



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ A R A G O N ”

“GENERALIDADES DEL PROYECTO
GEOTECNICO Y DE PAVIMENTOS EN LA
MODERNIZACION DE CARRETERAS ”

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO CIVIL

Presenta:

DAGOBERTO BADILLO HERNANDEZ

San Juan de Aragón, Edo. Méx. Diciembre 1993
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

Página

CAPITULO I

I. INTRODUCCION	1
-----------------------	---

CAPITULO II

II. BREVE HISTORIA DE LAS CARRETERAS EN MEXICO (1925 - 1993)	5
---	---

CAPITULO III

III. ESTADO ACTUAL DE CARRETERAS FEDERALES	26
III.1 Diagnóstico de la situación actual de la red carretera	27
III.2 Principales problemas que enfrenta la red carretera	30
III.3 Modernización de la red carretera	31
III.4 Programa Nacional para la Modernización de la Infraestructura Carretera	34

CAPITULO IV

IV. ALGUNAS CONSIDERACIONES EN LA MODERNIZACION DE CARRETERAS PARA EL PROYECTO GEOTECNICO Y DE PAVIMENTOS	42
---	----

IV.1 El tránsito	43
IV.2 Características de los materiales que constituyen la terracería, la sub-base y la base	45
IV.2.1 Métodos de exploración	46
IV.3 El clima	47
IV.3.1 Obras de drenaje	47

CAPITULO V

V. EJEMPLO DE PROYECTO GEOTECNICO Y DE PAVIMENTOS	51
V.1 Estudio geotécnico para la ampliación de la Carretera: Irapuato - Guadalajara	
Tramo: Pénjamo - Ent. Estación Patti	
Del km: 60+000 al km 96+000	
Origen: Irapuato, Gto.	52
V.1.1 Estudio geotécnico	52
V.1.2 Drenaje	53
ANEXO I Estratigrafía de los sondeos del terreno..	55
ANEXO II Resultado de las pruebas de laboratorio de los sondeos del terreno natural a lo largo del eje del cuerpo nuevo	63
ANEXO III Datos para el cálculo de curva masa	70
ANEXO IV Pruebas de laboratorio y datos de los bancos para terracerías y capa subrasante.	80
ANEXO V Obras complementarias de drenaje	88
ANEXO VI Recomendaciones de cimentación para obras menores	95

V.2 Proyecto del pavimento para la ampliación de la Carretera: Irapuato - Guadalajara	
Tramo: Pénjamo - Ent. Estación Patti	
Del km: 60+000 al km 96+000	
Origen: Irapuato, Gto.	103
V.2.1 Generalidades	103
V.2.2 Diseño del pavimento	104
V.2.3 Bancos de materiales	107
V.2.4 Normas de calidad de los materiales	107
V.2.5 Normas de ejecución	109
V.2.6 Cuerpo actual	109
ANEXO 1 Memoria de cálculo del pavimento	110
ANEXO 2 Bancos para la construcción del pavimento..	128
ANEXO 3 Cuadro de bancos para pavimento	142
ANEXO 4 Calificación actual de la superficie de rodamiento del cuerpo actual	146

CAPITULO VI

VI. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO EN ESTUDIO	148
VI.1 Procedimiento de construcción de terracerías	149
VI.2 Procedimiento de construcción de sub-base, base y carpeta asfáltica	151

CAPITULO VII

VII. CONCLUSIONES	154
BIBLIOGRAFIA	157

I

INTRODUCCION

I. INTRODUCCION

Como una referencia del papel fundamental que desempeña en nuestra nación la infraestructura del transporte, específicamente la infraestructura carretera, se puede mencionar lo siguiente: el 99 por ciento del transporte interurbano de pasajeros se moviliza por carretera y el 84 por ciento de la carga lo hace por este mismo medio. En 1990 se atendió una demanda de más de 1800 millones de pasajeros y se movilizaron aproximadamente 315 millones de toneladas de diversos productos básicos y manufacturados.

Estos datos son sólo una muestra del papel fundamental que juega la red carretera nacional. La conformación y crecimiento de esta infraestructura del transporte sobre el territorio nacional, resulta un factor estratégico y básico para el desarrollo económico y para el funcionamiento eficiente de zonas geográficas en donde se genera la producción de bienes y servicios, así como para su distribución a los mercados.

Sin embargo, al contemplarse a partir de 1987 un incremento acelerado en el TDPA en algunas arterias de nuestra red carretera básica, aunado a un incremento en la carga que gran cantidad de vehículos transitan sobre ella, se plantea la necesidad de modernizar estos tramos conflictivos, ya que al mostrar un nivel de servicio deficiente resulta indispensable mejorar la sección y en algunos casos mejorar el trazo de estas vías para poder continuar siendo funcionales a las necesidades que el autotransporte lo requiere.

Al elaborarse y aprobarse el Programa Nacional de Modernización de la Infraestructura Carretera conduce a que se realicen los estudios necesarios para el proyecto y construcción de cada una de las obras de modernización que se incluyen en este programa. Hablar de los estudios geotécnicos y del proyecto de pavimento para la modernización de carreteras son temas que trata el presente trabajo de tesis.

El capítulo I es una breve introducción sobre el contenido del presente trabajo donde hace mención de cada uno de los capítulos con un enfoque simple de su contenido.

El capítulo II trata sobre la evolución de la red carretera en nuestro país desde sus inicios en 1925 hasta las más recientes obras en nuestros días.

En el capítulo III se hace una calificación global sobre el estado que presenta la red carretera actual, los principales problemas que afronta y las medidas de modernización que se pretende realizar como solución a estos problemas.

El capítulo IV hace mención de las consideraciones pertinentes para el proyecto geotécnico y de pavimentos como lo son el tránsito, el clima y los materiales constitutivos de la terracería, la sub-base y la base, en la modernización de carreteras.

Para dar una visión más clara y para una mejor comprensión del tema tratado, en el capítulo V se presenta un ejemplo detallado del estudio geotécnico y del proyecto de pavimento de un

tramo de 36 km de la carretera Irapuato-Guadalajara.

El capítulo VI trata sobre el procedimiento de construcción de las terracerías de acuerdo a las diferentes condiciones que presenta el terreno. Se menciona el procedimiento de construcción de la sub-base, base y carpeta asfáltica.

En el capítulo VII se presentan las conclusiones, las cuales consisten en extraer de cada uno de los capítulos precedentes los conceptos más importantes que conciernen al tema tratado en este trabajo.

II

**BREVE HISTORIA DE LAS CARRETERAS
EN MEXICO (1925 - 1993)**

II. BREVE HISTORIA DE LAS CARRETERAS EN MEXICO (1925-1993)

En un principio los caminos se caracterizaban por tener un piso natural y disparejo, carecían de terraplenes y desagües. Eran sólo brechas por las que circulaban vehículos de tracción animal o sólo bestias.

Al aparecer los vehículos de combustión interna hubo la necesidad de buscarle un medio de desplazamiento adecuado, este medio lo eran los caminos, pero estos consistían sólo en una conformación del terreno que en época de lluvias tenía problemas para que los vehículos transitaran sobre ella, además de que en época de sequía los vehículos levantaban mucho y molesto polvo a su paso, los tiempos de recorrido eran largos y había que estar reparando el camino continuamente.

Posteriormente se agudizó el problema, ya que los vehículos que circulaban por estos caminos crecieron en número y en peso. Era necesario acondicionar estos caminos para que soportaran el tránsito y que el paso por ellos fuera además cómodo y rápido.

Los primeros intentos que se hicieron consistían en dar al camino un riego de material asfáltico que sólo funcionaba como "mantapolvo" pero el camino era malo y continuamente había que repararlo. Hubo necesidad entonces de investigar y crear técnicas para construir y conservar a estos caminos.

En 1925 el presidente Plutarco Elías Calles convocó a los gobernadores de los estados para discutir proyectos sobre caminos e irrigación. Es así como el gobierno consciente de la necesidad de construir caminos dispuso la creación de un organismo encargado de

los trabajos que se llamó Comisión Nacional de Caminos y que fue la encargada de dar inicio a la construcción de una red carretera nacional.

Aunque en un principio se contrataron los servicios de compañías extranjeras como Byrne Brothers Corporation para el proyecto y construcción de caminos, se tomó la decisión de no utilizar más sus servicios. Así, para llevar a cabo los proyectos formulados en materia de carreteras, el gobierno tuvo que afrontar por sí mismo diversos problemas técnicos y financieros. Los primeros se solucionaron encomendando la tarea íntegramente a técnicos mexicanos, que ya habían adquirido experiencia y demostraron tener la capacidad suficiente para hacerse cargo del diseño y la construcción de las carreteras. Esto no ha cambiado, y a ellos debe darse el crédito por todas las carreteras abiertas hasta el presente. En cuanto a lo financiero, en ese año de 1925 se estableció al efecto un impuesto sobre las ventas de primera mano de gasolina de tres centavos por litro (monto que se aumentó después), y los ingresos provenientes de otro impuesto ya existente sobre tabacos labrados fueron aplicados a la construcción y conservación de carreteras. Tanto las cuestiones técnicas como las financieras quedaron a cargo de la Comisión Nacional de Caminos, dependiente de la SCOP y de la Secretaría de Hacienda.

Hacia 1926 la SCOP terminó de acondicionar las carreteras de México a Puebla (por Río Frio) y a Pachuca, que en rigor no eran nuevas pero habían sido petrolizadas y eran en este sentido las primeras de una larga serie por venir. El terreno para la construcción de carreteras era virtualmente infinito. El problema era por dónde seguir y a este respecto hubo diversas posturas. El Segundo Congreso Nacional de Caminos, celebrado en 1928, fue el foro ideal para todo tipo de proyectos.

RED CARRETERA EN 1930

LONGITUD TOTAL DE LA RED 1 420 km

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA



Se propuso abrir una carretera de océano a océano siguiendo -- una línea más o menos a lo largo del paralelo 20 desde Chamela -- hasta Nautla, y otra a lo largo de la costa del Pacífico. Algunos -- ingenieros emprendieron obras diversas en distintos puntos de esas novedosas rutas.

Otro enfoque del problema anteponía la búsqueda de una utili-- dad inmediata. El turismo norteamericano, cuya expansión iba de la mano del automóvil, ofrecía una perspectiva inmejorable, y ya desde 1925 se había planteado la conveniencia de abrir una carretera "internacional" entre México y Nuevo Laredo.

Los esfuerzos de la Comisión Nacional de Caminos empezaron a -- fructificar de manera llamativa en cuatro o cinco años. Comprensivi-- blemente, fueron los proyectos más prácticos y viables los que recibieron mayor atención. Las carreteras de Monterrey a Nuevo Laredo y Linares integraron la ruta de mayor longitud abierta hasta en-- tonces. De este camino y de otros tramos, especialmente el de Méxi-- co a Pachuca, se derivaría la proyectada carretera internacional. Otra tarea a la que se dedicó gran esfuerzo fue la de concluir la carretera a Acapulco. A pesar de que se trabajaba sobre ella desde hacía décadas, algunos tramos, especialmente al sur de Chilpancingo, seguían siendo difíciles de transitar. También se atendieron -- las carreteras de México a Toluca y Cuernavaca, Guanajuato a Dolores Hidalgo, Saltillo a Torreón, Aguascalientes a Juchipila, Du-- rango a Fresnillo y otras.

Los caminos ya abiertos también requerían de atención, pues -- había que darles mantenimiento, dotarlos de señales y mejorar sus trazos y sus puentes, como lo demandaban los vehículos más moder-- nos, cada día más bajos y veloces. Muchos tramos no estaban bien --

consolidados y los derrumbes eran frecuentes. Pero no todo era negativo. Para entonces aún en el pueblo más pequeño había gasolina y aceite, indicio de que las carreteras empezaban a influir en el comercio y las actividades de la gente.

De mucho mérito fueron las labores realizadas por cuenta de algunos estados. Por ejemplo, en Oaxaca se trabajó para abrir un camino entre la capital del estado y Salina Cruz, complementando los que estaban ya semiabiertos hacia las Mixtecas, la Sierra de Juárez y Puerto Angel; y en Puebla y Veracruz se abrieron rutas nuevas en la zona serrana. En todos estos trabajos hubo que vencer terrenos accidentados. El ya citado Segundo Congreso Nacional de Caminos también estuvo orientado a promover la participación de los gobiernos de los estados y a darles asistencia técnica. Aunque dispersos y no tan llamativos como los federales, los caminos estatales llegaron a sumar en conjunto, para 1934, casi 3500 kilómetros que aunque de terracería en su mayor parte, rebasaban con mucho los 1500 kilómetros de las carreteras federales. En muchos de ellos una cadena atravesada marcaba el lugar donde se debía pagar un peaje. Desafortunadamente no fueron pocos los que estuvieron mal diseñados y se tuvieron que abandonar por inconvenientes.

Poco a poco se dibujaba una red troncal de carreteras capaz de ligar entre sí a todas las ciudades de mayor población, como lo hacían los ferrocarriles, pero siguiendo rutas diferentes a las de éstos. Entraban en el magno esquema las carreteras de México a Acapulco y a Nuevo Laredo, y las proyectadas de México a Veracruz (por Córdoba), de México a Guadalajara (por Zitácuaro, Morelia y Zamora) de Puebla a Oaxaca (por Izúcar y Huajuapán) y de Matamoros a Mazatlán, que eran nuevas para el tránsito carretero aunque estaban apoyadas en trechos ya existentes. Algunas de ellas no seguían las rutas tradicionales, y por lo mismo tampoco las más fáciles, pero

se quería introducir caminos por regiones mal comunicadas. Su apertura requirió vencer tramos de topografía muy difícil.

El tránsito de vehículos aumentó notablemente en la década de los treintas. La carretera de Nuevo Laredo, algunos de cuyos tramos habían sido petrolizados desde 1930, quedó totalmente terminada en abril de 1936, con 1226 km y un costo total de casi 62 millones de pesos. Su inauguración fue un gran acontecimiento, y cumplió ampliamente con las expectativas que se habían puesto en ello en materia de turismo, pues gran cantidad de automovilistas norteamericanos la utilizó para visitar México. En los últimos años de la década, en distintos momentos y por tramos, se concluyeron las otras carreteras troncales en que se trabajaba, especialmente la de México a Morelia y Guadalajara. Pronto cobró forma la idea de otra gran carretera internacional siguiendo la ruta de Nogales a Guadalajara, México y la frontera con Guatemala.

No pasó año sin que se hicieran mejoras y adecuaciones en el sistema financiero que respaldaba la construcción y la conservación de carreteras, que aún se fundaba en el impuesto sobre la gasolina. En especial se llegó a la conclusión de que el peso de construir carreteras locales debía distribuirse, así que desde 1947 se actualizaron las bases del sistema cooperativo para la construcción de caminos vecinales.

El principio de cooperación llegó más lejos en 1949, cuando las armadoras de automóviles y camiones, las fábricas de llantas y otros sectores industriales fundaron la Asociación Mexicana de Caminos y concertaron con la Secretaría de Hacienda que un 20% del producto de un impuesto por ingresos provenientes de la venta de autos ensamblados en el país (establecido a principios de ese año y que variaba de un 4% sobre camiones de carga a un 10% sobre

automóviles) se destinara a la construcción de caminos vecinales. Con esa cantidad se cubriría una tercera parte del costo de las -- obras, mientras que los gobiernos estatales y los particulares -- cubrirían las otras dos.

Durante los gobiernos de Manuel Avila Camacho y Miguel Alemán, en la década de los cuarenta, la red carretera creció con una ma-- yor rapidez, rebasando los 20000 km de longitud. Algunas de las -- obras que se emprendieron son las siguientes: Monterrey a Mier, - Ciudad Victoria a Matamores, Durango a Mazatlán, Yahualica a Tepa-- titlán, Morelia a Iguala (por Pungarabato), Pachuca a Tuxpan y -- Huejutla, Ceiba a Huimanguillo, Mérida a Uxmal, Valladolid a Puer-- to Juárez, y numerosas en el bajío y Michoacán. También se reem--- prendieron con más éxito proyectos no concluidos a principios de - siglo, como los de Oaxaca a Puerto Angel y Tuxtla Gutiérrez a Pi-- chucalco. Durante esos años también se trabajó en obras sobresa--- lientes, como la "Carretera Cristóbal Colón", que cruzaba Oaxaca y Chiapas en dirección a Guatemala, y dos rutas troncales de gran - longitud, una de México a Ciudad Juárez y otra de Nogales a Guada-- lajara. A lo largo de casi toda su extensión, el trazo de estas dos últimas carreteras no difería significativamente del de las vías - férreas e incluso había largos tramos en que ambas iban muy uni--- das. Lo que ocurría era que la red de carreteras empezaba a exten-- derse sobre rutas de las que hasta entonces se había excluido, o - en las que habían quedado sin arreglo los caminos antiguos, por -- ser francamente paralelas a las de los ferrocarriles en operación. A la lista deben añadirse las de Tampico a Valles, Saltillo a Pie-- dras Negras, Celima a Manzanillo, Topolobampo a Cheix, Agua Prieta a Nacoazari, Zacatecas a Fresnillo, Durango a Lerdo, Guadalajara a Tepic, Coatzacoalcos a Salina Cruz y otras. Algunas estaban siendo realizadas en cooperación con los estados.

RED CARRETERA EN 1950

LONGITUD TOTAL DE LA RED 22 455 km

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA



1950 fue un año memorable en la historia de las comunicaciones en México, pues en él se inauguró el eje carretero que permitía circular sin contratiempos de Ciudad Juárez a la frontera con Guatemala. Se vislumbraba ya la conformación de una red de carreteras que, por sí sola, podría conformar un sistema nacional de vías de comunicación. Pero, aunque al cumplirse la mitad del siglo la red carretera era extensa y ramificada, aún había infinidad de poblaciones, sobre todo en las zonas serranas, que estaban a un día de camino de la carretera o el ferrocarril más cercano. En las áreas montañosas de Durango, Chihuahua y Sonora, y en partes del sureste la distancia podía ser aún mayor.

Es en esta época, mediados de siglo, cuando las condiciones de viaje por las carreteras mexicanas eran muy diferentes a las de diez años atrás. Las más transitadas estaban bien consolidadas y pavimentadas, tenían dos carriles con buena señalización y acotamientos relativamente amplios, y permitían velocidades considerables. La Policía Federal de Caminos tenía ya una década de estar en servicio. Los riesgos mayores eran el ganado y los peatones que invadían las áreas de circulación, aunque también los derivados de las filas que se formaban en las subidas tras los vehículos lentos. No fue muy afortunada la moda que había surgido de pintar tres carriles en ciertos tramos de los más anchos y transitados de modo que el central sirviera para rebasar, sistema que se abandonó después. Igualmente eran peligrosos los puentes angostos, diseñados en una época en que el tránsito era poco, por algunos de los cuales sólo pasaba un vehículo a la vez.

Las principales carreteras troncales en que la SCOP trabajaba por entonces eran la de Saltillo a San Luis Potosí, la de Veracruz a Villahermosa (por Acayucan), y la de Mexicali a Sonoyta.

La competencia entre ferrocarriles y carreteras se freno durante algunos años porque el gobierno de Adolfo Ruiz Cortinez desvió gran parte de sus recursos a la construcción de caminos vecinales, aunque se hicieran con especificaciones mínimas y progresivamente se fueran perfeccionando.

El dominio de las carreteras sobre los ferrocarriles se había dado ya. Por un lado, los avances tecnológicos se volcaban sobre las primeras. Se estaba construyendo la primera "autopista de tipo boulevard", según se le definió entonces, entre México y Guernavaca. Con ella se trazaba un parteaguas en la historia de las carreteras mexicanas. Era de cuatro carriles, con camellón central y acceso controlado, sin cruces a nivel. No interfería con la carretera antigua y fue inaugurada en 1952, asignándosele una cuota por neaje. En este contexto el papel de la Asociación Mexicana de Caminos fue muy importante, pues no sólo promovió la construcción de caminos de interés particular sino que organizó el financiamiento privado que hizo posible la construcción de la autopista.

Por otro lado, la carretera de Guadalajara a Nogales quedó totalmente abierta a fines de 1953, y dos años después ocurrió una transformación muy significativa en la ruta de Durango a Mazatlán, tan estrechamente ligada a aquélla: se abandonaron las obras del ferrocarril, por tanto tiempo considerado como uno de los proyectos más importantes del país, para dejar solamente la carretera. A esto siguió la conclusión de un enlace carretero entre Sonora y Baja California (1960), la apertura de otro entre Coatzacoalcos y Campeche (practicable desde 1961, aunque carente de puentes) y el diseño de una incipiente autopista entre México y Querétaro. También se hizo posible trasladarse en auto de esta ciudad a San Luis Potosí, Saltillo y Monterrey. Con esto el transporte por carretera a grandes distancias empezaba a resultar más rápido y eficiente -

que por ferrocarril, cuyas líneas y equipo requerían una modernización que no recibían. Aunque después se concluyó la vía de Chihuahua a Los Mochis, los ferrocarriles entraron entonces en un periodo de rezago.

En la década de los sesenta se añadieron importantes rutas troncales a la red, como la de Saltillo a Guadalajara y Barra de Navidad, más tarde la longitudinal de la Baja California (o "Carretera Transpeninsular", terminada en 1973), y después con lentitud, la mayor parte de la costera del Pacífico. Centenares de nuevos caminos secundarios se desprendieron de las rutas troncales, contruidos en gran parte con la activa participación de la población local. Entre otras obras, la nueva SOP (SCOP hasta 1959) trabajaba en la rectificación de trazos difíciles procurando acortar kilómetros y permitir mayores velocidades, y en el reemplazo de numerosos puentes angostos por otros más anchos. La difusión de la fotogrametría facilitaba el trabajo de los ingenieros. En 1964 se consideraba que la red nacional de carreteras rebasaba los 56000 kilómetros, pero esta cifra oficial omitía muchos caminos vecinales.

Lo más notable en esta década, sin embargo, fue el haberse añadido al mapa de carreteras de México la autopista de México a Puebla totalmente nueva e inaugurada en 1962; la de México a Querétaro, que absorbió una ruta antigua y fue construida por trozos a lo largo de muchos años y varias veces rediseñada; y la de Tijuana a Ensenada, abierta en 1967. Después se hicieron otras carreteras de acceso controlado, con características similares y muy buenas condiciones de mantenimiento, igualmente de cuota, pero de sólo dos carriles, entre las cuales destacó, por su difícil trazo, la de Esperanza a Orizaba.

RED CARRETERA EN 1970

LONGITUD TOTAL DE LA RED 71 520 km

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA



Entre las obras más sofisticadas deben mencionarse los puentes construidos unos tierra adentro, como en las barrancas de Metlac y el Río Santiago, o en Tabasco, y otros cerca de las desembocaduras de los ríos, como en las del Tecolutla, el Bobos (en Nautla), el -- Papaloapan y el Coatzacoalcos. El puente sobre este último río, puesto en servicio en 1962, servía lo mismo a la carretera que a la vía férrea y era con mucho el mayor de los construidos hasta entonces -- en el país.

Aunque hubo avances en la apertura de nuevas rutas, el mapa de carreteras de mediados de la década de los sesentas no modificó sus líneas esenciales durante casi 20 años. Tal vez lo más llamativo fue que se concluyeron algunas rutas troncales a las que les faltaban -- ciertos tramos (como la costera del Pacífico), que se abrieron o -- consolidaron ramales que facilitaban la intercomunicación entre diversos ejes de la red, y que se construyeron cortes o desviaciones que podían significar un buen ahorro de kilómetros. Las cifras oficiales hablan de aumentos en el número de kilómetros construidos -- (70244 en 1970 y 185000 en 1975), pero esto se debe en buena medida a la inclusión en la red nacional de decenas de caminos rurales que antes no se contaban como parte de ella.

El creciente tránsito de las carreteras creaba ya problemas de congestión, especialmente cerca de las ciudades. Estas sufrían inconvenientes debido al paso por sus calles de vehículos cada vez más numerosos y pesados. Por lo tanto, se procedió a construir libramientos que permitieran rodear las áreas pobladas, no -- sólo en beneficio de grandes ciudades sino también de pequeñas poblaciones.

También se procedió por entonces a ensanchar carreteras de -- mucho tránsito. Lo común fue que esa mejora se limitara a tender --

una franja de pavimento más ancha, haciendo sumamente amplios los dos carriles de circulación. La holgura de los carriles (que subsiste en algunas carreteras) propició la nefasta práctica de desplazarse por ellos de manera muy abierta, lo que no pocos conductores interpretaron como una invitación a rebasar despreocupadamente aunque hubiera un vehículo en sentido contrario.

Se empezó a mostrar que la infraestructura existente estaba entrando en un rápido proceso de rezago. Además la sobreexplotación de ciertas rutas era evidente. El fenómeno era atribuible al crecimiento económico y demográfico, y también al mayor número de vehículos en circulación, capaces además, de transportar cargas más pesadas y de desplazarse con toda autonomía sobre distancias más largas y a mayores velocidades. Para comprender mejor la situación de las carreteras en los setentas debe anotarse que el relativo abandono en que se dejó a los ferrocarriles impidió que éstos contribuyeran en forma creciente a satisfacer las necesidades de las comunicaciones en el país. Las limitaciones de los ferrocarriles motivaron que, en vez de distribuirse por redes diferentes pero complementarias, el tránsito se volcara desproporcionadamente sobre una sola de ellas. A esto se debe en parte, por ejemplo, la presencia en las carreteras mexicanas de camiones con remolques dobles o excesivamente largos y pesados.

En 1982 ocurrió una nueva reorganización administrativa. La SOP había sido gradualmente orientada hacia cuestiones de desarrollo urbano, de modo que se le redefinió hacia esa área y se trasladó lo relativo a la construcción y mantenimiento de las carreteras a la SCT, lo que en el fondo significó la restauración de la antigua SCOP desmembrada en 1959.

El desarrollo de la red carretera ha cobrado renovado ímpetu --

RED CARRETERA EN 1980

LONGITUD TOTAL DE LA RED 212 626 km

ESTADOS UNIDOS

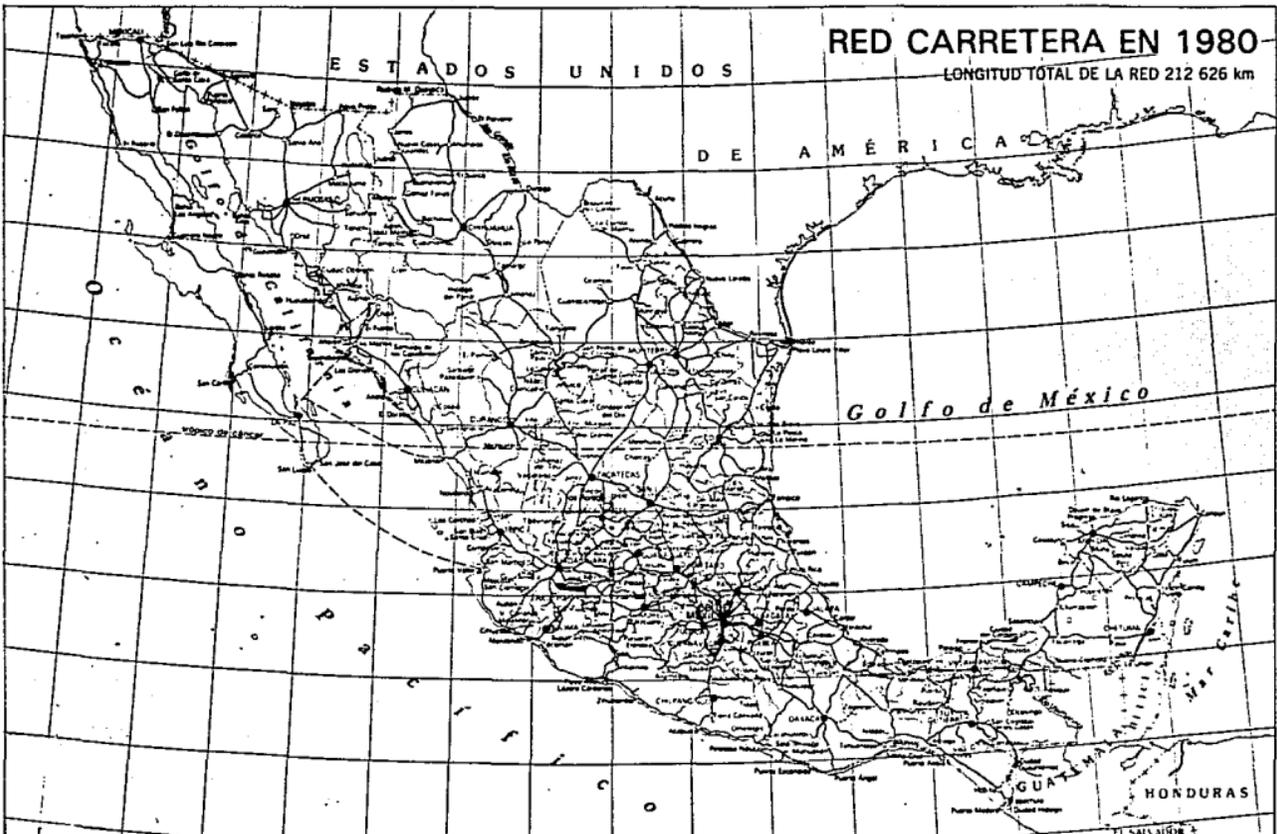
DE AMÉRICA

Golfo de México

HONDURAS

GUATEMALA

EL SALVADOR



desde aproximadamente 1985. Las Juntas Locales de Caminos y los gobiernos de los estados aplicaron o reforzaron diversos sistemas de cooperación con la población local, de modo que se extendieron notablemente los caminos vecinales. Pero, cabe mencionar, sobre todo, que ha cobrado forma un nuevo enfoque ante el problema de las carreteras, y que de él se ha derivado un notable desarrollo cualitativo. La modernización de la red carretera se inició con plena conciencia de que se estaba viviendo un rezago que se traducía en la creciente ineficiencia del transporte por carretera.

Así pues, la SCT procedió a adoptar carreteras y puentes para un tránsito más rápido e intenso, pero no ya ensanchándolas, sino duplicándolas. A lo largo de muchas rutas se puede apreciar como se construyó o se está construyendo una nueva carretera paralela a la existente, separada de ella, de ser posible, por una cuneta, de modo que la circulación se hace por los dos carriles de la carretera antigua (mejorada) en un sentido y por los dos de la nueva en el opuesto. Pueden apreciarse estas obras en tramos de carreteras muy transitadas, como entre Querétaro y San Luis de la Paz, Monterrey y Saltillo, Chihuahua y Ciudad Cuauhtémoc, Nogales y Ciudad Obregón, Cardenas y Villahermosa, etc., y también desde luego, en los dos caminos de cuota de México a Pachuca, Querétaro a Irapuato, y Puebla a Acatzingo, que con ello han podido elevarse al rango de autopistas. Con estas obras se han hecho también nuevos libramientos y pasos a desnivel. Hasta el momento se trabaja en los tramos que lo requieren, de manera que se está logrando mejorar, en general, la seguridad y las condiciones de manejo, aunque estos beneficios casi no han llegado a las carreteras de las zonas serranas o montañosas, donde obviamente el costo y la dificultad son muchísimo mayores.

Hay algunas rutas donde el procedimiento anterior no se ha considerado adecuado y se ha preferido, en cambio, construir carrete-

ras totalmente nuevas, con diseño e ingeniería de gran sofisticación. Así, llegada la presente década, cuenta México con flamantes carreteras de primer orden. Sus trazos son sorprendentemente rectos y tendidos, aún en zonas de topografía accidentada, gracias a sucesiones de tajos, enormes puentes o viaductos y eventualmente uno que otro túnel. Pueden señalarse entre ellas las de México a Lerma, Puebla a Atlixco, Atlacomulco a Maravatio, Cosoleacaque a Nuevo Teapa, Guadalajara a Manzanillo, Culiacán a Guamuchil, y Monterrey a Nuevo Laredo, amén de decenas de rutas cortas que ofrecen una alternativa en zonas conflictivas o muy transitadas, como en el paso de Plan de Barrancas entre Guadalajara y Tepic, o de Tenango a Ixtapan de la Sal. La mayoría de ellas son verdaderas autopistas de cuatro o más carriles y acceso controlado. En la actualidad se construyen las de Mexicali a Tijuana, Cadereyta a Reynosa, León a Aguascalientes, Lagos a Zapotlanejo, Cuernavaca a Acapulco, Cordoba a Veracruz, la Tinaja a Minatitlán, Mérida a Cancún y varias más, y se proyecta seguir con las de Saltillo a Torreón y Durango, Pachuca a Tampico, Maravatio a Zapotlanejo, Sayula a Ocozocuatlan, y Arriaga a Tapachula, por citar sólo las más extensas. El total de todas ellas sumará más de cuatro mil kilómetros.

A los recientes desarrollos en materia de carreteras hay que añadir los puentes más grandes y modernos: Coatzacoalcos II (segundo sobre el río del mismo nombre), Tampico (sobre el Pánuco), La Unidad (entre Isla del Carmen y tierra firme) y el Mezcala que recientemente se encuentra en construcción y que es parte de la nueva autopista entre Cuernavaca y Acapulco.

Uno de los aspectos más llamativos de casi todas estas grandes obras es el de su financiamiento, adecuado a las condiciones actuales del país. Como los recursos públicos no eran suficientes para realizar las obras, el gobierno procedió a elaborar un sistema de -

concesiones por el que empresas particulares construyen las carreteras y las administran durante un tiempo determinado, todo ello -- bajo control de la SCT.El resultado se ha concretado en el Programa Nacional de Autopistas y Puentes de Cuota Concesionados establecido en 1989.

Los recientes desarrollos permiten apuntar que México se encamina a establecer, a mediano plazo, una red o sistema nacional de -- autopistas, que no tiene precedente en el país, y que permitirá el desplazamiento entre todos los puntos de mayor población e importancia. Esta red se integrará una vez que se enlacen adecuadamente -- las porciones de nuevo trazo que se están construyendo con otras ya existentes o que se han ampliado o mejorado, de modo que se verán -- combinados los resultados de las obras concesionadas con los de las ejecutadas directamente por el gobierno. Claramente puede advertirse que los mejores tramos de la red actual están siendo absorbidos por esta nueva red emergente que cobra forma con rapidez. Al mismo tiempo, sin embargo, se advierte también que muchos trayectos se duplican, y se comprende que esto sea necesario para conectar adecuadamente a las localidades menores y enlazar los caminos vecinales. Finalmente se espera que la red de carreteras tal y como se ha conocido hasta ahora se reestructure en su totalidad, y entonces México contará con dos redes íntegras superpuestas, una de autopistas, de acceso controlado y para altas velocidades, y otra de carreteras -- ordinarias.

III

ESTADO ACTUAL DE CARRETERAS FEDERALES

III. ESTADO ACTUAL DE CARRETERAS FEDERALES

El transporte carretero es el modo más importante de movilización interno; su flexibilidad y disponibilidad le permiten integrar rápida y fácilmente diversas regiones del país a la economía nacional.

Al terminar la anterior década (en 1939), por este medio se movilizó el 99 por ciento del transporte interurbano de pasajeros y el 84 por ciento de la carga por vía terrestre, medida en toneladas. Atendió una demanda de 1300 millones de pasajeros y 300 millones de toneladas de diversos productos básicos y manufacturados. Por lo tanto, el autotransporte desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico, político y social del país.

En las carreteras troncales, también llamadas federales, el tránsito de vehículos se ha incrementado a un ritmo promedio del 5 por ciento anual en la presente década; sin embargo, la modernización y ampliación no han respondido con la misma velocidad que la demanda.

III.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA RED CARRETERA

La red carretera tiene una longitud de 238 mil kilómetros, de los que 45 mil corresponden a la red federal, 59 mil a la alimentadora, 133 mil a caminos rurales y brechas mejoradas y mil kilómetros a carreteras de cuota. La red federal está totalmente pavimentada; la alimentadora está pavimentada en un 60 por ciento, y el resto se encuentra revestida.

En varios tramos de la red básica prioritaria circulan volúmenes superiores a los 20 mil vehículos por día. Gran parte del trán-

sito de largo recorrido, pasa a través de ciudades grandes y medianas, por falta de libramientos. Ello dificulta tanto la vialidad urbana como la fluidez de las carreteras. También hacen falta mejores accesos terrestres a los puertos marítimos y fronterizos. Además, - existen regiones en las que no se han construido enlaces transversales para mejorar la comunicación interregional.

El rezago en la conservación y reconstrucción de la red carretera y de sus puentes es significativo e incrementa los costos de operación y conservación de la flota del autotransporte y, en consecuencia, los de la distribución de los productos.

El esfuerzo que se ha mantenido durante más de 50 años ha dado como resultado la existencia de una red carretera con amplia cobertura. Sin embargo, las características modestas de parte de la red, la antigüedad de varios tramos, la creciente participación de vehículos pesados en el tránsito, así como la escasez de recursos presupuestales han impedido una conservación sistemática de las carreteras y ocasionan en muchas de ellas bajos niveles de capacidad y servicio.

Se estima que el 10 por ciento de la red troncal opera con niveles de servicio deficientes y sólo el 28 por ciento con niveles aceptables. Esto se debe a que en diversos tramos de tránsito elevado, los pavimentos se han deteriorado por el paso de vehículos con dimensiones y cargas que exceden las características de diseño estructural. Por ello, se requieren con urgencia obras de mantenimiento correctivo y de reconstrucción mayor para restablecer las condiciones adecuadas de circulación.

A excepción del sistema de carreteras de cuota y de algunos -

tramos ya modernizados, la gran mayoría de la red federal mantiene un diseño geométrico que fue adecuado para las características y -- volúmenes de tránsito de los años cincuenta y sesenta.

Las carreteras alimentadoras han impulsado el desarrollo regional con la incorporación de nuevas áreas productivas a la economía nacional y la interconexión de las ciudades medias.No obstante, el 40 por ciento de la red alimentadora se encuentra a nivel de revertimiento, y en la mayoría de los tramos se superan los volúmenes de tránsito de proyecto; al igual que en la red federal, el cambio -- tecnológico que permite a los vehículos mayor capacidad de carga y tracción, provoca un gradual deterioro de estas carreteras, difícil de revertir con los esquemas de financiamiento prevalecientes hasta comienzos del actual sexenio.

El estado físico de la red alimentadora puede calificarse de -- regular, con riesgo de seguir degradándose, debido a la falta de -- conservación.Este fenómeno tenderá a empeorar si persisten dos elementos: la escasez de recursos y la creciente demanda prevista para el corto plazo.

Los caminos rurales conforman el 56 por ciento de la longitud -- total de la red carretera nacional y benefician a 18 mil comunidades, que representan el 70 por ciento de la población rural.Esta -- red también presenta rezagos en materia de conservación por lo que sus condiciones de servicio son malas; por lo tanto es necesario -- emprender labores de reconstrucción general.En la actualidad, la -- mayor parte del mantenimiento de esta red se lleva a cabo con -- recursos técnicos y financieros aportados por el gobierno federal.

III.2 PRINCIPALES PROBLEMAS QUE ENFRENTA LA RED CARRETERA

En efecto, la infraestructura carretera actualmente presenta - problemas que requieren de solución oportuna. Entre éstos destacan - principalmente los siguientes:

- Los ocasionados por el aumento de tránsito de vehículos, que a - pesar de que actualmente este crecimiento es menor al que se -- presentó durante la década de los setenta, ha provocado zonas de congestión y puntos conflictivos en toda la red y en particular en tramos cercanos a las ciudades y en los ubicados en - terrenos accidentados.
- Los ocasionados por la gran proporción de vehículos pesados que ahora transitan con mayores pesos axiales a los autorizados. Lo - anterior, aunado a las restricciones principalmente de tipo eco- nómico para desarrollar los programas de conservación, ha provo- cado el gran deterioro de una parte de la red que, a medida que pasa el tiempo, va requiriendo obras de reconstrucción más com- plicadas y costosas.
- Los ocasionados por el diseño del camino que, ahora con un nivel de tráfico muy superior al que se estimó cuando se llevó a cabo la construcción, provocan continuos cuellos de botella en muchas de las redes troncales estratégicas provocando también continuos accidentes.
- Los ocasionados por el incremento en el número de ejes por vehí- culo, aunado a la mayor dimensión de semiremolques y remolques. Esto provoca que en curvas muy pronunciadas se llegue a invadir el carril contrario por estos vehículos.
- Por último, cabe señalar, que no obstante que la red carretera - nacional es bastante extensa y amplia, todavía es insuficiente -

su cobertura, sobretodo en materia de enlaces transversales -- troncales y de caminos alimentadores vitales para el desarrollo regional y para la integración nacional.

III.3 MODERNIZACION DE LA RED CARRETERA

Derivadas del conocimiento de los problemas detectados en el funcionamiento y operación de la red carretera, surgen diversas -- proposiciones de solución.

Estas se refieren a la modernización, a la corrección de puntos conflictivos, a la construcción de caminos de cuota alternos y de -- los enlaces necesarios.

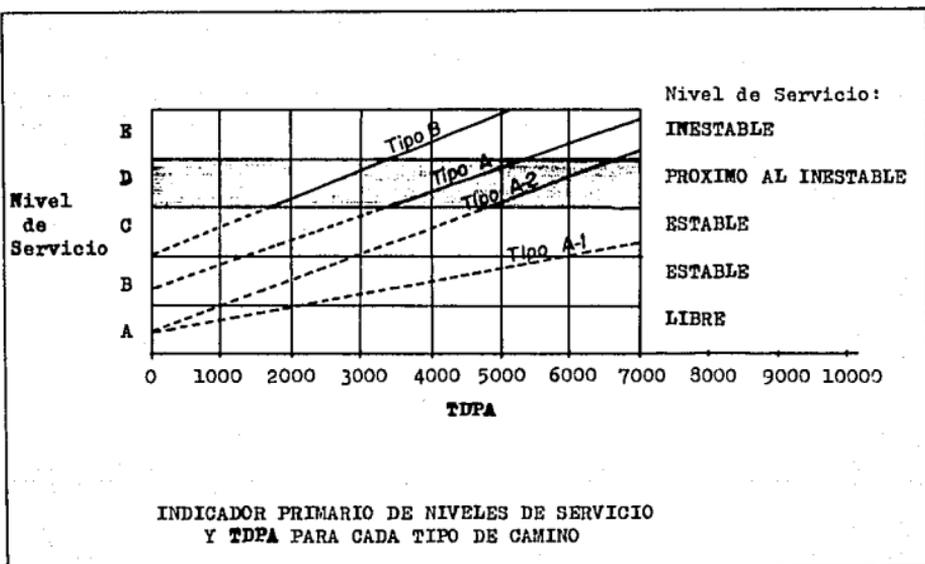
Modernización

Las soluciones a los problemas de congestionamiento ocasionados por un alto tránsito diario promedio anual y cuya consecuencia es -- un bajo nivel de servicio, corresponden a la modernización del ca-- mino, que consiste en mejorar la sección y en algunos casos mejorar el trazo.

Para decidir el cambio de sección, se considera que ningún cami-- no debe operar a un nivel de servicio inferior al nivel D, por lo -- que la modernización tiende a fijar este nivel como límite.

Los niveles de servicio se clasifican con la denominación de -- letras de la A a la F. El nivel A corresponde a un flujo de vehicu-- los libre con velocidad de operación arriba de los 95 km/hr; el nivel F corresponde a un flujo formado que es ocasionado por paros -- frecuentes debidos al congestionamiento.

Como indicador primario del nivel de servicio, está el volumen de tránsito. En la gráfica siguiente se señalan los rangos del TDPA a que puede operar cada tipo de camino de acuerdo con este indicador.



Soluciones a Puntos Conflictivos

En la red prioritaria federal se han detectado los puntos conflictivos que ocasionan problemas de congestión y otros más que en la mayoría de los casos provocan accidentes graves. Por ello la modernización deberá incluir los trabajos necesarios para suprimir estos puntos conflictivos, generalmente ocasionados por :

- La pendiente ascendente fuerte en caminos de dos carriles debe solucionarse ampliando un carril con acotamientos en el tramo ascendente.
- El puente angosto, debe ampliarse.
- Para eliminar los vados, deben proyectarse y construirse puentes o alcantarillas.
- En caso de curvas peligrosas, debe rectificarse el trazo para evitarlas.
- Para evitar cruceros peligrosos, debe proyectarse una glorieta o un paso a desnivel.
- En caso del cruce por centros urbanos, debe proyectarse un libramiento.

Soluciones a través de carreteras de cuota

La solución a problemas de congestionamiento en la red federal y estatal puede darse en muchos casos a través de carreteras de cuota. Estos caminos están proyectados y construidos con altas especificaciones para brindar seguridad, rapidez y comodidad a los usuarios, además de sustanciales ahorros en los costos de operación, lo que es muy importante por los altos volúmenes de tránsito que circulan en este tipo de carreteras.

Para la construcción y operación de los caminos de cuota, el gobierno federal aplica el mecanismo de concesión en que participa

la iniciativa privada, logrando de esta manera acelerar la construcción de estos caminos.

Soluciones con enlaces carreteros

Los caminos de enlace se deben proponer para unir dos rutas o caminos principales y, en general, para completar los enlaces faltantes en la trama de las redes. Estos caminos traen siempre grandes beneficios al dar fluidez al tránsito, al resolver problemas de aislamiento de zonas y poblaciones, y al mejorar la economía de la región.

III.4 PROGRAMA NACIONAL PARA LA MODERNIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA

Después de las condiciones críticas que se vivieron en la década de los ochenta, la infraestructura carretera presentaba agudos rezagos que era necesario superar como única vía para hacer posible el crecimiento amplio y sostenido de la actividad económica.

En 1989 nace bajo decreto presidencial el Programa Nacional de Desarrollo 1989-1994 y es en este en el que se precisa la necesidad de elaborar el Programa Nacional de Modernización de la Infraestructura del Transporte y por ende de la Infraestructura Carretera.

Este Programa Nacional para la Modernización de la Infraestructura Carretera tiene como objetivo medular que se cuente en un período razonablemente corto, con redes de caminos suficientes

que brinden los niveles de servicio adecuados. El Programa toma en cuenta:

- Obtener el tipo de camino que satisfaga el nivel de servicio deseado.
- Corregir los puntos conflictivos que causan embotellamientos y accidentes.
- Poner en operación los caminos de cuota como vías alternas que ayuden a aliviar en forma sustancial el transporte en la red carretera nacional.
- Construir caminos de enlace que son indispensables para integrar al país.
- Tener la conservación adecuada de la red de caminos.

Existe una vasta información que se puede utilizar en la integración del Programa. Esta información que corresponde fundamentalmente a la red federal, identifica el tipo de camino que se analiza, su estado de conservación, el tráfico promedio anual, la composición vehicular, los puntos conflictivos detectados y los niveles de servicio en que está operando. Los dos últimos datos corresponden principalmente a la red prioritaria nacional que comprende aproximadamente 15000 km de caminos federales.

Todos estos datos permiten su análisis conjunto y visualizar soluciones adecuadas que se evalúen y se comparen con otras propuestas para elegir las más convenientes para el país en los períodos 1990-1994 y 1995-2000.

PROGRAMA NACIONAL PARA LA MODERNIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA

T R A M O S u b t r a m o		LONG. EN KM	CAMINO TIPO		PERICDO PRO- GRAMADO DE CONSTRUCCION
			Actual	Moderni- zación	
TIJUANA La Rumorosa	MEXICALI Km 140.00	25.0	B	A-3	1995-1996
TIJUANA Tijuana	ROSARITO Rosarito	25.9	C	A-4	1996
TEPIC T.Acaponeta	MAZATLAN Villa Unión	130.0	B	A-4	1992-1994
ENSENADA T.R.Sánchez Taboada	LA BUFADORA La Bufadora	21.0	A	A-4	1995
GUADALAJARA T.Ameca	TEPIC Km 77.00	52.0	C	A-4	1991-1992
LOS MOCHIS Est. Don.	NAVOJOA Navojoa	85.0	A	A-4	1991-1992
RAMAL A Carr.Guasave-Navojoa	TOPOLOBAMPO Topolobampo	24.5	A	A-4	1994
GUADALAJARA T.Chapala	ZAMORA La Barca	79.0	A-2	A-4	1998-1999
La Barca	T.La Piedad	51.6	C-B	A-2	2000
T.La Piedad	Zamora	6.2	C	A-4	1995
MELAQUE Tecolotlán	ENTRONQUE A COLIMA Villa Corona	59.5	C	A-2	1996
Villa Corona	Entronque a Colima	13.8	C	A-4	1995
GUADAJAJARA T.Lib.Guadalajara	AGUASCALIENTES Ixtlahuacán del Río	42.3	C	A-4	1995
T.Ignacio Zaragoza	T.Villa Hidalgo	11.0	C	A-2	1996
T.Villa Hidalgo	Aguascalientes	7.8	C	A-4	1995
AGUASCALIENTES San Antonio	SAN LUIS POTOSI T.San Luis Potosí	22.8	B	A-2	1999
SAN LUIS POTOSI Enrique Estrada	MATEHUALA Matehuala	178.9	A-2	A-4	1993-1994
MATEHUALA Matehuala	SALTILLO T.Arteaga	246.6	A-2	A-4	1993-1994
SALTILLO T.Monterrey	MONGLOVA T.Castafios Sur	10.5	C	A-2	1997

T R A M O S u b t r a m o		LONG. EN KM	CAMINO Actual	TIPC Moderni- zación	PERIODO PRE- GRAMADO DE CONSTRUCCION
MONCLOVA Km. 4.70	PIEDRAS NEGRAS Km. 115.00	110.3	C	A-2	1999
Nueva Rosita	Río Escondido	104.3	C-B	A-2	2000
SAN LUIS POTOSI Km 27.80	CD. VALLES Km 64.80	37.0	C	A-3	1995
Km 174.10	Km 206.10	32.0	C	A-3	1996
CD. VALLES Cd. Valles	TAMPICO T. Pánuco	103.0	B	A-2	1997
T. Pánuco	Tampico	35.2	B	A-4	1995
DURANGO Km 5.92	GOMEZ PALACIO T. Aeropuerto	3.5	A	A-4	1997
GOMEZ PALACIO Ent. La Cuchilla	SALTILLO T. San Hipólito	148.5	A-B-C	A-4	1995-1997
GOMEZ PALACIO Km 3.78	JIMENEZ Km 220.41	216.6	A-B	A-4	1991-1992
CHIHUAHUA Arco Iris	EL SUECO El Sueco	70.0	B	A-4	1993
EL SUECO Ahumada	CD. JUAREZ Samalayuca	83.0	A	A-4	1993-1994
ZACATECAS T.Aerop. Zacatecas	DURANGO T. La Chicharrona	51.5	A	A-4	1992
E. LA CHICHARRONA Ent. La Chicharrona	CUENCAMÉ Cuencamé	199.1	B-C	A-4	1991-1994
ZACATECAS Km 165.30	SAN LUIS POTOSI Km 178.30	13.0	C	A-2	1999
T.CARR.ZAC.-DURANGO T.Carr.Zac.-Durango	ENT. SAN TIBURCIO Ent. San Tiburcio	185.3	C	A-2	1998-1999
T. SAN TIBURCIO T. San Tiburcio	SALTILLO Agua Nueva	139.8	C	A-2	1999-2000
CARR. MONTERREY- SABINAS Km 8.32	CARR. SALTILLO- MONCLOVA T. Hidalgo	16.0	C	A-4	1995
T. Hidalgo	T.Carr.Sal.-Monclova	137.2	C	A-2	2000

T R A M O S u b t r a m o		LONG. EN KM	CAMINO TIPO		PERICDO PRG- GRAMADO DE CONSTRUCCIO
			Actual	Moderni- cación	
MONTERREY	GD. VICTORIA				
Km 93.00	Huñlahuises	28.0	A-C	A-4	1994
El Barretal	Km 268.90	20.9	A-C	A-2	2000
Km 276.20	Km 283.90	7.7	A	A-2	1999
GD. VICTORIA	TAMPICO				
Km 48	T. Ilera de Canales	7.0	B	A-3	1996
González	Est. Manuel	17.9	C	A-2	1996
Est. Manuel	Km 197	32.0	B-C	A-4	1995
LA COMA	MATAMOROS				
La Coma	T. Reynosa	73.0	C	A-2	1998
REYNOSA	MATAMOROS				
Km 34	T. Anáhuac	15.0	A	A-4	1997
REYNOSA	T. CARR. MONTERREY- NUEVO LAREDO				
Ciudad Mier	Reynosa	102.4	C	A-2	1998-2000
SAN LUIS POTOSI	QUERETARO				
T.Sta.Maria del Río	X.Carr.San Luis de la Paz-Guanajuato	69.2	A	A-4	1991-1992
IRAPUATO	QUERETARO				
Querétaro	Apaseo El Grande	40.1	B	A-4	1995
T.Lib.Pte.Celaya	Salamanca	38.2	B	A-4	1995-1996
SALVATIERRA	T. CARR. MOROLEON- SALAMANCA				
Salvatierra	T. Carr. Moreleón- Salamanca	30.0	B	A-4	1996
CELAYA	ACAMBARO				
Celaya	Salvatierra	37.8	A	A-4	1995
Salvatierra	Acámbaro	33.0	B	A-2	1999
MEXICO D.F.	MORELIA				
T. Valle de Bravo	Yebucivi	24.0	A	A-2	1997
Yebucivi	Los Berros	22.2	C	A-3	1996
Los Berros	T. Zinapécuaro	114.4	C	A-2	1995-1996
MORELIA	LEON				
Mesón Nuevo	Quitzeo	24.8	B-A	A-4	1997
Quitzeo	Salamanca	74.3	B-C-A	A-2	1999

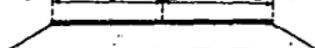
T R A M O S u b t r a m o		LONG. EN KM	CAMINO TIPO		PERIODO PRO- GRAMADO DE CONSTRUCCION
			Actual	Moderni- zación	
MORELIA	JIQUILPAN				
Morelia	T. Cointzio	7.1	C	A-4	1995
T. Cointzio	T. La Piedad	97.9	C	A-2	1997
T. La Piedad	Km 134	30.0	C	A-4	1995
Zamora	Jacona	4.1	C	A-4	1995
Jacona	Jiquilpan	55.2	C	A-2	1996
MEXICO	ORTEZUELO				
T. Incailli Jardines	T. Autopiata	34.0	B	A-4	1996
T. Tula	T. Pachuca	59.2	C	A-2	1997
PACHUCA	TUXPAN				
Km 6.0	T. Ciudad Sahagún	11.5	B	A-4	1995
T. Ciudad Sahagún	T. venta de Carpio- Tulancingo	19.9	B	A-2	1993
T. Venta de Carpio- Tulancingo	T. Xicotepec de J. ler Acc.	77.4	B-A3	A-4	1995
T. Xicotepec de J. ler Acc.	T. der. Poza Rica	82.1	B	A-2	1993
T. der. Poza Rica	Tehuatlán	20.3	B	A-4	1996
Tehuatlán	Tuxpan	35.3	B	A-2	1999
VENTA DE CARPIO	T. CARR. PACHUCA - TULANCINGO				
Acoimán	T. Carr. Tizayuca- Otumba	25.4	C	A-4	1995
T. Carr. Tizayuca- Otumba	T. Carr. Pachuca- Tulancingo	46.2	C	A-2	1996
MEXICO	IGUALA				
Texcaltitla	Taxco	11.3	C	A-2	1996
IGUALA	ACAPULCO				
Km 37.7	Km 95.6	7.9	B	A-3	1995
T. Acahuizotla	Rincón de la Vía	7.4	B	A-3	1995
MEXICO	TEHUACAN				
T. Cuautla	Texmelucan	62.5	C	A-2	1996
Texmelucan	T. Cholula	23.4	C	A-4	1995
Km 116	T. Yehualtepec	60.5	C	A-4	1996
T. Yehualtepec	T. Centro de Tehuacán	44.5	C	A-2	1997
MEXICO	ACATLAN				
México	Acatlán	31.0	B-A	A-4	1996-1997
S.M. TEXMELUCAN	PEROTE				
Apizaco	Perote	116.2	B-A	A-2	1999-2000

T R A M O S u b t r a m o		LONG. EN KM	CAMINO TIPO		PERICDO PRO- GRAMADO DE CONSTRICCIÓN
			Actual	Moderni- zación	
TEHUACAN Tehuacán Huitzo	OAXACA Lim.Edos.Pue-Oax. San Pedro y San Pablo Etlá Oaxaca	60.0	C	A-2	1993
San Pedro y San Pablo Etlá		10.4	B-C	A-2	1998
		20.6	B-C	A-4	1997
OAXACA T. Guelatao	LA VENTOSA Tlacolula de Morelos	25.0	C-B	A-2	1995
LOS REYES T.Lib. Tezcoco	ENT.CARR.PUE-APIZACO Ent.Carr.Pue-Ápizaco	90.2	A	A-4	1997-1999
PEROTE T.Cardel	VERACRUZ T. Soledad Doblado	38.9	B	A-2	1993
PUEBLA Ent.Carr.Pue-Tlax.	APIZACO T. Tax.--Sta. Ana	29.3	B	A-4	1992
SAN HIPOLITO San Hipólito X. Aut. Pue-Ver	TEZIUTLAN X.Aut. Pue-Ver. Zacatopec	7.9 46.0	B B	A-4 A-2	1996 1996
Maragoza	Teziutlán	42.4	B	A-2	1999
AMOZOC X. Aut. Pue-Ver.	ORIENTAL Oriental	61.2	B	A-2	1997
POZA RICA T. Santa Agueda	CARDEL T. Cardel	206.5	C-B-A	A-2	1999-2000
JOSE CARDEL José Cardel T. Antón Lizardo T. Nueva Teapa	COATZACOALCOS Km 27.44 T. Nueva Teapa Coatzacoalcos	27.4 266.6 19.9	A B-A-C B	A-4 A-2 A-4	1996 1997-1993 1993
COATZACOALCOS Km 29.5	VILLA HERMOSA Cárdenas	92.3	B-A-C	A-4	1991-1993
VILLAHERMOSA T. Aeropuerto T. Macuspana	ENT. C. CAMPESINA T. Macuspana T. Palizada	34.2 109.9	B B	A-4 A-2	1995 2000
FELIPE CARRILLO P. X.Carr.Tulum-Aerop.	PUERTO JUAREZ T. Aeropuerto	113.0	A	A-4	1991-1992

TIPO DE CAMINOS

CAMINO TIPO C

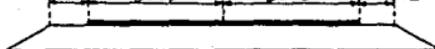
$$3.00 < A < 3.65 \quad 3.00 < A < 3.65$$



Corpeta de concreto
asfáltico sin acota-
mientos

CAMINO TIPO B

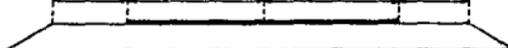
$$0 < A < 2 \quad 3.65 \quad 3.65 \quad 0 < A < 2$$



Corona con acota-
mientos revestidos
carpeta de concreto
asfáltico

CAMINO TIPO A

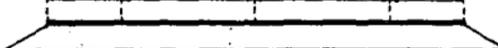
$$A \geq 2 \quad 3.65 \quad 3.65 \quad A \geq 2$$



Corona con acota-
mientos revestidos
carpeta de concreto
asfáltico

CAMINO TIPO A-2

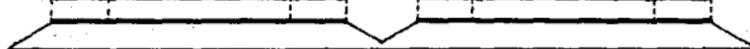
$$A \geq 2 \quad 3.65 \quad 3.65 \quad A \geq 2$$



Corona con carpeta y
acotamientos de concreto
asfáltico

CAMINO TIPO A-4

$$A \geq 2 \quad 7.30 \quad A \geq 2 \quad A \geq 2 \quad 7.30 \quad A \geq 2$$



Corona con carpeta y -
acotamientos de concreto
asfáltico

CAMINO DE TRES CARRILES

$$A \geq 2 \quad 3.65 \quad 7.30 \quad A \geq 2$$

2 carriles en trazo ascendente



Corona con carpeta y -
acotamientos de concreto
asfáltico

IV

ALGUNAS CONSIDERACIONES EN LA MODERNIZACION DE CARRETERAS PARA EL PROYECTO GEOTECNICO Y DE PAVIMENTOS

IV. ALGUNAS CONSIDERACIONES EN LA MODERNIZACION DE CARRETERAS PARA EL PROYECTO GEOTECNICO Y DE PAVIMENTO

Como principales factores que, independientemente del método y calidad del diseño de un pavimento, deben considerarse ya que afectan en forma predominante a éste, son los siguientes:

- El tránsito
- Características de los materiales que constituyen la terracería, la sub-base y la base.
- El clima

IV.1 EL TRANSITO

Como es sabido, México dispone en este momento de una red carretera importante, cuya longitud total está en el orden de los 240,000 km de los cuales alrededor de 90,000 corresponden a carreteras de especificación relativamente alta y pavimentadas con concreto asfáltico.

La mayor parte de esta red ha sido construida en los últimos 60 años, cuando las condiciones de la vida industrial y comercial de la nación eran distintas a las actuales.

A la fecha hay carreteras por donde circulan más de 20,000 vehículos con porcentajes de vehículos pesados hasta de un 40 %. Lo anterior provoca que pavimentos bien diseñados y construidos -

en su época, a pesar de constantes operaciones de mantenimiento mayor, no sean adecuados para hoy.

La falta de funcionalidad de estos caminos no sólo se manifiesta en aspectos de capacidad, que afectan al diseño geométrico y a la ingeniería de tránsito, sino que las mayores deficiencias empiezan a observarse en el comportamiento de la sección estructural. En este mismo sentido incide el Reglamento de Pesos y Dimensiones de los vehículos que circulan por las rutas nacionales. Este Reglamento contempla importantes pesos brutos vehiculares y cargas por eje y autoriza la circulación de grandes unidades con ejes triples. Estos vehículos al transitar producen esfuerzos más grandes sobre las secciones estructurales de las carreteras y hacen llegar sus efectos a profundidades mayores.

En México, los métodos de diseño estructural usualmente empleados están basados en la aplicación de algunas curvas de diseño fundamentadas en el VRS de los materiales por utilizar. Es sabido que estos métodos realizan su trabajo procediendo de abajo hacia arriba, esto es, que las capas vayan estando formadas por mejores materiales según se sube en la sección.

Sin duda es válido aceptar un mayor riesgo en las capas superiores de la vía que en sus terracerías y subrasantes, pues así los pavimentos pueden reforzarse de un modo sencillo y económico y sin afectar la obra integral. Pero también es cierto que los efectos provocados por los modernos vehículos lleguen a profundidades mayores y de hecho, bajo estas cargas ya no es posible hablar de una sección superficialmente reforzada, sino de secciones homogéneamente adecuadas en todo su perfil.

Como una consecuencia a la vez del efecto de las cargas autorizadas y de un incremento muy grande en el número de vehículos circundantes, el país se enfrenta a la necesidad de modernizar y reforzar esa fracción de la red muy transitada a la que se ha referido.

Cierto es que esas carreteras se han construido para condiciones muy diferentes a las que prevalecen hoy y con especificaciones correspondientes a las necesidades de otras épocas, y como resultado esta modernización y reforzamiento equivale en muchos casos a auténticas reconstrucciones, pues las capas inferiores de la sección estructural de las carreteras actuales, las terracerías y las subrasantes, están construidas con materiales de una calidad que las hace insalvables si se ha de afrontar el tránsito actual.

IV.2 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES QUE CONSTITUYEN LA TERRACERIA, LA SUB-BASE Y LA BASE.

Los materiales que constituyen la terracería, la sub-base y la base de un camino juegan un papel fundamental en el comportamiento y espesor requerido de un pavimento flexible. Por ello la determinación de las características del suelo que formará estos elementos, en su caso, es vital.

Además, dentro de la carretera se presentan situaciones especiales en donde se requiere adquirir niveles de información altos y, a veces, mucho más altos. Este es el caso de los estudios para

corregir zonas de falla o de deterioro acelerado e imprevisto en donde mediante estos estudios se habrá de llegar a conocer de un modo satisfactorio las causas de la falla o el deterioro. Terraplenes altos, cortes especiales, cruzamiento sobre suelos blandos o compresibles, formaciones rocosas en condiciones difíciles de voladura o de equilibrio, estudios hidráulicos para obras de cruzamiento sobre corrientes de importancia, etc., son ejemplos de casos en que toda la información que sea posible adquirir es deseable.

IV.2.1 Métodos de exploración

Los métodos de exploración detallada que conviene en el proyecto de una carretera son los que se utilizan en otros casos de aplicación de la Mecánica de Suelos o de la Mecánica de Rocas. Lo que puede variar es el énfasis en la utilización de tales métodos.

La cimentación de los grandes puentes, las laderas naturales en sospecha de inestabilidad o los grandes cortes y terraplenes de carácter especial demandan sofisticados métodos de exploración y mucho trabajo de laboratorio.

Los bancos de materiales o los puentes de tamaño medio se resuelven con metodología más sencilla, que conduzca a una idea suficientemente aproximada de los perfiles estratigráficos y de las calidades de los materiales involucrados.

Para las obras de drenaje se utilizan métodos de exploración

a poca profundidad tales como posteadoras, barrenos helicoidales y, desde luego, pozos a cielo abierto. Estos mismos elementos aparecen en las exploraciones rutinarias para los estudios geotécnicos. En bancos, inspección de pavimentos y situaciones análogas se usan mucho los pozos a cielo abierto, zanjas exploradoras y elementos afines.

En todos los trabajos relacionados con los estudios previos para anteproyecto y proyecto de una carretera son especialmente útiles los métodos de exploración de gran cobertura a bajo costo; el estudio de cartas geológicas, la fotointerpretación de pares estereoscópicos de fotografías aéreas y desde luego, los métodos geofísicos, son los principalmente usados.

IV.3 EL CLIMA

El principal factor climático que afecta a los pavimentos — suele ser la precipitación pluvial, ya sea por su acción directa o por elevación de las aguas freáticas. El agua es el agente que comúnmente provoca la disminución de la resistencia de los suelos por lo que se presentan fallas en terraplenes, cortes y superficies de rodamiento. Esto muestra que el diseño y construcción de estructuras adicionales de drenaje, aparte del drenaje normal — nunca podrán faltar en el proyecto de una carretera.

IV.3.1 Obras de drenaje

Las obras de drenaje están constituidas principalmente por —

alcantarillas (de losa, tubo o bóveda), cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos, vados, subdrenes en zanja, drenes de penetración, capas permeables o rompedoras de cavilaridad, el propio bombeo de la superficie de rodamiento, etc. Los puentes son también obras de drenaje que se construyen para salvar cañadas o -- cruzar corrientes de cierta importancia y cuyos claros son mayores de 6 metros.

En las alcantarillas y puentes en ocasiones se producen deterioros que afectan la estructura de la carretera, cuando son insuficientes en su capacidad o número, cuando no se les hacen las debidas canalizaciones para que las corrientes se encaucen fácilmente através de ellos, produciéndose almacenamientos de agua -- perjudiciales o erosiones en las terracerías, que muchas veces -- llegan a afectar al pavimento. Hay casos en que las alcantarillas no quedan alojadas debidamente en los cauces de las corrientes, -- se descuidan en ocasiones las salidas de las mismas, propiciando que las descargas del agua erosione los terraplenes.

A veces a las cunetas no se les protege con el recubrimiento necesario, sufriendo erosiones que pueden perjudicar el pavimento. En el caso de las contracunetas, si no tienen la debida pendiente o no son adecuadamente impermeabilizadas, pueden ser causa de desperfectos en los taludes del corte y hasta del pavimento, ya que si el agua permanece estancada en ellas, es factible que se originen filtraciones peligrosas.

Los bordillos que encauzan hacia los lavaderos las aguas de -- lluvia que caen en la superficie de rodamiento, a veces no se --

construyen con materiales adecuados o no se les proporciona el debido anclaje o liga con el pavimento, originándose su destrucción y produciéndose erosiones en los taludes de los terraplenes y en el propio pavimento. En ocasiones, las entradas hacia los lavaderos se hacen defectuosas y el agua no es encauzada fácilmente hacia ellos, corriendo por la corona de la carretera. Los lavaderos si no quedan bien apoyados sobre el terraplén o bien anclados se destruyen rápidamente y las aguas erosionan los taludes y las orillas del pavimento.

En el caso de los subdrenes en zanja, cuando no existen en los lugares en que se requieren, se producen filtraciones de agua de los cortes hacia la corona del camino, en donde dan lugar a asentamientos, baches, deformaciones o agrietamientos, por disminución de resistencia de las capas de terracerías y pavimento. En ocasiones, aún cuando se tengan subdrenes, éstos pueden estar funcionando mal, bien sea por no tener la profundidad necesaria para cortar el paso del agua, porque el material filtrante fue inadecuado y se encuentra obstruido o porque las perforaciones del tubo están tapadas, presentándose situaciones que pueden ser aún más perjudiciales que las que se producen en el primer caso en que no existe el subdrén, ya que el agua, al no tener fácil salida, satura el material adyacente y adquiere cierta presión que hace que busque vías más accesibles, lo que lleva a ocasionar deterioros en áreas cercanas y hasta en otras relativamente alejadas del subdrén existente.

Los defectos de acabado de la superficie de rodamiento, que no aseguran un bombeo adecuado y que en consecuencia impiden la rá-

pida eliminación del agua pluvial, dan lugar a encharcamientos de la misma que, sobre todo cuando permanecen bastante tiempo, hacen que el agua se vaya infiltrando hacia las capas subyacentes del pavimento y hasta las propias terracerías, originándose baches, deformaciones, agrietamientos, desintegraciones, etc.

En conclusión, al contemplarse algunos de los problemas que puede causar el agua a los elementos estructurales de una carretera, el estudio del drenaje debe iniciarse desde la elección de ruta, para lo cual se deberá elegir la zona que provoque menos problemas de escurrimiento. Durante las etapas de anteproyecto o en la de proyecto definitivo se tendrá que realizar un estudio detallado del drenaje ya que los defectos de una mala elección de ruta, se reflejarán en estas etapas y posteriormente en la construcción y operación del camino.

V

**EJEMPLO DE PROYECTO GEOTECNICO
Y DE PAVIMENTOS**

V. EJEMPLO DE PROYECTO GEOTECNICO Y DE PAVIMENTOS

Como parte del programa de modernización de la red federal de carreteras, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes pretende ampliar la carretera Irapuato-Guadalajara en el tramo de Pénjamo - Ent. Estación Patti que comprende una longitud de 36 km (del km - 60+000 al km 96+000 con origen en Irapuato, Gto.).

A continuación se muestran el estudio geotécnico y el proyecto de pavimento, necesarios en la construcción de dicha obra.

V.1 ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA AMPLIACION DE LA

CARRETERA: IRAPUATO - GUADALAJARA

TRAMO: PENJAMO - ENT. ESTACION PATTI

DEL KM: 60+000 AL KM 96+000

ORIGEN: IRAPUATO, GTO.

V.1.1 ESTUDIO GEOTECNICO

Este estudio comprende antes que nada zonificar el tramo tomando en cuenta la topografía, la litografía así como el tipo de suelo para lo cual se usaron las cartas geológicas y topográficas correspondientes.

Así, el tramo se pudo dividir en cinco subtramos. El primero del km 60+000 al km 67+000 el cual está constituido por arenas limosas y arcillosas. El segundo del km 67+000 al km 84+900 está formado por arcillas de alta plasticidad y expansivas en la parte superior y arcillas menos expansivas en la parte inferior. El tercer subtramo -

está constituido por arenas limosas y abarca del km 34+300 al km -- 37+400. Al salir de La Piedad existe un pequeño tramo de arcilla negra expansiva que va del km 83+700 al km 90+000. Finalmente del km - 90+000 al km 96+000 se encontró basalto.

Una vez zonificado el tramo se hicieron pozos a cielo abierto. La profundidad de estos sondeos y la estratigrafía se presentan en el anexo I. Se tomaron muestras alteradas de cada uno de los pozos - para efectuar las pruebas cuyos resultados aparecen en el anexo II a partir de los cuales se obtuvieron los coeficientes de variación volumétrica que aparecen en el anexo III.

Así mismo se localizaron bancos para la construcción de las terracerías y los datos correspondientes a los mismos aparecen en el anexo IV.

V.1.2 DRENAJE

A lo largo del tramo se encontraron obras de drenaje menor del cuerpo actual que se recomienda prolongar, previa limpieza y desazolve, con excepción de los tubos menores de 0.90 m de diámetro, los cuales se deberán cambiar por tubos de este diámetro si existe el colchón suficiente o bien construir una losa si este es insuficiente.

En el anexo V se mencionan algunas obras complementarias de drenaje y en el anexo VI se indican algunas recomendaciones para la cimentación de obras menores como losas y bóvedas.

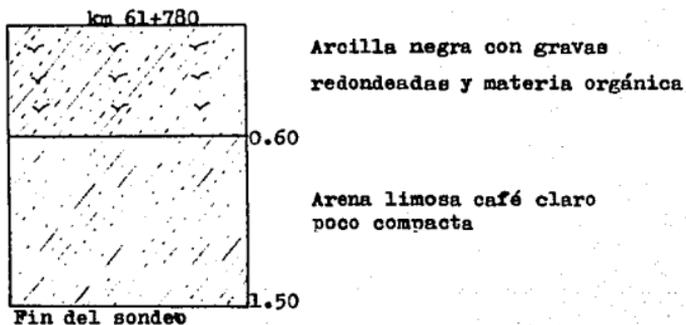
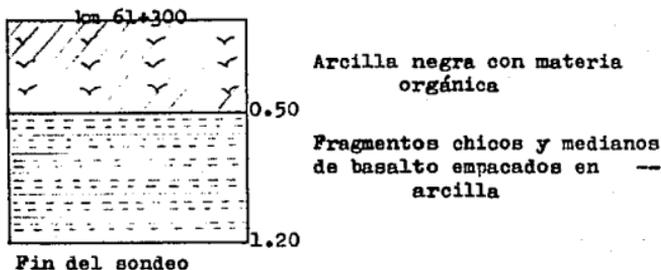
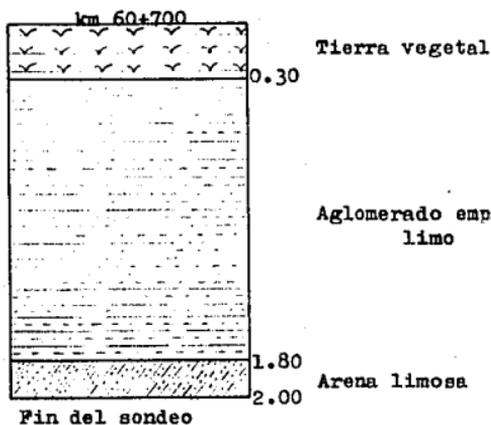
OBRAS DE DRENAJE MENOR DEL CUERPO ACTUAL

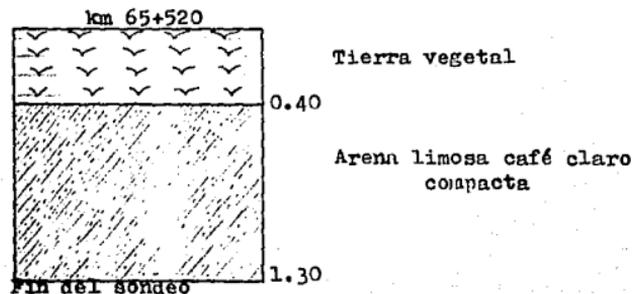
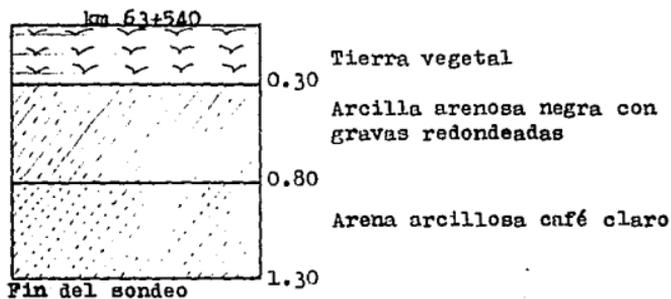
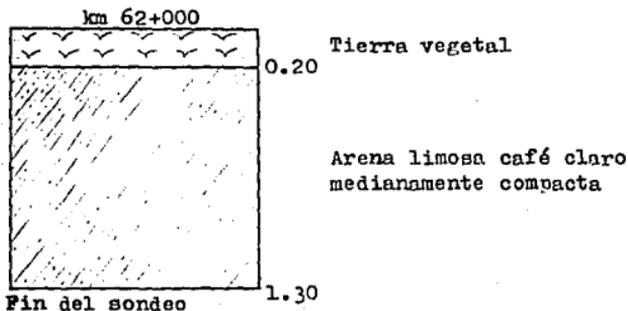
Ubicación	Tipo de obra y dimensiones (m)	Ubicación	Tipo de obra y dimensiones (m)
61+872.40	Tubo 0.75 ϕ	81+975.75	Tubo 0.45 ϕ
62+638.47	Losa 5.65x1.70	84+499.50	Tubo 0.30 ϕ
63+941.70	Bóveda 2.70x2.90	86+380.00	Tubo 0.75 ϕ
64+553.50	Losa 5.30x4.30	87+411.85	Losa 2.95x2.10
67+081.16	Losa 5.75x2.50	89+209.54	3 Tubos 1.00 ϕ
67+954.16	Losa 5.50x2.70	89+351.77	Losa 1.50x2.00
69+362.80	Tubo 0.90 ϕ	90+775.73	Losa 1.50x1.00
70+244.80	Tubo 0.75 ϕ	90+986.57	Tubo 0.70 ϕ
70+649.30	Losa 5.50x1.00	91+350.30	Bóveda 4.10x6.14
70+882.62	Tubo 0.90 ϕ	92+080.80	Bóveda 2.00x3.30
72+470.40	Tubo 0.90 ϕ	92+727.56	Tubo 0.90 ϕ
73+845.00	Losa 6.80x1.00	92+892.95	Losa 3.00x2.00
74+466.60	Losa 0.75x1.00	92+947.46	Tubo 0.30 ϕ
74+312.10	Tubo 0.90 ϕ	92+987.62	Bóveda 0.85x0.73
75+046.80	Tubo 0.90 ϕ	93+703.75	Bóveda 1.50x2.10
75+414.50	Tubo 0.90 ϕ	93+981.25	Losa 1.88x1.45
75+307.20	Tubo 0.90 ϕ	95+077.83	Losa 2.45x1.30
75+909.40	Tubo 0.90 ϕ	95+495.55	Bóveda 1.70x1.35
76+734.70	Tubo 0.75 ϕ	95+694.33	Losa 4.40x1.50
77+248.40	Tubo 0.60 ϕ	95+947.30	Bóveda 0.85x0.30
79+714.44	Losa 1.55x1.30	96+009.30	2 Tubos 0.75 ϕ
79+239.30	Tubo 0.60 ϕ		
80+934.31	Tubo 0.30 ϕ		
81+423.16	Tubo 0.90 ϕ		
81+690.00	Losa 1.95x1.95		

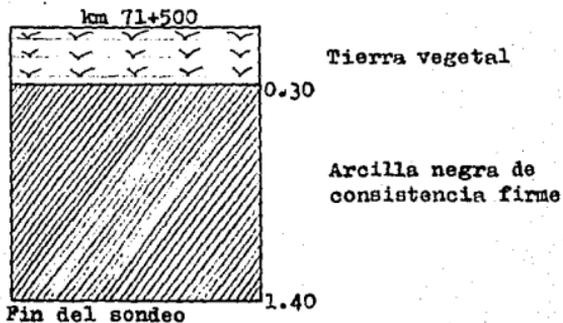
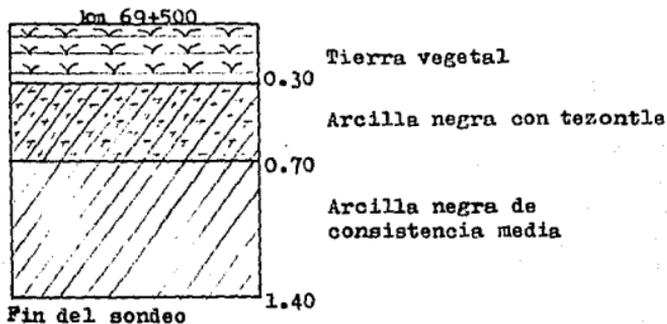
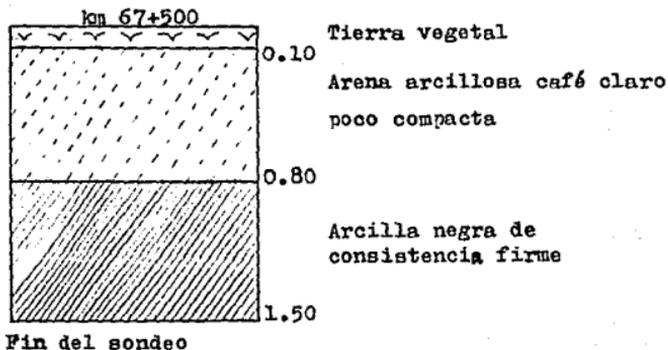
A N E X O I

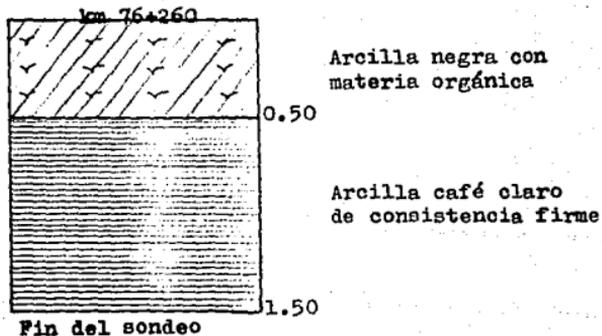
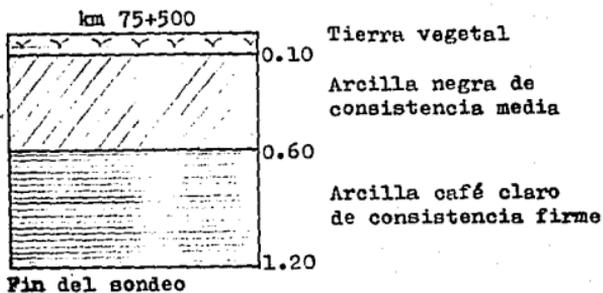
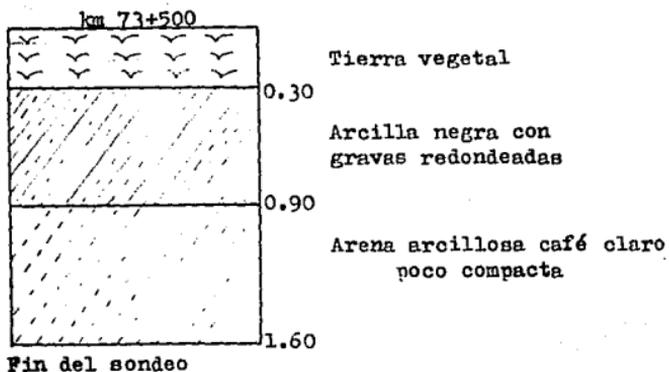
ESTRATIGRAFIA DE LOS SONDEOS DEL TERRENO

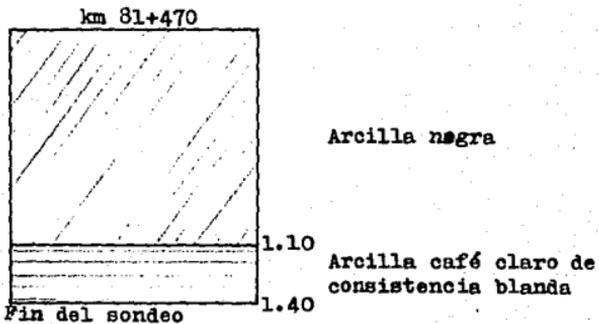
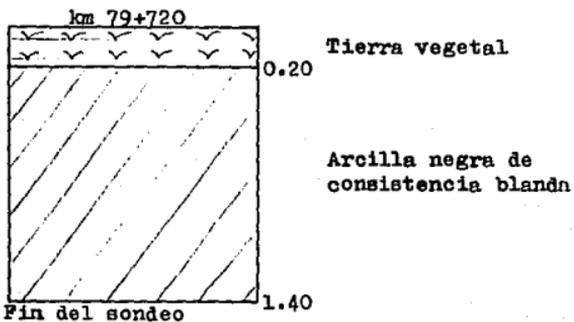
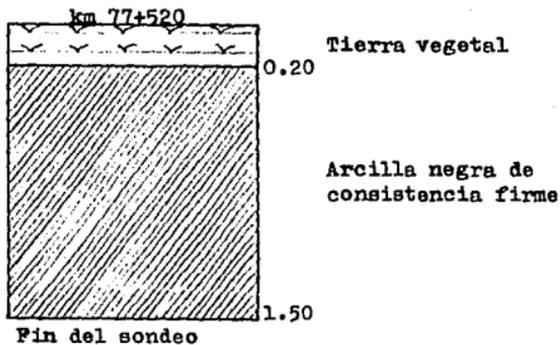
ESTRATIGRAFIA DE LOS SONDEOS DEL TERRENO NATURAL A LO LARGO DEL
EJE DEL CUERPO NUEVO

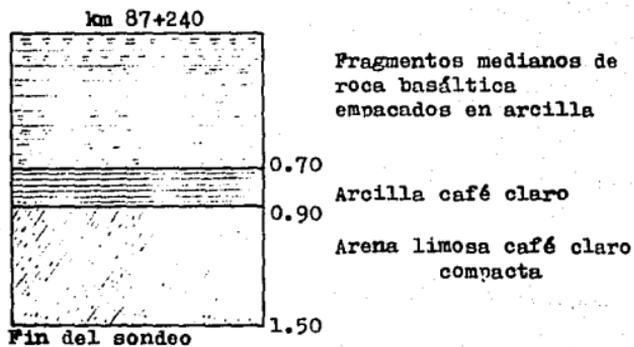
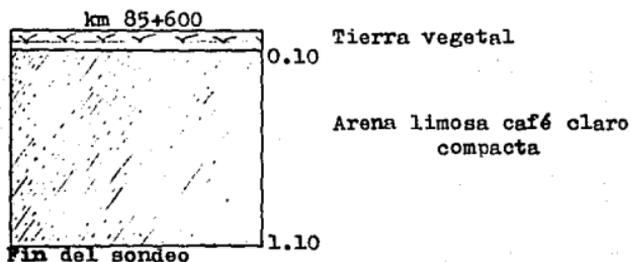
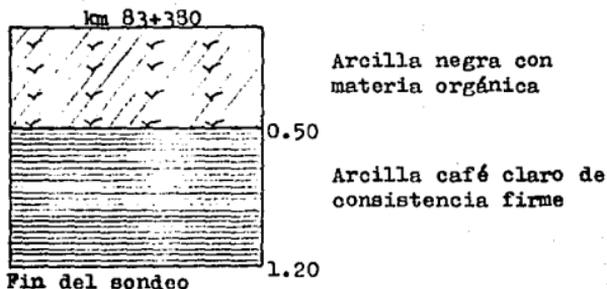


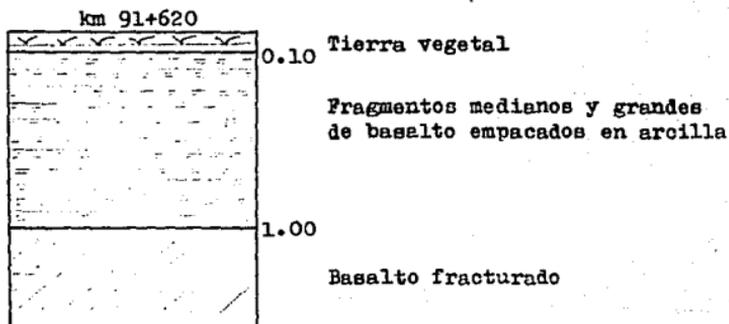
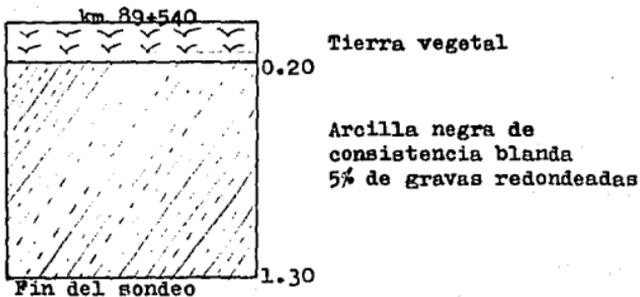












A N E X O I I

**RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO DE
LOS SONDEOS DEL TERRENO NATURAL A LO LARGO
DEL EJE DEL CUERPO NUEVO**

CARACTERISTICAS DEL TERRENO NATURAL

CARRETERA Irapuato-Guadalajara
 TRAMO Pénjamo-Ent. Estación Patti
 SUBTRAMO Km 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto.

FECHA

LOCALIZACION (km)	65+520	67+500	67+500	69+500	71+500
ESTRATO	2	2	3	3	2
ESPESOR	Indef.	0.70	Indef.	Indef.	Indef.
TAMAÑO MAXIMO (mm)	12.70	2.0	4.75	9.52	9.52
% RETENIDO EN MALLA DE 75 MM.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
% QUE PASA MALLA DE 4.75 MM.	88	100	100	97	99
% QUE PASA MALLA DE 0.425 MM.	58	85	33.5	91	92
% QUE PASA MALLA DE 0.075 MM.	37	35	70	80	75
LIMITE LIQUIDO (%)	55	26	66	64	56
INDICE PLASTICO (%)	21	14	39	49	30
CONTRACCION LINEAL (%)	11	5	13	21	16
P. E. S. SUELTO (kg/m ³)	936	1243	858	923	953
P. E. S. MAXIMO (kg/m ³)	1370	1315	1325	1345	1430
HUMEDAD OPTIMA (%)	34.1	14.1	30.6	30.0	25.3
HUMEDAD NATURAL (%)	22.7	32.4	40.1	30.2	42.0
COMPACTACION DEL LUGAR (%)	97.4	64.7	83.9	87.3	83.6
V. R. S. ESTANDAR SATURADO (%)	16.9	12.1	1.8	2.3	3.2
EXPANSION (%)	2.2	1.14	7.3	5.1	4.9
CLASIFICACION SUCS	SM	SC	CH	CH	CH
V. R. S. MODIFICADO 90%	6.9	3.8	41.2	7.4	8.7
V. R. S. MODIFICADO 95%	9.4	6.6	62.9	13.9	14.3
V. R. S. MODIFICADO 100%					

Notas:

CARACTERISTICAS DEL TERRENO NATURAL

CANHETERA Irapuato-Guadalajara
 TRAMO Pénjamo-Ent.Estación Patti
 SUBTRAMO Km 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto. FECHA

LOCALIZACION (km)	75+500	76+260	77+520	79+720	81+470
ESTRATO	3	2	2	2	2
ESPESOR	Indef.	Indef.	Indef.	Indef.	Indef.
TAMAÑO MAXIMO (mm)	4.75	4.75	9.52	12.70	9.52
% RETENIDO EN MALLA DE 75 MM.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
% QUE PASA MALLA DE 4.75 MM.	100	100	93	93	96
% QUE PASA MALLA DE 0.425 MM.	93	96	90	93	93
% QUE PASA MALLA DE 0.075 MM.	91	80	77	70	74
LIMITE LIQUIDO (%)	74	72	57	51	71
INDICE PLASTICO (%)	51	43	32	25	44
CONTRACCION LINEAL (%)	21	13	13	12	20
P.E.S. SUELTO (kg/m ³)	844	830	1011	1008	878
P.E.S. MAXIMO (kg/m ³)	1360	1391	1440	1370	1395
HUMEDAD OPTIMA (%)	29.2	26.3	24.7	28.7	27.4
HUMEDAD NATURAL (%)	40.4	43.8	47.6	25.3	26.3
COMPACTACION DEL LUGAR (%)	39.5	30.2	91.5	75.3	75.9
V.R.S. ESTANDAR SATURADO (%)	2.3	3.3	2.8	3.4	2.4
EXPANSION (%)	1.54	1.35	5.3	3.3	3.1
CLASIFICACION SUCS	CH	CH	CH	CH	CH
V.R.S. MODIFICADO 90%	9.7	7.4	4.3	6.6	11.8
V.R.S. MODIFICADO 95%	12.5	11.3	5.1	10.7	17.7
V.R.S. MODIFICADO 100%					

Notes:

CARACTERISTICAS DEL TERRENO NATURAL

CARRETERA Irapuato-Guadalajara
 TRAMO Pénjamo-Ent.Estación Patti
 SUBTRAMO Km 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto.

FECHA

LOCALIZACION (km)	81+470	83+380	95+600
ESTRATO	2	2	2
ESPESOR	Indef.	Indef.	Indef.
TAMAÑO MAXIMO (mm)	9.52	9.52	4.75
% RETENIDO EN MALLA DE 75 MM.	0.0	0.0	0.0
% QUE PASA MALLA DE 4.75 MM.	96	87	100
% QUE PASA MALLA DE 0.425 MM.	83	78	44
% QUE PASA MALLA DE 0.075 MM.	74	70	18
LIMITE LIQUIDO (%)	71	60	43
INDICE PLASTICO (%)	44	39	12
CONTRACCION LINEAL (%)	20	19	5
P.E.S. SUELTO (kg/m ³)	878	915	993
P.E.S. MAXIMO (kg/m ³)	1395	1330	1400
HUMEDAD OPTIMA (%)	27.4	34.8	26.6
HUMEDAD NATURAL (%)	26.3	24.2	22.0
COMPACTACION DEL LUGAR (%)	75.9	91.8	94.8
V.R.S. ESTANDAR SATURADO (%)	2.4	2.8	51.4
EXPANSION (%)	8.1	6.4	0.11
CLASIFICACION SUCS	GH	CH	SM
V.R.S. MODIFICADO 90%	11.8	4.5	11.8
V.R.S. MODIFICADO 95%	17.7	5.9	29.2
V.R.S. MODIFICADO 100%			

Notas:

CARACTERISTICAS DEL TERRENO NATURAL

CARRRETERA Irapuato-Guadalajara
 IIRAMU Pénjamo-Ent.Estación Patti
 SUBTRAMO Km 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto.

FECHA

LOCALIZACION (km)	85+600	87+240	89+540	91+620
ESTRATO	2	3	2	2
ESPESOR	Indef.	Indef.	Indef.	0.9
TAMAÑO MAXIMO (mm)	4.75	12.70	4.75	
% RETENIDO EN MALLA DE 75 MM.	0.0	0.0	0.0	
% QUE PASA MALLA DE 4.75 MM.	100	74	100	
% QUE PASA MALLA DE 0.425 MM.	44	47	96	
% QUE PASA MALLA DE 0.075 MM.	18	32	89	
LIMITE LIQUIDO (%)	43	70	85	
INDICE PLASTICO (%)	12	36	56	
CONTRACCION LINEAL (%)	5	12	23	
P.E.S. SUELTO (kg/m ³)	993	796	798	
P.E.S. MAXIMO (kg/m ³)	1400	1280	1290	
HUMEDAD OPTIMA (%)	26.6	30.3	35.8	
HUMEDAD NATURAL (%)	22.0	27.1	32.4	12.5
COMPACTACION DEL LUGAR (%)	94.0	96.5	75.3	
V.R.S. ESTANDAR SATURADO (%)	51.4	13.2	1.8	
EXPANSION (%)	0.11	1.94	7.46	
CLASIFICACION SUCS	SM	SM	CH	Basalto
V.R.S. MODIFICADO 90%	11.8	9.4	7.3	
V.R.S. MODIFICADO 95%	29.2	17.4	11.1	
V.R.S. MODIFICADO 100%				

Notes:

A N E X O I I I

DATOS PARA EL CALCULO DE CURVA MASA

CARRETERA Irapuato-Guadalaajara
 TRAMO Pénjamo-Ent.Estación Patti
 SUBTRAMO Km 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto. FECHA

Kilometro o Kilometro	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficiente de variación volumétrica				Clasificación Presupuesto A B C	CORTE		OBSERVACIONES
	No.	Espesor m.			90%	95%	100%	Bandeado		Altura Máxima	Talud	
59+200 al 61+200	1	0.30	Tierra vegetal	Despalme					100-00-00			A
	2	1.50	Aglomerado medianamente ce- mentado se obtendrá GC-FE	Bandeado				1.08	60-40-00		3/4:1	B
	3	Indef	Arena limosa café claro - medianamente compacto (SM)	Compactado	1.00	0.95	0.9		60-40-00		1/2:1	C
61+200 al 61+600	1	0.50	Arcilla negra orgánica (Ch)	Ninguno					100-00-00			A
	2	Indef	Fragmentos chicos y me- dianos empacados en arcilla se obtendrá GC-FE	Bandeado				1.08	60-40-00			B
61+600 al 61+900	1	0.60	Arcilla negra con gravas - redondeadas y materia or- gánica (Cn)	Ninguno					100-00-00			A
	2	Indef	Arena limosa café claro - con carbonatos poco com- pacta (SM)	Compactado	0.83	0.79	0.75		70-30-00			C
61+900 al 62+600	1	0.20	Tierra vegetal	Despalme					100-00-00			A
	2	Indef	Arena limosa café claro - con carbonatos, medianamen- te compacta (SM)	Compactado	0.96	0.91	0.86		60-40-00		1/2:1	C
62+600 al 63+600	1	0.30	Tierra vegetal	Despalme					100-00-00			A
	2	0.50	Arcilla arenosa con gravas redondeadas de consistencia media	Ninguno					80-20-00			A
	3	Indef	Arena arcillosa café claro medianamente compacta (SC)	Compactado	0.92	0.87	0.83		60-40-00		1/2:1	B

CARRETERA Irapuato-Guadalupe
 TRAMO Pénjamo-Ent.Estación Patti
 SUBTRAMO Km. 60+000 - km. 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto. FECHA _____

Kilometro o Kilometro	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficiente de variación volumétrica				Clasificación Presupuesto A B C	CORTE		OBSERVACIONES
	No.	Espesor m.			90%	95%	100%	Standard		Altura Máxima	Talud	
63+600 al 67+000	1	0.40	Tierra vegetal	Despalme					100-00-00			A
	2	Indef	Arena limosa café claro - compacta (Sr)	Compactado	1.08	1.02	0.97		60-40-00			B

CARRETERA Irapuato-Guadalajara
 TRAMO Pénjamo-Ent.Estación Patti
 SUBTRAMO km 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto. FECHA

Kilometro o Kilometros	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficiente de variación volumétrica				Clasificación Presupuesto A B C	CORTE		OBSERVACIONES
	No.	Espesor m.			90%	95%	100%	ponderado		Altura Máxima	Talud	
63+600 al 67+000	1	0.40	Tierra vegetal	Despalme					100-00-00			A
	2	Indef	Arena limosa café claro -- compacta (Sm)	Compactado	1.08	1.02	0.97		60-40-00		1/2:1	B
67+000 al 68+500	1	0.10	Tierra vegetal	Despalme					100-00-00			A
	2	0.70	Arena arcillosa poco com- pacta (Sm)	Ninguno					100-00-00		1:1	A
	3	Indef	Arcilla negra de consis- tencia firme (CH)	Compactado	0.99	0.94	0.89		80-20-00			A
68+500 al 70+500	1	0.30	Tierra vegetal	Despalme					100-00-00			A
	2	0.40	Arcilla negra con tezontle	Ninguno					100-00-00			A
	3	Indef	Arcilla negra de alta - plasticidad de consis- tencia media (Cn)	Compactado	0.97	0.92	0.87		80-20-00			A

CARRETERA Irapuato-Guadalajara
 TRAMO Pénjamo-Ent.Estación Patti
 SUBTRAMO km. 60+000 - km. 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto. FECHA _____

Kilometro o Kilometro	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficiente de variación volumétrica				Clasificación			CORTE		OBSERVACIONES
	No.	Espesor m.			90%	95%	100%	pendiente	P. supuesto A B C	Altura Máxima	Total			
68+500 al 70+500	1	0.30	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00				A
	2	0.40	Arcilla negra con tezontle	Ninguno						100-00-00				A
	3	Indef	Arcilla negra de alta -- plasticidad de consisten- cia media (Cn)	Compactado	0.970	0.920	0.87			80-20-00				A
70+500 al 72+500	1	0.30	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00				A
	2	Indef	Arcilla negra de alta -- plasticidad de consisten- cia firme (CH)	Compactado	0.930	0.880	0.84			80-20-00				A
72+500 al 74+500	1	0.30	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00				A
	2	0.60	Arcilla negra con gravas redondeadas (5%)	Ninguno						100-00-00				A
	3	Indef	Arena arcillosa café claro compacta (SC)	Compactado	1.071	1.010	0.96			60-40-00				C
74+500 al 75+800	1	0.10	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00				A
	2	0.50	Arcilla negra de consisten- cia media	Ninguno						100-00-00				A
	3	Indef	Arcilla café claro de con- sistencia firme de alta - plasticidad (Ch)	Compactado	1.000	0.950	0.90			80-20-00				A

CARRETERA Irapuato-Guadalajara
 TRAMO Pénjamo-Ent. Estación Patti
 SUBTRAMO km 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto. FECHA _____

Kilometro o Kilometro	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PRCBABLE	Coeficiente de variación volumétrica				Clasificación			CORTE		OBSERVACIONES
	No.	Espesor m.			90%	95%	100%	Ardeado	Presupuesto A B C	Altura Máxima	Talud			
74+500 al 75+800	1	0.10	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00				A
	2	0.50	Arcilla negra de consistencia media	Ninguno						100-00-00				A
	3	Indef	Arcilla café claro de consistencia firme de alta plasticidad (CH)	Compactado	1.000	0.950	0.90			80-20-00				A
75+800 al 76+900	1	0.50	Arcilla negra con materia orgánica	Ninguno						100-00-00				A
	2	Indef	Arcilla café claro de consistencia firme de alta plasticidad (CH)	Compactado	1.000	0.950	0.90			80-20-00				A
76+900 al 78+520	1	0.20	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00				A
	2	Indef	Arcilla negra de consistencia firme de alta plasticidad (CH)	Compactado	1.020	0.970	0.92			80-20-00				A
78+520 al 80+600	1	0.20	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00				A
	2	Indef	Arcilla negra de consistencia blanda y alta plasticidad (CH)	Compactado	0.840	0.800	0.76			100-00-00				A

CARRETERA Irapuato-Guadalajara
 TRAMO Pénjamo-Ent.Estación-Patti
 SUBTRAMO Nm. 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto. FECHA _____

Kilometro o Kilometro	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficiente de variación volumétrico				Clasificación			CORTE		OBSERVACIONES
	No.	Espesor m.			90%	95%	100%	bandeado	Presupuesto A B C	Altura Máxima	Talud			
78+520 al 80+600	1	0.20	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00				A
80+600 al 82+400	2	Indef	Arcilla negra de consistencia blanda y alta plasticidad (CH)	Compactado	0.84	0.80	0.76			100-00-00				A
80+600 al 82+400	1	1.10	Arcilla negra	Ninguno						100-00-00				A
82+400 al 84+900	2	Indef	Arcilla café claro de alta plasticidad de consistencia blanda (CH)	Compactado	0.84	0.80	0.76			100-00-00				A
82+400 al 84+900	1	0.50	Arcilla negra con materia orgánica	Ninguno						100-00-00				A
84+900 al 86+420	2	Indef	Arcilla café claro de consistencia firme y de alta plasticidad (CH)	Compactado	1.02	0.97	0.92			80-20-00				A
84+900 al 86+420	1	0.10	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00				A
86+420	2	Indef	Arena limosa café claro - compacta (Sm)	Compactado	1.06	1.00	0.95			60-40-00				C

CARRETERA Irapuato-Guadalajara
 TRAMO Pénjamo-Ent.Estación Patti
 SUBTRAMO km 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto. FECHA

Kilometro o Kilometro	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficiente de variación volumétrica				Clasificación			CORTE		OBSERVACIONES	
	No.	Espesor m.							Presupuesto			Altura Máxima	Talud		
					90%	95%	100%	redondeo	A	B	C				
84+900 al 86+420	1	0.10	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00					A
	2	Indef	Arena limosa café claro - compacta (Sm)	Compactado	1.06	1.00	0.95			60-40-00					C
86+420 al 87+400	1	0.70	Fragmentos medianos de - roca basáltica empacados en arcilla	Ninguno						60-40-00					A
	2	0.20	Arcilla café claro	Ninguno						70-30-00					A
	3	Indef	Arena limosa café compac- ta (Sm)	Compactado	1.08	1.02	0.97			60-40-00					B
88+700 al 90+000	1	0.20	Tierra vegetal	Despalme						100-00-00					A
	2	Indef	Arcilla negra de alta plas- ticidad de consistencia -- blanda con pocas gravas redondeadas (CH)	Compactado	0.83	0.79	0.75			100-00-00					A

CARRETERA Irapuato-Guadalajara
 TRAMO Pénjamo-Ent. Estación Patti
 SUBTRAMO Km 60+000 - km 96+000
 ORIGEN Irapuato, Gto. FECHA _____

Kilometro a Kilometro	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficiente de variación volumétrica				Clasificación Presupuesto A B C	CORTE		OBSERVACIONES
	No.	Espesor m.			90%	95%	100%	bandeado		Altura Máxima	Talud	
90+000 al 96+000	1	0.10	Tierra vegetal	Despalme					100-00-00			A
	2	0.90	Fragmentos medianos y -- grandes de basalto empa-- cados en arcilla	Bandeado				1.15	00-00-100			B
	3	Indef	Basalto	Bandeado				1.25	00-00-100			B

OBSERVACIONES:

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- A) Material que por sus características de calidad y resistencia no puede ser usado en la construcción de terracerías ni en la capa subrasante.
- B) Material que por sus características de calidad y resistencia puede ser usado en la construcción del cuerpo de terraplén.
- C) Material que por sus características de calidad y resistencia puede emplearse en la construcción del cuerno de terraplén y -capa subrasante.

A N E X O I V

**PRUEBAS DE LABORATORIO Y DATOS DE LOS BANCOS
PARA TERRACERIAS Y CAPA SUBRASANTE**

CARACTERISTICAS DEL TERRENO NATURAL

CARRETERA..... IRAPUATO - GUADALAJARA
 TRAMO..... PENJAMO - ENT. ESTACION PATTI
 SUBTRAMO..... KM. 60+000 AL KM. 96+000
 ORIGEN..... IRAPUATO, GTO.

FECHA.....

BANCOS DE MATERIAL PARA TERRACERIAS Y SUBRASANTE

LOCALIZACION (km)	60+300	66+300		83+900	87+000	1+700
ESTRATO	2	2		2	2	2
ESPESOR	Indef.	5.00		5.00	10.0	5.00
TAMAÑO MAXIMO (mm)	4.75	4.75		50.60	4.75	36.10
% RETENIDO EN MALLA DE 75 MM.		0.0		0.0	0.0	0.0
% QUE PASA MALLA DE 4.75 MM.	83	100		33.5	100	91
% QUE PASA MALLA DE 0.425 MM.	65	76		11	32	34
% QUE PASA MALLA DE 0.075 MM.	31	42		6	42	9
LIMITE LIQUIDO (%)	39	57		42	59	31
INDICE PLASTICO (%)	8	16		15	17	Inn.
CONTRACCION LINEAL (%)	6	6		8	9	3
P. E. S. SUELTO (kg/m ³)	973	940		396	967	1125
P. E. S. MAXIMO (kg/m ³)	1337	1370		1516	1165	1450
HUMEDAD OPTIMA (%)	23.9	30.1		21.7	43.5	23.5
HUMEDAD NATURAL (%)	24.6	23.2		12.1	48.1	17.7
COMPACTACION DEL LUGAR (%)	90.4	93.0		80.0	95.2	90.0
V. R. S. ESTANDAR SATURADO (%)	25.0	8.5		102.9	8.3	91.9
EXPANSION (%)	0.7	2.0		0.1	3.0	0.12
CLASIFICACION SUCS	SM	SM		GP-GC	SM	SW-SM
V. R. S. MODIFICADO 90%	15.5	18.5			8.4	20.2
V. R. S. MODIFICADO 95%	19.1	29.9		97.3	12.5	26.3
V. R. S. MODIFICADO 100%				113.8	20.1	57.0

Notes:

PRESTAMO DE MATERIALES

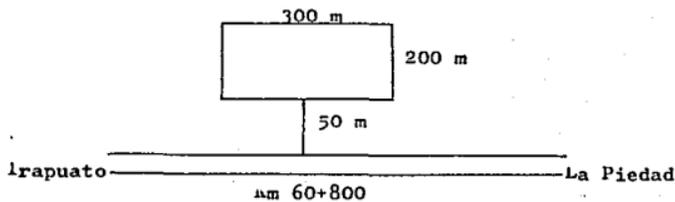
OBRA Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pánjamo-Ent.Estación Patt ENSAYE No. _____
 LOCALIZACION Subtramo km 60+000 - km 96+000 Origen Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

PRESTAMO DE MATERIAL PARA Terracerias y capa-subrasante DENOMINACION _____

Ubicación	ESTRATO		CLASIFICACION SOP	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficientes de Variación Volumétrica			CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO A - B - C
	No.	Espesor metros			90 %	95 %	100 %	
Km 60+800 con 50 m D/di de la carretera Irapuato-	1	0.30	Tierra vegetal	Despalme				100-00-00
Guadalajara con origen en Irapuato, Gto.	2	3.00	Arena limosa -- café claro(SM)	Compactado	1.00	0.95	0.90	60-40-00

DIMENSIONES	VOLUMEN APROVECHABLE	OBSERVACIONES
Largo --- 300 --- m. Ancho --- 200 --- m. Espesor 3.0 m.	180000 --- m ³	

CROQUIS DE LOCALIZACION



PRESTAMO DE MATERIALES

OBRA Carretera Irapuato-Guadalajara-Tramo Pénjamo-Ent. Estación Patti ENSAYE No. _____
 LOCALIZACION Subtramo Km 60+000 - km 96+000 Origen Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

PRESTAMO DE MATERIAL PARA Terracerías DENOMINACION _____

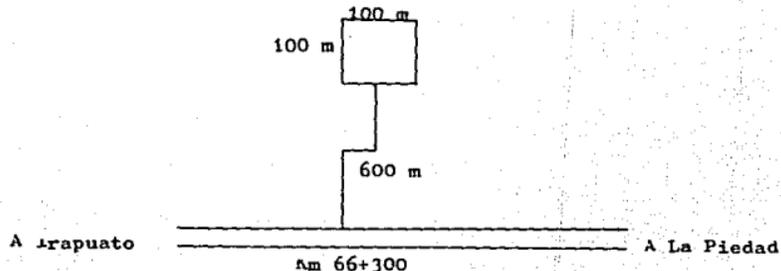
Ubicación	ESTRATO		CLASIFICACION SOP	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficientes de Variación Volumétrica			CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO A - B - C
	No.	Espesor metros			90 %	95 %	100 %	
<u>Km 66+300 con 600 m D/A de</u>	<u>1</u>	<u>1.50</u>	<u>Limo de alta plasticidad</u>	<u>Despalme</u>				<u>100-00-00</u>
<u>la carretera irapuato-</u>	<u>2</u>	<u>3.50</u>	<u>Arena limosa</u>	<u>Compactado</u>	<u>1.03</u>	<u>0.98</u>	<u>0.93</u>	<u>60-40-00</u>
<u>Guadalajara con origen en</u>								
<u>irapuato, Gto.</u>								

DIMENSIONES
 Largo 100 m. Ancho 100 m.
 Espesor 3.5 m.

VOLUMEN APROVECHABLE
35000 m³

OBSERVACIONES

CROQUIS DE LOCALIZACION



PRESTAMO DE MATERIALES

OBRA Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti LOCALIZACION Subtramo Km 60+000 - Km 96+000 Origen Irapuato, Gto.

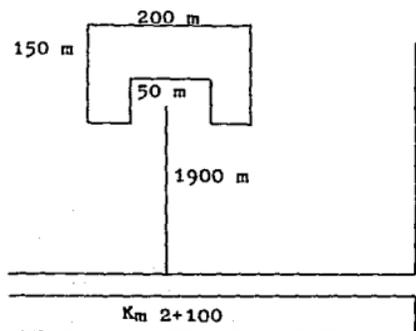
ENSAYE No. _____
FECHA DE RECIBO _____
FECHA DE INFORME _____

PRESTAMO DE MATERIAL PARA Subrasante DENOMINACION _____

Ubicación	ESTRATO		CLASIFICACION SOP	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficientes de Variación Volumétrica			CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO A - B - C
	No.	Espesor metros			90 %	95 %	100 %	
Km 83+900 D/D 2100 m y	1	0.20	Tierra vegetal	Despalme				100-00-00
1900 m D/D de la carretera	2	5.00	Tezontle	Compactado	0.89	0.84	0.80	60-40-00
Irapuato-Guadalajara con								
origen en Irapuato, Gto.								

<p style="text-align: center;">DIMENSIONES</p> Largo <u>200</u> m. Ancho <u>150</u> m. Espesor <u>5.0</u> m.	<p style="text-align: center;">VOLUMEN APROVECHABLE</p> <p style="text-align: center;"><u>125000</u> m³</p>	<p style="text-align: center;">OBSERVACIONES</p>
--	---	---

CROQUIS DE LOCALIZACION



A Irapuato

M. Doblado

Km 83+900

La Piedad

PRESTAMO DE MATERIALES

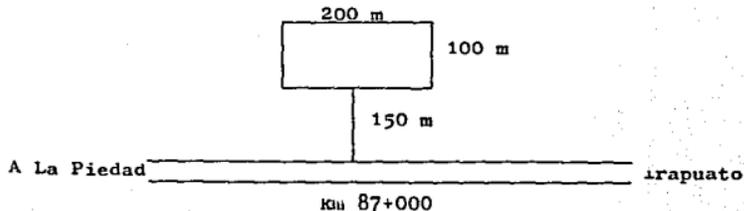
CARRERA Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patt ENSAYE No. _____
 LOCALIZACION Subtramo km 60+000 - km 96+000 Origen Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

PRESTAMO DE MATERIAL PARA Terracerfias DENOMINACION _____

Ubicación	ESTRATO		CLASIFICACION SOP	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficientes de Variación Volumétrico			CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO A - B - C
	No.	Espesor metros			90 %	95 %	100 %	
km 87+000 con 150 m D/D de	1	0.20	Tierra vegetal	Despalme				100-00-00
la carretera Irapuato-	2	10.00	Arena limosa	Compactado	1.05	1.00	0.95	60-40-00
Guadalajara con origen en								
Irapuato, Gto.								

DIMENSIONES Largo <u>200</u> m. Ancho <u>100</u> m. Espesor <u>10.0</u> m.	VOLUMEN APROVECHABLE <u>200000</u> m ³	OBSERVACIONES
--	--	---------------

CROQUIS DE LOCALIZACION



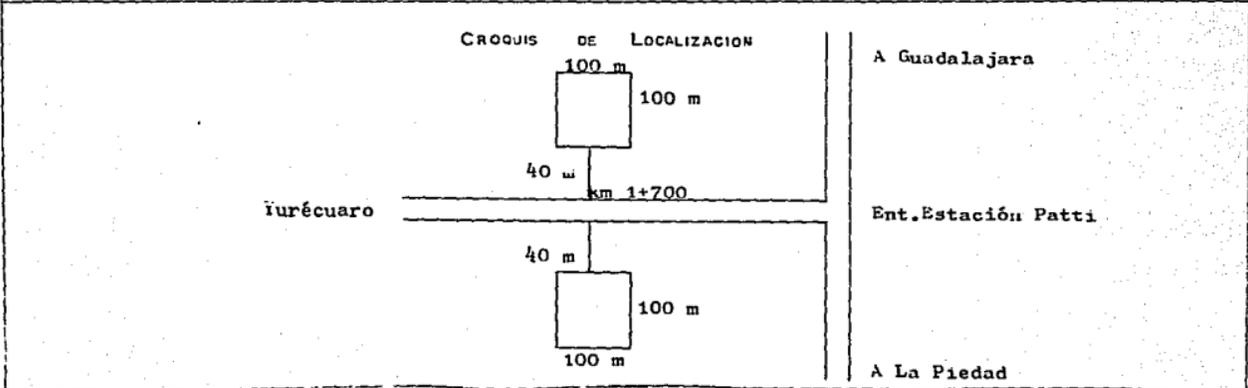
PRESTAMO DE MATERIALES

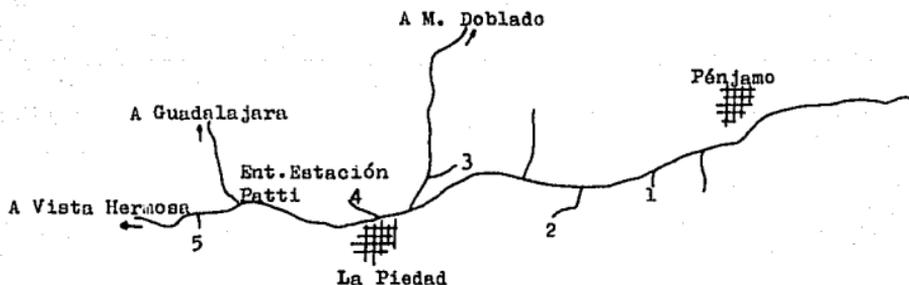
OBRA Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pánjamo-Ent.Estación Patti ENSAYE No. _____
 LOCALIZACION Subtramo km 60+000 - km 96+000 Origen Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

PRESTAMO DE MATERIAL PARA Terracerías y subrasante DENOMINACION _____

Ubicación	ESTRATO		CLASIFICACION SOP	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficientes de Verificación Volumétrica			CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO A - B - C
	No.	Espesor metros			90 %	95 %	100 %	
<u>km 1+700 con 40 m D/I y D</u>	<u>1</u>	<u>0.10</u>	<u>Tierra vegetal</u>	<u>Despalme</u>				<u>100-00-00</u>
<u>de la carretera Ent. Esta-</u>	<u>2</u>	<u>3.00</u>	<u>Arena bien graduada(SW-Sm)</u>	<u>Compactado</u>	<u>1.00</u>	<u>0.95</u>	<u>0.90</u>	<u>60-40-00</u>
<u>ción Patti-Vista Hermosa</u>								
<u>origen Ent.Estación Patti</u>								

DIMENSIONES Largo <u>100</u> m. Ancho <u>100</u> m. Espesor <u>3.0</u> m.	VOLUMEN APROVECHABLE <u>60000</u> m ³	OBSERVACIONES
---	---	---------------





BANCOS PARA TERRACERIAS Y SUBRASANTE

1. Km 60+800 con 50 m D/I de la carretera Irapuato-Guadalajara.
2. Km 66+300 con 600 m D/I de la carretera Irapuato-Guadalajara.
3. Km 83+900 con 2100 m D/D y 1900 m de la carretera Irapuato-Guadalajara.
4. Km 37+000 con 150 m D/D de la carretera Irapuato-Guadalajara.
5. Zapata km 1+700 con 40 m D/I de la carretera Ent.Estación Patti-Vista Hermosa.

A N E X O V

OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE

CARRETERA Irapuato-Guadalajara TRAMO Péjumo-Ent.Estación Patti
 SUBTRAMO km 60+000 - km 96+000 ORIGEN Irapuato, Gto.
 FECHA _____

OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE, BORDILLOS Y LAVADEROS

De kilómetro A kilómetro	Recubrimiento de Cunetas			Const. de Contracunetas			Sub-drenes			Bordillos			Lavaderos (Long. (m))	OBSERVACIONES
	Izg.	Der.	Long.(m)	Izg.	Der.	Long.(m)	Izg.	Der.	Long.(m)	Izg.	Der.	Long.(m)		
90+440 a 90+540											x	100	2.30	
90+720 a 90+960											x	240	3.30	
91+280 a 91+400											x	120	6.10	
91+900 a 92+140											x	240	9.60	
92+620 a 92+880											x	260	2.90	
92+880 a 93+100											x	220	5.10	
93+600 a 94+000											x	400	4.60	
95+160 a 95+280											x	120	17.20	
95+280 a 95+580											x	300	4.10	

A N E X O VI

RECOMENDACIONES DE CIMENTACION PARA OBRAS MENORES

RECOMENDACIONES DE CIMENTACION PARA OBRAS MENORES

OBRA Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti ENSAYES No. _____
 LOCALIZACION Subtramo km 60+000 - km 96+000 Origen Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

Ubicación Km	Tipo de obra y dimensiones (m)	Material sobre el que se efectuó el desplante	Altura del terraplen (m)	Profundidad de desplante (m)	Capacidad de carga (ton/m ²)	Tipo de arrastre	Observaciones
62+288	L 5.65x1.70	Arena arcillosa medianamente compacta (SM)		1.00	12.00		
63+941	B 2.70x2.90	Arena limosa compacta (SM)		1.00	15.00		
64+553	L 5.30x4.30	Arena limosa compacta (SM)		1.00	15.00		

OBSERVACIONES:

L - LOSA

B - BOVEDA

C - CAJON

T - TUBO

RECOMENDACIONES DE CIMENTACION PARA OBRAS MENORES

OBRA <u>Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti</u>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION <u>Subtramo km 60+000 - km 96+000 Origen Irapuato, Gto.</u>	FECHA DE RECIBO _____
	FECHA DE INFORME _____

Ubicación Km	Tipo de obra y dimensiones (m)	Material sobre el que se efectuó el desplante	Altura del terraplen (m)	Profundidad de desplante (m)	Capacidad de carga (ton/m ²)	Tipo de arrastre	Observaciones
70+649	L 5.50x1.00	Arcilla negra de consistencia firme (Ch)		1.00	5.00		
73+845	L 6.80x1.00	Arena arcillosa compacta, SC		1.00	12.00		
74+466	L 0.75x1.00	Arena arcillosa compacta, SC		1.00	12.00		

OBSERVACIONES:

L - LOSA
B - BOVEDA
C - CAJON
T - TUBO

RECOMENDACIONES DE CIMENTACION PARA OBRAS MENORES

OBRA Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti ENSAYES No. _____
 LOCALIZACION Subtramo km.60+000 - km.96+000 Origen Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

Ubicación Km	Tipo de obra y dimensiones (m)	Material sobre el que se efectuara el desplante	Altura del terraplen (m)	Profundidad de desplante (m)	Capacidad de carga (ton/m ²)	Tipo de arrastre	Observaciones
79+714	L 1.55x1.30	Arcilla negra de consis-- tencia blanda (Ch)		1.00	5.00		

OBSERVACIONES:

L - LOSA B - BOVEDA C - CAJON T - TUBO

RECOMENDACIONES DE CIMENTACION PARA OBRAS MENORES

OBRA Carretera Irapuato-Guadalupe Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti ENSAYES No. _____
 LOCALIZACION Subtramo Km 60+000 - Km 96+000 Origen: Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

Ubicación Km	Tipo de obra y dimensiones (m)	Material sobre el que se efectuara el desplante	Altura del terraplen (m)	Profundidad de desplante (m)	Capacidad de carga (ton/m ²)	Tipo de arrastre	Observaciones
81+690	L 1.95x1.95	Arcilla café claro de consistencia blanda (CH)		1.00	5.00		

OBSERVACIONES:

L - LOSA B - BOVEDA C - CAJON T - TUBO

RECOMENDACIONES DE CIMENTACION PARA OBRAS MENORES

OBRA <u>Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti</u>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION <u>Subtramo km 60+000 - km 96+000 Origen Irapuato, Gto.</u>	FECHA DE RECIBO _____
	FECHA DE INFORME _____

Ubicación Km	Tipo de obra y dimensiones (m)	Material sobre el que se efectuó el desplante	Altura del terraplen (m)	Profundidad de desplante (m)	Capacidad de carga (kn/m ²)	Tipo de arrastre	Observaciones
91+350	B 4.10x6.14	Basalto fracturado		1.00	6500.00		b
92+080	B 2.00x3.80	Basalto fracturado		1.00	6500.00		b
93+703	B 1.50x2.10	Basalto fracturado		1.00	6500.00		b
93+981	B 1.88x1.45	Basalto fracturado		1.00	6500.00		b
95+077	L 2.45x1.80	Basalto fracturado		1.00	6500.00		b
95+495	B 1.70x1.85	Basalto fracturado		1.00	6500.00		b
95+694	L 4.40x1.50	Basalto fracturado		1.00	6500.00		b
95+947	B 0.85x0.95	Basalto fracturado		1.00	6500.00		b

OBSERVACIONES: a) Se formula la recomendación para hacer la cimentación de losa o bóveda, previendo alguna modificación del proyecto.
 b) O lo que marque el ancho mínimo del cimiento especificado.

L - LOSA

B - BOVEDA

C - CAJON

T-TUBO

V.2 PROYECTO DEL PAVIMENTO PARA LA AMPLIACION DE LA

CARRETERA: IRAPUATO - GUADALAJARA

TRAMO: PENJAMO - ENT. ESTACION PATTI

DEL KM: 60+000 AL KM 96+000

ORIGEN: IRAPUATO, GTO.

V.2.1 GENERALIDADES

1. Topografía

El tramo en estudio está situado en una zona de lomerío del km 60+000 al km 68+500, a la vez que le sigue una zona plana del km 68+500 al km 90+000 para concluir con otra zona de lomerío hasta el km 96+000.

2. Clima

De acuerdo a la carta de clasificación de climas de Können-Geiger el clima que predomina en la región donde se ubica el tramo en estudio corresponde al sub-tropical de altura tipo mexicano, templado caluroso.

3. Drenaje

Del km 60+000 al km 69+000 el drenaje natural está formado por arroyos, la mayoría son intermitentes que bajan de la Sierra de Pénjamo, los cuales atraviesan la carretera para luego formar pequeñas presas.

Del km 69+000 al km 78+000 la zona es muy plana y en ésta se ubican algunos canales de riego que recolectan el agua de los arroyos intermitentes que bajan de la Sierra de Pénjamo.

Del km 78+000 al km 96+000, cruzan la carretera algunos arroyos intermitentes que desaguan en el Río Lerma.

4. Tránsito

De acuerdo al Libro de Datos Viales de 1935 de la SCT y considerando una tasa de crecimiento de 5% anual, el Tránsito Diario - Promedio Anual del tramo en estudio es de 9361 con una composición de: A= 49% , B= 5% y C= 46% .

V.2.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO

1. Métodos de diseño

El diseño del pavimento se hará siguiendo tres métodos:

- a) Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- b) Método Porter actualizado
- c) Método del Instituto del Asfalto de los EUA

2. Parámetros de diseño

Tomando en cuenta que las características del terreno natural - no son las mismas a lo largo del tramo en estudio y que esto influya en el diseño del pavimento, el tramo se dividió en 3.

- a) Subtramos A. Del km 60+000 al km 67+000 y del km 84+900 al km 83+700.

En estos subtramos el cuerpo nuevo se desplantará sobre arenas - limosas y arcillosas donde el V.R.S. de diseño para el Método - del Instituto de Ingeniería y para el Método Porter resultó de - 10.3% y de 10.9% respectivamente.

b) Subtramos B. Del km 67+000 al km 84+900 y del km 83+700 al km 90+000.

En los subtramos B, el nuevo cuerpo se desplantará sobre arcillas de alta plasticidad donde el V.R.S. de diseño para el Método del Instituto de Ingeniería fué de 2.3% y para el Método Porter fué de 2.8%.

c) Subtramos C. Del km 90+000 al km 96+000.

En el subtramo C, el cuerpo por construir se desplantará sobre el basalto, por lo que en este tramo el V.R.S. de diseño en las secciones en terraplén de las terracerías que fué de 11.9% para el cuerpo de terraplén y de 19.1% para la capa subrasante, para los dos métodos. En los cortes se construirá una capa de tezontle de 20 cm de espesor con un V.R.S. de 100% para los dos métodos.

Para todos los subtramos y para los tres métodos el V.R.S. de diseño para las terracerías se consideró de 11.9% , para la subrasante de 19.1% y para la base de 100%.

Por lo que respecta al tránsito se determinó el tránsito acumulado en equivalentes de 8.2 ton. para el Método del Instituto de Ingeniería y para el Método Porter, así como el número de tránsito de diseño (NTD) para el empleo del Método del Instituto del Asfalto. Para los tres métodos de diseño se consideró una tasa de crecimiento de 10% y un período de diseño de 10 años, obteniéndose los siguientes valores:

- Para el Método del Instituto de Ingeniería

$$\sum \text{Ln}1 = 4.3 \times 10^7$$

$$\sum \text{Ln}3 = 5.0 \times 10^7$$

$$\sum \text{Ln}2 = 4.7 \times 10^7$$

$$\sum \text{Ln}4 = 6.1 \times 10^7$$

- Para el Método Porter

$$\text{Tránsito acumulado} = 4.8 \times 10^7$$

- Para el Método del Instituto del Asfalto

$$\text{NTD} = 3440$$

3. Estructuración del pavimento

Tomando en cuenta los parámetros de diseño, se diseñó el pavimento utilizando los tres métodos obteniéndose los siguientes espesores:

CAPA	METODO DEL INSTITUTO DE INGENIERIA	METODO PORTER	METODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
Sub-base Hidráulica	--	20 cm	--
Base Hidráulica	20 cm	20 cm	20 cm
Carpeta asfáltica	11 cm	3 cm	3 cm

El Método del Instituto de Ingeniería, resulta el método más confiable ya que permite revisar la resistencia a diferentes profundidades mediante los coeficientes de daño, mientras que con el Método Porter sólo se diseña a la profundidad del terreno natural y de la capa subrasante, ya que no tiene coeficientes de daño para las capas superiores. Por lo que respecta al Método del Instituto del Asfalto tampoco analiza el daño a diferentes profundidades.

Por lo tanto, el diseño que se recomienda es:

Carpeta de concreto asfáltico	12 cm
Base hidráulica	12 cm
Sub-base hidráulica	12 cm

Aunque por resistencia para una carpeta de 1.2 cm de espesor no se requiere de acuerdo al Instituto de Ingeniería la capa de sub-base, se recomienda construir ésta a fin de garantizar la calidad de la base, así como para disminuir el esfuerzo en las terracerías.

V.2.3 BANCOS DE MATERIALES

En el anexo 2 se presentan las pruebas de laboratorio de los bancos para la construcción del pavimento, así como su colocación y tratamiento.

V.2.4 NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los requisitos señalados a continuación están referidos a las Normas de Calidad de los Materiales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Libro 4, parte 01, título 03, edición 1982.

1. Los materiales pétreos que se utilicen en la construcción de la sub-base hidráulica deberán cumplir con lo indicado en el inciso 009-C.02 y serán de tamaño máximo de 50.8 mm (2").
2. Los materiales pétreos utilizados en la formación de la base hidráulica deberán tener los requisitos señalados en el inciso 009-C.06 y serán de tamaño máximo de 38 mm (1 1/2").
3. Los materiales pétreos empleados en la elaboración de la carpeta de concreto asfáltico deberán ajustarse a lo especificado en el inciso 010-C.01. El tamaño máximo de estos agregados será de 19 mm (3/4").

4. Los materiales pétreos utilizados para riego de sello deberán — ser de las características citadas en el inciso 010-C.02, según se trate de material 3A.

5. El producto asfáltico rebajado FM-1 que se utilice para el riego de impregnación, el producto asfáltico PR-3 que se utilice para los riegos de liga y de sello, así como el cemento asfáltico — no. 6 que se utilice en la elaboración del concreto asfáltico — deberán cumplir todos ellos con los requisitos correspondientes indicados en el inciso 011-B.04.

6. El concreto asfáltico elaborado para la construcción de la car-
peta deberá tener las características señaladas a continuación, para el procedimiento Marshall y especímenes compactados con 75 golpes por cero.

Estabilidad mínima, en kg	700
Flujo, mm	2 - 4
Porcentaje de vacíos en la mezcla, respecto al volumen del espécimen	3 - 5
Porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM), respecto al volumen del espécimen de mezcla mínimo.	14

Las condiciones para el uso adecuado del concreto asfáltico son las siguientes:

Tolerancia del contenido de cemento asfáltico respecto al porcentaje de proyecto, en peso	± 5%
Contenido de agua libre permitido. Porcentaje en peso de la mezcla asfáltica	1
Relación de disolventes a cemento asfáltico, en peso..	cero

V.2.5 NORMAS DE EJECUCION

Todos los requisitos señalados a continuación están referidos a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Libro 3, parte 3.01, título 3.01.03, edición 1983.

1. La construcción de la sub-base y base hidráulica se ejecutará, en términos generales, tal como se indica en el capítulo 074.
2. El riego de impregnación se hará según los lineamientos del capítulo 078.
3. La construcción de la carpeta de concreto asfáltica se realizará apeguándose a lo señalado en el capítulo 081.
4. La aplicación del riego de sello se ajustará a lo indicado en el capítulo 082.

V.2.6 CUERPO ACTUAL

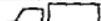
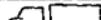
Por lo que respecta al cuerpo actual se hizo una calificación de la superficie de rodamiento que aparece en el anexo 4.

En base a la calificación y a las observaciones en el lugar, el tramo necesita una reconstrucción ya que la mayor parte del tramo presenta deformaciones longitudinales y transversales fuertes, fuerte agrietamiento tipo "piel de cocodrilo", muchos baches tapados y en algunas zonas desprendimiento del asfalto.

A N E X O 1

MEMORIA DE CALCULO DEL PAVIMENTO

CARRETERA TRAPUATO - GUADALAJARA TRAMO PENJAMO - ENT. ESTACION PATI
 VDPA (87) 9361 COMPOSICION = A_2 30% A'_2 19% B_2 5% C_2 10% C_3 10% T_2S_1 10% T_2S_2 5% T_3S_2 10% T_3S_3 1%

TIPO DE VEHICULO	No. de vehículos en ambas direcciones	No. de vehículos en el carril de proy.	COEFICIENTES DE DAÑO POR TRANSITO				No. DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS			
			Z=0 cm	Z=15 cm	Z=30 cm	Z=60 cm	Z=0 cm	Z=15 cm	Z=30 cm	Z=60 cm
A_2 	2802	1404	0.004	0.000	0.000	0.000	5.6	0.0	0.0	0.0
A'_2 	1779	890	0.836	0.064	0.023	0.015	477.0	57.0	20.5	13.4
B_2 	468	234	2.000	1.890	2.457	2.939	468.0	442.3	574.9	687.7
C_2 	936	468	2.000	1.890	2.457	2.939	936.0	884.5	1149.9	1375.5
C_3 	936	468	3.000	2.817	2.457	2.940	1404.0	1318.4	1149.9	1375.9
T_2S_1 	936	468	3.000	3.431	4.747	5.759	1404.0	1605.7	2221.6	2695.2
T_2S_2 	468	234	4.000	4.358	4.747	5.760	936.0	1019.8	1110.8	1347.8
T_3S_2 	936	468	5.000	5.285	4.747	5.761	2340.0	2473.4	2221.6	2696.1
T_3S_3 	94	47	6.000	5.239	4.746	5.758	282.0	246.2	223.1	270.6
TOTAL		4681	$T_1, T_2, T_3, T_4 =$ Tránsito equivalente inicial:				8252.6	8047.3	8672.3	10462.2

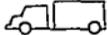
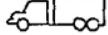
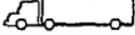
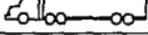
No. de carriles en ambas direcciones	Cost. de dist. para el carril de proy.
2	50
4	40-50
6 o más	30-40

Coefficiente de distribución por carril 50%

Años de servicio, $n = 10\%$ Tasa de crecimiento anual, $t = 10\%$
 Coeficiente de acumulación del tránsito, $C = 5817.20$
 Tránsito acumulado: $\sum L_n = CT_1 \frac{4.8 \times 10^7}{5.0 \times 10^7}$ $\sum L_n = CT_2 \frac{4.7 \times 10^7}{6.1 \times 10^7}$
 $\sum L_n = CT_3 \frac{5.0 \times 10^7}{6.1 \times 10^7}$

TABLA PARA CALCULO DEL TRANSITO ACUMULADO EN FUNCION DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS.

CARRETERA IRAPUATO - GUADALAJARA TRAMO PENJAMO - ENT. ESTACION PATI
 VDPA (87) 9361 COMPOSICION = A₂ 30% A₁ 19% B₂ 5% C₂ 10% C₃ 10% T₂S₁ 10% T₂S₂ 5% T₃S₂ 10% T₃S₃ 1%

TIPO DE VEHICULO	No. de vehículos en ambos lados	No. de vehículos en el carril de proy.	Coefficiente de daño por tránsito	No. de ejes equivalentes de 8.2 toneladas
A ₂ 	2808	1404	0.0004	0.6
A ₁ 	1779	890	0.0480	42.7
B ₂ 	468	234	2.4140	564.9
C ₂ 	936	468	2.4140	1129.8
C ₃ 	936	468	2.2760	1065.2
T ₂ S ₁ 	936	468	4.6260	2165.2
T ₂ S ₂ 	468	234	4.4880	1050.2
T ₃ S ₂ 	936	468	4.3500	2035.8
T ₃ S ₃ 	94	47	4.3750	205.6
TOTAL =		4681	T: Tránsito equivalente inicial	8259.8

No. de carriles en ambas direcciones	Coefficiente de distribución para el carril de proy.(%)
2	60
4	50

Coefficiente de distribución por carril 50%
 Años de servicio . n 10%
 Coeficiente de acumulación de tránsito . c 5817.20
 Tasa de crecimiento anual . t 10%
 Tránsito acumulado 4.8x10⁷

TABLA PARA CALCULO DEL TRANSITO ACUMULADO EN FUNCION DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS
 METODO PORTER

MEMORIA DE CALCULO

I. METODO DEL INSTITUTO DE INGENIERIA

1. Subtramos A

a) VRS crítico de diseño (\widehat{VRS})

- Terreno natural

Del estudio geotécnico se seleccionó el VRS modificado al 90% por ser menor que el VRS estándar.

16.0 12.9 19.5 11.3 16.9 15.1 6.9 9.4

$$\bar{x} = \overline{VRS}_{TN} = 13.60$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\sum x - \bar{x})^2}{n}} = 3.372$$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{3.372}{13.60} = 0.285$$

$$\widehat{VRS}_{TN} = \bar{x} (1 - 0.84 v) = 13.60 (1 - 0.84(0.285))$$

$$\widehat{VRS}_{TN} = 10.34$$

- Terracerías

Los VRS modificados al 90% de los bancos

15.5 18.5 3.4 20.2

$$\bar{x} = \overline{VRS}_T = 15.70$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\bar{x} - \bar{x})^2}{n}} = 4.512$$

$$v = \frac{4.512}{15.70} = 0.287$$

$$\widehat{VRS}_T = \bar{x} (1 - 0.84 v) = 15.70 (1 - 0.84(0.287))$$

$$\widehat{VRS}_T = 11.90$$

- Subrasante

Los VRS modificados al 95% de los bancos

19.10 26.80

Se considerará $\widehat{VRS}_{SR} = 19.10$

b) Cálculo de espesores

Del nomograma del Instituto de Ingeniería para un nivel de confianza $Qu=0.9$

Para $\widehat{VRS}_{TN} = 10.34$ y $\sum Ln_4 = 6.1 \times 10^7$ $Z_{TN} = 57$ cm

Para $\widehat{VRS}_T = 11.90$ y $\sum Ln_4 = 6.1 \times 10^7$ $Z_T = 52$ cm

Para $\widehat{VRS}_{SR} = 19.10$ y $\sum Ln_4 = 6.1 \times 10^7$ $Z_{SR} = 41$ cm

Para $\widehat{VRS}_{SB} = 20.00$ y $\sum Ln_3 = 5.0 \times 10^7$ $Z_{SB} = 39$ cm

Para $\widehat{VRS}_B = 100.00$ y $\sum Ln_2 = 4.7 \times 10^7$ $Z_B = 21$ cm

Para $Z_B = 21$ cm

capa	espesor(cm)	z (cm)
Carpeta	11	22 > 21 cm

Para $Z_{SB} = 38$ cm

capa	espesor(cm)	z (cm)	
Carpeta	11	22	
Base hidráulica	20	<u>20</u>	
		42	42 > 38 cm

Para $Z_{SR} = 41$ cm

capa	espesor(cm)	z (cm)	
Carpeta	11	22	
Base hidráulica	20	<u>20</u>	
		42	42 > 41 cm

Para $Z_T = 52$ cm

capa	espesor(cm)	z (cm)	
Carpeta	11	22	
Base hidráulica	20	20	
Subrasante	30	<u>30</u>	
		72	72 > 52 cm

Para $Z_{TN} = 57$ cm

capa	espesor(cm)	z (cm)	
Carpeta	11	22	
Base hidráulica	20	20	
Subrasante	30	<u>30</u>	
		72	72 > 57 cm

Para subtramos A:

Carpeta	11 cm
Base hidráulica	20 cm
Subrasante	30 cm

2. Subtramos B

a) VRS crítico para diseño

- Terreno natural

Se seleccionó el VRS estándar saturado por ser el más bajo.

1.8 3.2 3.3 3.4 2.8 2.8 2.8 2.8 2.4 1.8

$$\bar{x} = \overline{\text{VRS}}_{\text{TN}} = 2.71$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x-\bar{x})^2}{n}} = 0.533$$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{0.533}{2.71} = 0.19$$

$$\widehat{\text{VRS}}_{\text{TN}} = \bar{x} (1 - 0.84 v) = 2.71 (1 - 0.84(0.19))$$

$$\widehat{\text{VRS}}_{\text{TN}} = 2.3 \%$$

- Terracerías

$$\widehat{\text{VRS}}_{\text{T}} = 11.9 \%$$

- Subrasante

$$\widehat{\text{VRS}}_{\text{SR}} = 19.1 \%$$

- Sub-base

$$\widehat{\text{VRS}}_{\text{SB}} = 20.0 \% \text{ (Para diseño)}$$

- Base hidráulica

$$\widehat{\text{VRS}}_{\text{B}} = 100.0 \%$$

b) Cálculo de espesores para $Qu=0.9$

$$\begin{aligned} \text{Para } \widehat{VRS}_{TN} &= 2.3 \text{ y } \Sigma In_4 = 6.1 \times 10^7 & Z_{TN} &= 125 \text{ cm} \\ \text{Para } \widehat{VRS}_T &= 11.9 \text{ y } \Sigma In_4 = 6.1 \times 10^7 & Z_T &= 52 \text{ cm} \\ \text{Para } \widehat{VRS}_{SR} &= 19.1 \text{ y } \Sigma In_4 = 6.1 \times 10^7 & Z_{SR} &= 41 \text{ cm} \\ \text{Para } \widehat{VRS}_{SB} &= 20.0 \text{ y } \Sigma In_3 = 5.0 \times 10^7 & Z_{SB} &= 38 \text{ cm} \\ \text{Para } \widehat{VRS}_B &= 100.0 \text{ y } \Sigma In_2 = 4.7 \times 10^7 & Z_B &= 21 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tomando en cuenta que en estos tramos se abrirá una caja - con 1.00 m de profundidad y que se empleará material de banco para alcanzar el nivel de proyecto, se revisará la sección del inciso 1.

Capa	Espesor(cm)	z (cm)	z
Carpeta	11	22	22 > 21 cm
Base hidráulica	20	20	42 > 41 cm
Subrasante	30	30	72 > 52 cm
Terracería	100(mín)	100	172 > 125 cm

Rige estructuración para subtramos A.

3. Subtramos C

- En corte: En capa de transición VRS = 100%
 Para $\Sigma I_n_3 = 5.0 \times 10^7$ Z = 22 cm
 Para $\Sigma I_n_2 = 4.7 \times 10^7$ Z = 21 cm

Para Z = 22 cm

capa	espesor(cm)	z (cm)
Carpeta	11	22 > 21

Rige estructuración para subtramos A.

- En terraplén:

- Para $\widehat{VRS}_T = 11.9$ y $\Sigma I_n_4 = 6.1 \times 10^7$ Z = 52 cm
 Para $\widehat{VRS}_{SR} = 19.1$ y $\Sigma I_n_4 = 6.1 \times 10^7$ Z = 41 cm

Para Z_B = 21 cm

capa	espesor(cm)	z (cm)
Carpeta	11	22 > 21

Para Z_{SB} = 38 cm

capa	espesor(cm)	z (cm)
Carpeta	11	22
Base hidráulica	20	<u>20</u>
		42 > 33 cm

Para $Z_{SR} = 41$ cm

capa	espesor(cm)	z (cm)
Carpeta	11	22
Base hidráulica	20	<u>20</u>
		42 > 41 cm

Para $Z_T = 52$ cm

capa	espesor(cm)	z (cm)
Carpeta	11	22
Base hidráulica	20	20
Subrasante	30	<u>30</u>
		72 > 52 cm

Rige estructuración para subtramos A.

De acuerdo al Método del Instituto de Ingeniería:

Capa	Espesor
Carpeta de concreto asfáltico	11 cm
Base hidráulica	20 cm

II. METODO PORTER

1. Subtramos A

a) VRS de diseño

- Terreno natural

6.9 — 100

9.4 — 38

11.3 — 75

12.9

.

.

.

80 percentil:

$$\frac{13}{2.4} = \frac{8}{x}$$

$$x = \frac{3(2.4)}{13} = 1.48$$

$$9.4 + 1.48 = 10.88$$

$$VRS_{TN} = 10.88 \%$$

- Terracerías

8.4 — 100

15.5 — 75

18.5

.

.

.

80 percentil:

$$\frac{25}{7.1} = \frac{20}{x}$$

$$x = \frac{20(7.1)}{25} = 5.68$$

$$8.4 + 5.68 = 14.08$$

$$VRS_T = 14.0 \%$$

- Subrasante

$$VRS_{SR} = 19.1 \%$$

- Sub-base

$$VRS_{SB} = 20.0 \%$$

- Base

$$VRS_B = 100.0 \%$$

b) Cálculo de espesores. Del nomograma Porter:

Para $VRS_{TN} = 10.89$ y $\Sigma L = 4.3 \times 10^7$ $Z = 53$ cm
Para $VRS_T = 14.0$ y $\Sigma L = 4.8 \times 10^7$ $Z = 47$ cm
Para $VRS_{SR} = 19.1$ y $\Sigma L = 4.8 \times 10^7$ $Z = 42$ cm

Para $Z = 42$ cm

capa	espesor(cm)	z (cm)
Carpeta	3	16
Base hidráulica	20	20
Sub-base	20	<u>20</u>
		56 > 42 cm

Para $Z = 47$ cm

56 > 47 cm

Para $Z = 53$ cm

56 > 53 cm

Para subtramos A la estructuración es:

Carpeta	8 cm
Base	20 cm
Sub-base	20 cm

2. Subtramos B

a) VRS de diseño

- Terreno natural

1.8 — 100

1.8 — 90

2.3 — 80

2.3

.

.

.

- Terracerfias

VRS_T = 14.0 %

- Subrasante

VRS_{SR} = 19.1 %

b) Cálculo de espesores

Para VRS_{TN} = 2.8 % y $\Sigma L = 4.8 \times 10^7$ Z = 90 cm

Para VRS_T = 14.0 % y $\Sigma L = 4.8 \times 10^7$ Z = 47 cm

Para VRS_{SR} = 19.1 % y $\Sigma L = 4.3 \times 10^7$ Z = 42 cm

Para $Z_{TN} = 90$ cm

capa	espesor(cm)	z (cm)
Carpeta	3	16
Base	20	20
Sub-base	20	20
Subrasante	30	30
Terracería	100 (mín)	<u>100</u>
		186 > 90 cm

Rige estructuración subtramo A.

3. Subtramo C

a) VRS de diseño

$$\text{VRS}_T = 14.0 \%$$

$$\text{VRS}_{SR} = 19.1 \%$$

b) Cálculo de espesores

En terraplén:

$$\text{Para } \text{VRS}_T = 14.0 \% \quad Z = 47 \text{ cm}$$

$$\text{Para } \text{VRS}_{SR} = 19.1 \% \quad Z = 42 \text{ cm}$$

Subtramo C = Subtramo A

De acuerdo al Método Porter rige la estructuración para todo el tramo del subtramo A.

III. METODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

1. Tránsito diario inicial = 9361
2. Porcentaje de camiones pesados en ambas direcciones = 51 %
3. Porcentaje de camiones pesados en el carril de diseño = 50 %
4. Número de camiones pesados en el carril de diseño, N
 $N = 9361 \times 0.51 \times 0.50 = 2387$
5. Promedio del peso bruto de los camiones pesados

B_2	$234 \times 15.5 =$	3627
C_2	$468 \times 15.5 =$	7254
C_3	$468 \times 23.5 =$	10998
T_2-S_1	$468 \times 25.5 =$	11934
T_2-S_2	$234 \times 33.5 =$	7839
T_3-S_2	$468 \times 41.5 =$	19422
T_3-S_3	$47 \times 46.0 =$	2162
	<hr/>	<hr/>
	2397	63236

$$\frac{63236}{2387} = 26.5 \text{ Ton.} \times 2205 = 58433 \text{ lb.}$$

6. Carga máxima por eje
 $10.0 \times 2205 = 22050 \text{ lb}$
7. 7500
8. Periodo de diseño = 10 años
9. Tasa de crecimiento = 10 %
10. Factor de corrección = 0.80
11. DTN = $7500 \times 0.8 = 6000 \text{ veh.}$

1. Subtramos A

a) VRS de diseño

$$VRS_{TN} = 10.3 \%$$

$$VRS_T = 11.9 \%$$

$$VRS_{SR} = 19.1 \%$$

$$VRS_B = 100.0 \%$$

b) Cálculo de espesores

g.e

$$\text{Para } VRS_{TN} = 10.3 \% = 9.1" = 23.1 \text{ cm} \times 2 = 46.2 \text{ cm}$$

$$\text{Para } VRS_T = 11.9 \% = 8.6" = 21.8 \text{ cm} \times 2 = 43.6 \text{ cm}$$

$$\text{Para } VRS_{SR} = 19.0 \% = 6.9" = 17.5 \text{ cm} \times 2 = 35.0 \text{ cm}$$

Para g.e = 35 cm

capa	espesor(cm)	g.e
Carpeta	8	16
Base	20	<u>20</u>
		36 > 35 cm

Para g.e = 44 cm

capa	espesor	g.e
Carpeta	8	16
Base	20	20
Subrasante	30	<u>30</u>
		66 > 44 cm

Para subtramos A:

Carpeta	8 cm
Base	20 cm
Subrasante	30 cm

2. Subtramos B

a) VRS de diseño

$$VRS_{TN} = 2.7 \%$$

$$VRS_T = 11.9 \%$$

$$VRS_{SR} = 19.1 \%$$

b) Cálculo de espesores

$$\text{Para } VRS_{TN} = 2.7 \% = 15.8'' = 40.13 \text{ cm} \times 2 = 80.3 \text{ cm } g.e$$

Para $g.e = 81 \text{ cm}$

cava	espesor(cm)	g.e
Carpeta	8	16
Base	20	20
Subrasante	30	30
Terracería	100 (mín)	<u>100</u>
		166 > 81 cm

Para subtramos B:

Carpeta	3 cm
Base	20 cm
Subrasante	30 cm

3. Subtramo C

Subtramo C = Subtramo A , ya que el caso más desfavorable es en terraplenes.

De acuerdo al Método del Instituto del Asfalto para todo el tramo la estructuración es:

Carpeta	3 cm
Base	20 cm

A N E X O 2

BANCOS PARA LA CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO

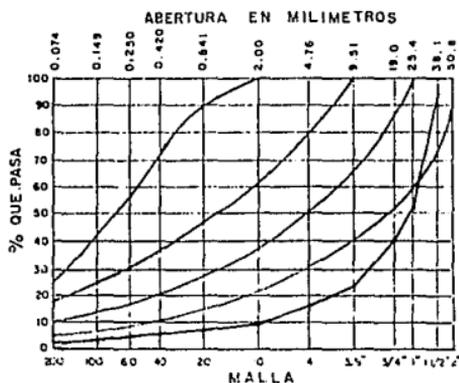
**INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE
Y BASE**

Obra **Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent.Estación**
 Localización **Patti Km 60+000 al Km 96+000**
 Origen **Irapuato, Gto.** FECHA DE INFORME _____

D-TOS = EL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE :	SUB-BASE <input checked="" type="checkbox"/>	BASE <input checked="" type="checkbox"/>
	DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DEL MATERIAL	Basalto	
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO		
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO		
	UBICACION DEL BANCO	La Maraña km 72+200 D/D 4500 m de la carretera Irapuato-Guadalajara, Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti	

DE Grap. Sueldo kg/m ³			
DE S. Máximo kg/m ³			
Humedad Óptima %			
DE del lugar kg/m ³			
Humedad del lugar %			

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Malla	% Retenido
Fa 500	
En 37.5	5.8
	% que pasa
500	
375	94.2
250	52.5
150	40.1
75	23.5
4.75	16.3
2.00	9.7
0.85	6.9
0.425	5.0
0.250	4.2
0.150	3.4
0.075	2.1

VALOR DE FUNDICIÓN
EXPANSIÓN %
VALOR CEMENTANTE kg/cm ²
EQUIVALENTE DE ARENA %

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N ^o 30
ABSORCIÓN %
DENSIDAD
DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N ^o 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LIN. AL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SSP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE
Y BASE

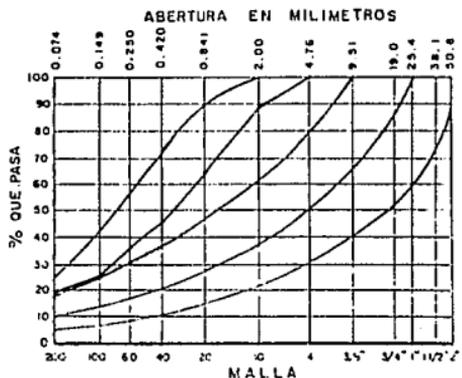
Obrn Carretera Irapuato-Guadalajara, Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti
Ubicación Del km 60+000 al km 96+000 , Origen Irapuato, Gto.

FECHA DE INFORME

TIPO DE MUESTREO	MATERIAL, PARA CAPA DE :	SUB-BASE <input type="checkbox"/>	BASE <input type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL		
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO		
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO		
	UBICACION DEL BANCO	Km 54+300 D/I de 350 m de la Carretera Irapuato-Guadalajara, Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti	

PI. Grueso kg/m^3	900
P.E.S. Medio kg/m^3	1408
Humedad Optima %	30,01
P.E. del lugar kg/m^3	1324
Humedad del lugar %	27,10

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Malla	% Retenido
En 50.0	
En 37.5	
	% que pasa
50.0	
37.5	
25.0	
19.0	
0.5	
4.75	100
2.00	89
0.85	64
0.425	46
0.250	37
0.150	26
0.075	19

VOL. ESTANDARIZADA	25
EXPANSION %	1.1
VALOR CEMENTANTE kg/cm^2	5.0
EQUIVALENTE DE ARENA %	

PIEDRAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NUM 60	
ABSORCION %	
DENSIDAD	
DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No 0.425			
LIMITE LIQUIDO %	45	EQUIV. NUM. DE CAMPO %	
LIMITE PLASTICO %	30	CONTRACCION LIB. AL %	5.0
INDICE PLASTICO %	15	CLASIFICACION ESP	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Material para mejoramiento de Base-hidráulica

**INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE
Y BASE**

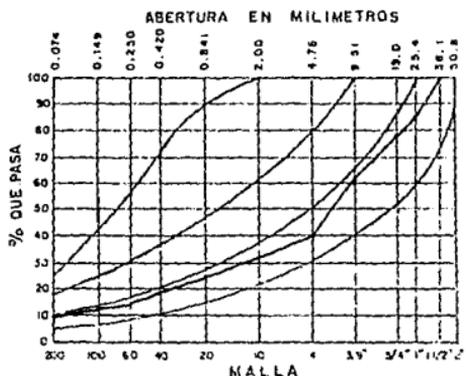
Obrn Carretera Irapuato-Guadalajara, Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti
Localización Del km 60+000 al km 96+000 , Origen Irapuato,Gto.

FECHA DE INFORME

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE :	SUB-BASE <input checked="" type="checkbox"/>	BASE <input checked="" type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL		
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO		
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO		
	UBICACION DEL BANCO	Mezcla 80% y 20% Banco La Marafía con Banco km 54+300 con 350 D/I respectivamente	

Pl. Saca Suelta kg/m ³	1410
P.E.S. Mda/m ³ kg/m ³	1820
Humedad Optima %	11.9
P.E. del lugar kg/m ³	
Humedad del lugar %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Malla	% Retenido	% que pasa
En 37.5		
500		
375	100	
250	85	
190	73	
95	62	
47.5	40	
20.0	32	
0.85	25	
0.425	19	
0.250	14	
0.150	12	
0.075	9	

VALOR TAMIZADO	116
EXPANSION %	0.18
VALOR CEMENTANTE kg/cm ²	4.80
CONTENIDO DE ARENA %	58

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA #100	
ABSORCION %	3.7
DENSIDAD	2.44
DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA #100	
LIMITE LIQUIDO %	39
LIMITE PLASTICO %	29
INDICE PLASTICO %	10
EQUIV. NUM. DE CAMPO %	
CONTRACCION LINEAL %	3.1
CLASIFICACION ESP	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

**INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE
Y BASE**

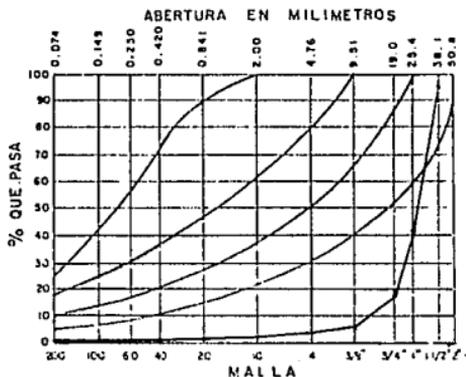
Obrn Carretera Irapuato-Guadalajara, Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti
Localización Del km 60+000 al km 96+000 , Origen Irapuato,Gto.

FECHA DE INFORME

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE :	SUB-BASE <input checked="" type="checkbox"/>	BASE <input type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL		
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO		
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO		
	UBICACION DEL BANCO	Km 92+300 D/D 200 m de la carretera Irapuato-Guadalajara, Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti	

PE Suspendida %		
PE S. Máxima %		
Humedad Optima %		
PE del lugar %		
Humedad del lugar %		

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



COMPOSICION GRANULOMETRICA	Malla	% Retenido
	En 50.0	
En 37.5	3.8	
	que PASA	
500		
375	96.2	
250	41.4	
190	17.9	
95	6.3	
4.75	3.8	
2.00	2.1	
0.85	1.4	
0.425	1.0	
0.250	0.8	
0.150	0.6	
0.075	0.4	

VALOR ESTABILIDAD %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NUM 85
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm ²	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LIN. AL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

**INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE
Y BASE**

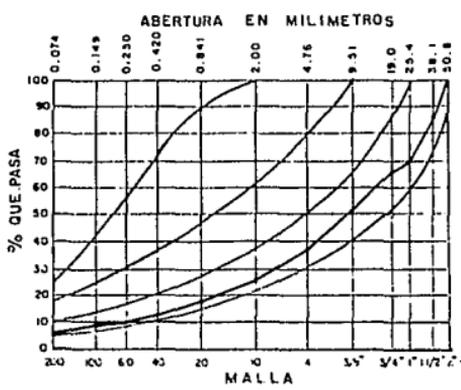
Obrn Carretera Irapuato-Guadalajara, Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti
Licenciación Del km 60+000 al km 96+000, Origen Irapuato,Gto.

FECHA DE INFORME

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE :	SUB-BASE <input checked="" type="checkbox"/>	BASE <input checked="" type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL		
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO		
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO		
	UBICACION DEL BANCO	Mezcla 80% y 20% Banco km 92+300 D/D 200 m con Banco Zabata respectivamente	

PE. Sico Cuella kg/m ³	
P.E.S. Máximo kg/m ³	1919
Humedad Optima %	10.0
P.E. del lugar kg/m ³	
Humedad del lugar %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



COMPOSICION GRANULOMETRICA	Malla	% Retenido
	En 50.0	
En 37.5		
	% que PASA	
50.0	100	
37.5	86	
25.0	70	
19.0	66	
0.75	51	
4.75	37	
2.00	26	
0.85	18	
0.425	12	
0.250	10	
0.150	9	
0.075	6	

VALOR ESTANDARIZADO	129
EXPANSION %	0.2
VALOR CEMENTANTE kg/cm ³	4.5
EQUIVALENTE DE ARENA %	59.7

PRUEBAS EN MAT. MAYOR CUE LA MALLA NUM 0.5	
ABSORCION %	3.6
DENSIDAD	2.2
DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 0.425	
LMITE LIQUIDO %	30
LMITE PLASTICO %	Inap.
INDICE PLASTICO %	
EQUIV. HUM. DE CAMPO %	
CONTRACCION LINEAL %	3.0
CLASIFICACION ESP	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

**INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE
Y BASE**

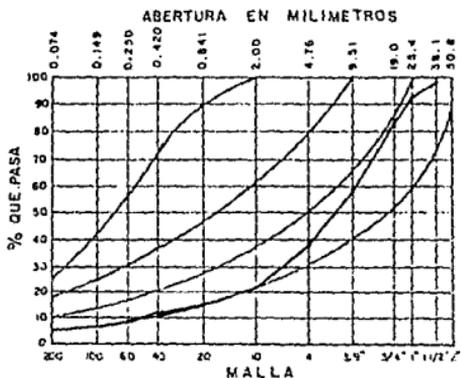
Obrn Carretera Irapuato-Guadalajara, Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti
Ubicación Del km 60+000 al km 96+000 , Origen Irapuato,Gto.

FECHA DE INFORME

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAJA DE :	SUB-BASE <input checked="" type="checkbox"/>	BASE <input checked="" type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL	Tezontle	
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO		
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO		
	UBICACION DEL BANCO	Km 83+900 D/D 2100 m y 1900 m D/D de la carretera Irapuato-Guadalajara, Tramo Penjamo-Ent.Estación Patti	

PE Seco Suelto kg/m ³	986
PE S Máxima kg/m ³	1516
Humedad Óptima %	21.7
PE del lugar kg/m ³	
Humedad del lugar %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



Malla	% Retenido	
	En 37.5	En 500
	% que PASA	
500		
375		93.7
250		93.0
150		83.4
90		58.7
475		33.5
200		21.6
80		14.8
420		11.1
200		9.1
150		7.1
80		5.5

UNION ESTANDARIZADA	102
EXPANSION %	0
VALOR CEMENTANTE kg/cm ²	3.1
EQUIVALENTE DE ARLA %	60.4

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NUM 80	
ABSORCION %	9.0
DENSIDAD	1.71
DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	42
LIMITE PLASTICO %	27
INDICE PLASTICO %	15
EQUIV. MIN. DE CAMPO %	
CONTRACCION LINEAL %	5.2
CLASIFICACION SDP	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

PRESTAMO DE MATERIALES

OBRA Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent, Estación Pattiensaye No. _____
 LOCALIZACION Subtramo Km 60+000 - Km 96+000 Origen Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

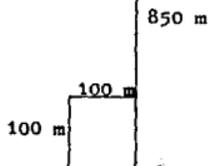
PRESTAMO DE MATERIAL PARA mejoramiento de Sub-base y base hidráulica DENOMINACION _____

Ubicación	ESTRATO		CLASIFICACION S O P	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficientes de Variación Volumétrica			CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO A - B - C
	No.	Espesor metros			90 %	95 %	100 %	
Km 54+800 con D/I 850 m	1	0.30	Tierra vegetal	Despalme				100-00-00
de la carretera Irapuato-	2	2.50	Arena limosa	Compactado	1.04	0.99	0.94	60-40-00
Guadalajara con origen en								
Irapuato, Gto.								

DIMENSIONES	VOLUMEN APROVECHABLE	OBSERVACIONES
Largo <u>100</u> m. Ancho <u>100</u> m. Espesor <u>2.5</u> m.	<u>25000</u> m ³	

CROQUIS DE LOCALIZACION

A La Piedad Km 54+800 A Pénjamo



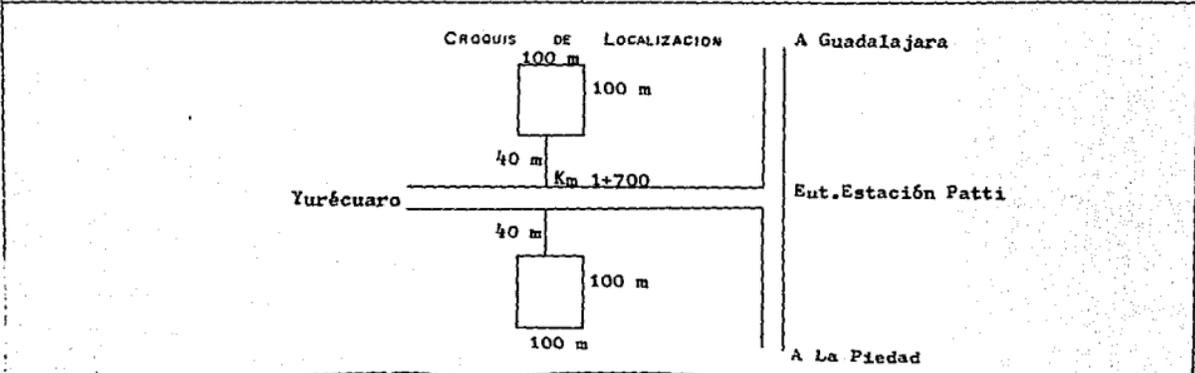
PRESTAMO DE MATERIALES

OBRA Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti ENSAYE No. _____
 LOCALIZACION Subtramo km 60+000 - km 96+000 Origen Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

PRESTAMO DE MATERIAL PARA Mejoramiento de base hidráulica DENOMINACION _____

Ubicación	ESTRATO		CLASIFICACION SOP	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficientes de Variación Volumétrica			CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO A - B - C
	No.	Espesor metros			90 %	95 %	100 %	
Km 1+700 con 40 D/I y D de la carretera Ent.Estación Patti-Vista Hermosa, origen	1	0.10	Tierra vegetal Arena bien graduada (SW-SM)	Despalme				100-00-00
Ent.Estación Patti	2	3.00		Compactado	1.00	0.95	0.90	60-40-00

DIMENSIONES Largo <u>100</u> m. Ancho <u>100</u> m. Espesor <u>3.0</u> m.	VOLUMEN APROVECHABLE <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><u>60000</u> m³</p>	OBSERVACIONES
---	---	---------------



PRESTAMO DE MATERIALES

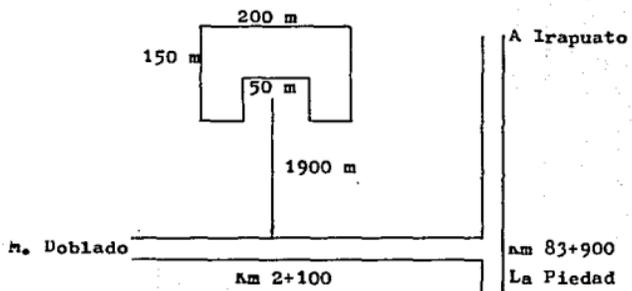
OBRA Carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pánjamo-Ent.Estación Pattiensaye No. _____
 LOCALIZACION Subtramo km 60+000 - km 96+000 Origen Irapuato, Gto. FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

PRESTAMO DE MATERIAL PARA Sub-base y base hidráulica DENOMINACION _____

Ubicación	ESTRATO		CLASIFICACION SOP	TRATAMIENTO PROBABLE	Coeficientes de Variación Volumétrica			CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO A - B - C
	No.	Espesor metros			90 %	95 %	100 %	
km 83+900 D/U 2100 m y	1	0.20	Tierra vegetal	Despalme				100-00-00
1900 m U/D de la carretera	2	5.00	Tezontle	Compactado	0.89	0.84	0.80	60-40-00
Irapuato-Guadalajara con								
origen en Irapuato, Gto.								

DIMENSIONES Largo <u>200</u> m. Ancho <u>150</u> m. Espesor <u>5.0</u> m.	VOLUMEN APROVECHABLE <u>125000</u> m ³	OBSERVACIONES
---	--	---------------

CROQUIS DE LOCALIZACION



REPORTE DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL	MUESTRA No.	FECHA INFORME
ENSAYE No.		
ENVIADA POR		
PROYECTO	Banco La Maraña km 72+200 D/D 4500 de la carretera	
	Irapuato-Guadalupe, Tramo Pénjamo-Bat. Estación Patti	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PETREO

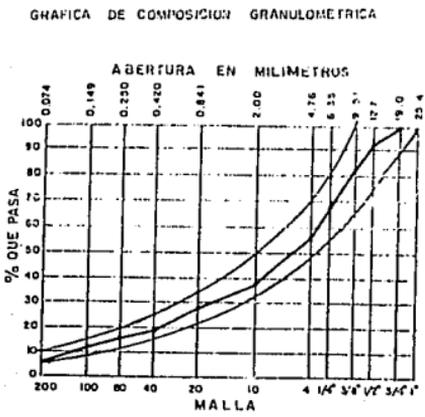
Características Petrográficas

Basalto

Peso vol. suelto

% Cae por malla

1"	
3/4"	100
1/2"	92
3/8"	82
1/4"	68
No. 4	57
No. 10	38
No. 20	28
No. 40	19
No. 60	16
No. 100	12
No. 200	6
Densidad	2.6
Absorción	3.0
% Desgaste	17.6
Equivalente de arena	59



CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO		PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA	
Tipo Cemento asf. No. 6	Cont. (pt. de Asfalto) 7.0 (%)	Grado de Compactación en Carpetas (%)	
Temperatura Recomendable de	Peso Vol. Máx. en Mezcla Compacta	Conf. Asfalto en Mezcla (%)	
Aplastación	(g/cm ³) 2340	Permeabilidad de la Carpeta	
Porosidad	Aditivo Recomendado		

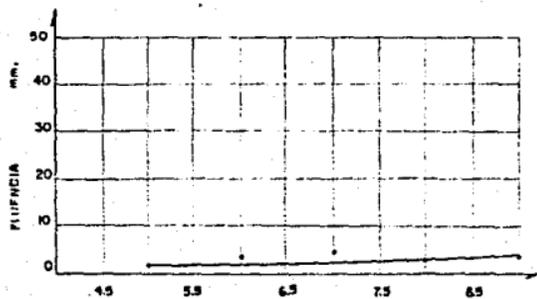
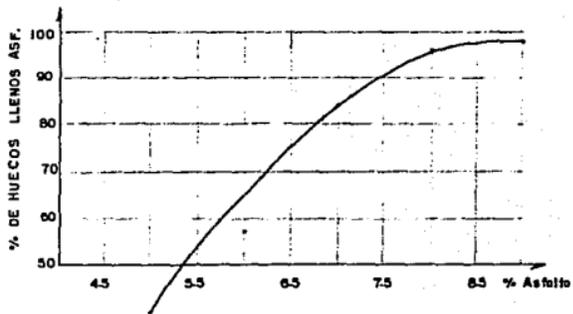
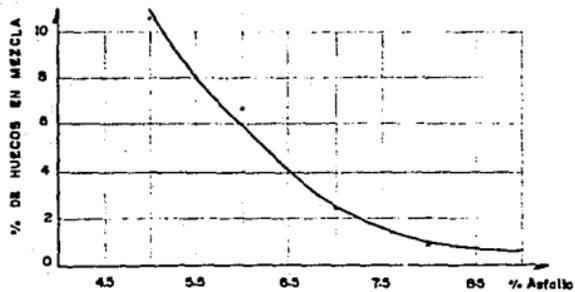
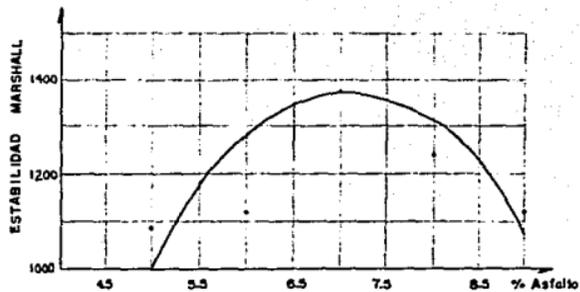
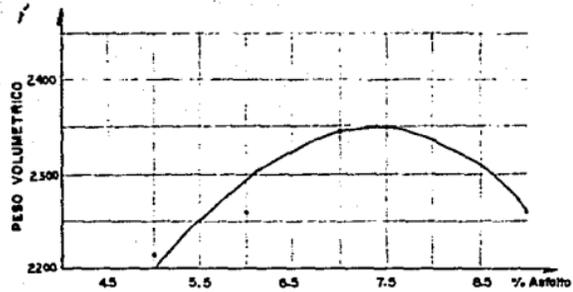
(N) NOTA: EL CONTENIDO DE ASFALTO SE REFIERE AL RESIDUO ASFALTICO DEL PRODUCTO UTILIZADO EXPRESADO COMO % EN PESO DEL MATERIAL PETREO SECO.

RECOMENDACIONES:

Prueba de intemperismo acelerado
Pérdida en 5 ciclos 2.3%

Prueba de desprendimiento por fricción
% de desprendimiento 15%

Afinidad: buena



PRUEBA MARSHALL

PROCEDENCIA: _____

BANCO: La Marañá _____

E - 56

M -

REPORTE DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL	MUESTRA No.	FECHA INFORME
ENSAYE No.		
ENVIADA POR		
INDICACION	Km 92+300 D/D 200 m de la carretera Irapuato-Guadalajara Tramo Pénjamo-Ent.Estación Patti, Origen Irapuato,Gto.	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PETREO

Clasificación Fotografica

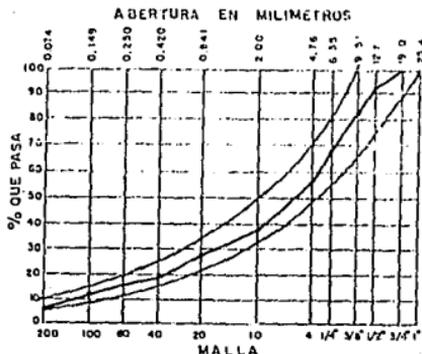
Basalto

Peso vol. suelta

% que pasa malla

1"	
3/4"	100
1/2"	92
3/8"	82
1/4"	68
No. 20	57
No. 40	38
No. 60	28
No. 100	19
No. 200	16
No. 400	12
No. 600	6
Densidad	2.20
Absorcion	2.66
Exfoliacion	20
Equivalente de arena	56

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



CARACTERISTICAS DEL ASFALTO

PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA

Tipo Cemento asf.No.6	Cont. (Vol. de Asfalto) 7.7 (ml)	Grado de Compactacion en Carpeta
Temperatura Recomendable de Aplicacion	Peso Vol. Mól. en Mezcla Compacta (kg/cm ³) 2200	Cont. Asfalto en Mezcla (ml)
Penetraci3n	Aditivo Recomendado	Permeabilidad de la Carpeta

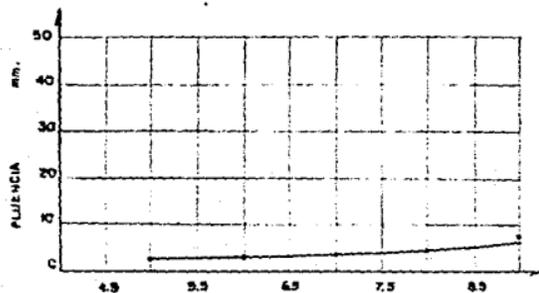
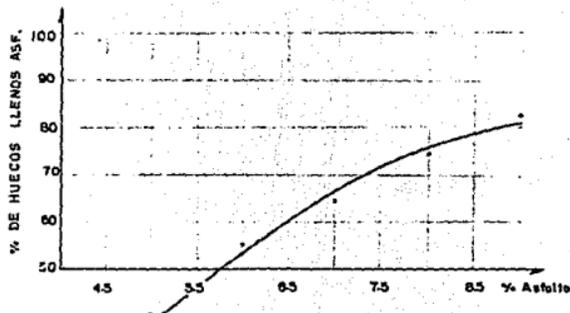
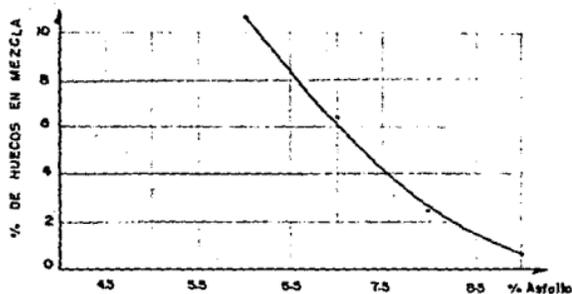
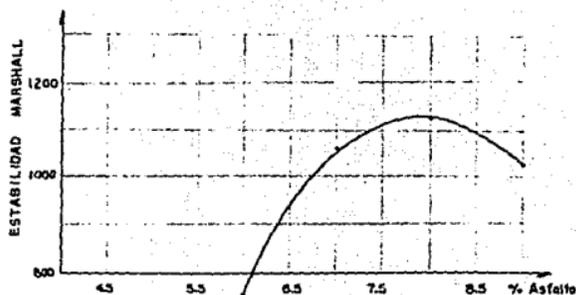
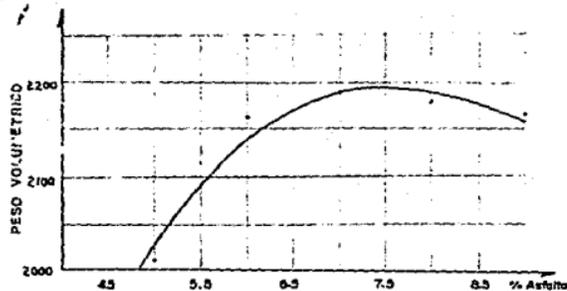
(NOTA: EL CONTENIDO DE ASFALTO SE REFIERE AL RESIDUO ASFALTICO DEL PRODUCTO UTILIZADO EXPRESADO COMO % EN PESO DEL MATERIAL PETREO SECO.

RECOMENDACIONES:

Prueba de intemperismo acelerado
Pérdida en 5 ciclos 10.3%

Prueba de desprendimiento por fricción
% de desprendimiento 19%

Afinidad: buena



PRUEBA MARSHALL

PROCEDENCIA: _____

BANCO: Km 92+300 D/D 200 m

E - 60

M -

A N E X O 3

CUADRO DE BANCOS PARA PAVIMENTO

CARRETERA IRAPUATO - GUADALAJARA
 TRAMO PE. JAMO - ENT. ESTACION PATTI
 SUBTRAMO km 60+000 AL km 96+000
 ORIGEN IRAPUATO, GTO.

BANCO	LOCALIZACION	MATERIAL	TRATAMIENTO	UTILIZACION	MEZCLA APROX. PARA SU EMPLEO
1. La tuza	km 54+800 con 850 m D/I de la carretera Irapuato-Guadalajara con origen en Irapuato, Gto.	Arena limosa.	Disgregado	Base y sub-base hidráulica	80% Banco 3 20% Banco 1
2. Zapata	km 1+700 con 40 m D/I de la carretera Ent. Estación Patti-Vista Hermosa con origen en Ent. Estación Patti.	Arena limosa	Disgregado	Base y sub-base hidráulica	80% Banco 5 20% Banco 2
3. La maraña	km 72+200 con 4500 m D/D de la carretera Irapuato-Guadalajara.	basalto	Trituración total y cribado a tamaño máximo 1 1/2" (38.1 mm).	Sub-base hidráulica	80% Banco 3 20% Banco 1
			Trituración total y cribado a tamaño máximo 1" (25 mm).	Base hidráulica	80% Banco 3 20% Banco 1
			Trituración total y cribado a tamaño máximo 3/4" (19 mm).	Carpeta asfáltica	Se usará sólo
			Trituración total y cribado para obtener material 3A.	Riego de sello	Se usará sólo
4. La estación	km 83+900 con 2100 m D/D y 1900 m D/D de la carretera Irapuato-Guadalajara con origen en Irapuato, Gto.	Tezontle	Ninguno	Base hidráulica	Se usará sólo

CARRETERA IRAPUATO - GUADALAJARA
 TRAMO PENJAMO - ENT. ESTACION PATTI
 SUBTRAMO RM. 60+000 AL RM. 96+000
 ORIGEN IRAPUATO, GTO.

BANCO	LOCALIZACION	MATERIAL	TRATAMIENTO	UTILIZACION	MEZCLA APROX. PARA SU EMPLEO
5. S/A	km 92+300 con 200 m D/D de la carretera Irapuato-Guadalajara con origen en Irapuato, Gto.	Basalto	Trituración total y cribado a tamaño máximo 1 1/2" (38.1 mm).	Sub-base hidráulica	80% Banco 5 20% Banco 2
			Trituración total y cribado a tamaño máximo 1" (25 mm).	Base hidráulica	80% Banco 5 20% Banco 2
			Trituración total y cribado a tamaño máximo 3/4" (19 mm).	Carpeta asfáltica	Se usará sólo
			Trituración total y cribado para obtener material 3A.	Riego de sello	Se usará sólo



BANCOS PARA PAVIMENTO

1. Km 54+800 con 850 m D/I de la carretera Irapuato-Guadalajara.
2. Zapata km 1+700 con 40 m D/I de la carretera Ent. Estación Patti-Vista Hermosa.
3. La Maraña km 72+200 con 4500 m D/D de la carretera Irapuato-Guadalajara.
4. Km 83+900 con 2100 m D/D y 1900 m D/D de la carretera Irapuato-Guadalajara.
5. Km 92+300 con 200 m D/D de la carretera Irapuato-Guadalajara.

A N E X O 4

**CALIFICACION ACTUAL DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO
DEL CUERPO ACTUAL**

CALIFICACION ACTUAL DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO

CAMINO: Irapuato - Guadalajara
 PARA: Irapuato - Ent. Estación Patti
 RAMO: Irapuato, Gto.
 OBRA: Del km 60+000 al km 96+000

KILOMETRAJE	DE:		70+000		75+000		80+000		85+000		90+000	
	A:		60+000	65+000	70+000	75+000	80+000	85+000	90+000	95+000	96+000	
Muy bueno												
Buena												
Regular												
Malas												
Muy malas												

CALIFICACION ACTUAL	2.5		2.0		1.5		1.5		1.5		2.0		1.5	
	Sí	No												
Pavimento														
Aceptable														
Dudoso														
Leñeros fuertes	N	L	F	N	L	F	N	L	F	N	L	F	N	L
Deformaciones			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Grietas			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Baches			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tapados			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zonas liberadas			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Desprendimientos			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Observaciones:

VI

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO EN ESTUDIO

VI. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO EN ESTUDIO

VI.1 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE TERRACERIAS

1. Del km 60+000 al km 67+000 y del km 84+900 al km 87+400

a) Sobre el terreno natural, eliminar la totalidad de la capa de tierra vegetal, así como la totalidad de la arcilla negra en su caso. Los espesores se indican en el anexo III del estudio geotécnico.

b) Compactar la superficie descubierta al 90% de su P.V.S.M.

c) Construir el cuerpo de terraplén con material proveniente de alguno de los bancos señalados en el anexo IV , compactándose al 90% de su P.V.S.M.

El espesor de las capas por compactar dependerá del tamaño máximo del material y del equipo de compactación.

d) Terminado el cuerpo de terraplén, construir la capa subrasante de 30 cm de espesor con material proveniente de alguno de los bancos señalados en el anexo IV , compactándola al 95% de su P.V.S.M.

e) En el caso de sección en corte y considerando que el material de estos es de buena calidad, una vez alcanzado el nivel de proyecto, se compactará la superficie descubierta al 90% de su P.V.S.M. si de acuerdo en el anexo III el material se puede usar en el cuerpo de terraplén, y al 95% de su P.V.S.M. si se puede utilizar en la capa subrasante. En el primer caso la capa subrasante se construirá de acuerdo al punto d).

2. Del km 67+000 al km 84+900 y del km 88+700 al km 90+000

- a) Tomando en cuenta que en estos tramos existe arcilla negra de alta plasticidad expansiva, se deberá de abrir una caja de 1.00 m de espesor y del ancho necesario para alojar la sección.
- b) Tender una capa de tezontle de 30 cm de espesor de tamaño máximo de 1 1/2" acomodándola únicamente con equipo ligero.
- c) Construir el cuerpo de terraplén con material proveniente de alguno de los bancos indicados para tal fin del anexo IV , compactándose al 90% de su P.V.S.M. El espesor de las capas por compactar dependerá del tamaño máximo del material y del equipo de compactación.
- d) Terminado el cuerpo de terraplén, construir la capa subrasante de 30 cm de espesor con material proveniente de alguno de los bancos señalados en el anexo IV , compactándola al 95% de su P.V.S.M.

3. Del km 90+000 al km 96+000

- a) Eliminar la totalidad de la tierra vegetal, así como los fragmentos medianos y grandes de roca hasta conformar una especie horizontal de basalto. Los espesores de estos estratos se indican en el anexo III.
- b) Una vez conformada la superficie horizontal, construir el cuerpo de terraplén con material proveniente de alguno de los bancos indicados en el anexo IV , compactándose al 90% de su P.V.S.M.

- c) Construir la capa subrasante de 30 cm de espesor con material -
proveniente de alguno de los bancos señalados en el anexo IV , -
compactándola al 95% de su P.V.S.M.

- d) En el caso de secciones en corte sobre la superficie descubierta
de basalto se construirá una capa de transición de 20 cm de es-
pesor preferentemente de tezontle (ver anexo IV) sobre la cual -
se construirá el pavimento.

VI.2 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE SUB-BASE, BASE Y CARPETA ASFALTICA.

- a) Una vez construida la capa subrasante, construir una capa de --
sub-base hidráulica de 12 cm de espesor con material de tamaño -
máximo de 38 mm (1 1/2") procedente de alguno de los bancos o de
alguna de las mezclas indicadas en el anexo 3, compactándola al
100% de su P.V.S.M.

- b) Construir la capa de base hidráulica de 12 cm de espesor de ta--
maño máximo de 25 mm (1"), procedente de alguno de los bancos o
de alguna de las mezclas indicadas en el anexo 3, compactándola
al 100% de su P.V.S.M.

- c) Barrer la superficie de la base construida y aplicar un riego --
de impregnación con asfalto rebajado FM-1 en una proporción --
aproximada de 1.5 lt/m².

- d) Aplicar un riego de liga con asfalto rebajado FM-3 en una proporción aproximada de 0.6 lt/m^2 .
- e) Construir la carpeta de concreto asfáltico de 12 cm de espesor en dos capas de 6 cm con material pétreo proveniente de alguno de los bancos indicados en el anexo 3 con un tamaño máximo de 19 mm ($3/4"$) y cemento asfáltico no. 6, compactándola al 95% de su peso volumétrico máximo obtenido en Prueba Marshall. Entre cada capa se deberá de dar un riego de liga con asfalto rebajado FR-3 en una proporción aproximada de 0.3 lt/m^2 . Las cantidades óptimas de asfalto para cada banco se indican en el anexo 2, en caso necesario.
- f) Dar un riego de sello con material pétreo 3A y asfalto rebajado FR-3 en proporción aproximada de 10 lt/m^2 y 1.2 lt/m^2 .

VII
CONCLUSIONES

VII. CONCLUSIONES

Notablemente, el transporte por carretera sigue siendo el principal medio por el cual se atiende la demanda nacional de movimiento de personas, cargas y servicios. Esto trae consigo - que, al irse incrementando a través de los años el tránsito y su peso por estas vías, se lleguen a mostrar deficiencias en su estructura además de proporcionar un nivel de servicio por debajo del requerido. Por lo cual, es acertado llevar un programa a cabo que contemple el adecuar estas vías a las necesidades que el transporte lo requiera.

Los principales factores que intervienen en el desarrollo del estudio geotécnico y en el proyecto de pavimento, lo son: el tránsito, el clima y las características de los materiales que constituirán la sección estructural de la vía terrestre en modernización. El conocimiento de las características del terreno donde se plantará la vía terrestre y de los materiales que constituirán cada capa de esta vía, corresponden al estudio geotécnico que sirve además como técnica de apoyo para el proyecto de pavimento.

Otro aspecto importante que debe ser considerado muy especialmente en cualquier obra de modernización lo es el estudio del drenaje ya que como se sabe, el agua es uno de los agentes que mayores problemas trae consigo ya que modifica el comportamiento del suelo de manera negativa.

De los sondeos del terreno y de los resultados de las -- pruebas de laboratorio dependerá el diseño del pavimento, -- siendo el VRS un parámetro indispensable que se toma en cuenta en los tres métodos de diseño, por lo que estas pruebas habrán de realizarse con suma perfección ya que de los resultados se reflejará un buen diseño de la sección estructural.

En México se ha inclinado por usar técnicas de diseño de - pavimento en el que se escatiman los esfuerzos transmitidos a las capas inferiores de la sección estructural, lo que necesariamente tendrá que cambiar y pensarse en una sección homogéneamente reforzada. Sobretudo si se piensa en un futuro en el que México esta a punto de entrar en un juego de mercado donde además participan Estados Unidos y Canadá por lo que indudablemente se tendrá una mayor demanda de nuestra infraestructura carretera y esto exigirá de buenos proyectos tanto en la construcción, reconstrucción y modernización de estas vías.

BIBLIOGRAFIA

1. **Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres (AMIVT)**
" La integración de redes, futuro de la infraestructura
para el transporte de México "
Guanajuato, junio 1992.
2. **AMIVT. VIII Reunión Nacional de Ingeniería de Vías
Terrestres.**
" Modernización de la infraestructura para el transporte "
México, junio 1993.
3. **ETCHARREN René**
" Caminos alimentadores "
Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.
México, 1932.
4. **GARCIA Martínez Bernardo**
" Las carreteras de México (1391-1991) "
Secretaría de Comunicaciones y Transportes
México, 1992.

5. JUAREZ Badillo, RICO Rodríguez
" Mecánica de suelos " Tomo II
Editorial LIMUSA , segunda edición
México, 1989.

6. OLIVERA Bustamante Fernando
" Estructuración de vías terrestres "
Compañía Editorial Continental S.A de C.V.
México, 1983.

7. RICO Rodríguez A., RUZ Villamil F.
" Reflexiones sobre el efecto del incremento de carga en
el comportamiento de los pavimentos flexibles "
VII Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Inge--
niería de Fundaciones.
Vancouver, Canadá. Junio 1983.

8. SANCHEZ Rosado Domingo
" Causas e identificación de fallas de los pavimentos.
Procedimientos de rehabilitación "
Dirección General de Control. S.O.P.
México, 1974.

9. S.C.T. Subsecretaría de Infraestructura
" Programa Nacional para la Modernización de la Infra--
estructura Carretera "
México, agosto 1991.