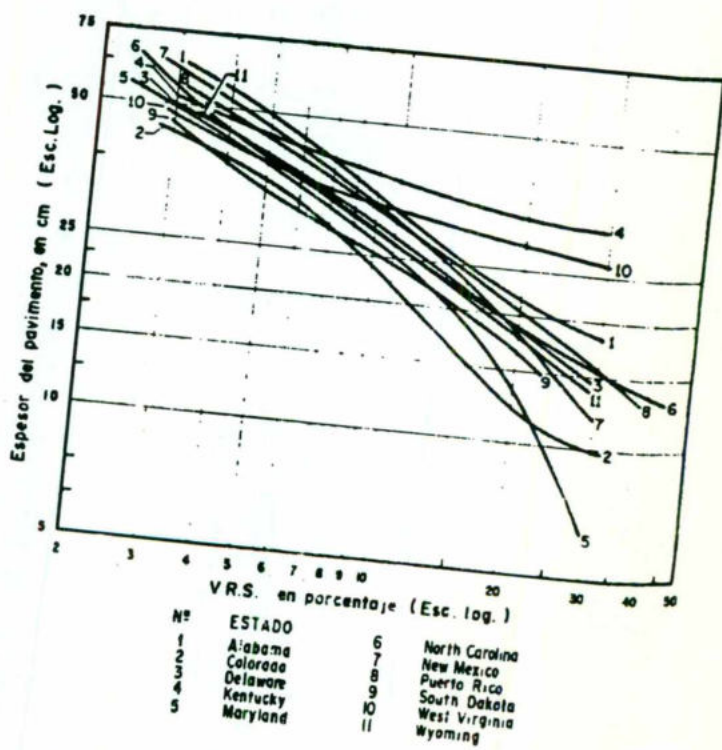


Figura IX-28. Diferencia en el espesor de pavimentos con el método del V. R. S., según las distintas curvas de diseño utilizadas en varios estados de los E. U. A. (Ref. 40).

METODO DE HVEEM.

Hveem y Carmany han desarrollado en el departamento de carreteras de California un método de diseño de espesores de pavimentos flexibles que se fundamenta en la determinación de las características de resistencia de los materiales que forman el pavimento, mediante las pruebas de laboratorio que se describen a continuación:

- Determinación de la presión de expansión y del valor R de suelos y mezclas de suelos.
- Determinación del valor de cohesiometro.

El espesor del pavimento que neutraliza la presión de expansión de la subrasante obtenida en el laboratorio P_e , será:

$$e_e = \frac{P_e}{\gamma_m}$$

En donde:

e_e = espesor requerido para neutralizar la presión de expansión de la subrasante por el peso de las capas superiores del pavimento, en cm.

P_e = presión de expansión, en Kg/cm².

γ_m = peso volumétrico medio de la estructura del pavimento, en Kg/cm³.

En lo que se refiere al valor de estabilidad obtenida en el estabilómetro de hveem, el espesor de pavimento correspondiente resulta de la fórmula:

$$e_R = 0.098 \times IT (100 - R)$$

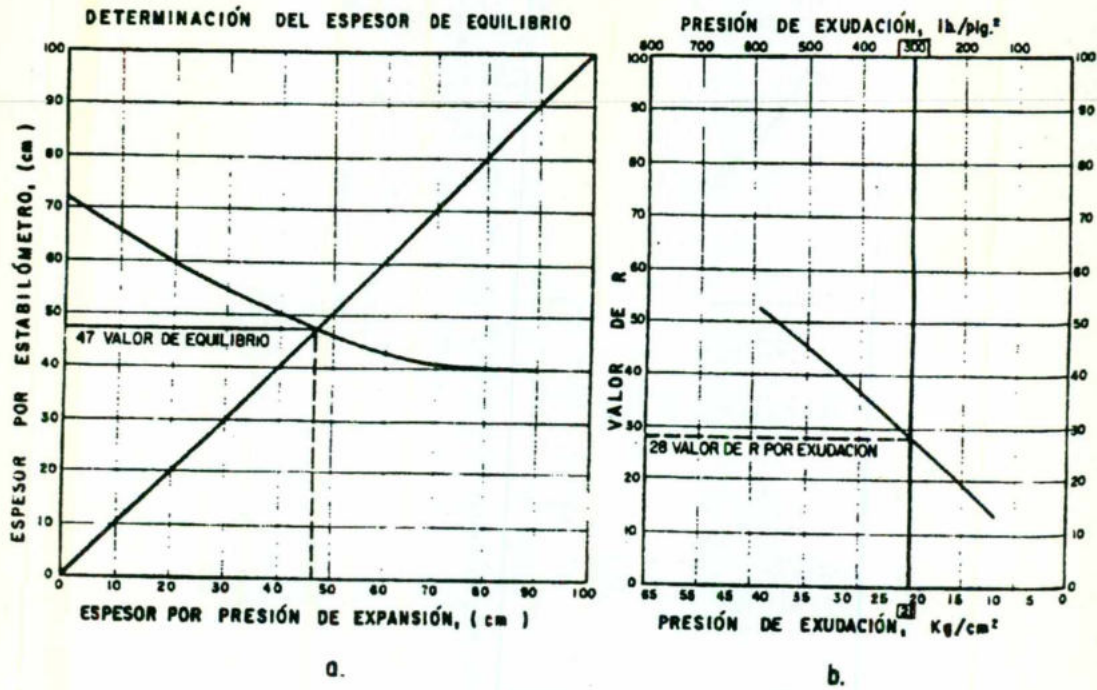
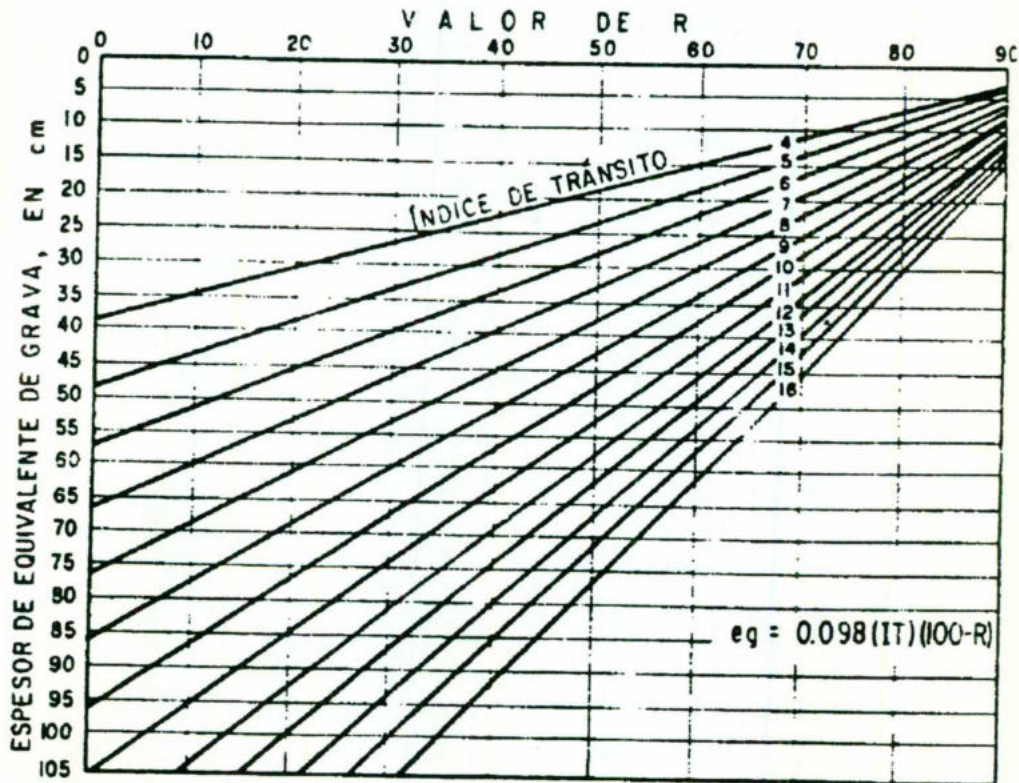


Figura IX-29. Determinación del espesor de un pavimento según el método de Hveem (Ref. 42).



En donde:

$\varnothing R$ = espesor del pavimento necesario de acuerdo con la resistencia del suelo, según la prueba del estabilómetro, en cm.

IT = índice de tránsito, calculado con:

$$IT = \left| \frac{CE}{10^6} \right|^{0.119} \quad 6.7$$

Sabiendo que el CE es el número de ruedas de 2,270 kg. (5000Lb) que equivalen al tránsito real del camino dentro del período de diseño.

R = Es el número de estabilidad de Hveem, calculado con:

$$R = 100 - \frac{100}{\frac{2.5}{D} \left| \frac{P_v}{P_h} - 1 \right| + 1}$$

En donde:

R= número de estabilidad de Hveem, sin dimensiones.

Pv= presión vertical aplicada, el valor de R se mide generalmente para 11.2 kg/cm². (160 Lb).

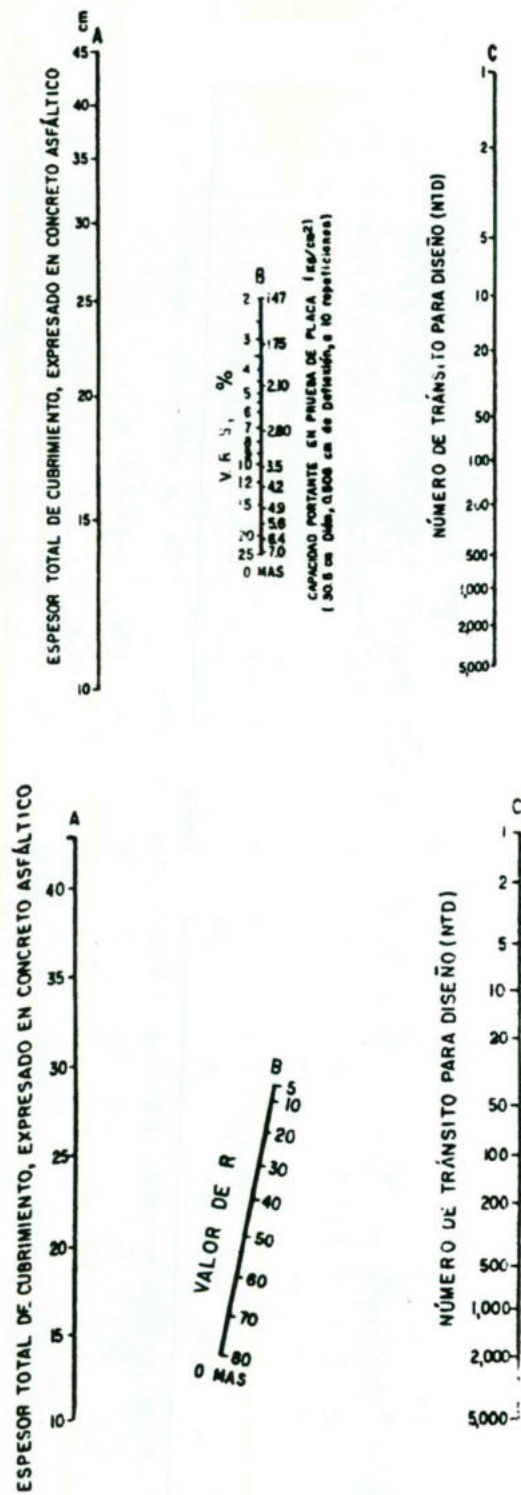
Ph= presión horizontal en las paredes del espécimen medida en el manómetro.

D= desplazamiento horizontal del espécimen correspondiente a una presión horizontal de 7 Kg/cm². (100Lb/plg².)

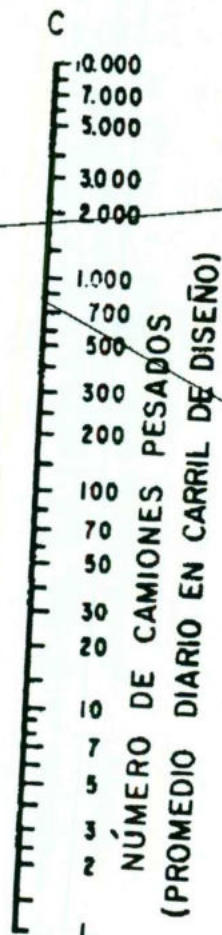
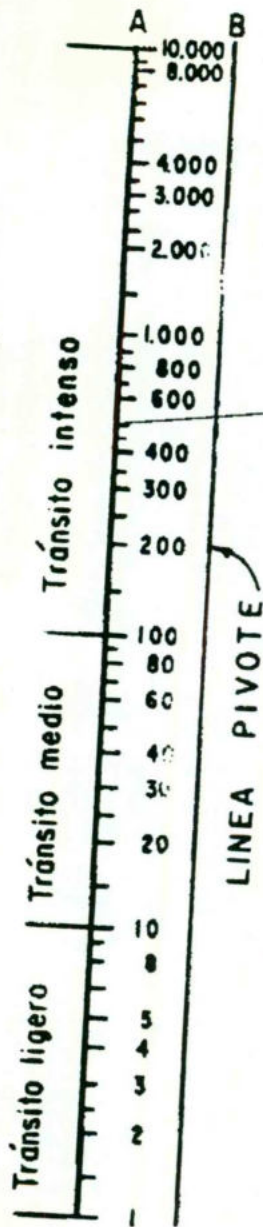
CRITERIOS DEL INSTITUTO NORTEAMERICANO DEL ASFALTO.

Consiste en determinar el espesor de la estructura del pavimento de acuerdo con una particular manera de estimar el volumen de tránsito a preveer, este se refiere al denominado número de tránsito para diseño (N. T. D.) que es el promedio diario de cargas equivalentes de 8.2 ton (18,000 Lb), dispuestas en un eje sencillo, que se esperan durante el período de diseño de la obra, normalmente fijado en 20 años por el propio Instituto del Asfalto.

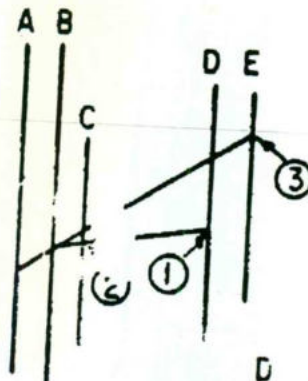
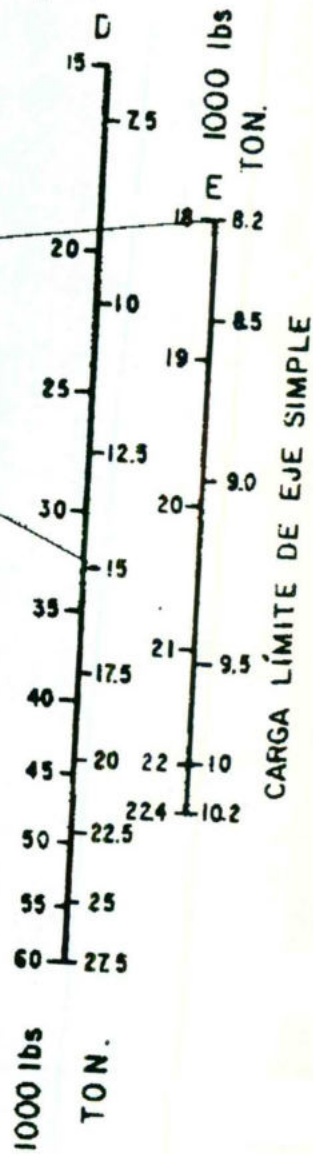
Las propiedades mecánicas de los materiales se obtienen con pruebas usuales: VRS, Valor de estabilidad de Hveem, pruebas de placas, etc., también hacen uso de Nomogramas como los siguientes:



NÚMERO DE TRÁNSITO INICIAL (NTI)



PESO PROMEDIO DE LOS CAMIONES PESADOS



OTROS METODOS DE DISEÑO.

- Se presenta un método que se encuentra en estudio en el Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil en Lisboa las características mecánicas de una capa de pavimento se expresan en términos de un factor de resistencia, F, definido por la relación:

$$F = \frac{p}{\delta / d}$$

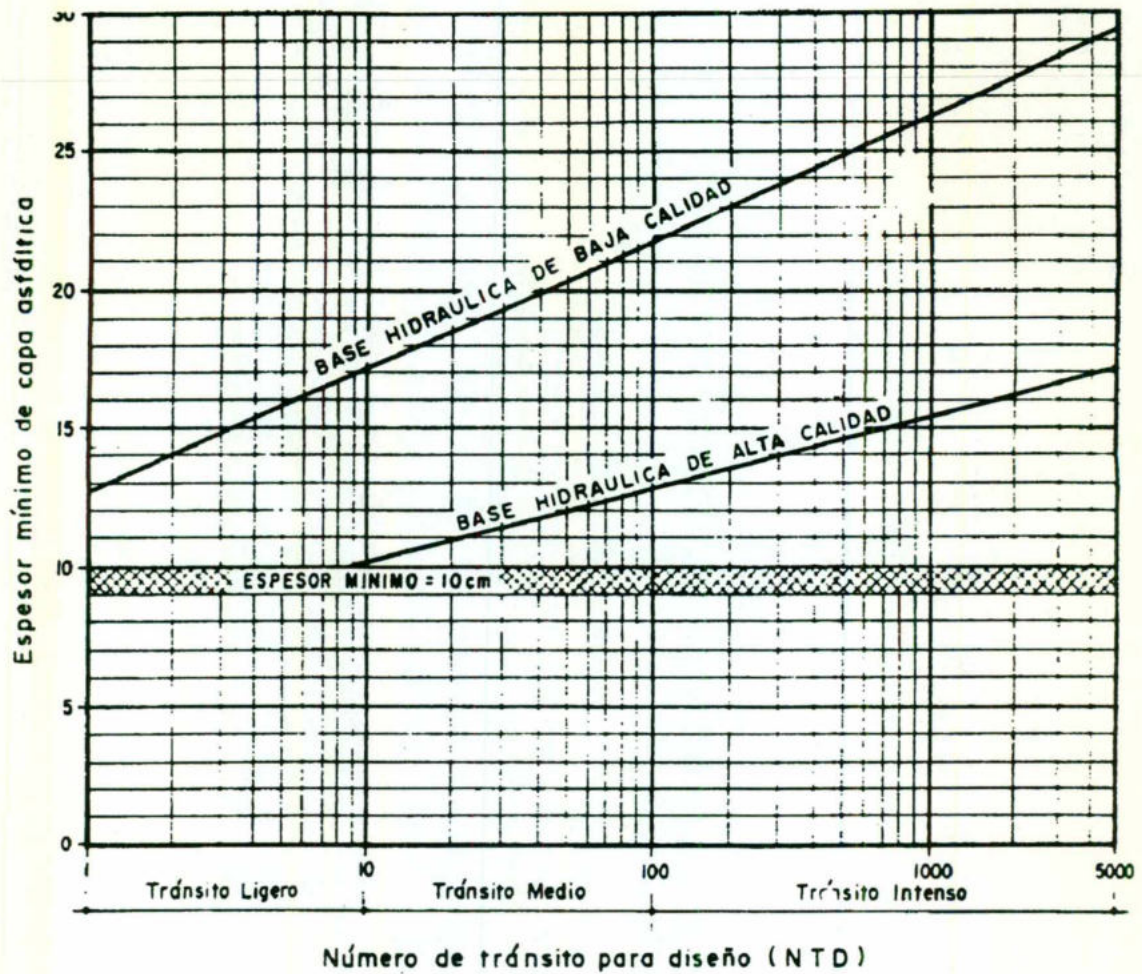
En donde:

p = presión que se aplica a una placa.

d = diámetro de la placa.

δ = asentamiento.

- Resumen de las tendencias de la tecnología rusa en relación al problema de diseño de pavimentos flexible basado en la teoría de la elasticidad aplicada a sistemas de capas múltiples, como la utilización de parámetros obtenidos de pruebas de impactos. Se sugieren dos métodos para determinar los espesores, uno limitando la deflexión vertical máxima permisible en la prueba con carga repetida aplicada por impactos, mantenida en un nivel tal que no cause fatiga en el suelo; el otro criterio utiliza el concepto de falla local y fija el espesor como el necesario para que tal condición no se presente bajo las cargas de diseño en ninguna de las capas del pavimento.



REQUISITOS MÍNIMOS PARA MATERIALES DE BASES HIDRAULICAS

TIPO DE PRUEBA	NORMAS	
	BAJA CALIDAD	ALTA CALIDAD
VRS Mínimo	20	100
Valor de R Mínimo	55	80
Límite Líquido Máximo	25	25
Índice Plástico Máximo	6	NP
Equivalente de Arena Mínimo	25	50
Máximo Porcentaje de Material que pasa Malla N° 200	12	7

CALCULOS.

Diseñar la sección estructural de un pavimento flexible, empleando el método del Departamento de Carreteras de California (Hveem) en relación con el camino localizado sobre un terreno constituido por suelos cuyas características se describen a continuación:

Terracerías.

Los materiales que forman las terracerías son en general de origen volcánico y están constituidos por limos inorgánicos de mediana plasticidad y de baja a alta compresibilidad (ML y MH) y una alta resiliencia, también se encuentran algunas mezclas de suelos y fragmentos pequeños de roca cuyas propiedades son muy variables.

Evaluación del tránsito de vehículos.

Se utilizarán resultados de los foros realizados por la autoridad correspondiente, en el método de Hveem (California), el tránsito queda expresado en términos del número de cargas por rueda equivalente a 5,000 lb.

Número de ejes del vehículo	Valor de la carga equivalente (CE) para un año de servicio del pavimento	
	Carreteras principales	Carreteras secundarias
2	280	200
3	930	690
4	1,320	1,070
5	3,190	1,700
6	1,950	1,050

En la tabla mostrada anteriormente podemos ver los factores de equivalencia, para llantas en arreglo dual de vehículos de varios ejes con la rueda estandar de 2,270kg (5,000lb).

Con la figura mostrada en la hoja siguiente se procede a realizar la tabla siguiente:

Análisis de Tránsito

Tipo de vehículo	Volumen promedio diario anual dos direcciones	Volumen promedio diario anual un direcciones	Constante CE	(CE)
A	10,576	5,288	--	--
B	684	342	280	95,760
C ₂	734	367	280	102,760
C ₃	116	58	930	53,940
T ₂ S ₂	28	14	1,320	18,480
T ₃ S ₃	102	51	3,190	162,690
TOTAL	12,240	6,120		433,630

Tasa de crecimiento anual.

Se considerará de 7% constante en los diversos tipos de vehículos, y un período de diseño de 10 años.

Factor de proyección

Se obtiene con la siguiente expresión:

$$F_p = \frac{1 + \frac{(TDPA) f}{(TDPA) i}}{2}$$

En donde:

TDPA = Tránsito diario promedio anual.

f = Instante final del período de n años.

i = Instante inicial del período de n años.

NOTA
 K_V = Coeficiente de equivalencia para el vehículo vacío.
 K_C = Coeficiente de equivalencia para el vehículo cargado.

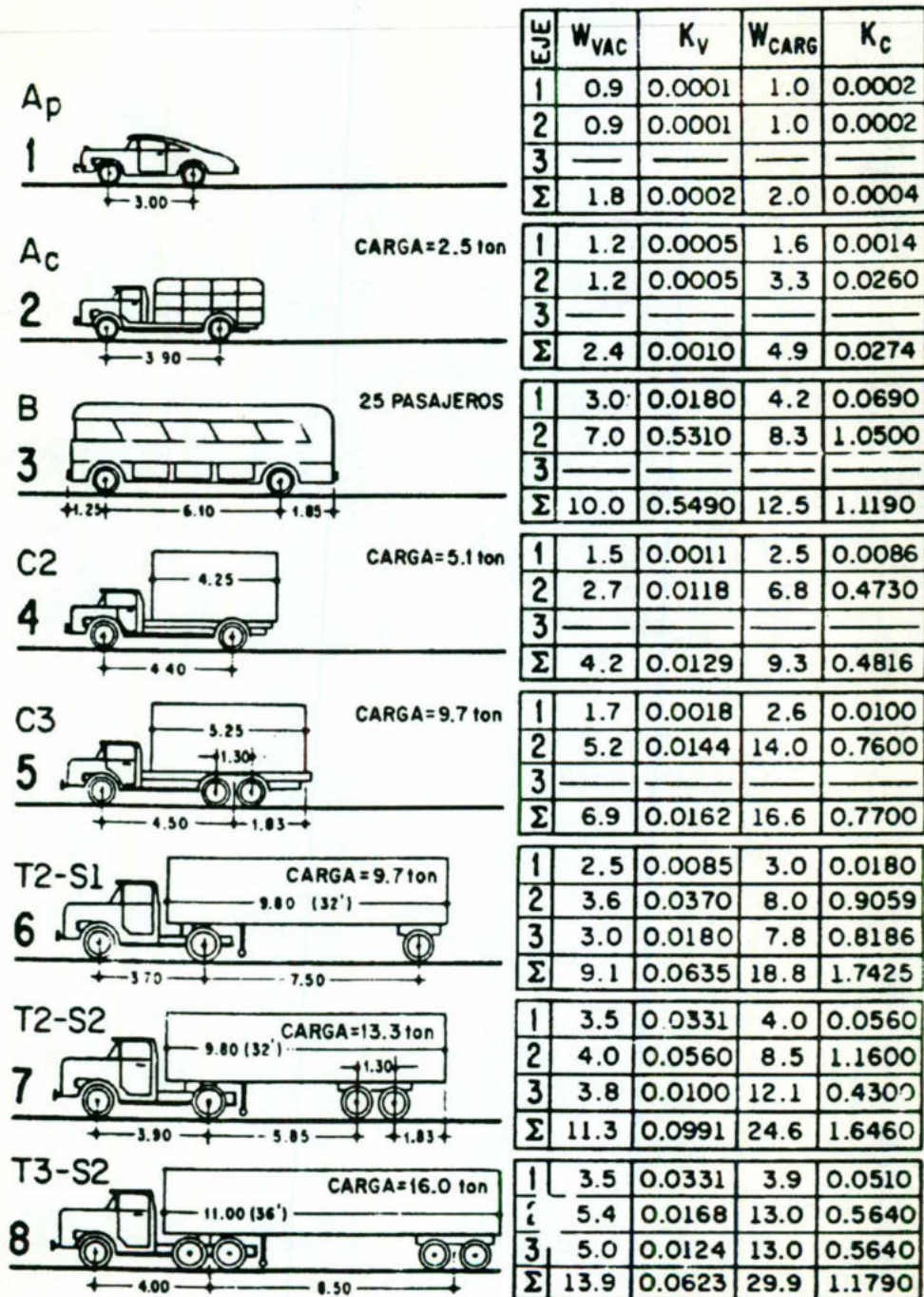


Figura IX-10. Conversión de vehículos a ejes equivalentes.

$$(TDPA)_f = (TDPA)_i (1 + 0.07)^{10}$$

$$(TDPA)_f = (TDPA)_i (2)$$

En donde:

$$\frac{(TDPA)_F}{(TDPA)_I} = 2$$

$$F_p = \frac{1 + 2}{2} = 1.5$$

Carga equivalente

Se obtiene por la siguiente expresión: $CE = P \sum CE \cdot F_p$

$$CE = (10) (433,630) (1.5)$$

$$= 6'504,450$$

Indice de tránsito

Se calcula utilizando:

$$IT = 6.7 \frac{CE}{10^6} \quad 0.119$$

$$IT = 6.7 \frac{6'504.450}{10^6} \quad 0.119$$

$$= 6.7 \quad (6.5) \quad 0.119$$

$$= 8.5$$

Análisis de la estructura del pavimento.

Se hizo tomando en cuenta los resultados del laboratorio de las pruebas de valor R de estabilidad, presión de expansión y presión de exudación realizadas todas ellas en cada uno de tres especímenes elaborados con el material de las terracerías del camino. Los especímenes tienen diferente contenido de agua.

Utilizando la curva de espesores por R y expansión en el cual el punto A define el espesor que satisface los requerimientos de la expansión y de la estabilidad simultáneamente, que en este caso es de 30cm. de grava equivalente.

El espesor del pavimento relacionado con la presión de exudación se determinó por la curva espesor de estabilidad contra presión de exudación, tomando en cuenta un valor de 21 kg/cm de esta última. El espesor total del pavimento en grava equivalente bajo estas condiciones resultó ser de 35 cm.

Al comparar ambos espesores de pavimentos obtenidos, se tomará en cuenta en el diseño una sección estructural de 35 cm. de carga o grava equivalente.

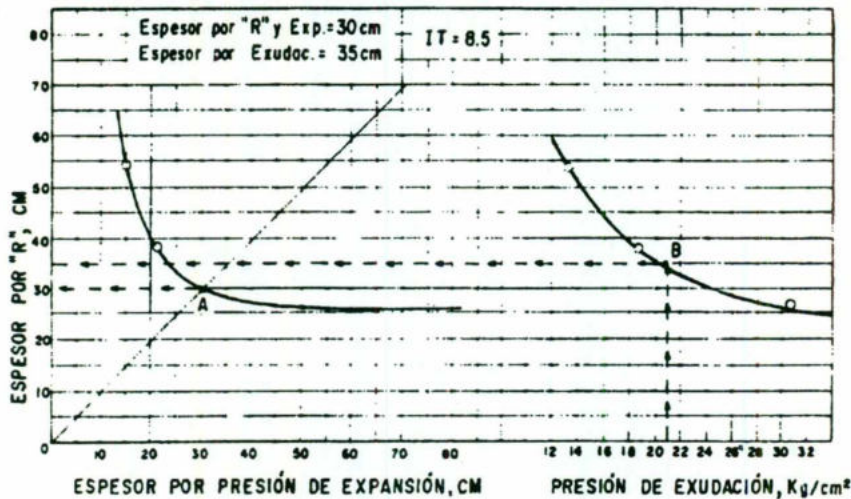
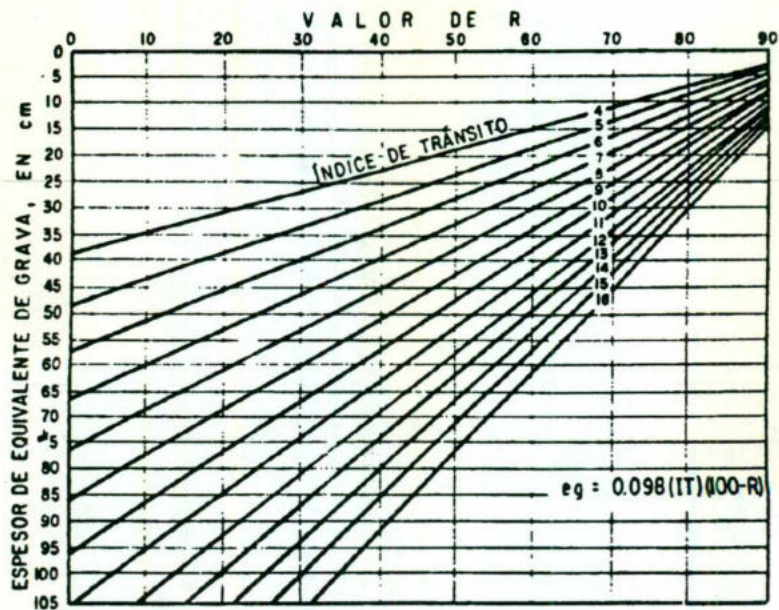


Figura IX-E.1.1. Estudio de espesores del pavimento (Grava equivalente).

Para calcular los valores correspondientes en cuanto a espesores en la carpeta, base y sub-base se procede de la siguiente forma:

- Carpeta:

Se empleará concreto asfáltico colocado sobre una base de material triturado cuyo valor R de estabilidad es de 82, en el laboratorio, que con un índice de tránsito IT = 8.5 y mediante el uso del abaco da un espesor de 15cm. en grava equivalente para la carpeta.



$$\begin{aligned}
 eg &= 0.98 (IT) (100 - R) \\
 &= 0.098 (8.5) (100 - 82) \\
 &= 14.994 \\
 &= 15
 \end{aligned}$$

Factores de grava equivalente para diversas estructuras de pavimentos flexibles (Ref. 42)

Tipo de material	Indice de tránsito	Factor de grava equivalente
Carpeta de concreto Asfáltico	5	2.5
	6	2.3
	7	2.2
	8	2.0
	9	1.9
	10	1.8
	11	1.7
	12	1.6
	13	1.6
	14	1.5
Bases estabilizadas con asfalto		1.2
Bases tratadas con cemento	A	1.7
	B	1.5
	C	1.2
Bases granulares de material triturado		1.1
Sub-bases y bases granulares naturales		1.0

Con la ayuda de la tabla de los factores de grava equivalente para diversas estructuras de pavimentos flexibles, se determina un factor de grava de 1.95 para el concreto asfáltico.

El espesor de concreto asfáltico = $15/1.95$ da un valor de 7.7 cm. por lo que se considera un espesor en la carpeta de 7.5 cm.

- Base:

Se empleará un material triturado de buena calidad con un factor de grava de 1.1, el espesor de la base en grava equivalente, se determina con la fórmula siguiente:

Espesor de la base = $35 - 15 = 20$ cm.

Espesor real de la base = $20/1.1 = 18.5$ cm.

Finalmente el pavimento quedará estructurado de la siguiente manera:

Carpeta de concreto asfáltico 7.5 cm.

Base hidráulica de grava triturada 18.5 cm.

Diseñar la sección estructural de un pavimento flexible, empleando el Método del Instituto Norteamericano del Asfalto.

Terracerías.

Los materiales que forman las terracerías son en general de origen volcánico y están constituidos por limos inorgánicos de mediana plasticidad y de baja a alta compresibilidad (ML Y MH) y una alta resiliencia, también se encuentran algunas mezclas de suelos y fragmentos pequeños de roca cuyas propiedades son muy variables.

Evaluación del tránsito de vehículos

Calcularemos el número de tránsito de diseño (N.T.D.) el cual se obtiene a partir del volumen de tránsito mezclado, transformado a cargas equivalentes de 8.2 ton. que son 18,000 lb. por eje sencillo.

Tipo del vehículo	Volumen promedio diario anual dos direcciones	Volumen promedio diario anual una dirección	Constante CE	(CE)
A	10,576	5,288	--	--
B	684	342	280	95,760
C ₂	734	367	280	102,760
C ₃	116	58	930	53,940
T ₂ S ₂	28	14	1,320	18,480
T ₃ S ₃	102	51	3,190	162,690
TOTAL	12,240	6,120		433,630

∴ Tránsito Diario Promedio Anual

TDPA = 12,240 vehículos.

El número de camiones pesados en el carril de diseño se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$N = TDI \times A/100 \times B/100$$

En donde:

A = Porcentaje de camiones pesados en 2 direcciones.

B = Porcentaje de camiones pesados en el carril de diseño.

En este caso los vehículos pesados suman 1,664 por lo que representa un porcentaje de:

$$\begin{array}{l} 100\% \text{-----} 12,240 \\ X \text{-----} 1,664 \end{array}$$

$$\therefore A = 13.6\%$$

De la tabla para porcentajes de tránsito total de vehículos pesados en dos direcciones que deberá considerarse en el carril de diseño.

No. total de carriles en la carretera	Porcentaje de camiones a considerar en el carril de diseño
2	50
4	45 (oscila entre 35 y 48)
6 ó más	40 (oscila entre 25 y 48)

Si consideramos que el problema se refiere a una carretera de cuatro carriles, resulta:

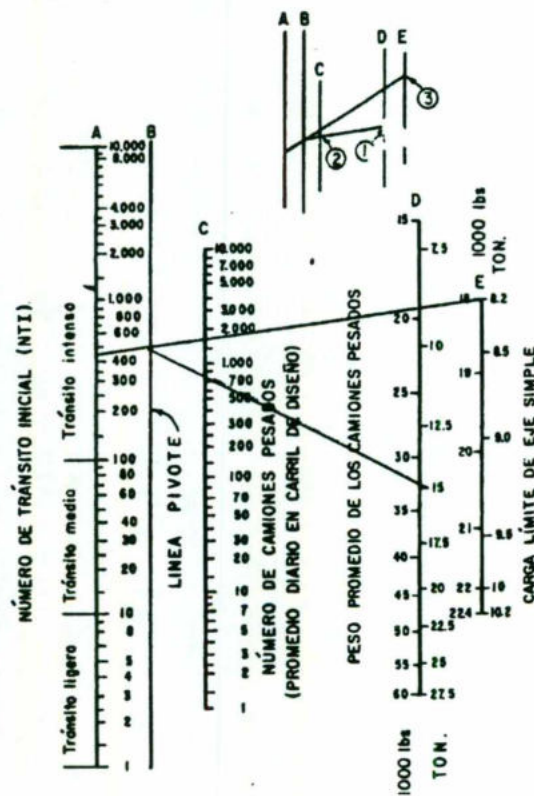
$$B = 45\%$$

$$N = TDI \times A/100 \times B/100$$

$$= (12,240) (13,6/100) (45/100)$$

$$= 750$$

Con este valor pasamos al nomograma para obtener N.T.I., para ello ha de conocerse el peso medio de los camiones pesados que se supone de 15 ton.



En el nomograma resulta:

N.T.I. = 480 correspondiente a tránsito intenso.

Périodo de diseño = 10 años.

Tasa de crecimiento anual = 7%

Factor de ajuste del tránsito inicial = 0.69

Factores de corrección del NTL, para obtener el NTD

Periodo de diseño Años	Tasa de crecimiento anual del tránsito					
	0	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.30	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.40	0.43	0.46	0.50	0.53	0.57
10	0.50	0.55	0.60	0.66	0.72	0.80
12	0.60	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.70	0.80	0.92	1.05	1.21	1.40
16	0.80	0.93	1.09	1.28	1.52	1.80
18	0.90	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1.00	1.21	1.46	1.84	2.29	2.86
25	1.25	1.60		2.74	3.66	4.92
30	1.50	2.03	2.80	3.95	5.66	8.22
35	1.75	2.50	3.68	5.57	8.62	13.55

$$\text{NTD} = \text{NTI} \times 0.69$$

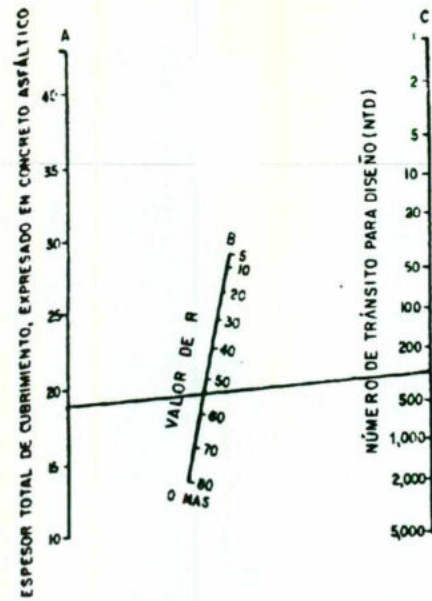
$$= (480) (0.69)$$

$$= 331 \text{ (número de tránsito de diseño)}$$

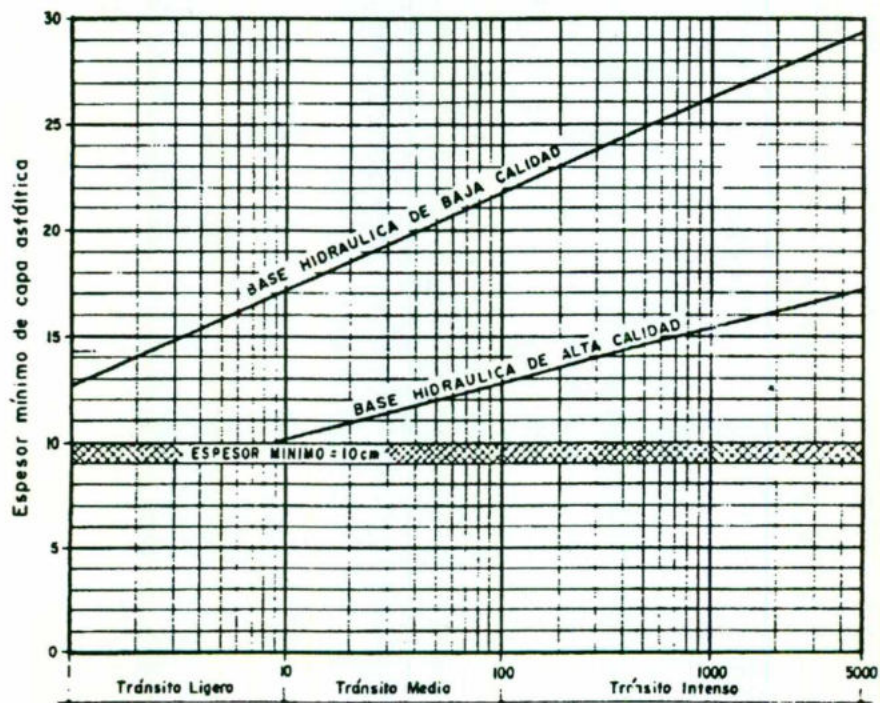
Análisis estructural del pavimento.

Para el diseño del espesor total se considera un valor R de estabilidad de material de la subrasante de 55 y NTD de 331, mediante el nomograma tenemos:

$$\text{Espesor total} = 19 \text{ cm. (en concreto asfáltico)}$$



Se empleará una base hidráulica constituida por material triturado de alta calidad.



Número de tránsito para diseño (N T D)

Obtenemos el espesor mínimo de carpeta asfáltica requerido por una base hidráulica de alta calidad, el cual en este caso arrojó el siguiente resultado:

Espesor Mínimo de concreto asfáltico = 14cm.

Por lo que el espesor de la base granular es:

$19 - 14 = 5$ cm. (en concreto asfáltico)

El factor de equivalencia correspondiente a una base granular de alta calidad se obtiene mediante el uso de una tabla de factores de equivalencia entre capas convencionales y capas de concreto asfáltico, en cuanto a espesor.

Capas Convencionales	Factores de equivalencia
Bases asfálticas de arena, mezclas en planta.	1.3
Bases asfálticas elaboradas con asfaltos líquidos o emulsificados.	1.4
Bases granulares de alta calidad (VRS > 100%)	2.0
Bases granulares de baja calidad (VRS > 20%)	2.7

En este caso es de 2.0

El espesor real de la base es: $5 \times 2 = 10$ cm.

Finalmente la estructuración del pavimento quedará con los siguientes espesores:

Carpeta de concreto asfáltico. 14cm.

Base granular hidráulica. 10cm.

Diseño de la sección estructural de un camino con pavimento flexible utilizando el procedimiento recomendado por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M.

Terracerías.

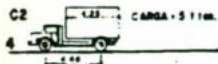
Los materiales que forman las terracerías son en general de origen volcánico y están constituidas por limos inorgánicos de mediana plasticidad y de baja a alta compresibilidad (ML Y MH) y una alta resiliencia, también se encuentran algunas mezclas de suelos y fragmentos pequeños de roca cuyas propiedades son muy variables.

Estudio del tránsito de vehículos.

El volumen del tránsito real mezclado (TDPA) se convierte en tránsito equivalente de ejes sencillos de 8.2 ton., mediante la aplicación adecuada de los coeficientes de diseño por tránsito para vehículos típicos. Se considera para este caso la siguiente clasificación de tránsito:

NOTA

Kv: Coeficiente de conversión para el eje de eje
Kc: Coeficiente de conversión para el eje de eje



CARACTERÍSTICAS			
Eje	Peso, ton	P ₁	P ₂
	Cargado/Vacío	Kg/cm ²	

1	1.0	0.8	2.0
2	1.0	0.8	2.0
3			
Σ	2.0	1.6	-

1	1.6	1.2	4.2
2	3.3	1.2	4.2
3			
Σ	4.9	2.4	-

1	4.2	3.0	5.8
2	8.3	7.0	5.8
3			
Σ	12.5	10.0	-

1	2.9	1.8	5.0
2	6.8	2.7	5.0
3			
Σ	9.3	4.2	-

1	2.6	1.7	5.0
2	14.0	5.2	3.0
3			
Σ	16.6	6.9	-

1	3.0	2.5	5.8
2	8.0	3.6	5.8
3	7.8	3.0	5.8
Σ	18.8	9.1	-

1	4.0	3.8	5.8
2	8.8	4.0	5.8
3	12.1	3.8	5.8
Σ	24.6	11.3	-

1	3.9	3.5	5.8
2	13.0	6.4	5.8
3	13.0	5.0	5.8
Σ	29.9	13.9	-

COEFICIENTES DE DAÑO			
CARGADO, F			
z = 0	z = 15	z = 22.5	z = 30

0.0023	0.000	0.000	0.000
0.0023	0.000	0.000	0.000
0.0046	0.000	0.000	0.000

0.17	0.002	0.001	0.000
0.17	0.040	0.010	0.010
0.34	0.042	0.011	0.010

1.0	0.150	0.080	0.050
1.0	1.000	1.020	1.050
2.0	1.150	1.100	1.100

0.44	0.023	0.008	0.002
0.44	0.440	0.440	0.440
0.88	0.463	0.448	0.442

0.44	0.023	0.008	0.003
0.44	0.630	0.650	0.650
0.88	0.673	0.658	0.653

1.0	0.040	0.015	0.007
1.0	0.900	0.900	0.900
1.0	0.800	0.800	0.800
3.0	1.740	1.715	1.707

1.0	0.120	0.060	0.030
1.0	1.000	1.020	1.050
2.0	0.450	0.400	0.400
4.0	1.870	1.480	1.480

1.0	0.100	0.050	0.025
2.0	0.800	0.500	0.600
2.0	0.800	0.500	0.600
5.0	1.300	1.050	1.025

COEFICIENTES DE DAÑO			
VACÍO, F			
z = 0	z = 15	z = 22.5	z = 30

0.0023	0.000	0.000	0.000
0.0023	0.000	0.000	0.000
0.0046	0.000	0.000	0.000

0.17	0.001	0.000	0.000
0.17	0.000	0.000	0.000
0.34	0.001	0.000	0.000

1.0	0.040	0.015	0.007
1.0	0.600	0.500	0.500
2.0	0.640	0.515	0.507

0.44	0.002	0.000	0.000
0.44	0.023	0.008	0.003
0.88	0.027	0.008	0.003

0.44	0.004	0.001	0.000
0.44	0.040	0.010	0.006
0.88	0.044	0.011	0.006

1.0	0.020	0.006	0.002
1.0	0.080	0.030	0.020
1.0	0.040	0.015	0.007
3.0	0.140	0.051	0.029

1.0	0.080	0.030	0.020
1.0	0.120	0.060	0.030
2.0	0.010	0.002	0.001
4.0	0.210	0.092	0.051

1.0	0.080	0.030	0.020
2.0	0.040	0.016	0.007
2.0	0.030	0.010	0.005
5.0	0.150	0.065	0.032

Tipo de vehículos	TDPA dos direcciones	No. de vehículos carril de diseño	Coeficiente de Ejes equivalentes de diseño 8.2 Ton.			
			Z=0	Z=15	Z=0	Z=15
Ap	8,460	3,384	0.005	0.000	16.9	0.0
Ac	2,116	846	0.340	0.042	287.6	35.5
B	684	274	2.000	1.150	548.0	315.1
C2	734	294	0.880	0.465	258.7	136.7
C3	116	46	0.880	0.675	40.5	31.1
T2S2	28	11	4.000	1.570	44.0	17.3
T3S3	102	41	5.000	1.300	205.0	53.3
TOTAL	12,240	4,896			1,400.7	589.0

$$A = 8,460 + 2,116 = 10,576$$

$$100\% \text{ ----- } 10,576$$

$$X \text{ ----- } 8,460 \quad \text{Ap} = 80\% A$$

$$100\% \text{ ----- } 10,576$$

$$X \text{ ----- } 2,116 \quad \text{Ac} = 20\% A$$

TDPA = 12,240 Tránsito mezclado, ambas direcciones

Este método se basa en la tipificación de tránsito y en los coeficientes de daño de los diferentes tipos de vehículos que pueden obtenerse a partir de las pruebas de la AASHO, para obtener su propia tabla de tipificaciones y sus propios coeficientes de daño.

Determinación del tránsito equivalente.

En la tabla de la hoja anterior se muestra el procedimiento para transformar el tránsito mezclado al equivalente a ejes sencillos de 8.2 ton., referido al carril de diseño (TDPA) considerando que todos transitan cargados en ambas direcciones.

- To = 1,400.7 ejes equivalentes de 8.2 ton. (z=0)
- Tó = 589.0 ejes equivalentes de 8.2 ton. (z=15)
- Columna 3 = TDPA x 0.40 (4 carriles para este caso).
- Columna 4 = De la tabla poner los valores cargados.
- Columna 5 = Columna 3 x Columna 4.

Cálculo del tránsito equivalente acumulado.

Se calcula mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$\Sigma Ln = C' \times To$$

En donde:

ΣLn = Tránsito acumulado durante n años de servicio, y tasa de crecimiento r, en ejes equivalentes de 8.2 ton.

To = Tránsito medio diario en el primer año de servicio para el carril de diseño, en ejes equivalentes de 8.2 ton.

C' = Coeficiente de acumulación de tránsito para n años de servicio y una tasa de crecimiento anual r, que se puede obtener mediante la ecuación siguiente:

$$C' = 365 \sum_{j=1}^{j=n} (1+r)^{j-1}$$

Como podemos apreciar en la siguiente hoja en la cual consideramos un período de diseño de 10 años y una tasa de crecimiento anual de 7%

$$C' = 5,100$$

Que al multiplicarlo por T_0 y T_6 da el tránsito equivalente para las profundidades de $z=0$ cm. y $z=15$ cm.

$$\begin{aligned}\Sigma L'_{10} &= C' \cdot T_6 \\ &= (5,100) (589) \\ &= 3'003,900 \text{ ejes (equivalente a } z=15 \text{ cm.)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma L_{10} &= C' \cdot T_0 \\ &= (5,100) (1,400.7) \\ &= 7'143,570 \text{ ejes (equivalente a } z=0 \text{ cm.)}\end{aligned}$$

Diseño estructural de la carretera

Utilizamos la gráfica de diseño estructural de carreteras con pavimentos flexibles Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M., la cual representa condiciones normales de diseño, con los valores obtenidos trazamos una línea punteada en la gráfica, y determinamos el espesor de las capas de subrasante, sub-base, base y carpeta, pero tenemos que conocer los resultados de la prueba del VRS obtenida con el Método del Cuerpo de Ingenieros, Pruebas Triaxiales, etc.

Una vez determinados los valores del VRS en los diferentes materiales, se procede a calcular \widehat{VRS} (crítico) correspondiente a cada capa, mediante el empleo de la siguiente ecuación:

$$\widehat{VRS} = \overline{VRS} (1 - C.V.)$$

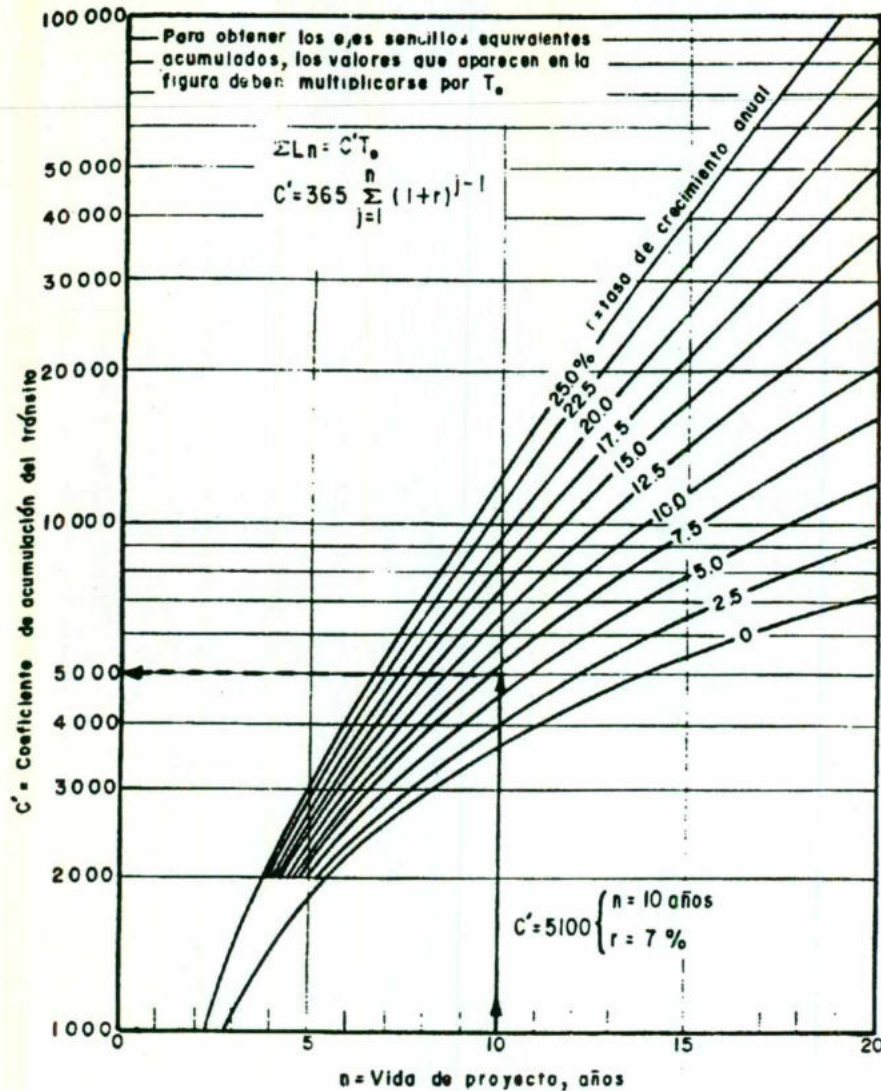
En donde:

\widehat{VRS} = Valor relativo de soporte crítico.

\overline{VRS} = Valor relativo de soporte medio esperado en campo.

C = Factor que depende del nivel de confianza.

V = Coeficiente de variación de los valores de prueba.



$\sum L_n$ = Tránsito acumulado al cabo de n años de servicio, ejes equivalentes de 8.2 Ton

C' = Coeficiente de acumulación del tránsito, para n años de servicio y una tasa de crecimiento anual r .

T_0 = Tránsito medio diario por carril en el primer año de servicio, ejes equivalentes de 8.2 Ton.

$$T_0 = \sum N_i F_i + \sum N'_i F'_i$$

N_i, N'_i = Promedio diario por carril de vehículo tipo i (cargados o descargados, respectivamente), durante el primer año de servicio.

F_i, F'_i = Coeficiente de daño relativo producido por cada viaje del vehículo i (cargado o descargado, respectivamente), ejes equivalentes de 8.2 Ton.

Figura IX-E.3.2. Gráfica para estimar el tránsito equivalente acumulado.

Nivel de confianza recomendado de 90%

A continuación se presentan los valores de \widehat{VRS} obtenidos en el presente caso:

- Suelo natural ————— 3.5%
- Sub - rasante ————— 10.0%
- Sub - base ————— 21.0%
- Base ————— 80.0%

Encontramos los diferentes espesores de la carretera, en la gráfica entramos con \widehat{VRS} de 3.5% y la bajamos hasta interceptar la línea punteada y luego una horizontal a la izquierda dandonos el espesor total del material equivalente que deberá colocarse sobre el terreno natural, dando de 71 cm.

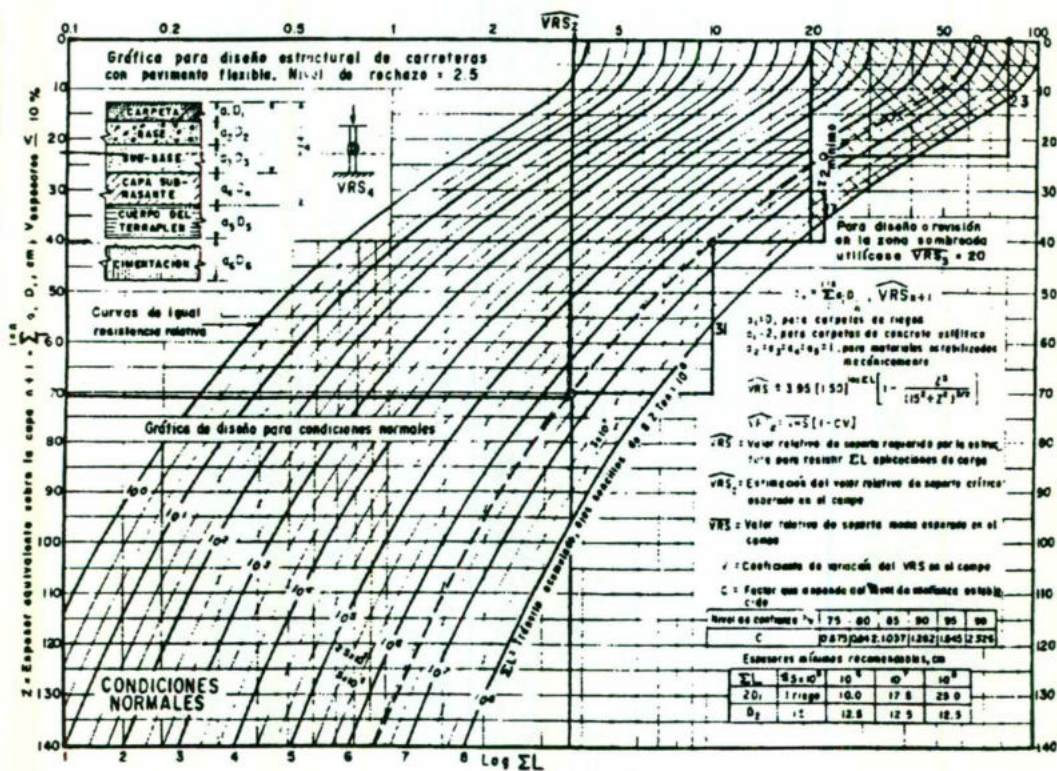
Espesor total = 71 cm.

Subrasante = 71 - 40 = 31 cm.

Sub - base = 40 - 23 = 17 cm.

71 cm. - (31 + 17) cm.

23 cm.



El espesor disponible para alojar la base y la carpeta, en grava equivalente es de 23 cm.
De acuerdo con la ecuación estructural de espesores que se presenta:

$$Z_n = \sum_1^n a_i D_i \text{ se tiene; } z = 23 = a_1 D_1 + a_2 D_2$$

En donde:

D_1 = Espesor de la carpeta asfáltica, cm. (real).

D_2 = Espesor de la base, cm. (real).

a_1 y a_2 = Coeficientes de equivalencia de espesor real a grava equivalente.

$a_1 = 2$ Para concreto asfáltico.

$a_2 = 1$ Para bases hidráulicas.

El espesor mínimo requerido de carpeta asfáltica es de 5cm., obtenido por medio de la tabla en función del tránsito equivalente acumulado para una profundidad de 15cm.

Por lo anterior se tiene:

$$\begin{aligned} a_1 D_1 + a_2 D_2 &= 23 \\ (2)(5) + (1) D_2 &= 23 \\ 10 + D_2 &= 23 \\ D_2 &= 13 \end{aligned}$$

Espesor de la base hidráulica = $D_2 = 13$ cm.

La estructura del camino quedará finalmente de la siguiente manera:

Capa subrasante	31 cm.
Capa sub-base	17 cm.
Base hidráulica	13 cm.
Carpeta de concreto asfáltico	5 cm.

3.2. PAVIMENTOS RIGIDOS.

Diseño de un pavimento rígido utilizando el método de la Asociación de Cementos Portland de los EUA (P.C.A.)

Terracerías

Los materiales que forman las terracerías son en general de origen volcánico y están constituidos por limos inorgánicos de media plasticidad y de baja a alta compresibilidad (ML y MH) y una alta resiliencia. También se encuentran algunas mezclas de suelos y fragmentos pequeños de rocas cuyas propiedades son muy variables.

Datos generales.

Camino de 4 carriles en zona montañosa.

Vida del proyecto igual a 20 años.

Módulo de reacción de la subrasante $K = 5.6 \text{ kg/cm}$.

Estudio del tránsito

El volumen del tránsito mezclado que se toma para diseño del pavimento rígido (TD) se determina mediante la expresión siguiente; propuesta por la propia (PCA):

$$TD = \frac{100 P}{100 + Tph(j - 1)} \times \frac{5000 N}{K D}$$

En donde:

TD = tránsito mezclado, válido para diseño.

P = número de automóviles de pasajeros, incluyendo camionetas, por carril y por hora.

N = número de carriles en ambas direcciones.

Tph = porcentaje de camiones, durante horas de máxima fluencia = 2/3 del porcentaje de vehículos pesados en las dos direcciones.

j = número de carros de pasajeros equivalentes a un camión, que puede ser:

Terreno montañoso = 4

Terreno plano = 2

K = Volumen horario de tránsito de diseño (VHD) el cual se expresa como porcentaje del TD, y puede ser:

Autopistas de tránsito elevado = 15%

Autopistas de tránsito medio = 12%

D = tránsito máximo en una sola dirección, en porcentaje, durante las horas de máxima fluencia el cual varía entre 50 y 75% y puede ser:

Autopistas de tránsito elevado = 67%

Autopistas de tránsito medio = 60%

Tipo de vehículo	Volumen promedio diario anual dos direcciones	Volumen promedio diario anual un sentido	Constante CE	(CE)
A	10,576	5,288	-	-
B	687	342	280	95,760
C ₂	734	357	280	102,760
C ₃	116	58	930	53,940
T ₂ S ₂	28	14	1,320	18,480
T ₃ S ₃	102	51	3,190	162,690
TOTAL	12,240	5,120	Σ CE =	432,630

Porcentaje de vehículos pesados = $1,664/12,240$

= 14% (dos direcciones)

Encontramos el valor de P; si el valor de autos y camionetas se tiene por aforo directo, se usará tal valor, pero, si como es frecuente, no se tiene tal dato, P se obtendrá de la siguiente tabla:

Número de autos (incluyendo camionetas) por carril y por hora (según P.C.A.)

Tipo de carretera	Valor de P
Autopistas urbanas	1,500
Autopistas suburbanas	1,200
Autopistas	1,000
Carreteras tránsito medio	700 - 900
Carreteras bajo tránsito	500 - 700

$$\begin{aligned}
 P &= 1,200 \text{ Vehículos} \\
 N &= 4 \text{ Carriles} \\
 T_{ph} &= 2/3 (14) = 9.4\% \\
 j &= 4 \\
 K &= 12\% \\
 D &= 60\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tránsito de diseño (TD)} &= \frac{100 \times 1,200}{100 + 9.4(4-1)} \times \frac{5,000 \times 4}{12 \times 60} \\
 &= 25,800 \text{ (dos sentidos)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{El número de vehículos pesados} &= (25,800) (0.14) \\
 &= 3,610 \text{ (camiones por día dos direcciones)} \\
 &= 1,800 \text{ (camiones por día una sola dirección)}
 \end{aligned}$$

Encontramos el volumen promedio horario de vehículos pesados en un sentido (Vph):

$$V_{ph} = \frac{25,800}{2 \times 24} = 538$$

Mediante la siguiente tabla obtenemos el porcentaje de camiones en el carril de diseño:

Promedio horario de vehículos pesados en un solo sentido (cientos de camiones)	Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño. Carretera de 4-carriles (%)
2	96
4	90
8	84
12	80
16	77
20	76
24	74
28	74
32	75
36	77

% de camiones en el carril de diseño = 88%

El número de camiones pesados por carril de diseño en un período de 20 años es el siguiente:

$$(1,800) (0.88) (365) (20) = 10'500,000 \text{ (camiones en la vida de diseño)}$$

El valor de 10'500,000 vehículos pesados ha de ser distribuído en el número de vehículos que corresponde a cada tipo esperado de eje circulante, en el camino en proyecto. Esto sólo se puede hacer con información directa o de aforows o extrapolarlo una información regional de que previamente se disponga. En el caso de este problema se supone que los ejes que circulan tienen las cargas que aparecen en la columna 1 de la tabla siguiente; y que los factores de distribución de cada tipo de eje son los de la columna 3 de la misma tabla, estos se dan cada 1,000 vehículos pesados que pasan por el carril de diseño en los 20 años.

Carga por eje (Ton)	Ejes equivalentes acumulados	Factor de diseño por cada 1000ejes de carga es perada	Repeticiones
13.6	10'500,000	0.30	3,150
12.7	10'500,000	0.50	5,250
11.8	10'500,000	56.00	588,000
10.9	10'500,000	60.00	620,000
10.0	10'500,000	78.00	819,000

Lo anterior es válido para
EJES SENCILLOS

24.5	10'500,000	0.30	3,150
23.6	10'500,000	0.50	5,250
22.6	10'500,000	1.50	15,750
21.8	10'500,000	10.00	105,000
20.8	10'500,000	5.70	60,000
20.0	10'500,000	3.00	31,500
19.0	10'500,000	3.50	36,750
18.1	10'500,000	4.00	42,000

Lo anterior es válido para
EJES TANDEM

Análisis estructural del pavimento

Datos de diseño:

Módulo K de la subrasante = 5.6 kg/cm .

Factor de seguridad = 1.2 (autopista medio trán.)

MR = 48 kg/cm. (datos del proyecto)

Elección de la sub-base

Se colocará sobre la subrasante una sub-base de tipo hidráulico con espesor de 10 cm.

El módulo K de la sub-base = 6.1 kg/cm.

Espesor de la losa, primer tanteo = 20 cm. (valor supuesto)

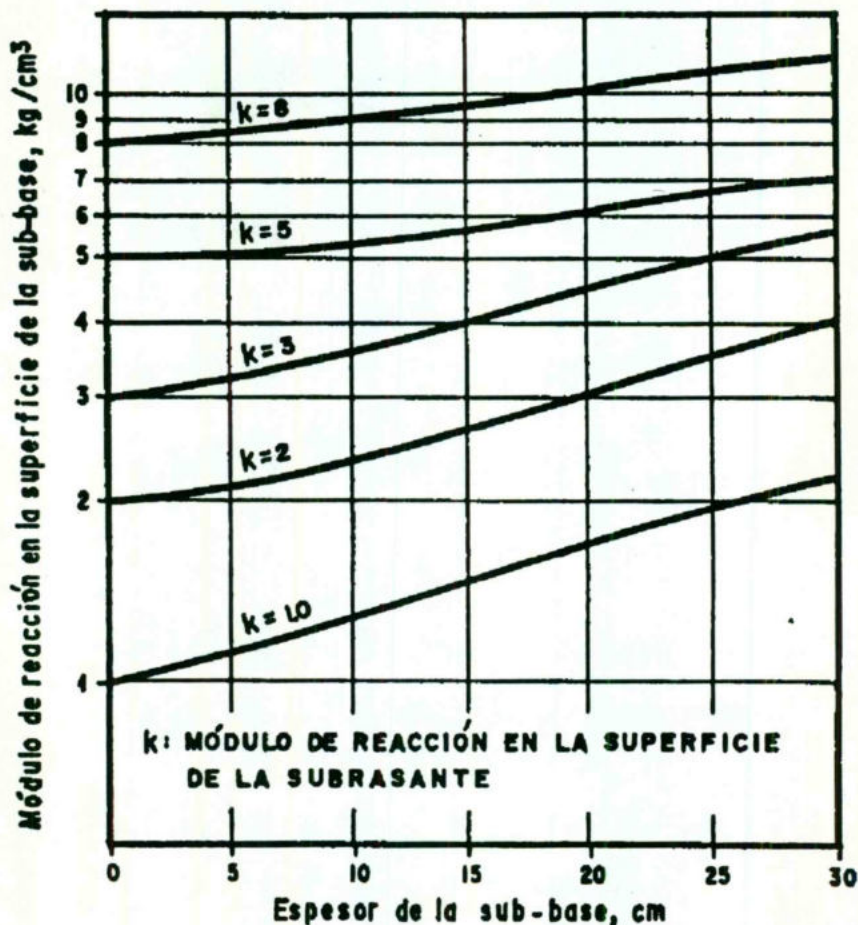


Figura X-3. Gráfica para obtener el valor de k sobre la sub-base conocido el mismo sobre la subrasante. Sub-bases no estabilizadas (Ref. 5).

Cálculos en forma tabular del diseño de pavimentos rígidos
cuyo espesor de tanteo es de 20 cm.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Carga por eje (Ton)	Carga por eje con 20% de impacto (Ton)	Esfuerzo actuante (Kg/cm ²)	Relación de esfuerzos	Repeticiones de carga permitidas	Repeticiones de carga esperada	% utilizado de la capacidad total
EJES SENCILLOS						
13.6	16.3	26.0	0.54	180,000	3,150	2
12.7	15.2	25.0	0.52	300,000	5,250	2
11.8	14.2	23.6	0.49	---	588,000	0
10.9	13.1	21.0	---	---	630,000	0
10.0	12.0	20.0	---	---	819,000	0
EJES TANDEM						
24.5	29.4	28.8	0.60	32,000	3,150	10
23.6	28.3	27.8	0.58	57,000	5,252	9
22.6	27.2	26.5	0.55	130,000	15,750	12
21.8	26.1	25.2	0.52	300,000	105,000	35
20.8	25.0	24.3	0.51	400,000	60,000	15
20.0	24.0	23.8	0.49	---	31,500	0
19.0	22.8	22.5	0.47	---	36,750	0
18.1	21.8	22.0	0.46	---	42,000	0

Columna 1.

Se obtiene directamente de aforos.

Columna 2.

Se multiplica el aforo de la columna anterior por 1.20

Columna 3.

Se obtienen estos valores con la ayuda de las gráficas que se presentan en la hoja siguiente (X-14 y X-15).

Columna 4.

La calculamos dividiendo la columna anterior entre el MR dado anteriormente.

Columna 5.

Se obtiene con la ayuda de la figura X-1 que se presenta a continuación:

TABLA X-1

Correlación entre la Relación de Resistencias de un pavimento rígido carretero y el número de repeticiones de la carga correspondiente que se puede soportar sin falla (Ref. 2)

<i>Relación de Resistencias</i>	<i>Número permisible de repeticiones</i>	<i>Relación de Resistencias</i>	<i>Número permisible de repeticiones</i>
0.51	400,000	0.69	2,500
0.52	300,000	0.70	2,000
0.53	240,000	0.71	1,500
0.54	180,000	0.72	1,100
0.55	130,000	0.73	850
0.56	100,000	0.74	650
0.57	75,000	0.75	490
0.58	57,000	0.76	360
0.59	42,000	0.77	270
0.60	32,000	0.78	210
0.61	24,000	0.79	160
0.62	18,000	0.80	120
0.63	14,000	0.81	90
0.64	11,000	0.82	70
0.65	8,000	0.83	50
0.66	6,000	0.84	40
0.67	4,500	0.85	30
0.68	3,500		

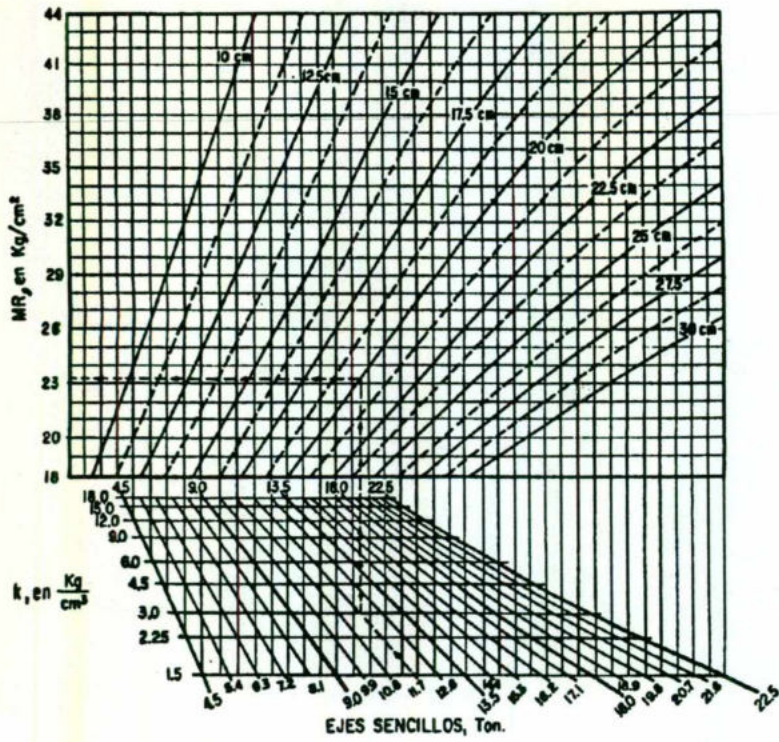


Figura X-14. Gráfica de diseño para cargas en ejes sencillos, pavimentos rígidos de carreteras. (Ref. 2).

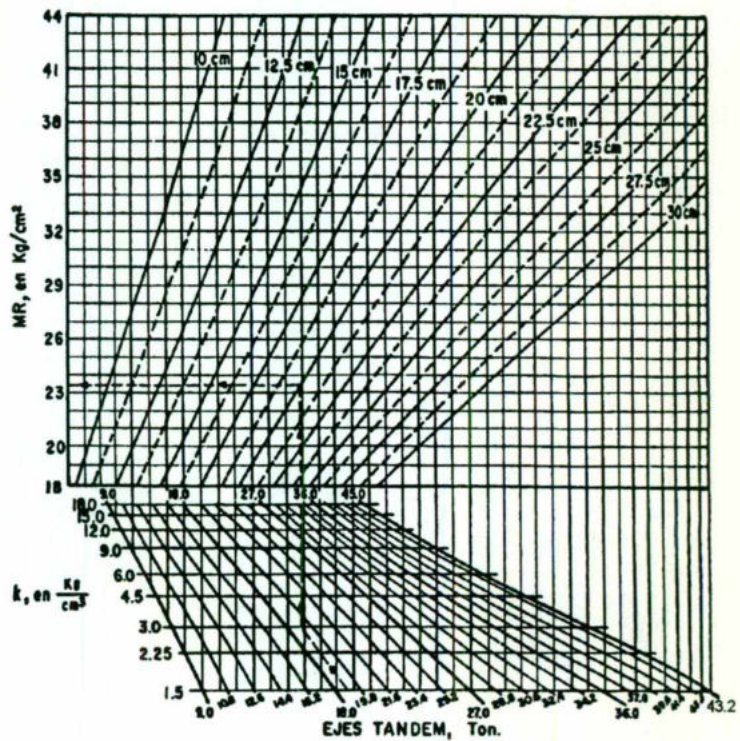


Figura X-15. Gráfica de diseño, para carga en tandem. Pavimentos rígidos de carreteras (Ref. 2).

Columna 6.

Se obtiene directamente de los aforos.

Columna 7.

Se calcula empleando una regla de tres utilizando las columnas 5 y 6 de la siguiente manera:

$$100\% - 180,000$$

$$X \text{ — } 3,150$$

$$X = 1.75 = 2\%$$

$$100\% - 400,000$$

$$X \text{ — } 60,000$$

$$X = 15\%$$

De esta manera obtenemos todos los porcentajes de esta columna para finalmente sumarlos, dando un valor de 85%. Finalmente la tabla permite observar que el porcentaje utilizado de la capacidad de este pavimento supuesto, resultó con un valor de 85%, lo que resulta algo bajo aunque quizá aceptable. Podría hacerse otro tanteo con un espesor de losa de 18 ó 19 cm.

4. PROCESAMIENTO DE INFORMACION.

4.1. TRAMITES Y LICENCIAS.

a) Licencia de Construcción Obra Nueva	\$20'000,000
b) Laboratorio de Campo (terracerias)	\$ 5'000,000
c) Anteproyecto Arquitectónico	\$ 3'000,000
d) Proyecto Arquitectónico	\$15'000,000
e) Cálculo Estructural	\$18'000,000
f) Análisis de Precios Unitarios	\$ 9'000,000
	\$70'000,000

+ Sistema de precios unitarios y administración de obras Libramiento Norte a San Luis Potosí.
Conjunto BAL.

4.2. NOTAS.

Precios obtenidos en:

- a) Agragados y Derivados del Centro S.A. de C.V.
- b) Asfaltos del Centro S.A. de C.V.
- c) Comisión de normas, especificaciones y precios unitarios (según conceptos de las normas para construcciones e instalaciones, Libro 3; parte 01; carreteras y aeropistas; título 01; terracerías).
- d) Comisión de normas, especificaciones y precios unitarios (según conceptos de las normas para construcciones e instalaciones, Libro 3; parte 01; carreteras y aeropistas; título 8, pavimentos).
- e) Costos y presupuestos, edificación y urbanización (pavimento).
- f) Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Comisión de normas, especificaciones y precios unitarios, costos horarios de maquinaria.

PAVIMENTOS FLEXIBLES.

- Afinador (FINISHER) Barber Greene Mod. BG-220B.

Precio / HR = \$210,346.

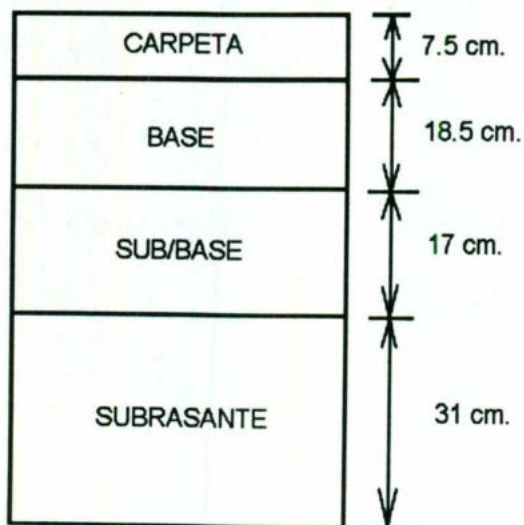
Suponemos aproximadamente 2 minutos/M².

PAVIMENTOS RIGIDOS.

- Pavimento de concreto premezclado $f_c=350\text{Kg/cm}^2$, de 18 cms. de espesor, agregado máximo 3/4", resistencia normal, incluye corado y calafateo de 4.00 x 5.00 m.; acarreo material primera estación = 20.00 m.

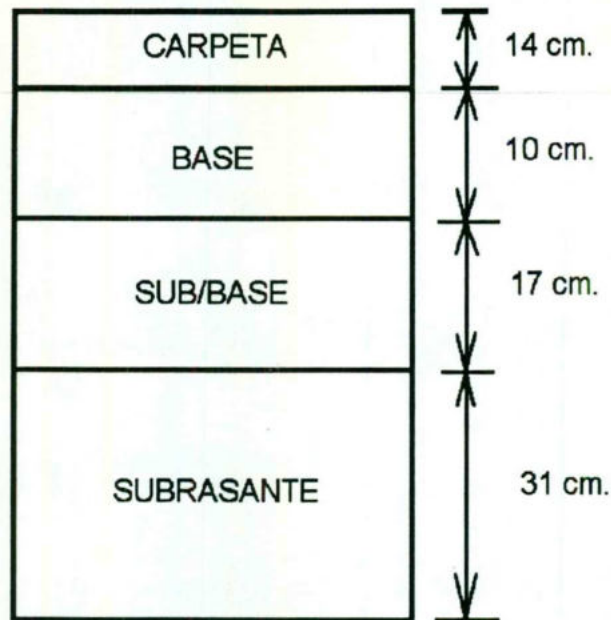
4.3. PAVIMENTO FLEXIBLE.

METODO HVEEM.



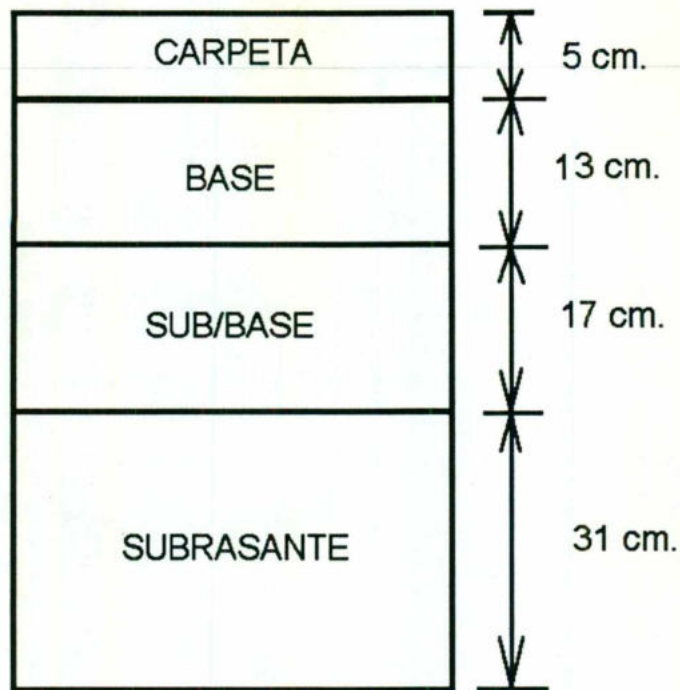
a) Limpieza con acarreo	\$1,267.96
b) Carpeta	\$7,125.00
c) Grava	\$6,475.00
d) Riego de Liga FR-3	\$1,250.00
e) Riego de Sello	\$5,000.00
f) Riego de Impregnación FM-1	\$1,450.00
f) Tendido y Compactado	\$5,000.00
h) Sub-Base	\$1,057.91
i) Subrasante	\$2,105.52
j) Máquina Finisher	\$6,891.93
	\$37,623.32
	\$41,385.652 M ²

INSTITUTO NORTEAMERICANO DEL ASFALTO.



a) Limpieza con acarreo	\$1,267.96
b) Carpeta	\$13,300.00
c) Grava	\$3,500.00
d) Riego de Liga FR-3	\$1,250.00
e) Riego de Sello	\$5,000.00
f) Riego de impregnación FM-1	\$1,450.00
g) Tendido y compactado	\$5,000.00
h) Sub-Base	\$1,057.91
i) Subrasante	\$2,105.52
j) Máquina Finicher	\$6,891.93
	\$40,823.32
	\$44,905.652 / M ²

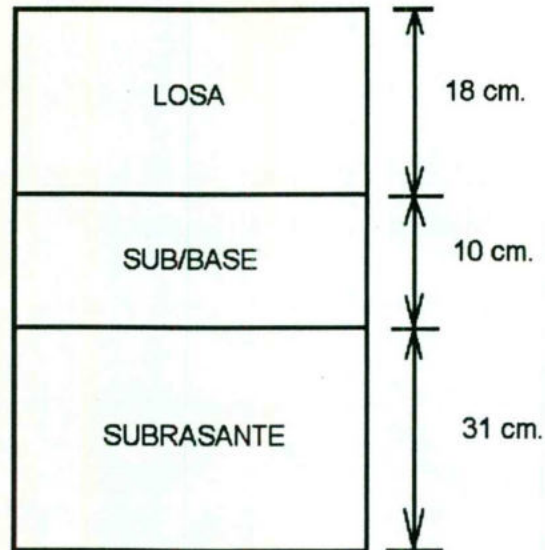
INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M.



a) Limpieza con acarreo	\$1,267.96
b) Carpeta	\$4,750.00
c) Grava	\$4,550.00
d) Riego de Liga FR-3	\$1,250.00
e) Riego de Sello	\$5,000.00
f) Riego de impregnación FM-1	\$1,450.00
g) Tendido y compactado	\$5,000.00
h) Sub-Base	\$1,057.91
i) Subrasante	\$2,105.52
j) Máquina Finisher	\$6,891.93
	\$33,323.32
	\$36,655.652

4.4. PAVIMENTOS RIGIDOS.

ASOCIACION DE CEMENTO PORTLAND DE LOS E.U.A. (P.C.A.)



a) Limpieza con acarreo	\$1,267.96
b) Losa	\$76,968.99
c) Tendido y compactado	\$5,000.00
d) Sub-Base	\$622.30
e) Subrasante	\$2,105.52
	\$85,964.77
	\$94,561.247 / M ²

HOJA ELECTRONICA EXCEL
 PARA AMBIENTE WINDOWS EN SISTEMA OPERATIVO D.O.S.

FUNCION DEL PROGRAMA

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3		CONSTRUCTORA:	<input type="text"/>					Referencias			
4											
5		TIPO DE PAVIMENTO:	<input type="text"/>								
6											
7		METODO:	<input type="text"/>								
8											
9		FECHAS:	<input type="text"/>								
10											
11		CONCEPTO		Unidad	Cantidad	P.U.	Importe				
12		Limpieza con acarreo		M2	1.000	1,267.96	E13*G13				
13		Carpeta		M3	0.075	95,000.00	E15*G15				
14		Grava		M3	0.185	35,000.00	E17*G17				
15		Riego de liga FR-3		Lt	1.000	1,250.00	E19*G19				
16		Riego de sello		M2	1.000	5,000.00	E21*G21				
17		Riego de impregnación FM-1		Lt	1.000	1,450.00	E23*G23				
18		Tendido y compactado		M2	1.000	5,000.00	E25*G25				
19		Sub-Base		M3	0.170	6,223.00	E27*G27				
20		Subrasante		M3	0.310	6,792.00	E29*G29				
21		Losa		M2	1.000	76,968.99	E31*G31				
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39		TOTAL					SUM(113:131)				
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											

HOJA DE CALCULO

CONSTRUCTORA:

TIPO DE PAVIMENTO:

METODO:

FECHAS:

Referencias

CONCEPTO	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
Limpieza con acarreo	M2			
Carpeta	M3			
Grava	M3			
Riego de liga FR-3	Lt			
Riego de sello	M2			
Riego de impregnación FM-1	Lt			
Tendido y compactado	M2			
Sub-Base	M3			
Subrasante	M3			
Losa	M2			
TOTAL				

Notas Aclaratorias

EJEMPLO ILUSTRATIVO

CONSTRUCTORA:

TIPO DE PAVIMENTO:

METODO:

FECHAS:

Referencias

CONCEPTO	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
Limpieza con acarreo	M2	1.000	1,267.96	\$1,267.96
Carpeta	M3	0.075	95,000.00	\$7,125.00
Grava	M3	0.185	35,000.00	\$6,475.00
Riego de liga FR-3	Lt	1.000	1,250.00	\$1,250.00
Riego de sello	M2	1.000	5,000.00	\$5,000.00
Riego de impregnación FM-1	Lt	1.000	1,450.00	\$1,450.00
Tendido y compactado	M2	1.000	5,000.00	\$5,000.00
Sub-Base	M3	0.170	6,223.00	\$1,057.91
Subrasante	M3	0.310	6,792.00	\$2,105.52
Losa	M2	1.000	76,968.99	\$76,968.99
T O T A L				\$107,700.38

Notas Aclaratorias

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los métodos que se analizaron en este trabajo, tanto para pavimentos flexibles como para pavimentos rígidos, y de acuerdo con un análisis de mercado que se realizó para determinar los precios que se manejan en la región, hemos podido determinar que si bien los pavimentos rígidos son muy resistentes su costo resulta ser muy elevado.

Tomando el renglón de los pavimentos flexibles, determinamos que el método más económico es el del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M., pero presenta un problema ya que el espesor de la carpeta es muy pequeño (5cm) lo que traería con esto gastos subsecuentes en forma continúa, ya que se tendrían que realizar trabajos de mantenimiento en forma periódica para tener una superficie de rodamiento en buenas condiciones y segura para el tránsito.

Por otra parte, tenemos el método norteamericano del asfalto que resulta ser el más costoso de estos pavimentos, ya que la carpeta tiene un espesor de 14 cm., concepto por el cual el costo se incrementa.

Finalmente tenemos el método HVEEM que se encuentra en un costo intermedio y el espesor de la carpeta resulta ser de 7.5 cm., dando con esto un espesor adecuado para tener una superficie buena y segura a los usuarios. El costo por reparaciones o mantenimiento no sería tan seguido, teniendo con esto un ahorro en reparaciones y a la vez buena superficie de rodamiento.

NOTA: El espesor mínimo de 5 cm. de carpeta es el especificado por el libro Pavements E.J. Yoder.

ANEXOS

COSTOS HORARIOS PARA LOS EQUIPOS INDICADOS

FECHA: 1° ENERO 1992

M A Q U I N A R I A	Z O N A S					
	1-7	1 M	2,3, 5, 6	8, 9 SON, 9 BC., 5 QR.	4 Chis, 4T	10
Afinador (Finisher) Barber Greene Mod. BG-220B	\$210,346	\$215,438	\$216,717	\$220,542	\$222,840	\$226,410
Aplanadora Tandem Huber Compacto Mod. T-810 H (8-10 ton.)	52,774	53,880	54,200	55,073	55,614	56,432
Barredora Grace K para ser jalada de 1.88 m.	9,031	9,602	9,592	9,868	9,972	10,220
Bomba centrífuga de 2" Barnes, Mod. 8M (30 m3/h)	4,190	4,761	4,712	4,948	5,013	5,221
Bomba centrífuga de 2" Barnes, Mod. 12 M (45 m3/h)	5,209	5,780	5,737	5,979	6,049	6,262
Bomba centrífuga de 3" Barnes, Mod. 18 M (68 m3/h)	5,278	5,850	5,807	6,049	6,121	6,335
Bomba centrífuga de 3" Barnes, Mod. 22 M (83 m3/h)	6,255	6,826	6,787	7,034	7,109	7,328
Bomba centrífuga de 4" Barnes, Mod. 30 M (114 m3/h)	6,679	7,251	7,216	7,467	7,546	7,769
Camión de redilas FAMSA f-1317 (10 ton)	46,144	46,912	47,111	47,695	48,048	48,593

FECHA: 1° ENERO 1992

M A Q U I N A R I A	Z O N A S					
	1-7	1 M	2,3, 5, 6	8, 9 SON, 9 BC., 5 QR.	4 Chis, 4T	10
Camión de volteo FAMSA f-1317 (7 m3)	\$46,144	\$46,912	\$47,111	\$47,695	\$48,048	\$48,593
Cargador frontal Cat. 953 (2 yd3)	112,028	113,278	114,078	115,503	116,553	117,915
Compactador Cat. 815	173,970	175,532	176,843	178,935	180,558	182,571
Compactador neumático autopropulsado compacto Mod. CN 1309	55,163	56,270	56,575	57,434	57,962	58,765
Compactador vibratorio autopropulsado Dynapac Mod. CA 25A (pavimentación)	81,083	82,190	82,755	83,874	84,661	85,725
Compresor Gardner Denver SP-325 pcm	31,943	32,798	32,919	33,468	33,761	34,267
Compresor Gardner Denver 600 pcm	41,848	42,703	42,919	43,562	43,948	44,549
Draga Link Belt Mod. LS-68 (3/4 yd3)	124,510	126,649	127,530	129,481	130,790	132,633
Draga Link Belt Mod. LS-108 (1 1/2 yd3)	146,938	149,170	150,223	152,392	153,891	155,949
Duo pactor Mod. 10-30	47,463	48,569	48,776	49,536	49,964	50,669
Esparcidor de material pétreo Hiway Mod. R-10 de 3 m de ancho	21,086	22,180	22,221	22,810	23,070	23,604
Malacate MIPS A M-1000 (1000 Kg)	8,243	9,054	8,999	9,350	9,458	9,768
Malacate MIPS A M 2000 (2 ton)	14,125	14,936	14,905	15,280	15,411	15,745

FECHA: 1° ENERO 1992

M A Q U I N A R I A	Z O N A S					
	1-7	1 M	2,3, 5, 6	8, 9 SON, 9 BC., 5 QR.	4 Chis, 4T	10
Martillo de caída libre (1 ton)	\$1,994	\$1,994	\$2,007	\$2,020	\$2,032	\$2,045
Martinete Delmag D-12 (3120 Kg/m)	83,675	92,486	93,117	94,373	95,254	96,447
Martinete Delmag D-22-02	142,559	157,096	158,300	160,128	161,582	163,348
Motoconformadora Cat. 120 B	84,897	86,459	86,904	88,130	88,888	90,036
Motoescropa Cat. 621	265,636	267,092	268,991	271,617	273,808	276,362
Nodriza con sistema de calentamiento (sobre chasis FAMSA f-1317)	78,915	80,943	81,140	82,350	82,952	84,061
Perforadora de piso Gardner Denver SP-58 D	8,564	9,782	9,685	10,197	10,343	10,794
Petrolizadora Seaman Gunnison Mod. SR-1143 (4,300 lt) sobre chasis FAMSA f-1317	97,671	99,698	100,082	101,480	102,270	103,836
Pick-up Ford F-150 (1 ton)	29,647	30,318	30,350	30,718	30,885	31,219
Pipa para agua sobre chasis FAMSA f- 1317 (8,000 lt)	50,562	52,140	52,262	53,173	53,610	54,443
Planta de asfalto Barber Greene Overseas - 100	920,543	925,219	931,585	940,288	947,589	956,059
Planta de cribado Pettibone Universal Mod. 4103 de 3 pisos, criba vibratoria de 4' x 10', transportador de banda y motores	79,774	83,069	83,295	85,169	86,055	87,764

FECHA: 1° ENERO 1992

M A Q U I N A R I A	Z O N A S					
	1-7	1 M	2,3, 5, 6	8, 9 SON, 9 BC., 5 QR.	4 Chis, 4T	10
Planta de cribado Pettibone Universal Mod. 4103 H de 2 pisos. Criba vibratoria de 4' x 10', transportador de banda y motores	\$75,882	\$79,177	\$79,365	\$81,200	\$82,047	\$83,717
Planta de cribado Pettibone Universal Mod. 4103 de 1 piso. Criba vibratoria de 4' x 10', transportador de banda y motores	71,991	75,286	75,435	77,231	78,038	79,670
Planta de trituración Universal Mod. 880 RH, primario de quijada 12" x 36". Secundario rodillo de 30" x 26"	205,752	210,070	211,286	214,662	216,741	219,900
Planta de trituración Universal Mod. 293 Q. Sr. Primario de quijada 20" x 36". Secundario rodillos gemelos 30" x 30"	248,678	252,996	254,642	258,446	260,955	264,543
Pluma MIPS A P-2000	4,003	4,550	4,508	4,740	4,807	5,011
Rastra de cepillos de raíz	6,451	7,214	7,143	7,453	7,534	7,806
Revolvedora R-5 trompo (1/2 saco)	6,499	7,211	7,163	7,472	7,567	7,840
Revolvedora R-10 (1 saco)	8,427	9,139	9,101	9,420	9,525	9,808
Revolvedora R-20 (2 sacos)	26,392	24,896	24,993	25,518	25,786	26,268
Rodillo de rejas Hyster Grid Mod. D	18,242	18,242	18,419	18,596	18,773	18,950
Soldadora eléctrica Miller Mod. SAE 300 amp.	9,092	9,092	9,147	9,202	9,257	9,313

FECHA: 1° ENERO 1992

M A Q U I N A R I A	Z O N A S					
	1-7	1 M	2,3, 5, 6	8, 9 SON, 9 BC., 5 OR.	4 Chis, 4T	10
Tractor agrícola Ford 6600	\$22,281	\$23,238	\$23,247	\$23,734	\$23,934	\$24,374
Tractor Komatsu D65 A-6 con bulldozer equivalente a Cat. D-6	107,045	108,509	109,220	110,664	111,668	113,038
Tractor Komatsu D65 A-6 con bulldozer y ripper	114,145	115,609	116,391	117,906	118,980	120,422
Tractor Komatsu D85 A-12 con bulldozer, equivalente a Cat. D-7	153,433	154,995	156,100	157,987	159,404	161,213
Tractor Komatsu D85 A-6 con bulldozer y ripper	164,902	166,464	167,684	169,685	171,217	173,140
Tractor Komatsu D155 A-1 con bulldozer, equivalente a Cat. D-8	207,354	209,016	210,540	212,895	214,751	217,023
Tractor Komatsu D155 A-1 con bulldozer y ripper	220,512	222,173	223,829	226,316	228,304	230,707
Vibrador para concreto 20" Mod. K4 (1 5/8 x 12")	5,250	5,822	5,783	6,030	6,105	6,324
Vogue (vagoneta neumática MIPSA Mod. V-1 (1600 lt))	3,074	3,621	3,570	3,792	3,850	4,045

NOTAS: 1. ZONA 1M comprende el Area Metropolitana de la Ciudad de México

2. De acuerdo a la normatividad vigente, los costos horarios se calculan considerando el costo de adquisición de equipo nuevo, por lo que de utilizarse equipo en renta en aquellos casos que la misma normatividad lo permite, los costos horarios que se presentan deberán afectarse de un factor de reducción a juicio de los responsables de la contratación que considere las condiciones de uso y eficiencia del equipo a utilizar en comparación a los equipos nuevos.

LISTA DE PRECIOS AL 2 DE ENERO DE 1992

CLIENTES

* AGREGADOS Y DERIVADOS DEL CENTRO, S.A. DE C.V.

GRAVA DE 1"	35,000 M3
GRAVA DE 3/4" LIMPIA	35,000 M3
GRAVA DE 3/4" A FINOS	36,500 M3
GRAVA DE 1 1/2" LIMPIA	33,000 M3
GRAVA DE 1 1/2" A FINOS	28,000 M3
GRAVA DE 3/8" A FINOS	36,500 M3
GRAVA CRIBADA	27,000 M3
ARENA	14,000 M3
SELLO O MATERIAL 3 - A	45,000 M3
BALASTO	31,000 M3

* ASFALTO DEL CENTRO, S.A. DE C.V.

MEZCLA ASFALTICA	95,000
RIEGO DE LIGA FR-3	1,250 LT/REGADO
RIEGO DE IMPREGNACION FM - 1	1,450 LT/REGADO
TENDIDO Y COMPACTADO	5,000 M2
RIEGO DE SELLO	5,000 M2
ASFALTO FR - 3 (SUELTO)	1,000 LT
ASFALTO FM - 1 (SUELTO)	1,000 LT
EMULSION	1,250 LT
ADITIVO	55,000 LT

* TUBOS Y PREFABRICADOS DEL CENTRO, S.A. DE C.V.

TUBO DE ALBAÑAL DE 4"	3,870 PZA
TUBO DE ALBAÑAL DE 6"	4,200 PZA
TUBO DE ALBAÑAL DE 8"	5,340 PZA
TUBO DE ALBAÑAL DE 12"	10,500 PZA

NOTA: ESTOS PRECIOS SON L.A.B.
NO INCLUYEN EL 10% I.V.A.

PARA ALGUNA ACLARACION SOBRE ESTOS PRECIOS
DEPTO DE VENTAS A LOS
TELS. 18-11-37, 18-19-79, 18-10-77

* * * MAURICIO BALESTRA VIVEROS * * *
 SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS
 Y ADMINISTRACION DE OBRAS

OBRA : **** CONJUNTO BAL ****
 UBICACION : LIBRAMIENTO NORTE A S.L.P.
 PROPIETARIO : MAURICIO BALESTRA V. Y COOPROPIETARIOS

NOMBRE DEL PRECIO UNITARIO: TRAMITES
 LICENCIA DE CONSTRUCCION NUEVA

CLAVE: TRA-047-0123-LOT FECHA: 01/17/92 VIGENCIA: 11/15/91 OPCION: 1

PRECIO	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES
MATERIALES						
0402	LICENCIA DE CONST.	LOT.	20,000,000.00	1.00000	20,000,000.00	
				ST	20,000,000.00	20,000,00.00
						TOTAL COSTO UNITARIO / LOT 20,000,000.00
						TOTAL COSTO UNITARIO / LOT 20,000,000.00

MATERIALES : 20,000,000.00 (100.00%)
 M. OBRA : 0.00 (0.00%)
 HERR/EQUIPO : 0.00 (0.00%)

* * * MAURICIO BALESTRA VIVEROS * * *
 SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS
 Y ADMINISTRACION DE OBRAS

OBRA : **** CONJUNTO BAL ****
 UBICACION : LIBRAMIENTO NORTE A S.L.P.
 PROPIETARIO : MAURICIO BALESTRA V. Y COOPROPIETARIOS

NOMBRE DEL PRECIO UNITARIO: LABORATORIO
 DE CAMPO (TERRACERIAS).

CLAVE: LAB-053-0128-LOT FECHA: 01/16/92 VIGENCIA: 11/15/91 OPCION: 1

PRECIO	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES
HERRAMIENTA Y EQUIPO						
0015	LABORATORIO	LOT	5,000,000.00	1.00000	5,000,000.00	
				ST	5,000,000.00	5,000,00.00
						<u>5,000,000.00</u>
TOTAL COSTO UNITARIO / LOT						<u>5,000,000.00</u>
TOTAL COSTO UNITARIO /LOT						<u>5,000,000.00</u>
MATERIALES :			0.00 (0.00%)			
M. OBRA :			0.00 (0.00%)			
HERR/EQUIPO :			5,000,000.00 (100.00%)			

* * * MAURICIO BALESTRA VIVEROS * * *
 SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS
 Y ADMINISTRACION DE OBRAS

OBRA : **** CONJUNTO BAL ****
 UBICACION : LIBRAMIENTO NORTE A S.L.P.
 PROPIETARIO : MAURICIO BALESTRA V. Y COOPROPIETARIOS

NOMBRE DEL PRECIO UNITARIO: ANTEPROYECO ARQUITECTONICO

CLAVE: AA-0040-0116-LOT FECHA: 01/16/92 VIGENCIA: 11/15/91 OPCION: 1

PRECIO	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES
--------	---------------------	--------	-------	----------	---------	---------

MATERIALES

0395	ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO	LOT	3,000,000.00	1.00000	3,000,000.00	
				ST	3,000,000.00	3,000,00.00

TOTAL COSTO UNITARIO / LOT 3,000,000.00

MATERIALES : 3,000,000.00 (100.00%)
 M. OBRA : 0.00 (0.00%)
 HERR/EQUIPO : 0.00 (0.00%)

TOTAL COSTO UNITARIO /LOT 3,000,000.00

* * * MAURICIO BALESTRA VIVEROS * * *
 SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS
 Y ADMINISTRACION DE OBRAS

OBRA : **** CONJUNTO BAL ****
 UBICACION : LIBRAMIENTO NORTE A S.L.P.
 PROPIETARIO : MAURICIO BALESTRA V. Y COOPROPIETARIOS

NOMBRE DEL PRECIO UNITARIO: PROYECTO ARQUITECTONICO

CLAVE: PA-0041-0117-LOT FECHA: 01/17/92 VIGENCIA: 11/15/91 OPCION: 1

PRECIO	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES
MATERIALES						
0396	PROYECTO ARQUITECTONICOLOT		15,000,000.00	1.00000	15,000,000.00	
				ST	15,000,000.00	15,000,00.00
						TOTAL COSTO UNITARIO / LOT 15,000,000.00
						TOTAL COSTO UNITARIO /LOT 15,000,000.00
<p>MATERIALES : 15,000,000.00 (100.00%) M. OBRA : 0.00 (0.00%) HERR/EQUIPO : 0.00 (0.00%)</p>						

* * * MAURICIO BALESTRA VIVEROS * * *
 SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS
 Y ADMINISTRACION DE OBRAS

OBRA : **** CONJUNTO BAL ****
 UBICACION : LIBRAMIENTO NORTE A S.L.P.
 PROPIETARIO : MAURICIO BALESTRA V. Y COOPROPIETARIOS

NOMBRE DEL PRECIO UNITARIO: CALCULO ESTRUCTURAL

CLAVE: CE-0042-0118-LOT FECHA: 01/16/92 VIGENCIA: 11/15/91 OPCION: 1

PRECIO	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES
MATERIALES						
0397	CALCULO ESTRUCTURAL	LOT	18,000,000.00	1.00000	18,000,000.00	
					ST	18,000,000.00
						18,000,00.00
					TOTAL COSTO UNITARIO / LOT	18,000,000.00
MATERIALES :	18,000,000.00	(100.00%)				
M. OBRA :	0.00	(0.00%)				
HERR/EQUIPO :	0.00	(0.00%)				
					TOTAL COSTO UNITARIO /LOT	18,000,000.00

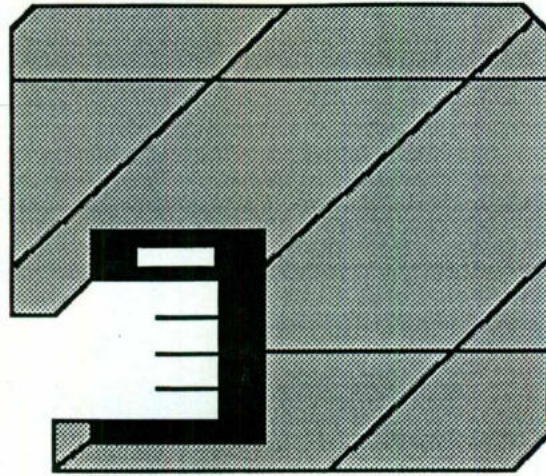
* * * MAURICIO BALESTRA VIVEROS * * *
 SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS
 Y ADMINISTRACION DE OBRAS

OBRA : **** CONJUNTO BAL *****
 UBICACION : LIBRAMIENTO NORTE A S.L.P.
 PROPIETARIO : MAURICIO BALESTRA V. Y COOPROPIETARIOS

NOMBRE DEL PRECIO UNITARIO: ACERO DE REFUERZO
 HABILITADO Y ARMADO DE ACERO EN CIMENTACION CUALQUIERA
 DIAMETRO. FY=4200 KG

CLAVE: ARC-001-0074-TON FECHA: 01/16/92 VIGENCIA: 11/15/91 OPCION: 1

PRECIO	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES
MATERIALES						
0397	ANALISIS DE PRECIOS UNIT.	LOT	9,000,000.00	1.00000	9,000,000.00	
				ST	9,000,000.00	9,000,00.00
				TOTAL COSTO UNITARIO / LOT		9,000,000.00
				TOTAL COSTO UNITARIO /LOT		9,000,000.00
MATERIALES : 9,000,000.00 (100.00%) M. OBRA : 0.00 (0.00%) HERR/EQUIPO : 0.00 (0.00%)						



PAV PAVIMENTO

ACTUALIZACION

1992

COSTOS Y PRESUPUESTOS

Edificios y
Urbanización

Compañía Editorial Impresora
y Distribuidora, S.A.

Julio
51

México

COSTOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
REPORTE DE MATRICES
PAVIMENTOS

CLAVE CUENTA	DESCRIPCION	REN.	UNID.	MATERIALES PORCENTAJES	MANO DE OBRA MAQ. Y EQUIPO	COSTO DIRECTO	FSC	INC. MENS.
PAV PAVIMENTOS								
PAV-0001-00 792	ACABADO ESCOBILLADO INTEGRAL EN SUPERFICIES DE BANQUETAS CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:5; ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20.00 M	40.00	M2	1,749.52 0.00	2,355.25 0.00	4,104.76	1.0000	0.50
PAV-0002-00 793	CIMBRA DE MADERA POR METRO CUADRADO DE BANQUETAS DE 1.50 X 3.00 M, DE 8 A 10 CM DE ESPESOR, JUNTEADO A BASE DE CELOTEX; INCLUYE CIMBRADO Y DESCIMBRADO; ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20.00 M	10.00	M2	7,055.04 0.00	10,061.02 0.00	17,116.06	1.0000	4.28
PAV-0003-00 794	FABRICACION DE CIMBRA METALICA PARA GUARNICIONES RECTAS, DE LAMINA NEGRA ROLADA EN FRIJO, CAL. 18 A BASE DE 2 PZAS. DE 0.60 X 2.44 M CON REFUERZO DE ANGULO DE ACERO ESTRUCTURAL DE 2 1/2" X 3/16" LAB. TALLER (100 USOS)	0.00	M	837.83 0.00	1,046.98 3,537.44	5,422.25	1.0000	0.25
PAV-0004-00 795	CIMBRA METALICA PARA GUARNICIONES RECTAS DE LAMINA NEGRA ROLADA EN FRIJO, CAL. 16 A BASE DE 2 PZAS. DE 0.60 X 2.44 M, REFORZADA; ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20 M	0.00	M	718.34 0.00	2,000.21 35.37	2,753.92	1.0000	0.09
PAV-0005-00 796	RUPTURA A MAQUINA DE PAVIMENTO EMPEDRADO DE 10 A 12 CM DE ESPESOR	375.00	M2	0.00 0.00	0.00 464.83	464.83	1.0016	0.02
PAV-0006-00 797	RUPTURA A MAQUINA DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 5 A 7 CM. DE ESPESOR, PARA ABRIR CEPA DE 1.20 M DE ANCHO UTILIZANDO COMBINACION DE EQUIPOS A BASE DE CORTADORA DE PAVIMENTO Y CARGADOR FRONTAL	0.00	M2	0.00 0.00	0.00 5,010.58	5,010.58	1.0005	4.64
PAV-0007-00 800	RUPTURA A MAQUINA DE PAVIMENTO DE CONCRETO, DE 15 CM DE ESPESOR PROMEDIO PARA ABRIR CEPA DE 1.20 M DE ANCHO UTILIZANDO CORTADORA DE CONCRETO Y RUPTURA CON MEDIOS NEUMATICOS	0.00	M2	0.00 0.00	0.00 10,614.08	10,614.08	1.0001	4.09
PAV-0008-00 1526	BANQUETA DE ADOQUIN DE 6.00 CM DE ESP. ASENTADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 Y JUNTEADA CON COLOR PARA CEMENTO ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20 M	12.00	M2	50,422.53 0.00	7,850.51 0.00	58,273.04	1.0000	26.69
PAV-0009-00 1527	GUARNICION LINEAL PRECOLADA, DE 0.30 X 0.12 X 1.00 M, JUNTEADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3; ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20.00 M	35.00	M	25,826.05 0.00	2,691.58 0.00	28,517.62	1.0000	0.04
PAV-0010-00 1528	GUARNICION INTEGRAL PARA BANQUETAS 18 CM. DE ESP. DE CONCRETO PREMEZCLADO FC = 300 KG/CM2 R.N., DE 0.12 + 0.20 X 0.50 M ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20 M	175.00	M	27,124.00 0.00	1,460.78 3,587.17	32,091.95	1.0000	2.24
PAV-0011-00 1530	GUARNICION INTEGRAL PARA BANQUETAS DE 15 CM DE ESPESOR, DE CONCRETO PREMEZCLADO FC = 300 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL DE 0.12 X 0.30 X 0.50 M; ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20.00 M	180.00	M	31,712.16 0.00	1,429.32 3,182.81	36,244.28	1.0000	0.03
PAV-0012-00 1531	PAVIMENTO EMPEDRADO DE 12 CM DE ESPESOR A BASE DE PIEDRA BASALTICA FRACTURADA, ASENTADA SOBRE UNA CAPA DE ARENA; ACARREO MATERIAL PRIMERA ESTACION = 20 M	15.00	M2	13,792.67 0.00	6,280.03 300.29	20,372.98	1.0000	7.28
PAV-0014-00 1533	CARPETA ASFALTICA DE 7.00 CM DE ESP. COMPACTADA AL 95% MINIMO; NO SE INCLUYE ACARREO DE MATERIAL BARRIDO, RIEGO NI SELLO	1000	M2	17,744.09 0.00	234.41 1,714.32	19,692.82	1.0001	35.43
PAV-0015-00 1534	CARPETA ASFALTICA DE 4.00 CM DE ESPESOR COMPACTADA AL 95% MINIMO; NO SE INCLUYE EN ACARREOS, RIEGO NI SELLO	2125	M2	10,139.48 0.00	200.31 1,404.24	11,824.03	1.0002	20.27

COSTOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
REPORTE DE MATRICES
PAVIMENTOS

CLAVE CUENTA	DESCRIPCION	REN.	UNID.	MATERIALES PORCENTAJES	MANO DE OBRA MAQ. Y EQUIPO	COSTO DIRECTO	FSC	INC. MENS.
PAV-0016-00 1535	RIEGO DE LIGA CON PRODUCTOS TIPO FR-3; NO INCLUYE ACARREOS DE MATERIAL.	1875	M2	1,140.00 0.00	0.00 34.34	1,174.34	1.0000	0.40
PAV-0017-00 1536	PAVIMENTO DE ADOCRETO (ADOQUIN), DE 8 CM DE ESPESOR, DE FC = 350 KG/CM2 JUNTEADO CON CEMENTO Y ARENA EN SECO, ACARREO MATERIAL. PRIMERA ESTACION = 20.00 M	16.00	M2	52,760.71 0.00	5,888.12 0.00	58,648.83	1.0000	2.40
PAV-0018-00 1537	PAVIMENTO DE CONCRETO PREMEZCLADO FC = 350 KG/CM2 DE 18 CM DE ESPESOR AGR. MAX. 3/4", RESISTENCIA NORMAL, INCLUYE CURADO Y CALAFATEO EN 4.00 X 5.00 M; ACARREO MATERIAL. PRIMERA ESTACION = 20.00 M	135.00	M2	66,590.05 0.00	4,577.68 5,001.26	76,968.99	1.0000	2.06
PAV-0019-00 1538	PAVIMENTO DE CONCRETO PREMEZCLADO FC = 300 KG/CM2 DE 15 CM DE ESPESOR, AGREGADO MAX. 1 1/2" RESISTENCIA NORMAL; INCLUYE CURADO Y CALAFATEO EN LOSAS DE 4.00 X 5.00 M; ACARREO MATERIAL. PRIMERA ESTACION = 20.00 M	165.00	M2	55,329.35 0.00	4,044.43 4,758.24	64,132.02	1.0000	2.07
PAV-0020-00 1529	CALAFATEO EN LOSAS Y GUARNICIONES CON UN PRIMARIO Y ELASTO FEST; ACARREO MATERIAL. PRIMERA ESTACION = 20.00 M	124.00	M	1,147.30 0.00	814.19 0.00	1,961.50	1.0000	0.80
PAV-0021-00 1539	RIEGO DE IMPREGNACION A BASE DE ASFALTO TIPO FM-1; NO INCLUYE ACARREO DEL ASFALTO	0.00	M2	1,140.00 0.00	0.00 34.34	1,174.34	1.0000	0.40

Información proporcionada por MERCONSULT

COMISION DE NORMAS, ESPECIFICACIONES Y PRECIOS UNITARIOS
RELACION DE PRECIOS UNITARIOS
TERRACERIAS

Según conceptos de las Normas para Construcción e Instalaciones.-
Libro 3.- Parte 01.- Carreteras y Aeropistas; Título 01.- Terracerías

1° ENERO 1992

ZONA: 1 Y 7

HOJA No. 1

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
009-C	DESMONTE		
009-C.01	Desmorte para densidad cien por ciento (100%) de vegetación tipo (inciso 3.01.01.002-H.01):		
	a) Manglar	ha	
	b) Selva o Bosque	ha	3,399,605
	c) Monte de regiones áridas o semiáridas	ha	4,374,425
	d) Monte de regiones desérticas, zonas cultivadas o de pastizales	ha	375,829
009-D	CORTES		
009-D.01	Referencias (inciso 3.01.01.003-C.01):		
	a) Desmorte 009-C		
	b) Préstamos para terraplenes de relleno 009-E		
	c) Formación de terraplenes y de sus cuñas de sobreancho 009-F		
	d) Compactación de terraplenes de relleno 009-F		
	e) Acarreos de materiales producto de cortes 009-I		
009-D.02	Despalmes en material A, desperdiciando el material (inciso 3.01.01.003-H.01):		
	a) De cortes, depositando el producto en la orilla del lado aguas abajo de la excavación	m3	1,078
	b) Para desplante de terraplenes, depositando el producto en la orilla de la excavación	m3	1,078
009-D.003	Excavaciones (inciso 3.01.01.003-H.02):		
	a) En cortes y adicionales abajo de subrasante:		
	1) En material A	m3	2,700
	2) En material B	m3	3,575
	3) En material C	m3	20,294

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	b) En ampliación de cortes:	m3	
	1) En material A	m3	4,131
	2) En material B	m3	4,714
	3) En material C	m3	24,924
	c) En abatimiento de taludes:		
	1) En material A	m3	4,131
	2) En material B	m3	4,714
	3) En material C	m3	24,924
	d) En rebajes de la corona de cortes y/o en terraplenes:		
	1) En material A	m3	3,606
	2) En material B	m3	4,144
	3) En material C	m3	31,021
	e) En escalones:		
	1) En material A	m3	1,439
	2) En material B	m3	4,790
	3) En material C	m3	26,711
	f) En derrumbes:		
	1) En material A	m3	2,700
	2) En material B	m3	3,575
	3) En material C	m3	20,294
009-E	PRESTAMOS		
009-E.01	Referencias 8inciso 3.01.01.004-C.01):		
	a) Desmonte 009-C		
	b) Formación de terraplenes y de sus cuñas de sobreancho 009-F		
	c) Canales para drenes 009-H		
	d) Acarreos de materiales 009-I		
009-E.02	Despalme, en material A, desperdiciando el material al borde del préstamo (inciso 3.01.01.004-H.01)	m3	2,702
009-E.03	Excavaciones de Préstamos:		
	a) Laterales (inciso 3.01.01.004-H.02):		
	1) Dentro de la faja de 20 mts. de ancho:		
	a) material A	m3	2,489
	b) material B	m3	3,373
	c) material C	m3	
	2) Dentro de la faja de 40 mts. de ancho:		
	a) material A	m3	2,701
	b) material B	m3	3,585
	c) material C	m3	
	3) Dentro de la faja de 60 mts. de ancho:		
	a) material A	m3	2,914
	b) material B	m3	3,797
	c) material C	m3	

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	4) Dentro de faja de 80 mts. de ancho:		
	a) En material A	m3	3,126
	b) En material B	m3	4,009
	c) En material C	m3	
	5) Dentro de faja de 100 mts. de ancho:		
	a) En material A	m3	3,338
	b) En material B	m3	4,221
	c) En material C	m3	
	b) De banco (inciso 3.01.01.004-H.03):		
	a) En material A	m3	2,702
	b) En material B	m3	3,193
	c) En material C	m3	17,846
009-F	TERRAPLENES		
009-F.01	Referencias (inciso 3.01.01.005-C.01):		
	a) Desmonte 009-C		
	b) Despalme, en material A 009-D		
	c) Escalones para ligar los terraplenes al terreno natural 009-D		
	d) Rebajes de la corona de cortes y/o de terraplenes y/o en taludes de terraplenes existentes 009-D		
	e) Acarreos de materiales de cortes y/o préstamos 009-I		
	f) Acarreos de agua para compactación 009-I		
009-F.02	Compactación:		
	a) Del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes (inciso 3.01.01.005-H.01)		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	536
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	895
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	1,249
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	1,785
	b) De la cama de los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional (inciso 3.01.01.005-H.01):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	13,315
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	1,674
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	2,028
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	2,564
009-F.03	Recompactación:		
	a) Escarificado, disgregado, acamellonado por alas de la capa superior de la subsistente existente en cortes y terraplenes construidos con anterioridad; y su posterior tendido y compactación (inciso 3.01.01.005-H.02)		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	5,953
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	6,423
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	7,621

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	b) De la superficie descubierta al escarificar y acamellonar por alas la capa superior de la subrasante existente (inciso 3.01.01.005-H.02):		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	1,674
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	2,028
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	2,564
009-F.04	Formación y Compactación:		
	a) De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreebancho (inciso 3.01.01.005-H.03):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	1,190
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	1,549
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	1,904
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	2,439
	b) De la capa superior de los terraplenes, adicionados con sus cuñas de sobreebancho cuya parte inferior fue construida con material no compactable (inciso 3.01.01.005-H.03):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	1,190
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	1,549
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	1,904
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	2,439
	c) De terraplenes de relleno para formar subrasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional (inciso 3.01.01.005-H.03):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	4,083
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	4,581
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	5,051
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	6,248
	e) De ampliación de la corona adicionada con sus cuñas de sobreebancho, en terraplenes existentes (inciso 3.01.01.005-H.04):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	2,350
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	2,703
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	3,063
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	3,601
	f) De elevación de subrasante adicionada con sus cuñas de sobreebancho, en terraplenes existentes (inciso 3.01.01.005-H.04):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	4,083
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	4,581
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	5,051
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	6,249

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	g) Del tendido de taludes adicionados con cuñas de sobreancho, en terraplenes existentes (inciso 3.01.01.005-H.04):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	2,350
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	2,709
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	3,063
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	3,601
009-F.05	Formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreancho, construidas con material a volteo (inciso 3.01.01.005-H.05)	m3	615
009-F.06	Formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreancho, construidas con material no compactable (inciso 3.01.01.005-H.06)	m3	2,535
009-F.07	Mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante formada con material seleccionado:		
	a) De la elevación de subrasante en cortes y/o terraplenes existentes (inciso 3.01.01.005-H.07):		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	4,581
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	5,051
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	6,248
	b) De la capa subrasante sobre terraplenes construidos con material no compactable (inciso 3.01.01.005-H.07):		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	4,581
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	5,051
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	6,248
	c) De la subrasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional (inciso 3.01.01.005-H.07):		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	4,581
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	5,051
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	6,248
009-F.08	Agua empleada para compactaciones (inciso 3.01.01.005-H.08)	m3	4,160
009-G	REFINAMIENTO		
009-G.01	Referencias (inciso 3.01.01.006-C.01):		
	a) Desmote previo al refinamiento 009-C		
	b) Cortes 009-D		
	c) Préstamos 009-E		
	d) Terraplenes 009-F		
	e) Acarreos de los materiales 009-I		
009-G.02	Bonificación por refinamiento (inciso 3.01.01.006-H.01)	km	738,604
009-H	CANALES		
009-H.01	Referencias (inciso 3.01.01.007-C.01):		
	a) Desmote previo a la excavación 009-C		
	b) Acarreo de los materiales producto de		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
009-H.02	la excavación 009-I Excavación para canales a mano, a cualquier profundidad (inciso 3.01.01.007-H.01): a) Excavación en seco (subpárrafo 3.01.01.007-H.01.a.01):		
	1) En material A	m3	9,164
	2) En material B	m3	14,709
	3) En material C	m3	35,147
	b) Excavación que requiera bombeo, sin incluir éste (subpárrafo 3.01.01.007-H.01.b.01):		
	1) En material A	m3	13,128
	2) En material B	m3	16,820
	3) En material C	m3	39,160
	EP Excavaciones para canales, de acuerdo con su clasificación. A cualquier profundidad, depositando el material al borde de la excavación:		
	a) Excavando a mano, en seco:		
	1) En material A	m3	4,806
	2) En material B	m3	9,894
	3) En material C	m3	30,073
	EP Excavación para contracunetas, de acuerdo con su clasificación, depositando el material al borde de la excavación:		
	a) Excavando a mano, en seco:		
	1) En material A	m3	7,209
	2) En material B	m3	11,873
	3) En material C	m3	30,073
009-H.03	Excavación para canales con máquina, a cualquier profundidad (inciso 3.01.01.007-H.01): a) Excavación en seco (subpárrafo 3.01.01.007-H.01.a.02):		
	1) En material A	m3	2,553
	2) En material B	m3	3,391
	3) En material C	m3	
	b) Excavación que requier bombeo, sin incluir éste (subpárrafo 3.01.01.007-H.01.b.02):		
	1) En material A	m3	4,953
	2) En material B	m3	9,471
	3) En material C	m3	
	c) Excavación dentro del agua (párrafo 3.01.01.007-H.01.d):		
	1) En material A	m3	7,139
	2) En material B	m3	11,369
009-H.04	Bonificación por profundidades mayores de dos puntos cincuenta (2.50) metros (inciso 3.01.01.007-H.02)	m3-m	479

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
009-H.05	Bombeo (inciso 3.01.01.007-H.03):		
	a) Bomba de 51 mm de \varnothing con capacidad nominal 30 m ³ /h	h	6,075
	b) Bomba de 51 mm de \varnothing con capacidad nominal 45 m ³ /h	h	7,553
	c) Bomba de 76 mm de \varnothing con capacidad nominal 68 m ³ /h	h	7,653
	d) Bomba de 76 mm de \varnothing con capacidad nominal 83 m ³ /h	h	9,070
	e) Bomba de 102 mm de \varnothing con capacidad nominal 113 m ³ /h	h	9,684
	f) Bomba de 102 mm de \varnothing con capacidad nominal 151 m ³ /h	h	
	f) Bomba de 153 mm de \varnothing con capacidad nominal 265 m ³ /h	h	
009-I	ACARREOS PARA TERRACERIAS		
009-I.01	Referencias (inciso 3.01.01.008-C.01):		
	a) Cortes 009-D		
	b) Préstamos 009-E		
	c) Terraplenes 009-F		
	d) Reafinamiento 009-G		
	e) Canales 009-H		
009-I.02	Sobrecarreo de los materiales producto de las excavaciones de cortes, adicionales abajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, préstamos de banco, derrumbes, canales y del agua empleada en compactaciones (inciso 3.01.01.008-H.02):		
	a) Para distancias hasta de cinco (5) estaciones de veinte (20) metros [100 metros]	m3-Est	212
	b) Para distancias hasta de cinco (5) hectó metros [500 metros]:		
	1) Para el primer hectómetro (100 metros)	m3	1,060
	2) Para la distancia excedente al primer hectómetro (100 metros), incremento por cada hectómetro adicional al primero	m3-Hm	440
	c) Para distancias hasta de dos (2) kilómetros (20 hectómetros):		
	1) Para los primeros quinientos (500) metros (5 hectómetros)	m3	2,822
	2) Para la distancia excedente a los primeros quinientos (500) metros (5 hectómetros), incremento por cada hectómetro adicional a los primeros cinco (5) hectómetros	m3-Hm	307

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	d) Para cualquier distancia, de materiales de préstamos de banco para la construcción de la capa subrasante y para completar la construcción del cuerpo del terraplén, medido compacto:		
	1) Para el primer kilómetro	m3	1,819
	2) Para los kilómetros subsecuentes	m3-km	.956
	e) Para cualquier distancia, del agua utilizada en la compactación de las terracerías	m3-km	955

COMISION DE NORMAS, ESPECIFICACIONES Y PRECIOS UNITARIOS
RELACION DE PRECIOS UNITARIOS
P A V I M E N T O S

Según conceptos de las Normas para Construcción e Instalaciones.-

Libro 3.- Parte 01.- Carreteras y Aeropistas; Título 03.-

Pavimentos

1° ENERO 1992

ZONA: 1 Y 7

HOJA No. 1

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
086-C	REVESTIMIENTOS		
086-C.01	Referencias (inciso 072-C.01): a) Desmonte de bancos 3.01.01.009-C b) Acarreos del despalme y de los desperdicios de bancos 3.01.01.009-I c) Acarreos de los materiales aprovechables y de los desperdicios de tratamiento 3.01.03.086-P		
086-C.02	Despalme (inciso 072-H.01) a) En material A	m3	1,078
	b) En material B	m3	1,447
086-C.03	Extracción de los materiales aprovechables y de los desperdicios (inciso 072-H.02): a) Para materiales aprovechables tendidos y afinados a mano: 1) En material A 2) En material B b) Para materiales aprovechables tendidos, conformados y afinados, utilizando equipo mecánico: 1) En material A 2) En material B c) Para materiales que se desperdicien en el banco: 1) En material A 2) En material B 3) En material C	m3 m3 m3 m3 m3 m3 m3 m3 m3 m3 m3	8,009 8,943 2,702 3,193 1,078 1,447 5,984
086-C.05	Operación de cribado de los materiales por la malla de setenta seis (76) milímetros (3"), tanto para los aprovechables como para los que desperdicien (inciso 072-H.04)	m3	2,932
086-C.06	Operación de trituración parcial y cribado de los materiales por la malla de setenta y seis (76) milímetros (3") (inciso 072-H.05):		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	4,125
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	285
086-C.07	Operación de tendido, conformación y afinamiento para dar el acabado superficial (inciso 072-H.06)	m3	1,991
086-C.08	Operación de mezclado tendido, conformación y afinamiento para dar el acabado superficial (inciso 072-H.07)	m3	2,560
086-C.09	Carga de materiales almacenados (inciso 072-H.08)	m3	4,381
086-C.10	Operación de acamellonamiento (inciso 072-H.09)	m3	861
086-D	MATERIALES PARA CONSTRUCCION DE SUB-BASES Y BASES		
086-D.01	Referencias (inciso 073-C.01):		
	a) Desmante de bancos 3.01.01.009-C		
	b) Despalme de bancos 3.01.03.086-C.02		
	c) Acarreos del despalme y de los desperdicios de bancos 3.01.01.009-I		
	d) Acarreos de los materiales aprovechables y de los desperdicios de tratamiento 3.01.03.086-P		
	e) Carga en los almacenamientos 3.01.03.086-C.09		
	f) Acamellonamiento 3.01.03.086-C.10		
	g) Cambio de plantas de trituración 3.01.03.086-C.11		
086-D.02	Extracción de los materiales aprovechables y de los desperdicios (inciso 073-H.01):		
	a) Material A	m3	2,702
	b) Material B	m3	8,193
	c) Material C	m3	17,846
086-D.04	Operación de cribados de los materiales, tanto para los aprovechables como para los que se desperdian (inciso 073-H.03)		
	a) Por la malla de cincuenta y un (51) milímetros (2")	m3	3,481
	b) Por la malla de treinta y ocho (38) milímetros (1 1/2")	m3	3,979
086-D.05	Operación de trituración parcial y cribado de los materiales (inciso 073-H.04)		
	a) Por la malla de cincuenta y un (51) milímetros (2")		
	1) Cuando el 25% se tritura	m3	4,533
	2) Para cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	552
	b) Por la malla de treinta y ocho (38) milímetros (1 1/2")		
	1) Cuando el 25% se tritura	m3	5,130
	2) Para cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	611
086-D.06	Materiales triturados totalmente y cribados (inciso 073-H.05)		
	a) Por la malla de cincuenta y un (51) milímetros (2")		
	1) Para los materiales extraídos de mantos de roca	m3	26,827
	2) Para los materiales de pepena	m3	21,597
	3) Para los materiales obtenidos de depósitos naturales o desperdicios	m3	13,657
	b) Por la malla de treinta y ocho (38) milímetros (1 1/2")		
	1) Para los materiales extraídos de mantos de roca	m3	27,339
	2) Para los materiales de pepena	m3	22,535
	3) Para los materiales obtenidos de depósitos naturales o desperdicios	m3	14,595

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
086-E	SUB-BASES Y BASES		
086-E.01	Referencias (inciso 074-C.01): a) Materiales empleados para la construcción de sub-bases y bases 086-D		
	b) Acarreos del despalme y de los desperdicios de bancos 3.01.01.009-I		
	c) Acarreos de los materiales aprovechables, de los desperdicios de tratamiento y del agua 086-P		
086-E.02	Operación de mezclado, tendido y compactación en la construcción de sub-bases o bases (inciso 074-H.01):		
	a) De sub-bases:		
	1) Cuando se emplee un (1) material pétreo		
	a) Compactado al noventa y cinco por ciento (95%)	m3	6,223
	b) Compactado al cien por ciento (100%)	m3	7,503
	2) Cuando se empleen dos (2) materiales pétreos		
	a) Compactado al noventa y cinco por ciento (95%)	m3	6,898
	b) Compactado al cien por ciento (100%)	m3	8,178
	3) Cuando se empleen tres (3) o más materiales pétreos		
	a) Compactado al noventa y cinco por ciento (95%)	m3	7,279
	b) Compactado al cien por ciento (100%)	m3	8,559
	b) De bases:		
	1) Cuando se emplee un (1) material pétreo		
	a) Compactado al noventa y cinco por ciento (95%)	m3	6,792
	b) Compactado al cien por ciento (100%)	m3	8,164
	2) Cuando se empleen dos (2) materiales pétreos		
	a) Compactado al noventa y cinco por ciento (95%)	m3	7,535
	b) Compactado al cien por ciento (100%)	m3	8,907
	3) Cuando se empleen tres (3) o más materiales pétreos		
	a) Compactado al noventa y cinco por ciento (95%)	m3	7,846
	b) Compactado al cien por ciento (100%)	m3	9,218
086-E.03	La operación de escarificación, disgregado en su caso, mezclado, acamellonado, tendido y compactación en la reconstrucción de sub-bases y bases (inciso 074-H.02):		
	a) De sub-bases, cuando el material de la carpeta existente se aprovecha:		
	1) Añadiendo un (1) material pétreo nuevo y compactado al:		
	a) Noventa y cinco por ciento (95%)	m3	8,346
	b) Cien por ciento (100%)	m3	9,626
	2) Añadiendo dos (2) materiales pétreos nuevos y compactado al:		
	a) Noventa y cinco por ciento (95%)	m3	9,021
	b) Cien por ciento (100%)	m3	10,301
	3) Añadiendo tres (3) o más materiales pétreos nuevos y compactado al:		
	a) Noventa y cinco por ciento (95%)	m3	9,402
	b) Cien por ciento (100%)	m3	10,682

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	b) De bases, cuando el material de la carpeta existente se aprovecha:		
	1) Añadiendo un (1) material pétreo nuevo y compactado al:		
	a) Noventa y cinco por ciento (95%)	m3	8,915
	b) Cien por ciento (100%)	m3	10,287
	2) Añadiendo dos (2) materiales pétreos nuevos y compactado al:		
	a) Noventa y cinco por ciento (95%)	m3	9,658
	b) Cien por ciento (100%)	m3	11,030
	3) Añadiendo tres (3) o más materiales pétreos nuevos y compactado al:		
	a) Noventa y cinco por ciento (95%)	m3	9,969
	b) Cien por ciento (100%)	m3	11,341
	c) Cuando sólo existe revestimiento que se aprovecha en la reconstrucción de sub-base (inciso 074-H.02):		
	1) Añadiendo un (1) material pétreo nuevo y compactado al:		
	a) Noventa y cinco por ciento (95%)	m3	
	b) Cien por ciento (100%)	m3	
	2) Añadiendo dos (2) materiales pétreos nuevos y compactado al:		
	a) Noventa y cinco por ciento (95%)	m3	
	b) Cien por ciento (100%)	m3	
	3) Añadiendo tres (3) o más materiales pétreos nuevos y compactado al:		
	a) Noventa y cinco por ciento (95%)	m3	
	b) Cien por ciento (100%)	m3	
086-E.04	Agua utilizada en compactaciones (inciso 074-H.03)	m3	4,825
086-F	MATERIALES PARA CONSTRUCCION DE CARPETAS Y MEZCLAS ASFALTICAS		
086-F.01	Referencias (inciso 075-C.01):		
	a) Desmante de bancos 3.01.01.009-C		
	b) Despalme de bancos 086-C		
	c) Desperdicio del cribado 086-C		
	d) Acarreos del despalme y de los desperdicios de banco 3.01.01.009-I		
	e) Acarreos de los materiales aprovechables y de los desperdicios de tratamiento 086-P		
	f) Acamellonamiento 086-C		
	g) Cambio de las plantas de trituración 086-C		
086-F.02	Extracción de los materiales aprovechables y de los desperdicios (inciso 075-H.01):		
	a) Material A	m3	2,702
	b) Material B	m3	3,193
	c) Material C	m3	47,846

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
086-F.03	Operación de cribado de los materiales ² (inciso 075-H.02), sueltos:		
	a) Por una (1) malla:		
	1) De veinticinco (25) milímetros (1")	m3	4,882
	2) De diecinueve (19) milímetros (3/4")	m3	5,700
	3) De trece (13) milímetros (1/2")	m3	7,334
	4) De seis (6) milímetros (1/4")	m3	8,270
	b) Por dos (2) mallas:		
	3) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número ocho (8), para producir material 3-A	m3	7,212
	4) De seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 3-B	m3	9,203
	5) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número cuatro (4), para producir material 3-E	m3	6,980
	c) Por tres (3) mallas:		
	1) De veinticinco (25) milímetros (1"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")	m3	5,021
	2) De diecinueve (19) milímetros (3/4"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")	m3	5,863
	3) De trece (13) milímetros (1/2"), de seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 2 y 3-B	m3	7,559
086-F.04	Operación de trituración parcial y cribado, de los materiales (inciso 075-H.03) sueltos:		
	a) Por una (1) malla:		
	1) De veinticinco (25) milímetros (1"):		
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	7,491
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	836
	2) De diecinueve (19) milímetros (3/4"):		
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	8,952
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	1,169
	3) De trece (13) milímetros (1/2"):		
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	11,860
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	1,470
	4) De seis (6) milímetros (1/4"):		
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	17,797
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	1,840
	b) Por dos (2) mallas		
	3) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número ocho (8), para producir material 3-A		
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	14,119
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	1,611
	4) De seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 3-B		
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	18,220
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	1,868

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$	
086-F.05	5) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número cuatro (4), para producir material 3-E			
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	18,925	
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	1,613	
	c) Por tres (3) mallas:			
	1) De veinticinco (25) milímetros (1"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")			
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	7,491	
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	1,066	
	2) De diecinueve (19) milímetros (3/4"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")			
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	8,952	
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	1,363	
	3) De trece (13) milímetros (1/2"), de seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 2 y 3-B			
	a) Cuando el 25% se tritura	m3	13,462	
	b) Por cada 5% de trituración excedente al 25%	m3	1,663	
	086-F.05	Materiales que requieren trituración total y cribado (inciso 075-H.04), sueltos:		
	a) Extraídos de mantos de roca:			
	1) Cribados por una (1) malla:			
	a) De veinticinco (25) milímetros (1")	m3	8,483	
	b) De diecinueve (19) milímetros (3/4")	m3	12,261	
	c) De trece (13) milímetros (1/2")	m3	12,532	
	d) De seis (6) milímetros (1/4")	m3	19,196	
	2) Cribados por dos (2) mallas:			
	c) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número ocho (8), para producir material 3-A	m3	16,109	
	d) De seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 3-B	m3	19,709	
	e) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número cuatro (4), para producir material 3-E	m3	27,672	
	3) Cribado por tres (3) mallas:			
	a) De veinticinco (25) milímetros (1"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")	m3	29,350	
	b) De diecinueve (19) milímetros (3/4"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")	m3	32,802	
c) De trece (13) milímetros (1/2"), de seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 2 y 3-B	m3	41,228		
b) Obtenidos de pepena:				
1) Cribados por una (1) malla:				
a) De veinticinco (25) milímetros (1")	m3	24,030		
b) De diecinueve (19) milímetros (3/4")	m3	27,808		
c) De trece (13) milímetros (1/2")	m3	38,178		
d) De seis (6) milímetros (1/4")	m3	44,743		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	2) Cribados por dos (2) mallas: c) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número ocho (8), para producir material 3-A	m3	41,544
	d) De seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 3-B	m3	45,256
	e) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número cuatro (4), para producir material 3-E	m3	43,219
	3) Cribado por tres (3) mallas: a) De veinticinco (25) milímetros (1"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")	m3	24,897
	b) De diecinueve (19) milímetros (3/4"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")	m3	28,349
	c) De trece (13) milímetros (1/2"), de seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 2 y 3-B	m3	38,676
	c) Obtenidos de depósitos naturales o desperdicios: 1) Cribados por una (1) malla: a) De veinticinco (25) milímetros (1")	m3	15,894
	b) De diecinueve (19) milímetros (3/4")	m3	18,709
	c) De trece (13) milímetros (1/2")	m3	30,079
	d) De seis (6) milímetros (1/4")	m3	36,644
	2) Cribados por dos (2) mallas: c) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número ocho (8), para producir material 3-A	m3	33,557
	d) De seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 3-B	m3	37,157
	e) De diez (10) milímetros (3/8") y de la número cuatro (4), para producir material 3-E	m3	35,120
	3) Cribado por tres (3) mallas: a) De veinticinco (25) milímetros (1"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")	m3	16,798
	b) De diecinueve (19) milímetros (3/4"), de trece (13) milímetros (1/2") y de seis (6) milímetros (1/4")	m3	20,250
	c) De trece (13) milímetros (1/2"), de seis (6) milímetros (1/4") y de la número ocho (8), para producir material 2 y 3-B	m3	30,676
086-F.07	Carga de los materiales en los almacenamientos (inciso 075-H.06)	m3	1,381
086-G	MATERIALES ASFALTICOS		
086-G.01	Referencias (inciso 076-C.01)		
	a) Acarreos de materiales asfálticos 086-P		
086-G.02	Suministro de materiales asfálticos:		
	a) Cementos asfálticos	kg	
	1) Cemento asfáltico No. 6		
	b) Asfaltos rebajados:		
	1) Asfalto FM-0	lt	
	2) Asfalto FM-1	lt	
	3) Asfalto FR-3	lt	

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
086-G.03	Almacenamiento de materiales asfálticos: a) En tanques o fosa del contratista:		
	1) Asfaltos rebajados	lt	16
	2) Cementos asfálticos	kg	16
086-G.04	Calentamiento y bombeo de materiales asfálticos:		
	1) Asfaltos rebajados	lt	25
	2) Cementos asfálticos	kg	75
086-G.05	Riego:		
	a) Riego de impregnación:		
	1) Asfalto FM-0	lt	105
	2) Asfalto FM-1	lt	105
	b) Riego de liga:		
	1) Asfalto FR-3	lt	105
	c) Carpetas de riegos:		
	1) Asfalto FR-3	lt	105
	d) Riego de sello:		
	1) Asfalto FR-3	lt	105
	e) Estabilizaciones:		
	1) Asfalto FR-3	lt	72
	f) Bases y carpetas asfálticas construídas por el sistema de mezcla en el lugar o de mezcla en plataforma:		
	1) Asfalto FR-3	lt	72
086-H	ESTABILIZACIONES		
086-H.01	Referencias (inciso 077-C.01):		
	a) Materiales asfálticos y sus aditivos 086-G		
	b) Acarreos de los materiales 086-P		
086-H.04	Cemento Portland, cal hidratada o puzolana que se empleen en estabilizaciones (inciso 077-H.03):		
	a) Cemento Portland	kg	524
	b) Cal hidratada	kg	406
086-I	RIEGO DE IMPREGNACION		
08-I.01	Referencias (inciso 078-C.01):		
	a) Materiales asfálticos y sus aditivos 086-G		
	b) Agua 086-F		
	c) Acarreos de los materiales y del agua 086-P		
086-I.02	Barrido de la superficie por tratar (inciso 078-H.01)	Ha	258,881
086-J	CARPETAS ASFALTICAS POR EL SISTEMA DE RIEGOS		
086-J.01	Referencias (inciso 079-C.01):		
	a) Materiales pétreos 086-E		
	b) Materiales asfálticos y sus aditivos 086-G		
	c) Acarreos de los materiales 086-P		
086-J.02	Barrido de la base impregnada (inciso 079-H.01)	Ha	258,881
086-J.03	Operaciones de tendido, planchado, rastreo y remoción del material excedente (inciso 079-H.02):		
	a) Para material pétreo Núm. 1	m3	5,037
	b) Para material pétreo Núm. 2	m3	11,333

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	c) Para material pétreo 3-A	m3	23,240
	d) Para material pétreo 3-B	m3	30,708
	e) Para material pétreo 3-E	m3	24,758
086-K	CARPETAS ASFALTICAS POR EL SISTEMA DE MEZCLA EN EL LUGAR		
086-K.01	Referencias (inciso 080-C.01):		
	a) Materiales pétreos 086-E		
	b) Materiales asfálticos y sus aditivos 086-G		
	c) Barrido de la base impregnada 086-J		
	d) Riego de la liga 086-G		
	e) Acarreos de los materiales 086-P		
086-K.02	Operaciones de construcción de las carpetas asfálticas por el sistema de mezcla en el lugar (inciso 080-H.01):		
	a) Compactadas al noventa y cinco por ciento (95%)	m3	49,117
	b) Compactadas al cien por ciento (100%)	m3	49,974
086-K.05	Recorte de la carpeta asfáltica (inciso 080-H.04):		
	a) En una (1) orilla	km	220,124
	b) En las dos (2) orillas	km	440,248
086-L	CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO		
086-L.01	Referencias (inciso 081-C.01)		
	a) Materiales pétreos 086-E		
	b) Materiales asfálticos y sus aditivos 086-G		
	c) Impregnación de base 086-I		
	d) Barrido de la base impregnada 086-J		
	e) Riego de la liga 086-G		
	f) Carga en el almacenamiento 086-C		
	g) Acarreos de los materiales 086-P		
086-L.02	Operaciones de construcción de las carpetas de concreto asfáltico (inciso 081-H.01):		
	a) Compactadas al noventa y cinco por ciento (95%)	m3	52,015
	b) Compactadas al cien por ciento (100%)	m3	54,753
086-M	RIEGO DE SELLO		
	Referencias (inciso 082-C.01):		
	a) Materiales pétreos 086-E		
	b) Carga de los materiales pétreos 086-C		
	c) Materiales asfálticos y sus aditivos 086-G		
	d) Acarreos de los materiales 086-P		
086-M.02	Barrido de la superficie por tratar (inciso 082-H.01)	Ha	258,881
086-M.03	Operación de tendido, planchado, rastreo y remoción del material excedente (inciso 082-H.02)	m3	23,240
086-P	ACARREOS DE MATERIALES PARA PAVIMENTOS		
086-P.01	Referencias (inciso 085-C.01):		
	a) Acarreos del despalme y desperdicios de bancos 3.01.01.009-I		
086-P.02	Acarreos de los materiales seleccionados naturales o de los que hayan tenido un tratamiento de las mezclas y de los concretos asfálticos (inciso 085-H.01):		
	a) Medido en el camellón, en los almacenamientos o en los vehículos de transportes		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	1) Primer kilómetro	m3	765
	2) Kilómetros subsecuentes	m3-km	695
086-P.03	Acarreos del agua para compactaciones (inciso 085-H.03)	m3-km	733
086-P.04	Acarreos de los materiales asfálticos (inciso 085-H.03):		
	a) Del centro productor al almacenamiento medidos en los vehículos de transporte o en los envases:		
	1) Por peso; para cementos asfálticos		
	a) Primer kilómetro	ton	
	b) Kilómetros subsecuentes	ton-km	
	2) Por volumen; para asfaltos rebajados		
	a) Primer kilómetro	m3	
	b) Kilómetros subsecuentes	m3-km	
	c) Del almacenamiento al lugar de utilización medidos en los vehículos de transporte o en los envases		
	2) Por volumen; para asfaltos rebajados		
	a) Primer kilómetro	m3	2,494
	b) Kilómetros subsecuentes	m3-km	835

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

RELACION DE PRECIOS UNITARIOS

Según conceptos de las Normas para Construcción e Instalaciones.-Libro 3.-
Parte 01.- Carreteras y Aeropistas; Título 02.- Puentes y Obras de Drenaje

1° ENERO 1992

Puentes y Obras de Drenaje

ZONA: 1 Y 7

HOJA No. 1

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
047-C	EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS		
047-C.01	Referencias inciso (022-C.01)		
	a) Desmante previo a los trabajos de excavación para estructuras 3.01.01.002-H		
	b) Tablestacados que se requieran en las excavaciones para estructuras 037-H		
	c) Canales necesarios para desaguar una excavación y/o protegerla de la erosión 3.01.01.007-H		
	d) Compactación de rellenos 023-H		
	e) Demolición de alguna construcción anterior 043-H		
	f) Acarreos excedentes al acarreo libre, para materiales sobrantes producto de la excavación para estructuras, derrumbes y azolves 045-Z		
047-C.02	Excavaciones para estructuras, de acuerdo con su clasificación, a cualquier profundidad inciso (3.01.02.022-H.01)		
	a) Excavando a mano, en seco		
	1) En material A	m3	8,601
	2) En material B	m3	14,217
	3) En material C	m3	35,093
	b) Excavando con máquina, en seco		
	1) En material A	m3	3,711
	2) En material B	m3	7,086
	3) En material C	m3	31,327
	c) Excavando a mano, cuando se requiera bombeo, pero sin incluir éste:		
	1) En material A	m3	13,506
	2) En material B	m3	16,918
	3) En material C	m3	39,246
	d) Excavando con máquina, cuando se requiera bombeo, pero sin incluir éste:		
	1) En material A	m3	4,950
	2) En material B	m3	9,465
	3) En material C	m3	31,928
	g) Excavando dentro del agua, con máquina, sin bombeo:		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	1) En material A	m3	7,139
	2) En material B	m3	11,369
	EP Excavaciones para estructuras, de acuerdo con su clasificación, cualquier profundidad, depositando el material al borde de la excavación:		
	a) Excavando a mano, en seco		
	1) En material A	m3	4,834
	2) En material B	m3	9,952
	3) En material C	m3	30,117
	b) Excavando con máquina, en seco		
	1) En material A	m3	3,711
	2) En material B	m3	7,086
	3) En material C	m3	31,327
047-C.03	Extracción de derrumbes y azolves, de acuerdo con su clasificación, a cualquier profundidad (inciso 3.01.02.022-H.01)		
	a) Excavando a mano, en seco		
	1) En material A	m3	7,357
	2) En material B	m3	14,217
	3) En material C	m3	35,093
	b) Excavando con máquina, en seco		
	1) En material A	m3	3,711
	2) En material B	m3	7,086
	3) En material C	m3	31,327
	c) Excavando a mano, cuando se requiera bombeo, pero sin incluir éste:		
	1) En material A	m3	13,506
	2) En material B	m3	16,918
	3) En material C	m3	39,246
	d) Excavando con máquina, cuando se requiera bombeo, pero sin incluir éste:		
	1) En material A	m3	4,950
	2) En material B	m3	9,465
	3) En material C	m3	31,928
	g) Excavando dentro del agua, con máquina		
	1) En material A	m3	7,139
	2) En material B	m3	11,369
	EP Extracción de derrumbes y azolves, de acuerdo con su clasificación, a cualquier profundidad, depositando el material al borde de la excavación:		
	a) Excavando a mano, en seco		
	1) En material A	m3	3,625
	2) En material B	m3	7,464
	3) En material C	m3	39,117
	b) Excavando con máquina, en seco		
	1) En material A	m3	3,711
	2) En material B	m3	7,086
	3) En material C	m3	31,327

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
047-C.04	Bonificación por excavaciones a profundidades mayores de dos punto cincuenta (2.50) metros en estructuras, derrumbes y/o azolves (inciso 3.01.02.022-H.03)		
	a) A mano	m3-m	1,450
	b) A máquina	m3-m	479
047-C.05	Relleno de grietas y oquedades del lecho de roca o suelo de cimentación (inciso 3.01.02.022-H.04)		
	a) Concreto de f'c = 100 kg/cm ²	l	206
	d) Mortero de cemento-arena 1:5	l	168
047-C.06	Bombeo (inciso 3.01.02.022-H.05):		
	a) Bomba de 51 mm ø con capacidad nominal 30 m ³ /h	h	6,075
	b) Bomba de 51 mm ø con capacidad nominal 45 m ³ /h	h	7,553
	c) Bomba de 76 mm ø con capacidad nominal 68 m ³ /h	h	7,653
	d) Bomba de 76 mm ø con capacidad nominal 83 m ³ /h	h	9,070
	e) Bomba de 102 mm ø con capacidad nominal 113 m ³ /h	h	9,684
	f) Bomba de 102 mm ø con capacidad nominal 151 m ³ /h	h	
	g) Bomba de 152 mm ø con capacidad nominal 265 m ³ /h	h	
047-D	RELLENOS		
047-D.01	Referencias (inciso 3.01.02.023-C.01):		
	a) Desmonte en los préstamos para rellenos 3.01.01.009-H		
	b) Despalme en los préstamos para rellenos 3.01.01.004-H		
047-D.02	Rellenos (inciso 3.01.02.023-H.01):		
	a) De excavaciones para estructuras:		
	1) Con material A	m3	16,538
	2) Con material B	m3	23,398
	b) Para la protección de las obras de drenaje		
	1) Con material A	m3	16,538
	2) Con material B	m3	23,398
	EP a) Rellenos de excavaciones para estructuras con el producto de la misma excavación, que está depositado al borde, sin incluir carga, descarga y el acarreo libre, a mano:		
	1) Con material A	m3	7,937
	2) Con material B	m3	8,470
	b) Rellenos para la protección de las obras de drenaje con el producto de la misma excavación, que está depositado al borde, sin incluir carga, descarga y acarreo libre, a mano:		
	1) Con material A	m3	8,470
	2) Con material B	m3	9,181
047-D.03	Material para drenes, que cubran las caras posteriores de muros (inciso 3.01.02.023-H.02):		
	a) Con piedra de pepena	m3	25,642
047-E	MAMPOSTERIAS		
047-E.02	Mamposterías de segunda clase a cualquier altura (inciso 3.01.02.024-H.01):		
	a) Con piedra obtenida de bancos, con mortero de cemento	m3	138,590

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
047-E.03	b) Con piedra obtenida de cortes, canales y excavación para estructuras, con mortero de cemento	m3	128,481
	c) Con piedra de pepena, con mortero de cemento	m3	128,055
	Mampostería de tercera clase, a cualquier altura (inciso 3.01.02.024-H.02):		
047-E.04	a) Para piedra obtenida de bancos:		
	1) Con mortero de cemento	m3	118,912
	2) Con mortero de cal	m3	95,977
	b) Para piedra obtenida de cortes, canales y excavación para estructuras:		
	1) Con mortero de cemento	m3	108,953
	2) Con mortero de cal	m3	81,018
	c) Para piedra de pepena:		
	1) Con mortero de cemento	m3	109,128
	2) Con mortero de cal	m3	86,193
		Mampostería seca, a cualquier altura (inciso 3.01.02.024-H.03)	
	a) Para piedra obtenida de bancos	m3	56,361
	b) Para piedra obtenida de cortes, canales y excavación para estructuras	m3	41,402
	c) Para piedra de pepena	m3	46,577
047-E.05	Bonificación para mamposterías a alturas mayores de cuatro (4) metros (inciso 3.01.02.024-H.04):	m3-m	12,114
047-E.06	Aumento o disminución de cemento en el mortero (inciso 3.01.02.024-H.05)	kg	502
047-E.07	Plantilla sobre la superficie de desplante (inciso 3.01.02.024-H.06):		
	1) Con mortero de cemento	m2	3,714
	2) Con mortero de cal	m2	4,957
047-E.08	Chapeo en el coronamiento o enrase, con mortero de cemento (inciso 3.01.02.024-H.07):	m2	10,006
047-E.09	Tubos para drenes (inciso 3.01.02.024-H.08):		
	1) De diez (10) cm de diámetro	m	
	2) De quince (15) cm de diámetro	m	12,204
047-E.10	Cimbras de las bóvedas, según superficie de moldes (inciso 3.01.02.024-H.09)	m2	32,500
047-E.11	Bonificación de los moldes de las bóvedas, cuando la obra falsa exceda de dos (2) metros de altura (inciso 3.01.02.024-H.10):	m2	6,618
047-F	ZAMPEADOS		
047-F.02	Zampeados de mampostería de tercera clase juntados con mortero de cemento, a cualquier altura (inciso 3.01.02.025-H.01):		
	a) Para piedra obtenida de bancos	m3	89,748
	b) Para piedra obtenida de cortes, canales y excavación para estructuras	m3	74,790
	c) Para piedra de pepena	m3	79,965

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
047-F.03	Zampeados de mampostería seca, a cualquier altura (inciso 3.01.02.025-H.02):		
	a) Para piedra obtenida de bancos	m3	61,073
	b) Para piedra obtenida de cortes, canales y excavación para estructuras	m3	46,115
	c) Para piedra de pepena	m3	61,290
047-F.04	Zampeados de concreto hidráulico, a cualquier altura (inciso 3.01.02.025-H.03):		
	a) Simple, de f'c = 100 kg/cm2	m3	62,448
047-F.06	Aumento o disminución del cemento en el mortero (inciso 3.01.02.025-H.05)	kg	502
047-G	CONCRETO HIDRAULICO		
047-G.02	Concreto hidráulico, sin incluir cimbra, colado en seco (inciso 3.01.02.026-H.01):		
	a) Simple, Grupo I en obras de drenaje:		
	1) De f'c = 100 kg/cm2	m3	208,027
	2) De f'c = 150 kg/cm2	m3	233,147
	3) De f'c = 200 kg/cm2	m3	268,268
	4) De f'c = 250 kg/cm2	m3	298,389
	b) Simple, Grupo II, en losas nervuradas, losas planas, losas sobre viguetas, losas entre trabes, losas continuadas de cajones, losas de acceso, losas para para vados y cimientos de pilas y estribos con alturas máximas de cuatro (4) metros:		
	1) De f'c = 100 kg/cm2	m3	215,291
	2) De f'c = 150 kg/cm2	m3	245,412
	3) De f'c = 200 kg/cm2	m3	275,533
	4) De f'c = 250 kg/cm2	m3	305,654
	5) De f'c = 300 kg/cm2	m3	335,775
	c) Simple, Grupo III, en zapatas; pilotes tablestacas y postes precolados, apoyos precolados, tapones superiores de cilindros, losetas precoladas, dovelas precoladas, dentellones y guarniciones:		
	1) De f'c = 100 kg/cm2	m3	224,128
	2) De f'c = 150 kg/cm2	m3	254,249
	3) De f'c = 200 kg/cm2	m3	284,370
	4) De f'c = 250 kg/cm2	m3	311,491
	5) De f'c = 300 kg/cm2	m3	344,612
	6) De f'c = 350 kg/cm2	m3	374,732
	7) De f'c = 400 kg/cm2	m3	404,853
	8) De f'c = 450 kg/cm2	m3	434,974
	d) Simple, Grupo IV, en cuerpos de pilas y estribos con altura mayor de cuatro (4) metros y en cuerpos de cilindros		
	1) De f'c = 100 kg/cm2	m3	239,929
	2) De f'c = 150 kg/cm2	m3	261,047
	3) De f'c = 200 kg/cm2	m3	291,168
	4) De f'c = 250 kg/cm2	m3	321,288

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	e) Simple, Grupo V, en coronas de pilas estribos, incluyendo diafragmas hasta un (1) metro de altura: cabezales y columnas:		
	2) De $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$	m3	271,845
	3) De $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	m3	301,966
	4) De $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	m3	336,087
	5) De $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$	m3	366,208
	f) Simple Grupo VI, en trabes preesforzadas y cuerpos de pilas huecas cilíndricas:		
	3) De $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	m3	343,854
	4) De $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	m3	373,975
	5) De $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$	m3	404,096
	6) De $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	m3	434,216
	7) De $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$	m3	464,337
	8) De $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$	m3	494,458
	g) Simple, Grupo VII, en diafragmas, orejas de estribos, aleros y parapetos:		
	2) De $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$	m3	354,037
	1) Grupo I, para tapones superiores de cilindros y zapatas sobre cilindros	m3-mad	729,347
	2) Grupo II, para losas nervuradas, losas sobre viguetas, losas entre trabes losas continuas de cajones y guarniciones	m3-mad	756,139
	3) Grupo III, para aleros y parapetos	m3-mad	756,139
	4) Grupo IV, para losas planas, losas de acceso, zapatas de caballetes, cabezales, columnas, diafragmas, orejas de estribos, cuerpo de cilindros, cuerpos de pilas huecas cilíndricas, trabe preesforzadas, trabes precoladas y dovelas precoladas	m3-mad	737,993
	5) Grupo V, para cimientos de pilas y estribos, cuerpos de pilas y estribos, coronas de pilas y estribos y dentellones	m3-mad	530,533
	6) Grupo VI, para postes precolados, pilotes precolados, tablestacas, losetas precoladas y apoyos precolados	m3-mad	480,917
047-G.09	Aumento o disminución del cemento en el concreto (inciso 3.01.02.026-H.08):	kg	502
047-G.10	Concreto hidráulico, sin incluir cimbra, colado bajo agua (inciso 3.01.02.026-H.09):		
	a) Simple de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$	m3	282,789
	b) Simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$	m3	318,934
	c) Simple de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	m3	355,079
047-H	ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO		
047-H.02	Acero de refuerzo (inciso 3.01.02.027-H.01):		
	a) Varillas	kg	2,661
047-K	ALCANTARILLAS DE LAMINA CORRUGADA DE ACERO		
047-K.02	Tubo circular sin recubrimiento (inciso 3.01.02.030-H.01):		
	a) Tipo desarmable intercambiable:		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$	
047-K.03	1) De 45 cm de diámetro:			
	a) Calibre 14 con peso de 27.2 kg/m	m	137,147	
	2) De 60 cm de diámetro:			
	a) Calibre 14 con peso de 37.3 kg/m	m	176,868	
	b) Calibre 12 con peso de 52.1 kg/m	m	281,279	
	3) De 75 cm de diámetro:			
	a) Calibre 14 con peso de 46.0 kg/m	m	318,910	
	b) Calibre 12 con peso de 63.2 kg/m	m	347,974	
	4) De 90 cm de diámetro:			
	a) Calibre 14 con peso de 55.4 kg/m	m	362,698	
	b) Calibre 12 con peso de 75.9 kg/m	m	428,009	
	c) Calibre 10 con peso de 96.7 kg/m	m	532,426	
	5) De 105 cm de diámetro:			
	a) Calibre 12 con peso de 87.8 kg/m	m	536,799	
	b) Calibre 10 con peso de 112.2 kg/m	m	654,271	
	6) De 120 cm de diámetro:			
	a) Calibre 12 con peso de 101.2 kg/m	m	607,456	
	b) Calibre 10 con peso de 128.7 kg/m	m	745,228	
	c) Calibre 8 con peso de 156.2 kg/m	m		
	7) De 150 cm de diámetro:			
	a) Calibre 10 con peso de 160.0 kg/m	m	915,989	
	b) Calibre 8 con peso de 194.2 kg/m	m	1,181,367	
		Tubo de sección circular con doble capa de cemento asfáltico, desarmable, intercambiable:		
		1) De 45 cm de diámetro:		
		a) Calibre 14 con peso de 34.2 kg/m	m	453,102
		2) De 60 cm de diámetro:		
		a) Calibre 14 con peso de 44.6 kg/m	m	497,173
		b) Calibre 12 con peso de 59.5 kg/m	m	418,985
		3) De 75 cm de diámetro:		
		a) Calibre 14 con peso de 55.1 kg/m	m	446,468
	b) Calibre 12 con peso de 71.4 kg/m	m	494,381	
	4) De 90 cm de diámetro:			
	a) Calibre 14 con peso de 65.5 kg/m	m	493,150	
	b) Calibre 12 con peso de 86.3 kg/m	m	482,117	
	c) Calibre 10 con peso de 107.1 kg/m	m	593,334	
	5) De 105 cm de diámetro:			
	a) Calibre 12 con peso de 99.7 kg/m	m	600,609	
	b) Calibre 10 con peso de 125.0 kg/m	m	631,129	
	6) De 120 cm de diámetro:			
	a) Calibre 12 con peso de 114.6 kg/m	m	679,967	
	b) Calibre 10 con peso de 142.8 kg/m	m	830,790	
	c) Calibre 8 con peso de 169.6 kg/m	m		
	7) De 150 cm de diámetro:			
	a) Calibre 10 con peso de 177.1 kg/m	m	1,983,303	
	b) Calibre 8 con peso de 211.3 kg/m	m	1,319,131	

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
047-K.04	Tubo abovedado de sección en herradura, desarmable, sin recubrimiento asfáltico:		
	Hor. Ver. Cal. Peso/M (cm) (cm) (kg)		
	1) 76 50 14 42.1	m	
	2) 91 57 14 49.8	m	
	3) 107 66 12 77.4	m	
	4) 122 75 12 87.8	m	
	5) 152 93 12 107.9	m	
	6) 152 93 10 137.6	m	
	7) 152 93 8 166.7	m	
	8) 183 112 10 164.4	m	
	9) 183 112 8 199.4	m	
047-K.05	Tubo abovedado de sección en herradura, desarmable, con doble capa asfáltica:		
	Ø Ø Hor. Ver. Cal. Peso/M (cm) (cm) (kg)		
	1) 76 50 14 50.6	m	
	2) 91 57 14 59.5	m	
	3) 107 66 12 87.8	m	
	4) 122 75 12 101.2	m	
	5) 152 93 12 123.5	m	
	6) 152 93 10 153.3	m	
	7) 152 93 8 181.5	m	
	8) 183 112 10 183.0	m	
	9) 183 112 8 218.7	m	
047-K.06	Lavaderos de lámina de acero corrugada y galvanizada de sección semicircular, sin incluir fletes.		
	a) Tipo armable:		
	1) De 60 cm de diámetro		
	a) Calibre 14, con peso de 23 kg/m	m	106,868
	2) De 75 cm de diámetro		
	a) Calibre 14, con peso de 26 kg/m	m	131,205
	3) De 90 cm de diámetro		
	a) Calibre 14, con peso de 31 kg/m	m	155,996
047-L	ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO		
047-L.02	Tubería de concreto (inciso 3.01.02.031-H.01)		
	a) Reforzado, de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, tipo macho y hembra, fabricado en la obra:		
	1) De 45 cm de diámetro	m	186,670
	2) De 60 cm de diámetro	m	200,841
	3) De 75 cm de diámetro	m	354,656
	4) De 90 cm de diámetro	m	477,925
	5) De 105 cm de diámetro	m	538,538
	6) De 120 cm de diámetro	m	656,277
	7) De 150 cm de diámetro	m	1,051,230

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
047-N	PILOTES DE MADERA		
047-N.04	Hincado de pilotes (inciso 3.01.02.033-H.02):	m	75,197
047-N.05	Parte del pilote hincado que sobresalga del terreno (inciso 3.01.02.033-H.03):	m	123,371
047-O	PILOTES PRECOLADOS		
047-O.03	Hincado de pilotes (inciso 3.01.02.034-H.02)		
	d) De sección transversal hasta 2,800 cm ²		
	1) De longitud hasta doce (12) metros	m	162,619
	2) De longitud mayor de doce (12) metros hasta diez y seis (16) metros	m	185,738
	3) De longitud mayor de diez y seis (16) metros hasta veitidos (22) metros	m	219,635
047-O.04	Parte del pilote hincado que sobresalga del terreno (inciso 3.01.02.034-H.03)		
	a) De longitud hasta doce (12) metros	m	52,754
	b) De longitud mayor de doce (12) metros hasta diez y seis (16) metros	m	59,900
	c) De longitud mayor de diez y seis (16) metros hasta veitidos (22) metros	m	76,637
047-O.07	Tubería para chiflones, cuando no formen parte integral del pilote (inciso 3.01.02.034-H.06)		
	a) De fierro		
	1) De 2.54 cm de diámetro	m	44,906
	2) De 5.08 cm de diámetro	m	31,463
	b) De lámina galvanizada:		
	1) De 5.08 cm de diámetro	m	22,666
047-S	CILINDROS Y CAJONES DE CIMENTACION		
047-S.08	Hincado de cilindros o cajones (inciso 3.01.02.038-H.07):		
	a) Por volumen de material desalojado:		
	1) En material A	m ³	140,030
	2) En material B	m ³	198,002
	b) Bonificación al precio de hincado para profundidades mayores de siete punto cinco (7.5) metros:		
	1) En material A	m ³ -m	44,795
	2) En material B	m ³ -m	30,918
047-T	ESTRUCTURA DE ACERO		
047-T.02	Estructura fabricada (inciso 3.01.02.039-H.01)		
	a) Perfiles laminados:		
	1) Apoyos especiales de acero estructural	kg	4,165
	2) Placas de apoyo de acero estructural	kg	4,165
	3) Placas de apoyo de plomo	kg	
	4) Articulaciones en los apoyos	kg	4,165
	EP Parapetos metálicos:		
	a) Barandal	m	
	b) Pilastras	pza	
047-W	RECUBRIMIENTO CON PINTURA		
047-W.02	Recubrimiento de superficie (inciso 3.01.02.042-H.01)		
	a) Metálicas		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
047-Y	Con pintura de plásticos líquidos empleando materiales:		
	II) Resinas epóxicas no esterificadas, con pigmento o aluminio: base y catalizador (Glassyl o similar)		
	III) Primario anticorrosivo epóxico, con cromato de zinc, con base y catalizador (Litoplastic o similar)		
	a) Por superficie de armaduras nuevas con:		
	2) Dos manos de material II	m2	
	4) Dos manos de material II y una de material III	m2	
	b) Por superficie de trabes nuevas con:		
	2) Dos manos de material II	m2	
	4) Dos manos de material II y una de material III	m2	
	c) Por superficies de conservación de armaduras con:		
2) Dos manos de material II	m2		
4) Dos manos de material II y una de material III	m2		
d) Por superficie de conservación de trabes con:			
2) Dos manos de material II	m2		
4) Dos manos de material II y una de material III	m2		
047-Z	TRABAJOS DIVERSOS		
	Drenes de tubo de diez (10) centímetros de diámetro en losas de superestructuras:		
	a) De lámina galvanizada:		
	1) Calibre Núm. 24, de 25 cm de longitud	pza	18,661
	b) De asbesto-cemento		
1) De 25 cm de longitud	pza		
2) De 50 cm de longitud	pza		
047-Z	EP Placas de apoyo:		
	a) De Neopreno	dm3	
	b) De teflón	dm3	
047-Z.01	ACARREOS PARA OBRAS DE DRENAJE, ESTRUCTURAS Y TRABAJOS DIVERSOS		
	Sobreacarros para los materiales sobrantes producto de la excavación para estructuras y zanjas para subdrenes; para los materiales producto de sus derrumbes; azolves y para los materiales obtenidos de préstamos que se empleen en los rellenos y en la capa impermeable (inciso 3.01.02.045-H.02):		
	a) Sobre brecha para distancias:		
	1) Carga y acarreo a veinte (20) metros, en carretilla	m3	3,732
	2) Hasta sesenta (60) metros, en carretilla	m3-est	1,160
	3) Hasta diez (10) kilómetros, en camiones del contratista:		
	a) Primer kilómetro:		
	1) Carga a mano	m3	5,682
	2) Carga con máquina	m3	3,083
	b) Kilómetros subsecuentes	m3-km	1,493
	b) Sobre camino terminado o pavimentado con buena superficie de rodamiento, en camiones propiedad del contratista, para distancias:		
	1) Hasta veinte (20) kilómetros:		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
047-Z.02	a) Primer kilómetro:		
	1) Carga a mano	m3	5,049
	2) Carga con máquina	m3	2,449
	b) Kilómetros subsecuentes	m3-km	956
	Sobreacarreos para la piedra, la arena, el material de filtro y los agregados fino y grueso (inciso 3.01.02.045-H.03):		
047-Z.03	a) Sobre brecha, hasta diez (10) kilómetros:		
	1) Primer kilómetro:		
	a) Carga a mano	m3	5,105
	b) Carga con máquina	m3	2,466
	2) Kilómetros subsecuentes	m3-km	1,195
	b) Sobre camino terminado o pavimentado, con buena superficie de rodamiento, hasta veinte (20) kilómetros		
	1) Primer kilómetro		
	a) Carga a mano	m3	4,598
	b) Carga a máquina	m3	1,609
	2) Kilómetros subsecuentes	m3-km	765
047-Z.04.	Sobreacarreo del agua (inciso 3.01.01.045-H.04):		
	a) Sobrebrecha	m3-km	1,222
	b) Sobre camino pavimentado	m3-km	764
	EP Acarreo de materiales laminares metálicos y sus accesorios, para alcantarillas, lavaderos y defensas:		
	a) De la bodega del proveedor a la bodega del contratista en la zona de la obra, medido desde el origen, incluyendo maniobras:		
	1) Primer kilómetro	ton	
2) Kilómetros subsecuentes	ton-km		
047-Z.04.	b) De la bodega del contratista en la zona de la obra al sitio de la obra, sin incluir maniobras (por estar incluidos en la colocación) medido desde el origen:		
	1) Sobre camino terminado o con buena superficie de rodamiento	ton-km	382
	2) Sobre brecha	ton-km	836
	Sobreacarreo de los tubos de concreto para alcantarillas (inciso 3.01.02.045-H.05):		
	a) De 45 cm de diámetro	m-km	126
	b) De 60 cm de diámetro	m-km	401
	c) De 75 cm de diámetro	m-km	656
	d) De 90 cm de diámetro	m-km	892
	e) De 105 cm de diámetro	m-km	1,029
f) De 120 cm de diámetro	m-km	1,756	
g) De 150 cm de diámetro	m-km	2,676	

BIBLIOGRAFIA

1. PAVEMENTS

E. J. YODER

2. LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES.

A. RICO Y HERMILIO DEL CASTILLO

VOLUMEN 2.

3. VIAS DE COMUNICACION

(CAMINOS, FERROCARRILES, AEROPUERTOS, PUENTES Y PUERTOS).

CARLOS CRESPO VILLALAZ.

EDITORIAL LIMUSA.

4. APUNTES

ING. MOTA.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

5. APUNTES

ING. SOTO.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO.