



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS
DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PROFESIONAL

**“ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL
METÓDO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL
POZA RICA VERACRUZ DEL TRAMO DE LA MANCHA -
TIUATLAN”**

**PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A
ISAI DIAZ REYES**

**ASESOR
INGENIERO ALEJANDRO PERALTA ARNAUD**



MORELIA MICHOACAN, MEXICO,

AGOSTO 2015

INDICE

RESUMEN (ABSTRACT)

INTRODUCCIÓN.-

CAPITULO 1.-GENERALIDADES

a) Estudios preliminares.....	8
b) Descripción.....	8
c) Antecedentes.....	23
d) Generalidades.....	24

CAPITULO 2.- ESTUDIO GEOTÉCNICO

a) Qué es el estudio geotécnico.....	25
b) Reconocimiento geotécnico.....	26
c) Exploración y muestreo.....	26
d) Zonificación fisiográfica.....	28
e) Datos de suelos para el cálculo del diagrama de masas.....	29

CAPITULO 3.- PRUEBAS DE LABORATORIO

a) Prueba de granulometría.....	31
b) Prueba de límites de consistencia o de atterberg.....	37
c) Prueba de equivalente de arena.....	48
d) Prueba de valor cementante.....	50
e) Prueba de absorción.....	52
f) Prueba de densidad.....	54
g) Prueba proctor estándar.....	55
h) Prueba porter estándar.....	60
i) Prueba de valor relativo de soporte (VRS).....	61
j) Adherencia o afinidad con el asfalto.....	68
k) Prueba de desprendimiento por fricción.....	69
l) Prueba de pérdida de estabilidad por inmersión en el agua.....	69
m) Prueba de desgaste de los ángeles.....	71
n) Prueba de intemperismo acelerado.....	72
o) Prueba de determinación del índice de durabilidad.....	74

CAPITULO 4.- DISEÑO DEL PAVIMENTO POR MÉTODO DE LA U.N.A.M. (DISPAV 5)

a) Definición de pavimento.....	75
b) Clasificación de los pavimentos.....	76
c) Función de las diferentes capas del pavimento.....	77
d) Características fundamentales.....	78
e) Tipos de deformación.....	82
f) Características del tránsito.....	84
g) Efectos del tránsito.....	86
h) Carga para rueda de diseño.....	87
i) Diseño del pavimento flexible.....	91
j) Obtención de la sección del pavimento.....	103

ANEXOS:

Anexo A.- Exploración y resultados de laboratorio.....	109
Anexo B.- Tablas con datos para el cálculo de la curva masa.....	114
B1.-Tablas de capacidad de carga en cimentaciones de obras menores.	122
Anexo C.- Bancos de materiales.....	127
C1.-Diseño Marshall.....	148
Anexo D.- Memoria de cálculo de pavimentos.....	160
Anexo E.- Perfiles estratigráficos.....	165
Anexo F.- Reporte fotográfico.....	171

FIGURAS:

- 1.- Croquis de localización de la planta de proyecto.
- 2.- Sección estructural del pavimento propuesta.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estar aquí presente y darme la oportunidad de cumplir mis metas; gracias por el apoyo brindado de mi familia para lograr mi objetivo para un mejor futuro y ser un orgullo para ellos y de toda la familia.

A la bendita y heroica Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por abrir las puertas a mi y mis compañeros para tener los conocimientos necesarios para el desarrollo de nuestra vida profesional.

Gracias a la Facultad de Ingeniería Civil por permitirme aprender y ser un ser humano útil para la sociedad. A mis profesores por enseñarme por enseñarme la ciencia y tecnología aplicadas a la Ingeniería Civil. Por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y por haber hecho fácil lo difícil. Ha sido un privilegio contar con su guía y ayuda.

Gracias al Ingeniero Alejandro Peralta Arnaud con el apoyo y colaboración del Ingeniero Daniel Tena Hernández por ser asesor y coasesor y apoyarme en este trabajo de diseño de un proyecto carretero por las aportaciones de conocimientos prácticos.

Gracias a mis padres Regino Díaz Chávez y Silvia Reyes Magaña por la motivación y aliento para lograr mi meta.

Gracias a mis compañeros y amigos de la heroica sección 2 mis amigos que han formado parte de mi vida .Daniel, Julio Tena, Salvador, Juan Manuel, Humberto Tiripiti, Jorge, Chema, Jaime, Adan, Hiram, Grace, Evelyn, Angélica, julio, Esperanza Armenta, a la familia Tena Hernández por darme los consejos necesarios para la comprensión de temas difíciles.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en un estudio geotécnico de la autopista Cardel Poza Rica y del diseño del pavimento por el método de la UNAM (DISPAV-5), que es el tradicional empleado en México.

En los primeros capítulos se hace mención de los factores que intervienen directamente en el proyecto tales como: morfología, hidrología, climatología, geología, topografía y drenaje. Además de toda la metodología de pruebas de laboratorio realizadas a las q se sometieron los materiales para su posterior verificación con la normativa actual de SCT. Finalmente se proponen los espesores obtenidos con el dispav-5.

El dispav-5 es un método mecanicista a base de algoritmos, estadística y experiencia directa de campo. para el diseño de espesores en carreteras, teniendo como parámetro de diseño el VRS critico (Valor Relativo de Soporte).

El dispav-5 revisa los diseños de pavimentos por dos parámetros conocidos que son: **deformación y fatiga**. Siendo la primera la que actúa en la estructura del pavimento (subrasante, base hidráulica y base asfáltica) mientras que la fatiga actúa directamente en la superficie de rodamiento (carpeta asfáltica).

El dispav-5 arroja como resultado los espesores más adecuados del proyecto requerido. Dando pauta a que el proyectista elija el resultado más conveniente o el que se ajuste a su necesidad.

¿Por qué el dispav-5?

- 1.-facil manejo
- 2.-resultados confiables
- 3.-puede complementarse con la experiencia obtenida directamente de campo
- 4.-los espesores obtenidos pueden ser revisados por parámetros como son: deformación y fatiga
- 5.-permite analizar cualquier tipo de camino

ABSTRACT

This work consists of a geotechnical study of Poza Rica Cardel highway and pavement design method UNAM (DISPAV-5), which is the traditional employee in Mexico.

Morphology, hydrology, climatology, geology, topography and drainage in the early chapters mention of factors directly involved in the project such as done. Besides all the methodology of laboratory tests to q materials subjected to further verification with the current rules of SCT. Finally the thicknesses obtained with the proposed dispav-5.

The dispav-5 is a mechanistic method based on algorithms, statistics and direct field experience. for thickness on roads design, with the design parameter critical RSV (Relative Value of Medium).

The dispav-5 checks the pavement designs for two known parameters are: deformation and fatigue. The first being that acts in the pavement structure (subgrade, hydraulic base and asphalt base) while fatigue acts directly on the bearing surface (asphalt).

The dispav-5 indicates the result of the most suitable thickness of the required project. Giving pattern to the designer choose the most convenient result or the one that fits your need.

Why dispav-5?

- 1.-easy handling
2. reliable results
3. can be supplemented with field experience gained directly
4. thicknesses obtained can be reviewed by parameters such as: deformation and fatigue
5. to analyze any type of road

PALABRAS CLAVE: DISPAV-5, diseño de pavimentos, deformación, fatiga, espesores.

INTRODUCCIÓN

Es necesario marcar con claridad cuáles son los motivos que tuve para proponer como tesis el tema “estudio geotécnico y diseño de pavimento por el método de la unam (dispav-5) de la autopista Cardel Posa Rica Veracruz del tramo de la mancha tiuatlan”

Estoy convencido de la importancia que tiene para nuestro País el contar con obras de infraestructura, que permitan además de una integración de comunidades aisladas al desarrollo nacional, la vialidad expedita (fácil), cuando se trata como en nuestro caso, del paso por ciudades en donde ocurre que los centros de población en su crecimiento demandan de nuevas vialidades para lograr, no sólo la armonía urbana, que sin duda es importante, sino también solucionar problemas de comunicación de las comunidades.

Toda obra pública debe satisfacer una demanda social, lo que se llama “obra sentida” como necesaria. Lo anterior que suena lógico y sencillo en la práctica, no siempre se presenta así, porque existen muchos factores que son contradictorios entre ellos, por ejemplo ¿quiénes se benefician realmente?, ¿quiénes se preocupan por el hecho de ejecución?, y que consideraciones se hacen por parte de los que hipotéticamente se sienten perjudicados.

En el contexto de mi trabajo de tesis pretendo un ordenamiento en tres tiempos; es decir enunciar procedimientos, presentar alternativas de solución y describir lo que se realizó, lo que está a nivel proyecto y si venturosamente se inicia la obra se refleja su comportamiento entre lo planeado y lo ejecutado.

Finalmente debo en esta introducción dejar constancia de una vivencia que he tenido como pasante de ingeniería constatar que afortunadamente se está fortaleciendo el estado.

Como toda obra de infraestructura su justificación obedece a distintos parámetros. Así por ejemplo si atendemos al parámetro costo, la volumetría del proyecto se torna fundamental, si el aspecto prioritario es el tiempo de ejecución, los factores que inciden serán, el programa de rendimientos.

Si atendemos a un tercer tipo de parámetro, tenemos al de la calidad el que el control y su certificación serán determinantes.

En este trabajo se pretende dar a conocer la metodología para el diseño de pavimentos flexibles, así como también las pruebas de laboratorio que se deben de realizar a los materias que se van a utilizar en el mismo.

Este trabajo es de una obra que se encuentra en ejecución en el estado de Veracruz comunica a las comunidades de la mancha tiuatlan.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES.

a) estudios preliminares.

Los estudios preliminares que deben realizarse son básicamente un análisis bibliográfico y cartográfico que exista, del sitio con el fin de obtener datos necesarios que puedan dar una mejor definición, del lugar basándose en la información geológica y geotécnica del lugar.

Las actividades que se realizan en esta etapa son: la recopilación de información del sitio, la inspección de fotografías aéreas, terrestres e imágenes, de satélite existente y por último un reconocimiento preliminar del lugar.

Recopilación de la información. Es necesario recopilar la información derivada de estudios recurriendo a dependencias u organismos que dispongan de ella. Esta información debe ser analizada para obtener datos generales relacionados con topografía, hidrología (tanto superficial como subterránea), litología problemas característicos de la

b) descripción.

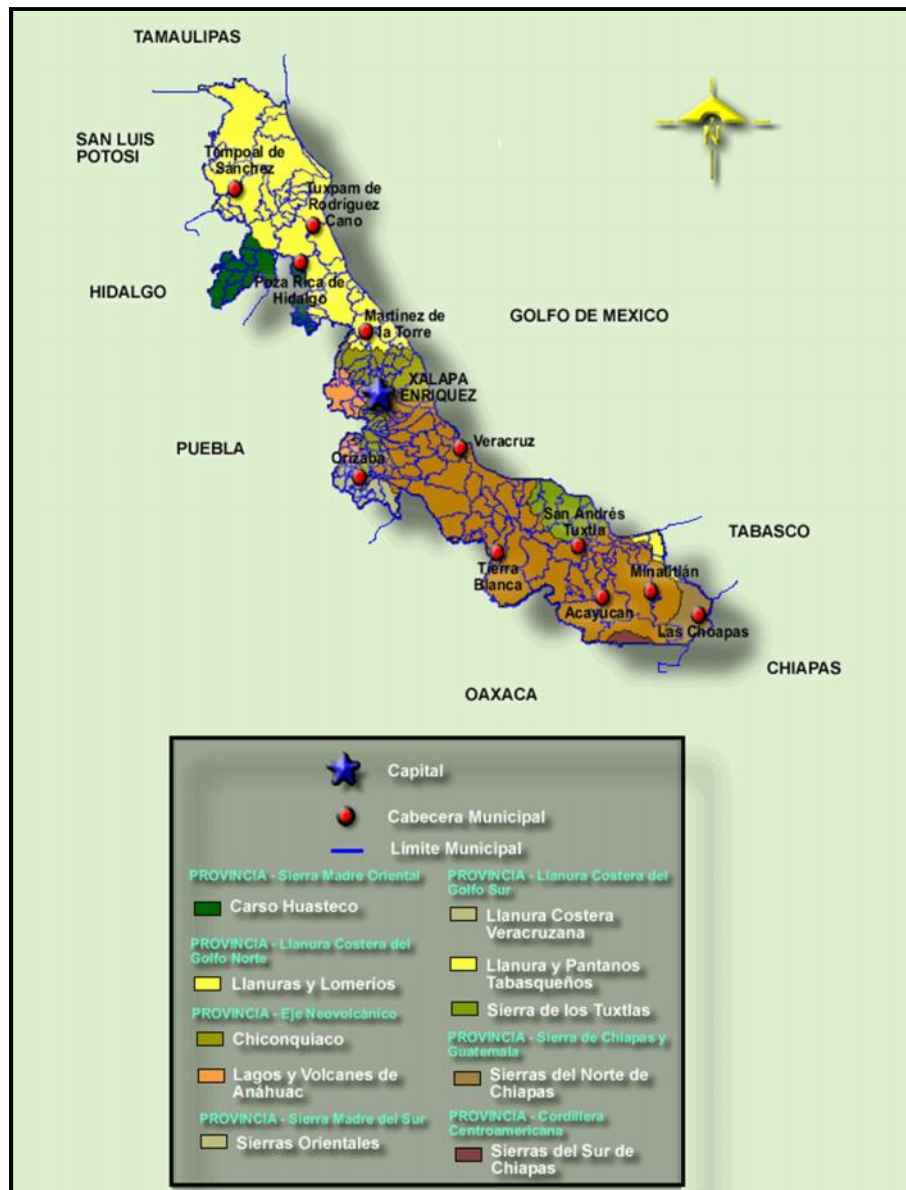
Localización del sitio estudiado.

El tramo en estudio se desarrolla en la Carretera Autopista Cardel -Poza rica, Tramo: La mancha-Tihuatlan, del km: 130+120.00 AT = 633+120.00 AD al km 639+547.267 AT = 139+014.29 AD, en el estado de Veracruz.



Morfología.

La zona se encuentra ubicada en la provincia de la llanura costera del golfo sur y en la subprovincia llanura costera veracruzana.



PROVINCIA DE LA LLANURA COSTERA DEL GOLFO NORTE

Esta provincia se extiende paralela a las costas del Golfo de México, desde el río Bravo hasta la zona de Nautla, Veracruz. Los climas en esta región van de los secos cálidos y semicálidos del norte a los cálidos subhúmedos y húmedos del sur. La vegetación se ajusta a dicho patrón climático, con matorrales submontanos y tamaulipecos en la porción boreal y selvas en la austral. En territorio veracruzano se encuentran áreas que corresponden a las subprovincias: Llanuras y Lomeríos y Llanura Costera Tamaulipeca.

Subprovincia de las Llanuras y Lomeríos

La mayor parte del sur de esta subprovincia queda incluida dentro de Veracruz, donde abarca 20 792.50 km cuadrados de la superficie total estatal. En el norte de la entidad se encuentra gran parte de la cuenca baja del Pánuco, en la que dominan llanuras aluviales y salinas, inundables y con lagunas permanentes asociadas con lomeríos. Hacia el sur, hasta el valle de Tuxpan, siguen extensos sistemas de lomeríos suaves asociados con llanos y algunos con cañadas.

Junto a la sierra, al occidente, se localiza el amplio valle de laderas tendidas por el que fluye el río Moctezuma. Al oeste, cerca de la sierra, hay mesetas constituidas de sedimentos antiguos.

Subprovincia de la Llanura Costera Tamaulipeca

Esta subprovincia, dentro de la entidad, está representada por el sistema de topoformas denominado barras, que abarca una superficie de 369.81 km cuadrados. La barra más amplia es la que encierra a la laguna de Tamiahua.

PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

Es fundamentalmente un conjunto de sierras menores de estratos plegados. En esta región, los climas varían en una amplia gama de temperatura y precipitación, desde los secos cálidos en el norte, hasta los semicálidos y templados subhúmedos del sur. La porción que se encuentra en Veracruz pertenece a la subprovincia Carso Huasteco.

Subprovincia del Carso Huasteco

Es una zona de sierras plegadas constituidas predominantemente por rocas calizas. La superficie que abarca esta región en la entidad es de 2 676.08 km cuadrados. Regionalmente, la zona es conocida como Huasteca Veracruzana, en ella prevalecen los climas semicálido húmedo y cálido subhúmedo. Su territorio es surcado por algunos de los afluentes del río Tempoal, tributario del Pánuco.

PROVINCIA DEL EJE NEOVOLCANICO

Esta provincia se puede caracterizar como una enorme masa de rocas volcánicas de diversos tipos, acumulada en numerosos y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás), y continuaron hasta el presente. Uno de sus rasgos característicos es la franja de volcanes que se extienden de oeste a este, casi en línea recta, más o menos sobre el paralelo 19. Otro rasgo esencial lo dan las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos.

Los bosques de encinos y coníferas se desarrollan en la franja colindante con la Sierra Madre Oriental. Sobre el Golfo de México hay pequeñas áreas de bosque mesófilo y selva baja caducifolia.

Subprovincia de las Llanuras y Sierras de Querétaro y Hidalgo

Sólo la porción más oriental de esta región penetra por el extremo noroeste de la entidad, donde abarca 278.19 km cuadrados y comprende parte de los municipios de Huayacocotla y Zacualpan. Es una zona de terrenos accidentados en la que dominan los sistemas de topoformas pequeña sierra compleja y lomerío de colinas redondeadas, constituidos principalmente por rocas basálticas. El clima que prevalece es templado húmedo.

Subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anahuac

En la entidad cubre una superficie de 2 103.52 km cuadrados. En esta zona se encuentran el Cofre de Perote y las laderas orientales del Pico de Orizaba. También se localizan en esta zona algunas llanuras, lomeríos y mesetas.

Subprovincia de la Sierra de Chinconquiaco

La mayor parte de esta subprovincia se encuentra dentro de Veracruz, donde ocupa una superficie de 6 699.21 km cuadrados. Su territorio se alterna entre unidades de laderas abruptas y tendidas: además, desde el sur del cuerpo montañoso hasta el río Jamapa se presenta una zona de lomeríos de colinas redondeadas, la mayoría asociados con cañadas y algunos con mesetas. La zona costera presenta variedad de topoformas, en las que se incluyen dos mesetas lávicas y una prominencia de basalto columnar en Quiahuitlán.

PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE DEL SUR

Esta región tiene una litología en la que cobran una importancia mucho mayor que en las del norte, las rocas intrusivas cristalinas y las metamórficas. La vegetación que sustenta es de selva baja caducifolia en la Depresión del Balsas.

Subprovincia de las Sierras Orientales

Esta zona montañosa abarca desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta Salina Cruz, Oaxaca, y se extiende en el sur entre este puerto y el de Pochutla. La parte norte, conocida como sierra de Zongolica, es menos abrupta que el resto de la subprovincia, en ella dominan las rocas calcáreas del Cretácico que le dan afinidad con la Sierra Madre Oriental.

La carretera autopista cardel-poza rica se encuentra comprendida entre la provincia de la llanura costera del golfo sur y la subprovincia de la llanura de la costa veracruzana.

PROVINCIA DE LA LLANURA COSTERA DEL GOLFO SUR

Esta provincia, a diferencia de la del Golfo Norte, es una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país, que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. La mayor parte de su superficie, a excepción de la discontinuidad fisiográfica de los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial.

Subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana

Casi toda esta subprovincia se localiza dentro de territorio veracruzano, y es la que ocupa mayor extensión, con 27 001.17 km cuadrados, que representan el 37.29% de la superficie total estatal. De manera general, esta subprovincia se divide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial propiamente y los sistemas de lomeríos del sur y sureste.

Subprovincia de las Llanuras y Pantanos Tabasqueños

Esta subprovincia es surcada por diversos ríos, entre ellos el Grijalva y el Usumacinta, los más caudalosos del país; el Tonalá, el Chumpán y el Candelaria, al este. Tales ríos en la llanura han sido de cursos inestables, debido a que sus cauces han sufrido cambios abruptos, por tal motivo, los aluviones recientes cubren en forma pareja casi toda la subprovincia. Las zonas inundables abarcan amplias extensiones del oriente, lugar donde abundan los lagos y pantanos permanentes. Sobre la margen occidental del río Tonalá se localiza la penetración de esta subprovincia en territorio veracruzano, del cual comprende una superficie de 373.72 km cuadrados. En esta porción, los sistemas de topofomas representativos son la denominada llanura costera inundable y valle de laderas tendidas.

Discontinuidad Fisiográfica de la Sierra de los Tuxtlas

La sierra volcánica de Los Tuxtlas interrumpe en forma abrupta la continuidad de la Llanura Costera del Golfo Sur. Toda ella, con su extensión de 3 681.79 km cuadrados, queda dentro del estado. Es de laderas tendidas en el oeste, escarpadas en el este y asociada siempre con lomeríos. Sobre la costa y hacia el sur, en la parte central de Los Tuxtlas, se tienen las grandes calderas gemelas de Sontecomapan y Catemaco. La mayor parte del resto de la subprovincia es de lomeríos, de diversos tipos de materiales basálticos, asociados con cañadas.

PROVINCIA DE LA CORDILLERA CENTROAMERICANA

Inicia en el Istmo de Tehuantepec y se extiende hasta la República de Nicaragua. Es un gran batolito ígneo emergido sobre el sitio de subducción de la placa de Cocos. El clima predominante es calido húmedo, pero en el sureste se registra el semicálido y al noroeste el templado subhúmedo. Hay bosque de pino-encino en las partes más elevadas y selva alta perennifolia hacia el Pacífico y en las costas, excepto las del noroeste, donde se desarrolla selva baja caducifolia y sabanas.

Subprovincia de las Sierras del Sur de Chiapas

En la entidad se localiza la parte del sistema de topoformas denominado sierra de cumbres escarpadas, y comprende una extensión de 305.16 km cuadrados.

PROVINCIA DE LAS SIERRAS DE CHIAPAS Y GUATEMALA

En nuestro país abarca parte de los estados de Tabasco, Chiapas y Veracruz. Las sierras que las conforman son sierras plegadas. La parte mexicana es una sierra relativamente baja. En el norte de la provincia prevalecen climas semicálidos y cálidos húmedos, asociados los primeros con sabana y bosque de pino-encino, y los segundos con selva alta perennifolia. Al sur pasan a templados subhúmedos y cálidos subhúmedos.

Subprovincia de las Sierras del Norte de Chiapas

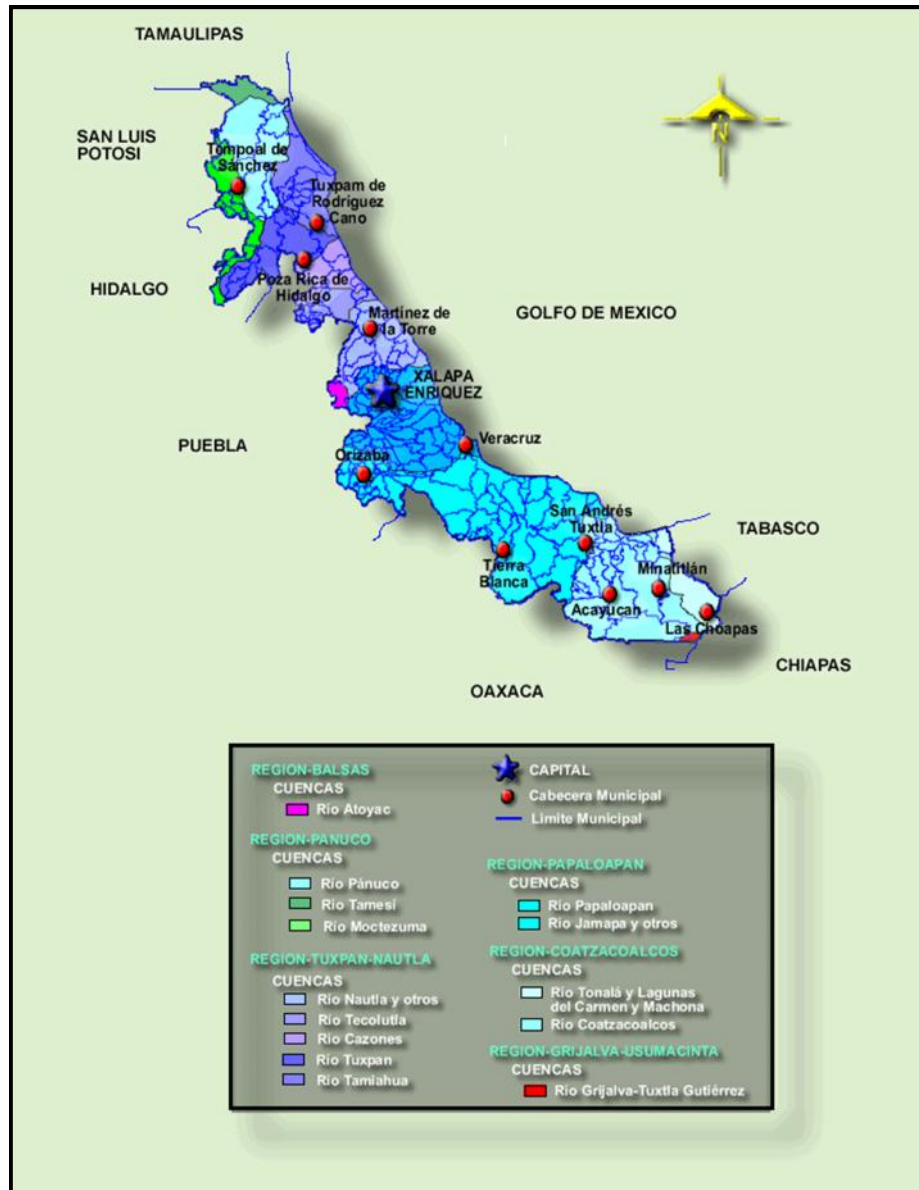
En Veracruz, la subprovincia ocupa una superficie de 1 556.96 km cuadrados, los cuales corresponden a la porción sureste del municipio Las Choapas. Los sistemas de topoformas representativos son denominados sierra compleja, lomerío suave y valle abierto.

Subprovincia de Los Altos de Chiapas

Dos de sus rasgos más notables son: las Lagunas de Montebello y el Cañón del Sumidero, por el cual corre el río Grijalva. Esta subprovincia comprende 3 535.15 km cuadrados de territorio veracruzano. En el extremo sureste de esta zona se localizan los

sistemas de topoformas sierra plegada, cuya altitud es de 1 350 m y sierra baja, de 500 a 600 m.s.n.m.

Hidrología.



Todas las corrientes que surcan el territorio de Veracruz, con excepción de los pequeños arroyos localizados en la ladera occidental del Cofre de Perote, pertenecen a la vertiente del Golfo de México.

Por lo que respecta a los almacenamientos superficiales de agua dulce sólo la Laguna de Catemaco es importante.

El potencial acuífero subterráneo de Veracruz está íntimamente relacionado con la porosidad y permeabilidad de los suelos y rocas presentes.

Aguas Superficiales

Región Hidrológica "Río Pánuco"

Por la extensión que abarca es una de las más importantes del país, ocupa el cuarto lugar. La parte que le corresponde a Veracruz se localiza en el norte e incluye una amplia zona del distrito de riego "Río Pánuco-Las Ánimas-Chicayan-Pujol Coy". Asimismo, dentro del estado comprende parte de las cuencas "Río Pánuco", "Río Tamesí" y "Río Moctezuma".

La carretera autopista cardel-pozarica se encuentra delimitada por la región Tuxpan-nautla en la cuenca río nautla y otros.

Región Hidrológica "Tuxpan-Nautla"

Ocupa la porción noreste del territorio veracruzano y está integrada por las cuencas de los ríos Nautla, Tecolutla, Cazones y Tuxpan, además de la laguna de Tamiahua. Los ríos señalados desembocan en el Golfo de México y tienen su origen en mayor número fuera de la entidad.

La laguna de Tamiahua, una de las más grandes de la República Mexicana, se une con el río Pánuco a través de los canales Chijol, Calabozo, Wilson y laguna de Tampico Alto.

Región Hidrológica "Papaloapan"

Esta región abarca gran parte de la porción centro-sur de Veracruz, las corrientes que la integran tienen una disposición radial y paralela, controlada por algunas elevaciones de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico (el Cofre del Perote y el Pico de Orizaba). Las cuencas que la conforman son: "Papaloapan" y "Jamapa".

Región Hidrológica "Coatzacoalcos"

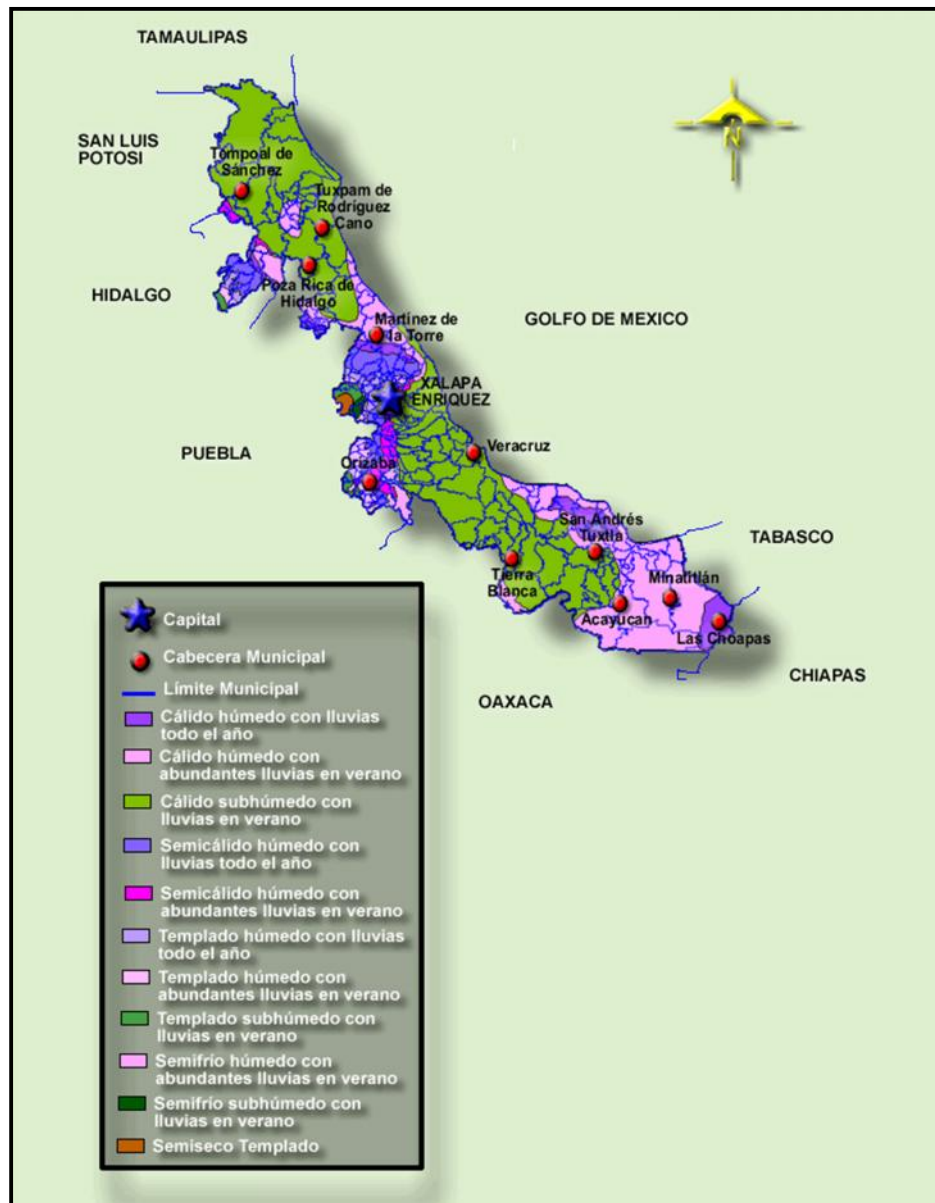
Corresponde a lo que geográficamente podría llamarse vertiente del golfo de la zona ístmica, parte de la cual comprende el sur de Veracruz.

La región comprende parte de las cuencas "Tonalá-Lagunas del Carmen-Machona" y "Coatzacoalcos".

Región Hidrológica "Río Balsas"

Ocupa una superficie mínima de la cuenca Atoyac, por el rumbo del Cofre de Perote.

Climatología.



CLIMAS

La ubicación geográfica de Veracruz le confiere características tropicales, pero éstas son modificadas en parte por la influencia de las serranías, fundamentalmente en el centro-oeste. Como consecuencia de lo anterior, los climas se distribuyen paralelos a la costa, en dirección noroeste-sureste, de la siguiente manera: cálidos, semicálidos, templados, semifríos, fríos y semisecos, en los cuales predominan las lluvias de verano.

Climas cálidos húmedos y subhúmedos

Son los que comprenden una mayor área, aproximadamente un 80% de territorio veracruzano, se distribuyen en las Llanuras Costeras del Golfo Norte y del Golfo Sur, a una altitud máxima de 1,000 m. En estas regiones, la temperatura del mes más frío es superior a 18° C y la media anual mayor de 22°C.

Climas semicálidos húmedos

La zona más extensa con este clima, cuyas lluvias se distribuyen durante todo el año, abarca de Zontecomatlán (en la Huasteca) y algunas áreas del estado de Hidalgo, a Tlapacoya, Jalapa y Orizaba. Este clima constituye la transición de los cálidos a los templados.

Climas Templados

Se registran en las zonas con altitud entre 1,600 y 2,800 m. Las zonas con estas características se ubican al occidente de las semicálidas húmedas, por Huayacocotla, Villa Aldama y Ayahualulco. La temperatura media anual oscila de 12 a 18°C y la precipitación total anual de 500 a 2,500 mm.

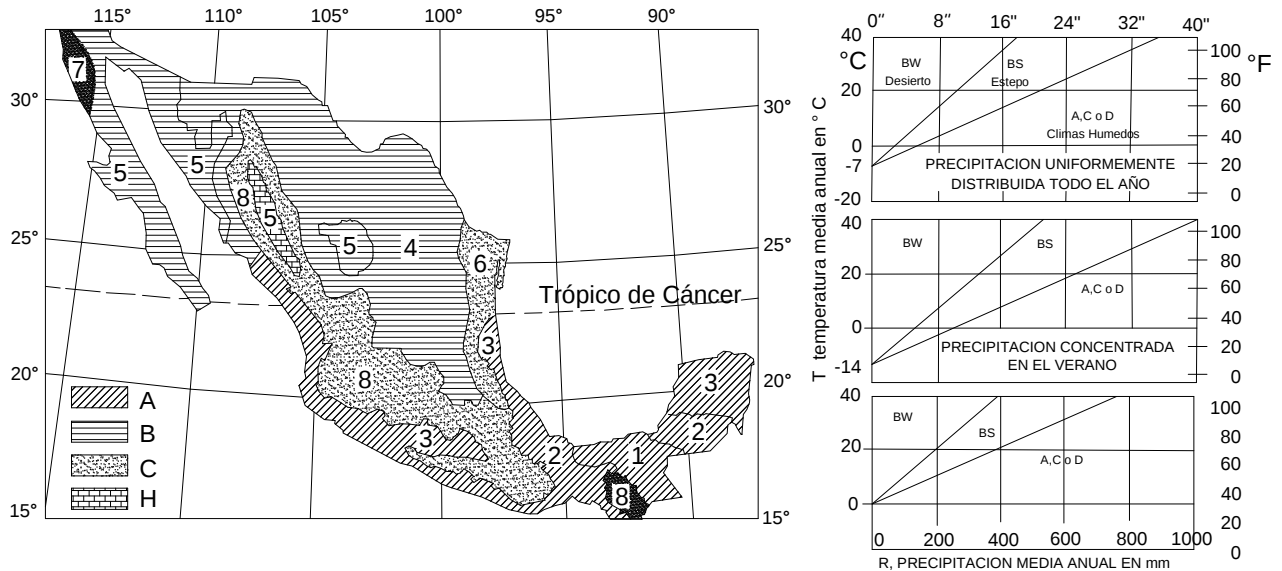
Climas semifrío y frío

Se distribuye entre los 2 800 y 3 800 m.s.n.m. en el Cofre de Perote y el Pico de Orizaba. La temperatura media y la precipitación total anual fluctúan de 5 a 12°C y de 600 a 1,200 mm, respectivamente.

Clima semiseco

La presencia de áreas con clima semiseco templado con lluvias en verano en los alrededores de la ciudad de Perote y al oeste de la Huasteca, obedece al obstáculo que forman las elevaciones del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental, las cuales no permiten la llegada de los vientos húmedos con igual intensidad, provocando con esto que la precipitación total anual sea entre 400 y 500 mm, cantidad mucho menor que la que cae en los volcanes de los Tuxtlas. En dichas zonas la temperatura media anual es de 14°C.

La carretera autopista cardel-poza rica presenta tres climas: calido subhúmedo con lluvias en verano, calido húmedo con lluvias todo el año y calido húmedo con abundantes lluvias el verano, predominando el segundo.

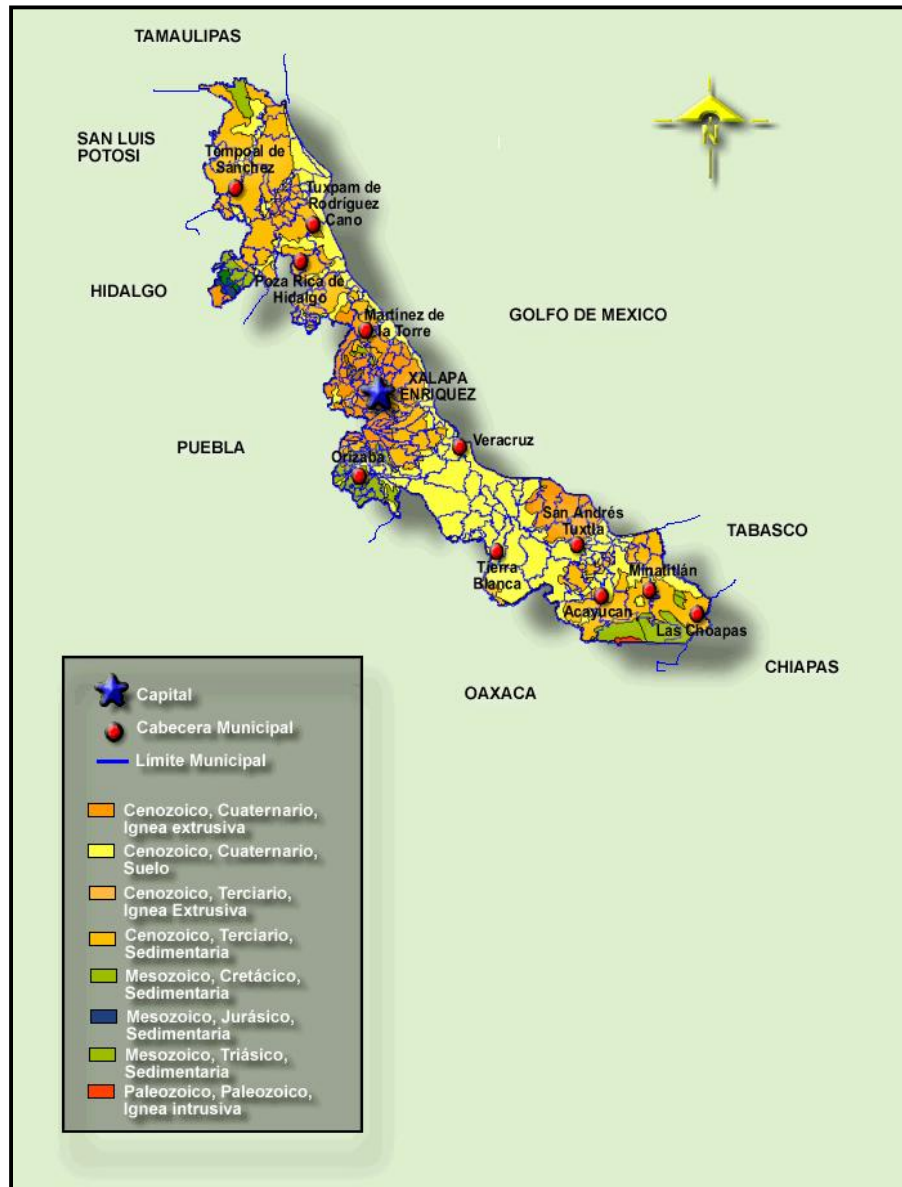


CLIMAS			
A	TROPICAL	Afa	1 Ecuatorial, tipo amazonico caluroso regular
		Ama	2 Subecuatorial, tipo sudanes caluroso regular
		Awa	3 Tropical, tipo senegales variaciones termicas
B	SECO	BSk	4 Estepario, tipo senegales o tipo sirio. Caluroso o templado medio, oscilaciones termicas sencibles
		BWh	5 Desertico, tipo sahariano extremo
C	SUB TROPICAL	Cfa	6 Subtropical mediterraneo con influencia de monzon tipo chino caluroso medio, oscil. term. nalab
		Csb	7 Mediterraneo, tipo portuges templado media, veranos secos y calientes
		CwH	8 Subtropical de altura, tipo mexicano templado regular
H	DE MONTAÑA	H	9 De montaña, extremo tipo alpino

PRIMERA LETRA	A,C,D -Suficiente calor y precipitacion para el crecimiento de arboles grandes A-Climas tropicales.Todas las temperaturas medias mensuales mayores de 18°C B-Climas secos.Fronteras determinadas mediante las graficas T-R C-Climas templado calurosos.Temperatura media del mes mas frio entre 16° y -3°C D-Climas de nieve.Temperatura media del mes mas caluroso mayor de 10°C;del mas frio menor de -3°C E-Climas polares.Temperatura media del mes mas caluroso menor de 10°C
SEGUNDA LETRA	S-Clima estepario * W-Clima desertico * t-Suficiente precipitacion todos los meses m-Clima de selva, a pesar de una estacion seca s-Tiempo seco en verano w-Tiempo seco en invierno *Fronteras determinadas por graficas T-R. Solo se usa en combinacion con la primera letra B
TERCERA LETRA	a-Temperatura media del mes mas caluroso, mayor de 22°C b-Temperatura media del mes mas caluroso, menor de 22°C (por lo menos 4 meses tienen medidas mayores de 10°C) c-Menos de 4 meses tienen medidas mayores de 10°C d-Igual que c,pero la medida del mes mas frio es menor de -38°C h-Seco y caliente.Temperatura media anual menor de 18°C K-Seco y frio.Temperatura media anual menor de 18°C H-Clima de montaña. Extremo, tipo alpino

El clima que predomina en la zona se clasifica de acuerdo con el sistema de kopeen – Geiger, modificado por E. García, como calido húmedo con lluvias todo el año con abundantes lluvias en verano, la temperatura media anual es de 28° a 36° C, la precipitación media anual es de 1000 a 1800 mm.

Geología Regional.



La carretera autopista cardel-poza rica se encuentra localizada en el periodo cenozoico, cuaternario con vestigios de roca ígnea extrusiva.

El estado ha quedado comprendido dentro de siete provincias geológicas, que son: Llanura Costera del Golfo Norte, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcanico, Sierra Madre del Sur, Cordillera Centroamericana y Sierras de Chiapas y Guatemala; cada una de ellas con características litológicas, estructurales y geomorfológicas propias y definidas.

Provincia Llanura Costera del Golfo Norte

Comprende gran parte del norte del estado, desde el límite con Tamaulipas hasta el sur de Papantla, donde se localizan las elevaciones del Eje Neovolcánico; su límite occidental lo constituye la Sierra Madre Oriental y hacia el oriente el Golfo de México.

Los afloramientos más extensos corresponden a rocas sedimentarias detríticas del Terciario, depositadas en la Cuenca Tampico-Misantla. Las rocas más antiguas en esta región son las del Cretácico Superior, en tanto que las más recientes son depósitos de suelos, formados por materiales detríticos derivados de las rocas preexistentes.

Estratigrafía

En esta provincia existe una gran diversidad de rocas representativas de los diferentes periodos geológicos, específicamente del Cretácico Superior, Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, así como rocas volcánicas.

Provincia Sierra Madre Oriental

Comprende parte de la zona occidental del estado. Está constituida por una cadena montañosa plegada. La forman potentes espesores de rocas sedimentarias, tanto marinas como continentales.

Estratigrafía

Las rocas más antiguas de la provincia, dentro de Veracruz, están representadas por lutitas y areniscas del Pérmico. También hay rocas representativas del Triásico, Jurásico Inferior, Cretácico Inferior, Cretácico Superior y del Mesozoico.

Provincia Eje Neovolcánico

Esta provincia atraviesa el estado aproximadamente en su porción central, y se extiende desde el sur de Papantla de Olarte hasta el norte de Córdoba.

Estratigrafía

Esta provincia está constituida principalmente por rocas ígneas de composición andesítica, riolítica y basáltica, que se depositaron durante el Cenozoico Superior en forma de derrames, tobas, brechas y cenizas volcánicas. Las rocas más antiguas que

afloran en esta porción corresponden a depósitos calcáreo-arcillosos del Jurásico Superior, las más jóvenes a depósitos no consolidados del Cuaternario.

Provincia Sierra Madre del Sur

Comprende la porción limítrofe con el estado de Puebla, en el área de Orizaba. Está formada por montañas plegadas que siguen una orientación noroeste-sureste.

Estratigrafía

Del Cretácico Inferior aflora una secuencia de calizas negras que contienen lentes y bandas de pedernal. El Cretácico Superior está representado por la unidad de calizas de color gris claro y negro depositadas en mares profundos. En los valles de Orizaba y Córdoba se han depositado potentes espesores de suelos aluviales del Cuaternario provenientes de la erosión de rocas volcánicas y calcáreas.

Provincia Llanura Costera del Golfo Sur

Ocupa casi toda la porción sur de la entidad. Se extiende en forma de franja más o menos paralela al Golfo de México, desde el norte de la ciudad de Veracruz hasta el río Tonalá, de donde continúa por territorio tabasqueño.

Estratigrafía

Las rocas que afloran en la provincia cubren un lapso geocronológico que va del Jurásico Superior al Cuaternario (Reciente).

Esta provincia está constituida en su mayor parte por depósitos recientes formados de suelos que cubren gran parte de la secuencia sedimentaria depositada en cuencas marinas del Terciario.

Los afloramientos de rocas volcánicas se distribuyen en el área de Los Tuxtlas, donde su expresión morfológica de volcanes y prominencias topográficas contrastan con la llanura costera.

Provincia Cordillera Centroamericana

Abarca una pequeña zona del sur del estado. Forma una cadena de montañas constituida por un núcleo de rocas cristalinas sobre el cual descansa la secuencia de rocas sedimentarias del Mesozoico.

Estratigrafía

Las rocas que están expuestas a la superficie, cubren un rango geocronológico que va del Paleozoico hasta el Cretácico Inferior. Las rocas intrusivas ácidas (granito y granodioritas) son las más antiguas y las que constituyen el basamento; su morfología es de sierras altas y escarpadas. Afloran hacia el sur de Minatitlán, en los límites con el estado de Oaxaca.

Provincia Sierras de Chiapas y Guatemala

Comprende una parte del sureste del estado. Está constituida por rocas sedimentarias principalmente del Mesozoico, aunque también existen depósitos del Cenozoico. La unidad litológica más antigua que aflora en esta porción de la provincia es del Triásico, y la más reciente del Oligoceno.

Topografía.

El tramo se localiza en un 70% de terreno plano y en un 30% de terreno con lomerío suave.



Drenaje.

El drenaje que se presenta en esta zona de estudio es de tipo dendrítico .ya que su presencia indica suelos homogéneos y generalmente se presenta en áreas de rocas sedimentarias blandas, tobas volcánicas, depósitos glaciales y antiguas llanuras costeras.

C) Antecedentes.

Objetivo del estudio.

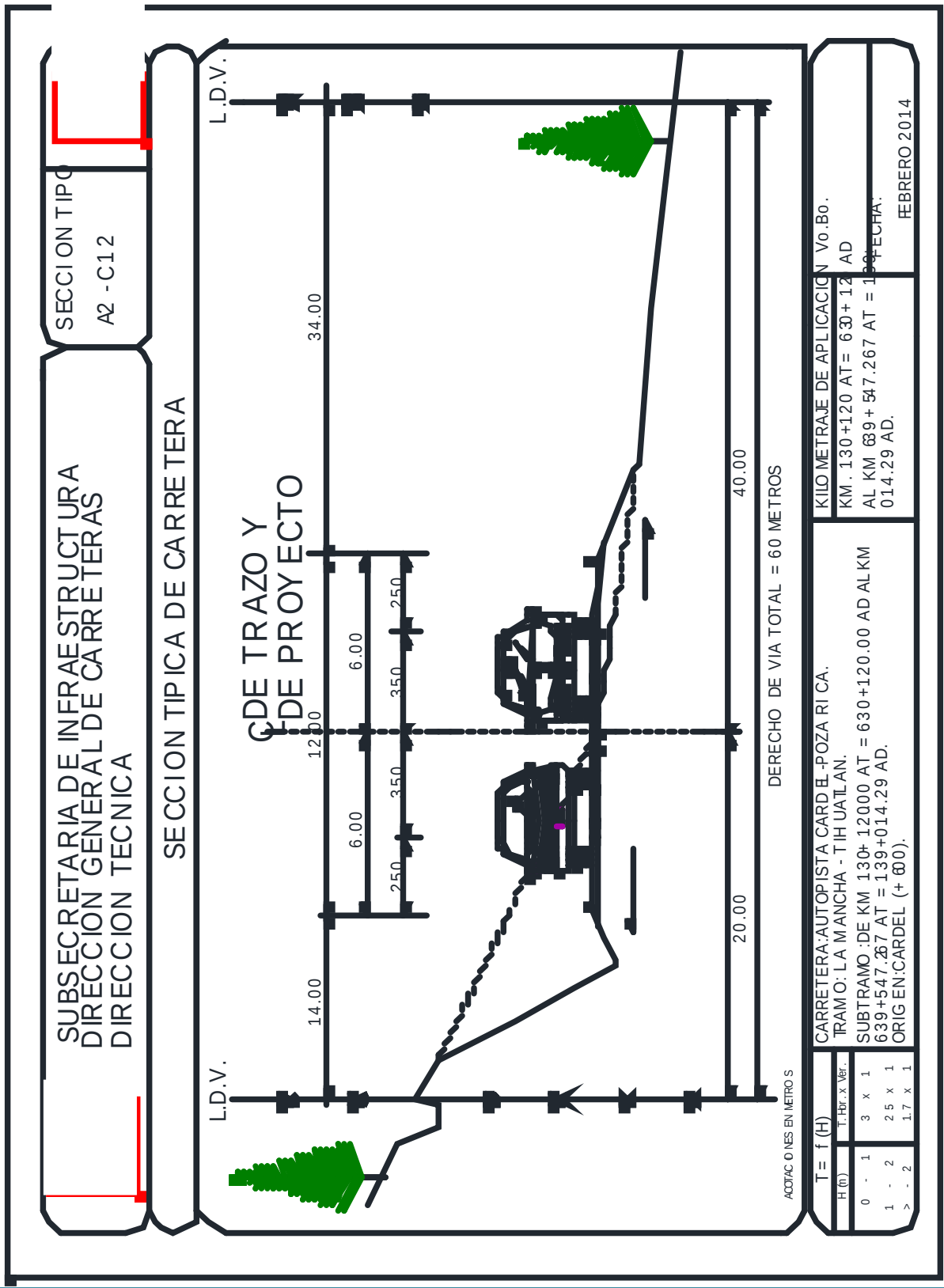
El objetivo principal del presente estudio es proporcionar la información geotécnica necesaria para realizar el proyecto de las terracerías, así como también realizar el diseño del pavimento.

El estudio presenta la descripción de la estratigrafía del terreno natural a lo largo del eje de trazo; las cédulas con las características litológicas y estratigráficas de los bancos para terracerías y pavimentos, los ensayos de laboratorio, el análisis de tránsito, el diseño del pavimento y las recomendaciones y conclusiones del estudio.

Características del proyecto.

Las especificaciones geométricas del tramo en estudio se apegan a las de un camino tipo "A2" del 130+120.00 AT = 633+120.00 AD al km 639+547.267 AT = 139+014.29 AD, con un ancho de corona de 12 m, con un ancho de calzada de 6.00 m con dos carriles de 3.50 m cada uno, para cada sentido y acotamientos exteriores de 2.50 metros cada uno. **(VER SECCIONES EN HOJA ANEXA).**

e) Generalidades.



CAPÍTULO 2

ESTUDIO GEOTÉCNICO.

a) qué es el estudio geotécnico.

El estudio geotécnico es un estudio – análisis de terreno en el que se va a construir, este estudio debe ser previo al inicio de los diseños, es fundamental conocer las características del terreno para calcular la construcción.

Bajo este nombre específico se comprenden en la metodología mexicana del proyecto y la construcción de las vías terrestres, todo el conjunto de estudios de campo y laboratorio, recorridos e inspecciones, análisis y cálculos que conducen al conjunto de recomendaciones y conclusiones necesarias para establecer las normas geotécnicas a que han de ceñirse los proyectos y los procedimientos de construcción de tales vías terrestres.

El estudio geotécnico deberá poner a disposición del grupo encargado del proyecto, toda la información relevante sobre el terreno de cimentación, tipos de materiales a emplear y el conveniente que puede obtenerse de los disponibles, señalando su probable comportamiento futuro y los tratamientos que se requerirán en todos los suelos y rocas por usar, así como los procedimientos de construcción idóneos a utilizar.

Ya se ha insistido en otras partes del carácter necesariamente simple y estadístico que han de tener las exploraciones, muestreos y pruebas que se hagan para fundamentar un estudio geotécnico. Esta es una condición que impone la vía terrestre (quizá con excepción de la aeropista), como obra civil, que deberá tenerse siempre en mente y que establece el estilo y alcances del estudio.

La información geotécnica deberá presentarse en forma sencilla, clara y sistematizada, traduciendo las características de las formaciones existentes en el campo y todos los datos pertinentes, a valores numéricos y recomendaciones escuetas, que puedan ser tomadas en cuenta por los restantes miembros del grupo de proyecto con seguridad y correcta comprensión, aun no siendo especialistas en las disciplinas geotécnicas.

En la ejecución de un estudio geotécnico pueden distinguirse dos etapas:

La primera comprende reconocimientos, exploración, levantamiento de datos y las pruebas de laboratorio.

En la segunda etapa se recopila la información disponible, se analiza, se producen recomendaciones detalladas y concretas y se redacta el informe correspondiente.

b) Reconocimiento geotécnico.

Los trabajos de campo se iniciaron con un recorrido geotécnico para determinar las unidades geológicas y geotécnicas que se observan a lo largo del eje de trazo, donde también se localizaron físicamente los bancos de préstamo de los cuales se podrán obtener materiales para la construcción de la terracerías y los pavimentos.

c) Exploración y muestreo.

La exploración geotécnica se realizó mediante la excavación de pozos a cielo abierto, los cuales se realizaron en sitios en donde se consideraron necesarios: al término de las exploraciones, se procedió a levantar el perfil estratigráfico, basándose en una clasificación visual y al tacto. A continuación se presenta la relación de las exploraciones realizadas:

Pozo a cielo Abierto (PCA) No.	Kilómetro.	Observaciones.
1	630+000	Arcilla inorgánica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1 (ZONA DE INUNDACION).
2	630+500	Arcilla inorgánica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1 (ZONA DE INUNDACION).
3	631+000	Arcilla inorgánica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1 (ZONA DE INUNDACION).
4	631+500	Arcilla inorgánica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL (ZONA DE INUNDACION).
5	631+960	Arcilla inorgánica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1 (ZONA DE INUNDACION).
6	632+500	Arcilla inorgánica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL (ZONA DE INUNDACION).
7	633+000	Arena arcillosa, poco húmeda medianamente compacta de color

		café. SC (ZONA DE INUNDACION).
8	633+500	Arcilla inorgánica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1 (ZONA DE INUNDACION).
9	634+020	Primer estrato, arcilla inorgánica de alta plasticidad de consistencia firme, empacando fragmentos de roca grandes, medianos y chicos de color cafe CH1-Fgmc , segundo estrato roca ígnea extrusiva medianamente intemperizada y cementada al atacarse se obtendrán fragmentos grandes, medianos y chicos Rie-Fgmc.
10	634+500	Arcilla inorgánica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1
11	635+000	Arcilla inorgánica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1
12	635+500	Arcilla inorgánica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL
13	636+000	Arena arcillosa, poco húmeda medianamente compacta de color café. SC
14	636+500	Limo orgánico de alta plasticidad de consistencia, media de color café. OH
15	637+000	Arena arcillosa, poco húmeda medianamente compacta de color café. SC
16	637+500	Arena arcillosa, poco húmeda medianamente compacta de color café. SC
17	638+000	Arena arcillosa, poco húmeda medianamente compacta de color café. SC
18	638+500	Arena arcillosa, poco húmeda medianamente compacta de color café. SC
19	639+000	Arena arcillosa, poco húmeda medianamente compacta de color café. SC
20	639+547.267	Arena arcillosa, poco húmeda medianamente compacta de color café. SC

En el **ANEXO E** se presenta la ubicación particular de cada uno de los sondeos realizados y los espesores de cada estrato.

d) Zonificación fisiográfica.

Para facilitar y ordenar los trabajos de campo conviene dividir la zona en que se construirá la futura vía en zonas de características similares, lo cual se hace en base a la fisiografía, tomando en cuenta características morfológicas. Los aspectos litológicos y permiten después hacer una división en sub-zonas. Cada una de esas sub-zonas deberá ser descrita con detalle y, puesto que presentarán características más o menos homogéneas, participarán de la misma clasificación y recomendaciones.

La descripción de cada sub-zona deberá hacerse verticalmente, clasificando cada una de las capas o estratos que la compongan, para lo que, por lo general, será necesario efectuar sondeos, tomar muestras, efectuar pruebas manuales en el campo y algunas pruebas de laboratorio, sobre todo en el caso de suelos. En el caso de rocas, será necesario estudiar los afloramientos, establecer su clasificación macroscópica y su estructura.

Para la primera zonificación ha de efectuarse un recorrido por la línea, llenado este cuestionario:

CUESTIONARIO PARA RECONOCIMIENTO DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOTECNICO	
CARRETERA: _____ _____	
SUB-TRAMO: _____ _____	
TRAMO: _____ _____	
DE KM: _____	A KM: _____
EN: _____ _____	
FECHA: _____	

CUESTIONARIO DE ZONIFICACIÓN FISIOGRAFICA.

El tipo de terreno se clasifica de acuerdo con la magnitud de los movimientos de tierra que será preciso efectuar para alojar a la vía terrestre; es decir, la clasificación se basa en las características topográficas del área.

En general, los cambios en la morfología corresponden a cambios en los materiales constituyentes. Una unidad morfológica podrá estar formada por diferentes materiales o por un mismo tipo con diferentes características estructurales.

e) Datos de suelo para para cálculo del diagrama de masas.

El correcto cálculo de un diagrama de masas, tan importante para definir los procedimientos constructivos, el aprovechamiento de los materiales disponibles y el costo de un proyecto, depende en mucho de consideraciones geotécnicas y de la información de ese estilo que pueda ofrecerse a los encargados del proyecto geométrico de la vía.

Cada alternativa de trazo en estudio deberá tener su correspondiente perfil de suelos, somero y superficial y deberán proponerse directrices detalladas sobre uso de materiales y sobre los tratamientos a que convengan someter a éstos.

TABLAS DE SUELOS PARA EL CÁLCULO DE LA CURVAMASA.

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION (SUCS)	TRATAM. PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERV.
	No.	ESP.			90%	95%	100%	BAND.		ALT. MAX.	TALUD	ALT. MAX.	TALUD	

Con los resultados de la exploración del subsuelo y los resultados de las pruebas de laboratorio, se procedió a definir por tramos la tabla de datos para el proyecto de terracerías.

En el **ANEXO B**, se presentan por tramos los espesores de los estratos, la descripción de los suelos y/o rocas, la clasificación SUCS y para presupuesto, los coeficientes de variación volumétrica para materiales compactables y no compactables, los taludes recomendables para cortes y terraplenes. Así como las observaciones particulares para el aprovechamiento de los materiales detectados en el tramo en estudio.

CAPÍTULO 3

PRUEBAS DE LABORATORIO

Con la finalidad de conocer las características mecánicas de los materiales que constituirán el terreno de sustentación del camino, se tomaron muestras alteradas representativas de los estratos encontrados en los sondeos, para su ensaye en el laboratorio.

Los ensayos realizados son:

- 1.- Análisis granulométrico mediante el uso de mallas.
- 2.- Límites de Consistência o de Atterberg.
- 3.- Peso Volumétrico Seco Suelto.
- 4.- Peso Volumétrico Seco Máximo.
- 5.- Humedad Óptima.
- 6.- Valor relativo de soporte estándar.
- 7.- Valor relativo de soporte modificado al 90 y/o 95%.

En el anexo **ANEXO A**, se presenta los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas, la clasificación del SUCS y para presupuesto.

a) Prueba de granulometría mediante el uso de mallas.

Objetivo.

Separar por tamaños las partículas de suelo, pasándolo a través de una sucesión de mallas de aberturas cuadradas y en pesar las porciones que se retienen en cada una de ellas, expresando dichos retenidos como porcentajes en peso de la muestra total.

La sucesión de tamaños obtenida mediante el empleo de mallas, nos da una idea de la composición granulométrica únicamente en dos dimensiones, por lo que las curvas resultantes solo quedaran representativas de materiales constituidos por partículas de forma equidimensional, si las partículas de un material tienen forma laminar o ascular, es decir, de lajas o agujas, respectivamente, los resultados que se obtengan no serán representativos de los tamaños reales del material y, en consecuencia. De su comportamiento. Así mismo la curva granulométrica no dará una idea correcta de la sucesión de tamaños en los materiales con partículas de pesos específicos muy diferentes, en cuyo caso será necesario efectuar la corrección correspondiente, para transformar los porcentajes obtenidos en función de pesos, a porcentajes en función de volúmenes.

Las características granulométricas de un suelo influyen en la mayor o menor facilidad para lograr una compactación adecuada y tienen importancia en su comportamiento mecánico, principalmente en los suelos gruesos. Generalmente, la mayor estabilidad de un suelo se alcanza cuando la cantidad

de vacíos es mínima y para que esta condición pueda lograrse, se requiere que el material tenga una sucesión adecuada de tamaños que permita que los huecos resultantes del acomodo de las partículas mayores, sean ocupados por partículas menores y que a su vez, los huecos que dejen estas últimas sean ocupados por partículas más finas y así sucesivamente

Equipo.

1.- Balanza de veinte (20) kilogramos de capacidad y un (1) gramo de aproximación.

2.- Balanza de dos (2) kilogramos de capacidad y cero punto un (0.1) gramo de aproximación.

3.- Charolas de lámina.

4.- Cucharón de lámina.

5.- Horno con termostato para mantener una temperatura constante de ciento cinco mas menos cinco grados centígrados ($105 \pm 5^{\circ}\text{C}$).

6.- Cepillo de cerdas.

7.- Cepillo de alambre delgado.

8.- Juego de mallas de las siguientes designaciones: Num. 75, Num. 50, Num. 37.5, Num. 25, Num. 19, Num. 12.5, Num. 9.5, Num. 4.75, Num. 2, Num. 0.850, Num. 0.425, Num. 0.250, Num. 0.150, y Num. 0.075.

9.- Tapa y fondo para el juego de mallas.

10.- Agitador de varilla metálica de seis (6) milímetros de diámetro y veinte centímetros de longitud.

Procedimiento.

a) Para suelos gruesos.

1.- Se obtiene por cuarteo una porción representativa con peso aproximado de 15 kilogramos.

2.- Se hace pasar la muestra a través de las mallas (2" hasta la No. 4 y charola). Para efectuar esta operación deberá imprimirse a las mallas un movimiento vertical y de rotación horizontal, para mantener al material en constante movimiento y permitir que los tamaños menores pasen a través de las aberturas correspondientes.

3.- Se pesan los materiales retenidos en cada una de las mallas y se anotan en la hoja de registro.

b) Para suelos finos.

- 1.- Del material que pasa la malla No.4 se toman 200 grs. de la muestra.
- 2.- La muestra de suelo se coloca en las mallas para suelos finos acomodadas en forma decreciente puestas una sobre otra.
- 3.- Una vez colocadas se hace vibrar durante un periodo de 10 min. En el agitador Rov – Tav.
- 4.- Se pesa toda la fracción retenida en cada malla y se anota en la hoja de registro.

Prueba de granulometría por lavado.

Objetivo.

Separar por tamaños las partículas de suelo, pasándolo a través de una sucesión de mallas de aberturas cuadradas y en pesar las porciones que se retienen en cada una de ellas, expresando dichos retenidos como porcentajes en peso de la muestra total.

1.- De la fracción de material que pasa por la malla No.4 se toma una muestra de 200 grs.; se pone a secar en el horno a una temperatura de 105 grados centígrados hasta tener un peso constante, una vez obtenido el peso constante el material se pone en un vaso de aluminio y se deja saturando por 24 horas.

2.- Con una varilla se agita en forma de (8) durante 15 segundos. Se deja reposar durante 30 seg., y se decanta el agua y suelo por la malla No. 200 se repite la operación hasta que esta tenga una tonalidad clara.

3.- Estando seco el material lavado se procederá a su disgregación evitando perdida del material. Hay que deshacer los grumos en caso de que se formen, procediendo a realizar la granulometría.

4.- Se anota el peso del material retenido en cada una de las mallas y se procede al calculo tomando en cuenta el material eliminado por la malla No. 200.

A continuación se muestra la hoja de registro, que es similar para suelos gruesos y para suelos finos; donde graficaremos en el eje de las abscisas las aberturas de la malla y en el de las ordenadas el porcentaje del material pasado por la malla.

Malla no.	Peso retenido parcial (grs)	(%) Retenido Parcial	(%) Retenido Acumulativo	(%) Que pasa la malla
-----------	----------------------------------	---------------------------	-------------------------------	----------------------------

Cálculo.

$$1.-\% \text{ Retenido parcial} = \left(\frac{\text{Peso material}}{S \text{ peso material}} \right) (100)$$

$$2.-\% \text{ Que pasa} = 100 - (\% \text{ Retenido parcial}) = X$$

Donde:

$X - (\text{El siguiente } \% \text{ Retenido parcial}) = X$ y así sucesivamente hasta completarlo.

Para seguir la secuencia ininterrumpida en la granulometría chica se utilizan las siguientes formulas.

$$a)\% \text{ Retenido parcial} = \left(\frac{\text{Peso material}}{S \text{ peso material } X} \right) (\% \text{ Retenido parcial})$$

$$b) \text{ Que pasa} = (\% \text{ Retenido parcial de la 4}) - \% \text{ Retenido parcial} = X$$

Donde:

$X - (\text{El siguiente } \% \text{ Retenido parcial}) = X$ y así sucesivamente hasta completarlo.

Para fines de clasificación del suelo deberán calcularse los coeficientes de uniformidad C_u , y de curvatura C_c , que se emplean para juzgar la graduación del material, por medio de las fórmulas siguientes:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60} \times D_{10})}$$

Donde:

C_u : Es el coeficiente de uniformidad del material, número abstracto.

C_c : Es el coeficiente de curvatura del material, número abstracto.

D10, D30, y D60 representan los tamaños de las partículas de suelos en milímetros, que en la grafica de la composición granulométrica corresponden al (10) por ciento, treinta (30) por ciento y sesenta (60) por ciento que pasa, respectivamente. Es decir D10, D30, y D60 son las abscisas, de la grafica de la composición granulométrica, correspondientes a las ordenadas de diez (10), treinta (30) y sesenta (60) por ciento, respectivamente.

*** Causas mas frecuentes de error al efectuar esta prueba.**

1.- Que se produzcan pérdidas de materiales por manipulaciones descuidadas durante las operaciones de cribado, lavado, secado y pesado.

2.- Que se usen mallas con aberturas diferentes de las especificadas, debido a construcción defectuosa, desgaste y deformación o ruptura de los alambres de las tramas.

3.- Que permanezcan partículas de material atoradas en las tramas de las mallas y no se consideren en el peso del material retenido.

b) Prueba de límites de Consistencia o de Atterberg.

Objetivo.

Los métodos de prueba a que se refiere esta cláusula, tiene por objeto conocer las características de plasticidad de la porción de suelo que pasa la malla No. 0.425, cuyos resultados se utilizan principalmente para la identificación y clasificación de los suelos.

De acuerdo con su contenido de agua, los suelos pueden estar en algunos de los 5 estados de consistencia:

* **Estado líquido**, es el que presentan los suelos cuando manifiestan las propiedades de una suspensión.

* **Estado semilíquido**, cuando los suelos tienen el comportamiento de un fluido viscoso.

* **Estado plástico**, en el cual los suelos presentan la propiedad que les permite, bajo ciertas condiciones de humedad, mantener la deformación producida por un esfuerzo que les ha sido aplicado en forma rápida sin agrietarse, desmoronarse o sufrir cambios volumétricos apreciables.

* **Estado semisólido**, en el que la apariencia de los suelos es la de un sólido; sin embargo, al secarse disminuyen de volumen.

* **Estado sólido**, en el que el volumen de los suelos no varía aún cuando se les someta a secado.

Los límites de consistencia fueron determinados por Atterberg los cuales los delimito por las fronteras.

* **Límite líquido**, es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados semilíquido y plástico.

* **Límite plástico**, es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados plástico y semisólido.

* **Límite de contracción**, es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados semisólido y sólido.

Para definir las características de plasticidad de los suelos se utilizan el límite líquido, el índice plástico y la contracción lineal.

* **Índice plástico**, es la diferencia aritmética entre el límite líquido, el índice plástico y la contracción lineal. ($IP = LL - LP$).

* **contracción lineal**, es la reducción del volumen del mismo, medida en una de sus dimensiones y expresada en porcentaje de la dimensión original.

Equipo.

- 1.- Copa de Casagrande y ranurador.
- 2.- Cápsulas petri.
- 3.- Agua destilada.
- 4.- Balanzas de (0.01 grs) y (1 grs) de aproximación.
- 5.- Placa de vidrio.
- 6.- Horno secador.
- 7.- Franela.
- 8.- Vidrios de reloj.
- 9.- Charolas de evaporación.
- 10.- Espátula.
- 11.- Calibrador vernier.
- 12.- Cápsulas de porcelana.
- 13.- Gotero.

Procedimiento.

1.- Determinación del Límite Líquido (L L)

- a) El material que se trae del campo se seca a temperatura ambiente y se disgrega.
- b) Una vez que el material se ha secado se criba por la malla No. 0.425 y se toma una cápsula de porcelana de 250 a 300 grs. del material que paso la malla, lo saturamos y lo dejamos reposar (24 hrs.). Transcurrido el tiempo agregamos agua destilada y se mezcla hasta formar una pasta homogénea.
- c) Se inician los tanteos en la copa de casagrande dándole al suelo diferentes humedades. Se deben hacer cinco (5) tanteos y obtener las humedades de cada uno de ellos.
- d) Se coloca la pasta en la copa de casagrande, llenándola a la mitad y alisándola para obtener un espesor máximo de (1 cm). Se ranura al centro con un ranurador de dimensiones de (11 mm), en la parte superior y (2 mm) en la parte inferior. Se debe ranurar la pasta según el eje de simetría del aparato, manteniendo el ranurador perpendicular a la superficie de la copa.

e) Una vez llena la copa ranurado el material, el golpeo se hace girando la manivela a la velocidad de 2 rev/seg, y contar el numero de golpes necesarios para que la ranura cierre ($\frac{1}{2}$ ") aproximadamente, la ranura debe cerrar por el flujo del suelo y no por deslizamiento de la pasta respecto a la copa.

f) En la cápsula de vidrio de reloj, se extrae una muestra representativa de aproximadamente (10 grs) del centro de la copa, cerca de donde cerró la ranura para obtener la humedad, se pesa la cápsula con material húmedo al centésimo de gramo (0.01 grs). Se deja secar el horno durante. (24 hrs.), a temperatura de 110° C.

g) Una vez obtenidos los resultados de todos los tanteos procederemos a anotarlos en las hojas de registro, para así graficar la curva de fluidez, que comprende en el eje de las abscisas en escala logarítmica el numero de

golpes, y en el eje de las ordenadas en escala aritmética los contenidos de agua; de la cual el limite liquido (LL) será el contenido de agua correspondiente a 25 golpes.

* Causas mas frecuentes de error al efectuar esta prueba.

1.- Que al efectuar la prueba la ranura se cierre debido al deslizamiento del suelo sobre la copa y no al flujo provocado por los golpes.

2.- Perdida de agua por evaporación en la muestra, debido a que la prueba no se realice en lugares frescos y exentos de corrientes de aire.

3.- Que la caída de la copa no se efectuó a una velocidad uniforme de dos (2) golpes por segundo.

4.- Que la copa y el ranurador no estén limpios antes de cada determinación.

5.- Que se incorpore material seco para reducir la humedad de la muestra de prueba, o bien que no se efectuó un amasado correcto de esta.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

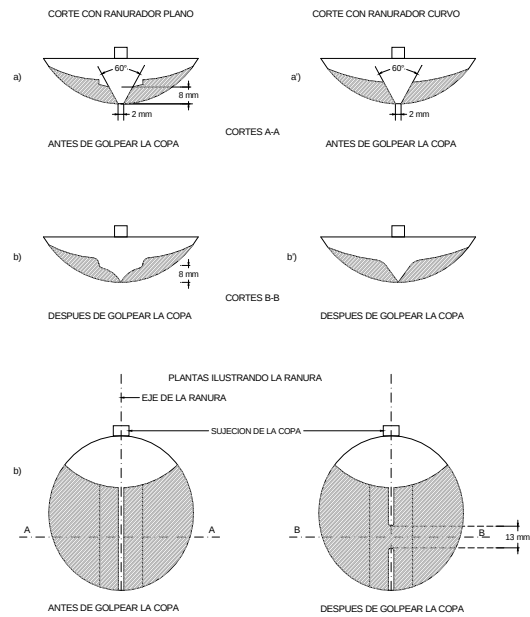


Imagen 1- Dimensiones de la ranura.

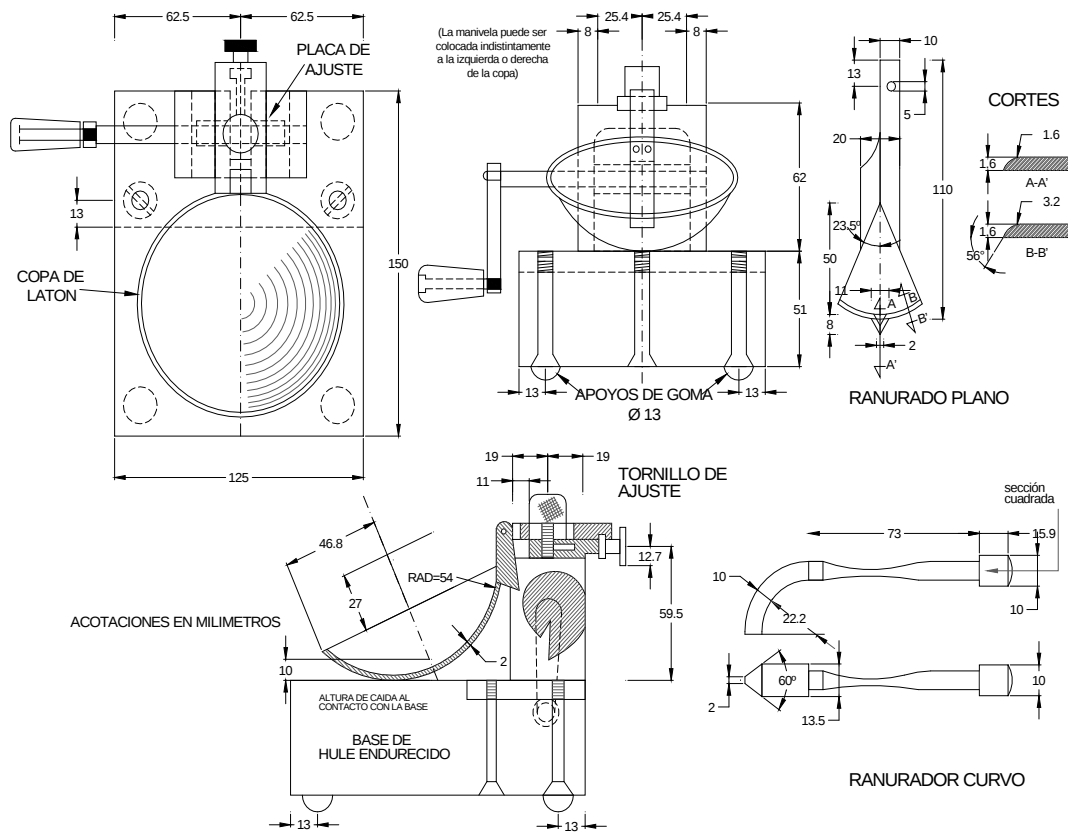


Imagen 2.- Instrumental para determinar el límite líquido.

2.- Determinación del Límite Plástico (L P)

- a) Se amasan aproximadamente (15 grs) de suelo húmedo. De los cuales con la palma de la mano formamos rollito de (1/8") es decir (3 mm aproximadamente), de diámetro apoyándose en la placa de vidrio.
- b) Se repite éste procedimiento hasta que el rollito empieza a desmoronarse al estarlo formando.
- c) Se colocan en una cápsula de vidrio de reloj y se procede a pesarlos con la bascula de (0.01 grs) de aproximación y se meten al horno durante 24 hrs. A una temperatura de ciento diez grados centígrados.
- d) Una vez transcurridas las (24 hrs.) se pesan para determinar el contenido de humedad de los cilindros.
- e) El proceso se debe repetir por lo menos en tres (3) ocasiones para poder promediarlos.
- f) Teniendo los tres resultados los anotamos en la hoja de registro y procederemos a calcularlo, donde el limite plástico (LP) es; el contenido de agua promedio de los cilindros.

Una vez determinados los Límites tanto líquido como plástico procederemos a meter los datos a la carta de plasticidad, la cual en el eje de las abscisas representa el limite liquido (LL) y en el de las ordenadas el índice plástico (IP). La carta de plasticidad nos indicara la clasificación del suelo.

* Causas mas frecuentes de error al efectuar esta prueba.

- 1.- Que el cilindro de suelo se rompa antes de alcanzar el diámetro de tres (3) milímetros, ya que en este caso su humedad sería menor que la del límite plástico.
- 2.- Que la placa de vidrio no se encuentre limpia antes de cada determinación, ya que esto dificulta o impide la formación del cilindro.
- 3.- Que al alcanzar el cilindro el diámetro de tres (3) milímetros, el operador lo rompa en forma deliberada, modificando la presión, la velocidad de rolado o ambas cosas.

3.- Determinación de la Contracción Lineal (CL)

- a) Se hace esta prueba con el material que sobro del ensaye de (LL), con una humedad ligeramente mayor de 10% aproximadamente.

b) Procederemos a llenar el molde de prueba previamente engrasado para evitar que se adhiera el material en las paredes. El material deberá de ser colocado en tres capas y en cada una de estas dar unos ligeros golpes tomando le molde de los extremos, con la finalidad de que el material se acomode.

c) Se debe dejar secar el molde con el material a una temperatura ambiente hasta que su color cambie de oscuro a claro y se coloca en el horno a una temperatura de ciento diez grados centígrados.

d) Se saca del horno y con el vernier tomamos la longitud de la barra de material seco y la longitud interior del molde, procediendo a anotarlo en la hoja de registro.

Cálculo.

$$CL = \frac{L1 - L2}{L1} (100)$$

L1

Donde:

CL : Es la contracción lineal , en por ciento

L1 : Longitud interior del molde, en centímetros

L2 : Longitud de la barra del material seco, en centímetros

* Causas mas frecuentes de error al efectuar esta prueba.

1.- Engrasado deficiente del interior del molde, lo que ocasiona que el espécimen se rompa al contraerse.

2.- No dar el número necesario de golpes a la barra para eliminar el aire contenido en el material.

3.- Exponer el espécimen al sol o introducirlo en el horno inmediatamente después de elaborado, originando con ello que se agriete o se deforme, principalmente cuando se trata de materiales muy plásticos.

4.- Medir incorrectamente la longitud final de la barra, sobre todo cuando se rompa o arquee excesivamente.

4.- Determinación de la Contracción Volumétrica (CV)

a) Esta prueba se hace con el material que sobro del ensaye del límite líquido, con una humedad ligeramente mayor aproximadamente en un 10%.

b) El material se coloca en una cápsula petri, la cual debe pesarse y cubrir su interior con una capa delgada de grasa. O en su defecto con aceite quemado. El material se coloca en 3 capas, procurando en cada capa dar unos ligeros golpes para que se asiente el material y expulse el aire incrustado en el.

c) A continuación se enrasa el material en el molde utilizando la espátula y se pesa con aproximación al 0.01 de gramo.

d) La cápsula con el suelo se deja orear a la sombra hasta que cambie ligeramente su color; esto es con la finalidad de que la pastilla de suelo no se agriete.

e) Inmediatamente después se pone a secar en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$, durante 24 horas aproximadamente.

f) Se extrae del horno la cápsula con el espécimen, se deja enfriar a la temperatura ambiente y a continuación se pesa.

g) Se coloca en una cápsula de porcelana un recipiente de vidrio o de lucita y se llena de mercurio (Hg) hasta derramarlo y se enrasa. Para enrasar se coloca el vidrio de 3 puntas sobre la superficie de mercurio (Hg) y se presiona hacia abajo para forzar al excedente a salir del recipiente y así expulsar el aire atrapado. El mercurio (Hg), que se derrama se recoge en la cápsula para evitar pérdidas. (hay que tomar precauciones al manejar el mercurio Hg, debido a la gran toxicidad de sus vapores).

h) La pastilla de suelo seco se extrae de la cápsula petri y se coloca invertida sobre la superficie de mercurio (Hg), que se encuentra en el recipiente de vidrio o lucita; se sumerge lentamente con movimientos de rotación por medio del vidrio de 3 puntas hasta expulsar el aire atrapado.

i) El mercurio (Hg) desalojado por la pastilla se pesa y con este dato dividido entre el peso específico del mercurio (Hg), se calcula su volumen, que para fines prácticos se toma 13.60, puede variar hasta 13.56

Cálculo.

$$CV = \frac{\% W - \frac{Vi - Vf}{Ps} (100)}{Ps}$$

Donde:

CV : Es la contracción volumétrica, en por ciento

W: Es la humedad del material, en por ciento

Vi : Volumen inicial de la muestra, en centímetros cúbicos

Vf : Volumen final de la muestra, en centímetros cúbicos

El volumen desalojado se determina con la siguiente expresión:

$$Vf = \frac{P \text{ Hg Desalojado}}{P.E. \text{ del Hg}}$$

P.E. del Hg

Donde:

P Hg: Es el peso del mercurio desalojado.

P.E. del Hg: Es el peso específico del mercurio.

ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIATLAN

CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS PARA SU IDENTIFICACION DE CAMPO (APROXIMADA)				DENOMINACION COMUN					
SIMBOLO DE GRUPO (*)									
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS	MAS DE LAS MITAD DEL MATERIAL SE RETIENE EN LA MALLA 0.075	GRAVAS	MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA SE RETIENE EN LA MALLA NUMERO 4.75	MENOS DEL 5% RESPECTO AL TOTAL PASA LA MALLA NUM.0.075	AMPLIO RANGO EN LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS.	GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS,MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA,POCO O NADA DE FINOS.		
					PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN RANGO DE TAMAÑOS CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS.	GP	GRAVAS MAL GRADUADAS,MEZCLAS DE GRAVA YA ARENA POCO O NADA DE FINOS.		
					FRACCION FINA NO PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO ML,ABAJO).	GM	GRAVAS LIMOSAS,MEZCLAS DE GRAVA,ARENA Y LIMO,MAL GRADUADAS.		
					FRACCION FINA PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO CL,ABAJO).	GC	GRAVAS ARCILLOSASA,MEZCLAS DE GRAVA,ARENA Y ARCILLA MAL GRADUADAS.		
	ARENAS	MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA LA MALLA NUMERO 4.75	MENOS DEL 5% RESPECTO AL TOTAL PASA LA MALLA NUM.0.075	AMPLIO RANGO EN LOS TAMAÑOS DE PARTICULAS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS.	SW	ARENAS BIEN GRADUADAS,ARENAS CON GRAVA,POCO O NADA DE FINOS.			
				PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN RANGO DE TAMAÑOS CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS.	SP	ARENAS MAL GRADUADAS,ARENAS CON GRAVA, POCO O NADA DE FINOS.			
		MAS DEL 12% RESPECTO AL TOTAL PASA LA MALLA NUM.0.075	FRACCION FINA NO PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO ML,ABAJO).	SM	ARENAS LIMOSAS,MEZCLAS DE ARENA Y LIMO.				
			FRACCION FINA NO PLASTICA (PARA IDENTIFICACION VEASE GRUPO CL,ABAJO).	SC	ARENAS ARCILLOSAS,MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA				
			IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA NUMERO 0.425						
			RESISTENCIA EN ESTADO SECO						
SUELOS DE PARTICULAS FINAS	MAS DE LAS MITAD DEL MATERIAL PASA LA MALLA NUM.0.075	LIMOS Y ARCILLAS	RAPIDA A LENTA	NULA	NULA A LIGERA	ML	LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS,POLVOS DE ROCA ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLOSAS LIGERAMENTE PLASTICAS		
						MEDIA	CL	ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA O MEDIANA PLASTICIDAD, ARCILLAS CON GRAVA,ARCILLAS ARENOSAS,ARCILLAS LIMOSAS	
						LIGERA	OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD.	
						LIGERA A MEDIA	MH	LIMOS INORGANICOS DE ALTA COMPRESIBILIDAD,LIMOS MICACEOS O DIATOMACEOS,LIMOS ELASTICOS.	
						ALTA	ML	ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD	
						LIGERA A MEDIA	OH	ARCILLAS ORGANICAS DE MEDIANA A ALTA PLASTICIDAD LIMOS ORGANICOS DE MEDIANA PLASTICIDAD.	
						FACILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR,OLOR, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE TEXTURA FIBROSA.		Pt	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS

(*) LOS SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS QUE TENGAN LAS CARACTERISTICAS DE DOS (2) GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACION DE LOS SIMBOLO CORRESPONDIENTES, POR EJEMPLO GW-GC REPRESENTA UNA MEZCLA DE GRAVA Y ARENA BIEN GRADUADA CON ARCILLA.

Tabla 3.- Clasificación de suelos en campo.

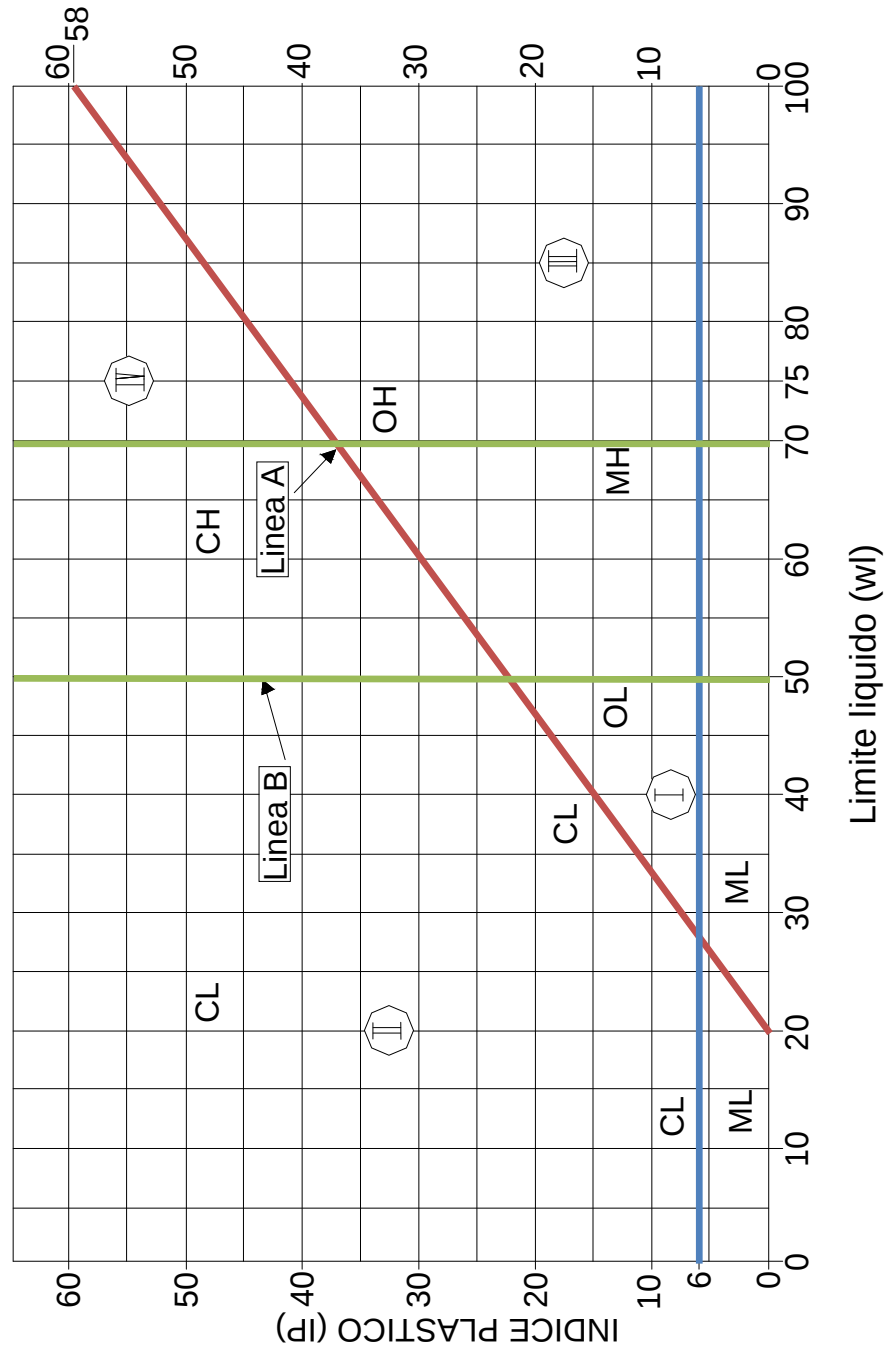


Figura 3.- Carta de plasticidad

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

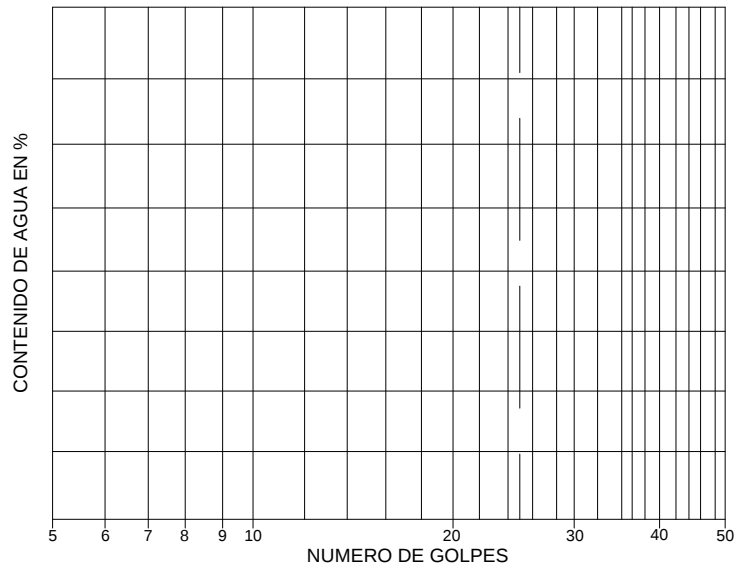
OBRA: _____	FECHA: _____
LOCALIZACION: _____	OPERADOR: _____
SONDEO No.: _____ ENSAYE No.: _____	
MUESTRA No.: _____ PROF.: _____	CALCULO: _____
DESCRIPCION: _____	

LIMITE LIQUIDO

PRUEBA No.:	CAPSULA No.:	NUMERO DE GOLPES:			PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (w)
					gr	gr	gr	gr	gr	%

LIMITE PLASTICO

HUMEDAD NATURAL



W = _____ %

LL = _____ %

LP = _____ %

Ip = _____ %

CR = $\frac{LL - W}{Ip}$ = _____

Fw = _____ %

Tw = $\frac{Ip}{Fw}$ = _____

CLASIF. SUCS. _____

b) Prueba del Equivalente de Arena.

Objetivo.

Tiene como principal objetivo la determinación del porcentaje de finos o parte de materia orgánica que pueda contener el material, ya que esta origina cambios volumétricos y estos a su vez provocan los baches en la estructura del pavimento.

Equipo.

- 1.- Cloruro de calcio.
- 2.- Glicerina.
- 3.- Agua destilada.
- 4.- Botella con capacidad de (4000 ml).
- 5.- Malla no. 4.
- 6.- 3 probetas de lucita o acrílico graduadas en decimos de pulgada.
- 7.- Pisón.
- 8.- Cápsulas de aluminio.
- 9.- Tabla forrada con goma
- 10.- Agitador mecánico.

Procedimiento.

a) Se procede a elaborar la solución de trabajo la cual es conformada por (454 grs) de cloruro de calcio + (1890 ml) de agua, + (47 grs) de solución volumétrica al 40% de formaldehído + (2050 grs) de glicerina y complementando con agua destilada hasta obtener un volumen de tres mil setecientos ochenta y cinco (3875 ml).

b) En la botella de (4000 ml) colocamos la solución de trabajo en una repisa que se encuentre a una altura de aproximadamente (90 cm).

c) Del material que pasa la malla no. 4 se obtiene por cuarteo (500 grs) depositándolas en las cápsulas de aluminio, una vez el material dentro de las cápsulas procederemos a golpearlo contra la tabla forrada con goma para que este se acomode.

d) Vaciamos el material a las probetas previamente llenadas con solución de trabajo, procurando expulsar las burbujas de aire atrapadas, lo dejamos reposar (10 min);

transcurrido el tiempo le colocamos el tapón a las probetas, y estas las colocamos en el agitador mecánico (puede ser manual), se darán 90 ciclos en (30 seg).

e) Se introduce el tubo irrigador hasta el fondo para remover de esta manera las partículas finas que se encuentran en las paredes de la probeta y a su vez ajustar un nivel final de (381 cm³), después lo dejamos reposar un lapso de (20 min).

f) Transcurridos los (30 min) tomamos la lectura de arcilla en la escala de la probeta, después introducimos el pisón procurando no perturbar los finos en suspensión, anotando los datos en la hoja de registro.

Cálculo.

Equivalente de Arena = $\frac{\text{Nivel de arena}}{\text{Nivel de arcilla}} (100)$

Nivel de arcilla

Donde:

Nivel de arena, en cms

Nivel de arcilla, en cms

Equivalente de arena, en %

Tiempo inicial (minutos)	Tiempo de agitado (minutos)	Lectura de arena (cms)	Lectura de arcilla (cms)	Equiv. de arena (%)

* Causas mas frecuentes de error al efectuar esta prueba.

- 1.- Que el agitado se haga en forma inapropiada.
- 2.- Que se muevan las probetas cuando se encuentran en reposo.
- 3.- Que al introducir el pizón en la probeta se baje a velocidad excesiva.

d) Prueba del Valor Cementante.

Objetivo.

Esta prueba tiene como principal objetivo conocer la cementación o cohesión del suelo sin confinar, que es la resistencia expresada en (kg / cm²) que tiene el material seco y compactado a la aplicación de una carga dinámica.

Equipo.

- 1.- Molde metálico cuadrado de (7.62 cm) de lado y (11.43 cm) de largo.
- 2.- Pisón de (900 grs) con guía de (40 cm).
- 3.- Espátula.
- 4.- Placa de (1.27 cm de espesor)
- 5.- Prensa
- 6.- Horno

Procedimiento.

- a) Se toman aproximadamente tres 3 kilogramos del material cribado que pasa la malla no. 4, le incorporamos agua, de tal manera de dejarlo lo mas próximo a su humedad óptima.
- b) Procederemos a llenar el molde metálico en tres capas, a cada una de estas capas de material se le dan 15 golpes con el pisón de novecientos (900 grs) dejándolo caer por la guía a una altura de (40) cm.
- c) Una vez terminadas las tres capas retiramos el molde teniendo la precaución de no fracturar el espécimen (por lo regular se elaboran 3 especímenes para promediar el valor obtenido de cada uno de ellos).
- d) Verificando que los especímenes no estén fracturados los metemos al horno por (24 hrs) a una temperatura de ciento cinco (105) grados centígrados
- e) Transcurrido el tiempo sacamos los especímenes del horno dejándolos enfriar aproximadamente (30 minutos).
- f) Les aplicamos carga hasta que se fracturen, los resultados obtenidos se promedian para así conocer el valor cementante. Después se llena la hoja de registro correspondiente.

Calculo.

Valor Cementante = Carga

Área

Donde:

Valor cementante, en Kgs / cms².

Carga, en Kgs.

Área, en cms²

Area (cms ²)	lectura (adimensional)	Constante del anillo (K)	Carga (kgs)	Valor cementante (Kgs/cms ²)

e) Prueba de la absorción.

Objetivo.

El objetivo de esta prueba es determinar la capacidad máxima de absorción de agua del material durante (24 hrs.), con respecto al peso seco del mismo expresado en por ciento.

Equipo.

- 1.- Malla no. 19
- 2.- Malla no. 9.5
- 3.- Vaso de aluminio.
- 4.- Charola.
- 5.- Franela.
- 6.- Parrilla.
- 7.- Espejo
- 8.- Bascula de (0.1 grs de aproximación).

Procedimiento.

- a) De una muestra tomada por cuarteo tomamos aproximadamente trescientos cincuenta gramos (350).
- b) Lo cribamos y tomamos la porción de material que pasa la malla no. 19 y lo que es retenido en la malla no. 9.5.
- c) Se satura el material a una temperatura de (15 a 25) grados centígrados durante un periodo de (24 hrs).
- d) Transcurrido el tiempo la muestra la secamos superficialmente con la franela húmeda y registramos su peso.
- e) Posteriormente colocamos el material en la charola para esta ponerla en la parrilla y comenzar a aplicarle calor hasta eliminar toda el agua, para verificar que el material esta completamente seco colocamos un espejo, y si este muestra señales de humedad empañándolo le tendremos que aplicar calor el tiempo necesario hasta que deje de mostrar señales de humedad.
- f) Seco el material lo dejamos enfriar para poder pesarlo y registrar su peso, para poder determinar el porcentaje de absorción.

Cálculo.

$$\text{Absorción} = \frac{(Ww - Ws)}{Ws} (100)$$

Ws

Donde:

Absorción, en porciento (%).

Ww: Peso de la muestra saturada superficialmente seca, en gramos.

Ws: Peso de la muestra seca, en gramos.

No. de muestra	Peso seco, Ws (grs)	Peso saturado sup. seco, Ww (grs)	Absorción (%)

f) Prueba de la Densidad.

Objetivo.

Se define como la relación que existe entre un peso de material y el volumen desalojado de agua. Y esta nos sirve para determinar el porcentaje de vacíos de un material.

Equipo.

- 1.- Probeta graduada.
- 2.- Bascula de (0.1 grs) de aproximación.
- 3.- Franela.

Procedimiento.

- a) Mantener sumergidas en agua durante (24 hrs) un número suficiente de material, para hacer una determinación representativa.
- b) A continuación se extrae del agua y se seca superficialmente y se pesa el material.
- c) Colocamos el material en la probeta y checamos el volumen desalojado.
- d) Determinamos la densidad.

Cálculo.

$$\text{Densidad} = \frac{Ws}{Vd}$$

Donde:

Densidad, en unidades adimensionales.

Ws: Peso del material, en gramos.

Vd: Volumen desalojado, en mililitros.

No. de muestra	Peso del material, Ws (grs)	Volumen desalojado, Vd (ml)	Densidad (Adimensional)

PRUEBAS ESTATICAS PARA DETERMINAR LA COMPACTACION.

En este tipo de pruebas se determina el peso volumétrico seco máximo y la humedad optima de un material mediante la carga de una placa pero de manera estática en una superficie uniforme, en un lapso controlado de tiempo.

g) Prueba porter estándar.

Objetivo.

Determinar el valor relativo de soporte, sobre la fracción de suelo que pasa la malla de 1", elaborando un espécimen con la humedad óptima del material por estudiar, de acuerdo con el procedimiento de compactación por carga estática, dicho espécimen se somete a un periodo de saturación antes de efectuar la determinación del valor relativo de soporte, y se obtiene como dato adicional la expansión del espécimen originada por su saturación.

Equipo.

- 1.- Molde cilíndrico de compactación de (157.5 mm) de diámetro interior y de (127.5 mm) de altura.
- 2.- Maquina de compresión con capacidad mínima de (30 ton) provista de (1) pistón de penetración, de acero, con diámetro de (49.5 mm) y sección de (19.35 cm²).
- 3.- Varilla metálica de (19 mm) de diámetro y (300 mm) de longitud, con punta de bala.
- 4.- Placa circular para compactar, de (154.5 mm) de diámetro.
- 5.- Malla no. 25.
- 6.- Malla no. 4.75.
- 7.- Balanza con capacidad mínima de (20) kilogramos de aproximación de (5 grs).
- 8.- Calibrador vernier.
- 9.- Tanque de saturación con altura mínima de (30 cm).
- 10.- (2) placas circulares de carga con diámetro de (154 mm), teniendo un orificio central de (5.4 cm) de diámetro y un peso de (3 kg) cada una.
- 11.- Cronómetro.
- 12.- Hojas de papel filtro con diámetro de (154 mm)

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

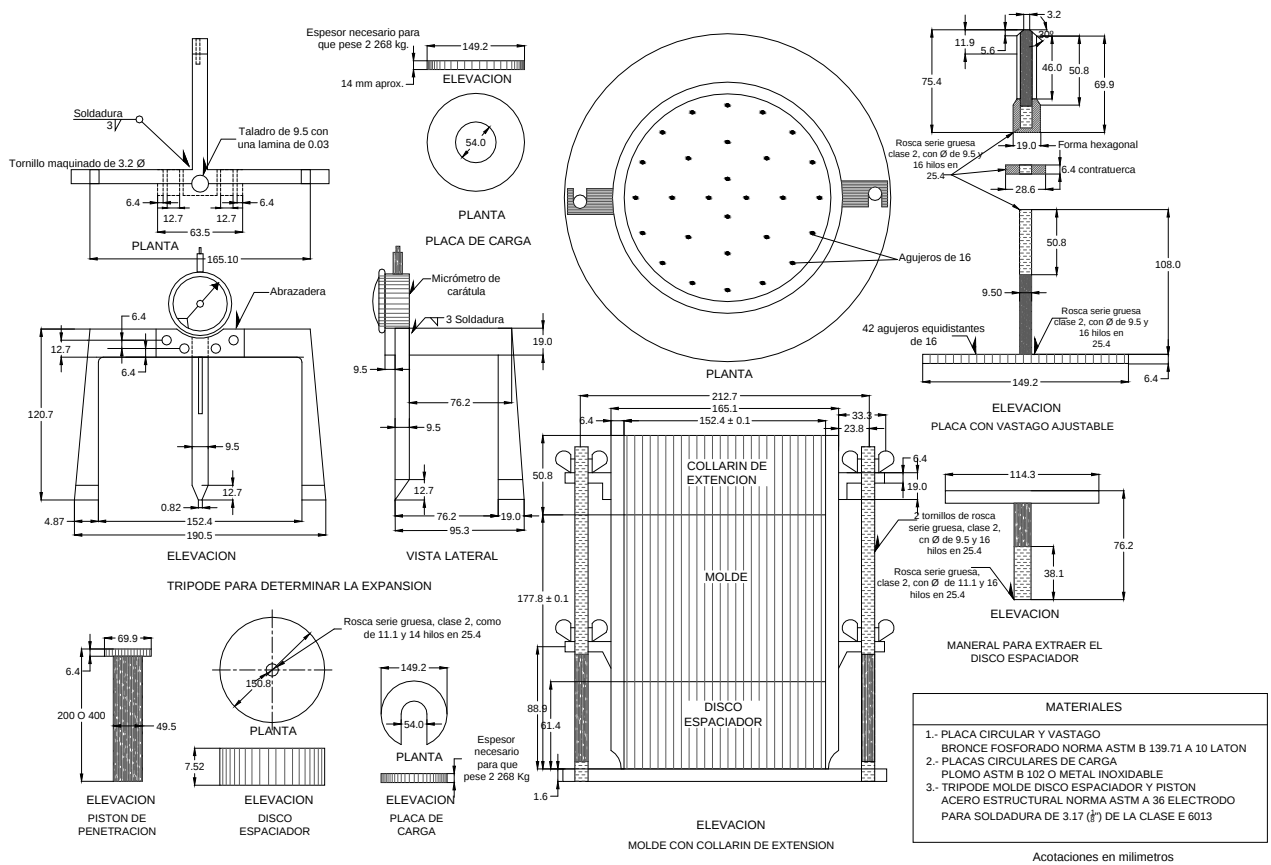


Imagen 3.- Instrumental para determinar el valor relativo de soporte.

Procedimiento.

- De una muestra se toma por cuarteo una porción suficiente para obtener aproximadamente dieciséis (16 kg) de material que pase por la malla no. 25 y se pesa dicha porción.
- A continuación se criba el material por la malla no. 25
- Se elabora el espécimen con la humedad óptima del material y se le toma su altura con aproximación al mm.
- Se colocan en la parte superior del espécimen, en el orden que se indica, una (1) o dos (2) hojas de papel filtro, la placa perforada y las dos (2) placas de carga; enseguida se introduce al tanque de saturación el molde contenido el espécimen, procurando que este quede totalmente cubierto con el agua, con un tirante aproximado de dos (2 cm) sobre el borde superior del molde.

e) Inmediatamente después con el objeto de determinar la expansión del espécimen por saturación, se mide el incremento de altura que experimenta el espécimen con el vernier, tomando cuatro (4) lecturas en diferentes partes para así poder sacar el promedio general de la expansión, se seguirán tomando medidas cada 24 hrs., y estas se pararan hasta que dos sean sucesivas, por lo general se lleva de tres (3) a cinco (5) días. Mediante la siguiente expresión:

$$E = \frac{(I_f - I_i)}{h_e} (100)$$

he

Donde:

E : Es la expansión, en %

If : Lectura del vernier al final, en cms.

Ii : Lectura del vernier al inicio, en cms.

he: Altura inicial del espécimen, en cms.

f) Después se coloca el molde que contiene el espécimen y las placas en posición horizontal y se deja así durante tres (3 min), a la sombra, con la finalidad de que se escurra el agua. Inmediatamente después se retiran las placas y el papel filtro, y se vuelven a colocar únicamente las placas de carga.

g) Se instalan en la prensa el extensometro y el molde con el espécimen y las placas de carga, introduciendo el cilindro de penetración, montado con el vástago de la prensa, a través de los orificios de las placas, hasta tocar la superficie de la muestra; se aplica una carga inicial de diez (10 kg) e inmediatamente, sin retirar la carga, se ajusta el extensometro.

h) Se aplica carga para que el pison penetre en el espécimen con una velocidad uniforme de (1.27 mm) por minuto.

Cálculo.

1.- Se determina la altura promedio del borde superior del collarín al PL de carga.

$$Ap = (A1 + A2 + A3 + A4)$$

Donde:

Ap: Es la altura promedio, en cm

A1 + A2 + A3 + A4: Son las alturas tomadas de cada esquina, en cm

2.- Se determina la altura real.

$$Ar = (Altura\ del\ molde - Ap)$$

Donde:

Ar: Es la altura real, en cm

Altura del molde: Es la altura del collarín del molde, en cm

Ap: Es la altura promedio, en cm

3.- Se obtiene el volumen

$$Volumen = (Área\ del\ molde)(Ar)$$

Donde:

Volumen: Es el volumen, en cm³

Área del molde: Es el área del molde, en cm²

Ar: Es la altura real, en cm

4.- Se determina el PVH (peso volumétrico húmedo)

$$PVH = (4000)/(Volumen)$$

Donde:

PVH: Es el peso volumétrico húmedo, en grs / cm³

Volumen: Es el volumen, en cm³

4000: Es la cantidad de material, que le cabe al molde, en grs

5.- Se calcula el contenido de agua mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ humedad} = \left(\frac{Ph - Ps}{Ps} \right) (100)$$

Donde:

% humedad , en %

Ph: Peso húmedo, en grs.

Ps: Peso seco, en grs.

6.- Se determina el peso específico seco máximo (yd máx.)

$$yd\ máx. = (PVH)/(1 + \% \text{ humedad})$$

Donde:

γ_d máx.: Es el peso específico seco máximo, en grs / cm^3 para fines prácticos puede expresarse en kg / m^3

% humedad, en %

PVH: Es el peso volumétrico húmedo, en grs / cm^3

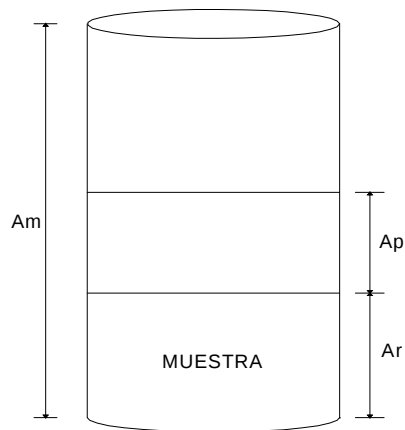


Imagen 4.- Prensa hidráulica porter.

h) Prueba Porter estándar.

PRUEBA PORTER ESTANDAR

OBRA: _____	FECHA: _____
LOCALIZACION: _____	OPERADOR: _____
SONDEO No.: _____ ENSAYE No.: _____	
MUESTRA No.: _____ PROF.: _____	CALCULO: _____
DESCRIPCION: _____	



Molde No. _____
 Altura del molde (Am) _____ cms.
 Area del molde _____ cm².
 Volumen del molde (Vm) _____ grs.
 Peso de la muestra (Wm) _____ grs.

$$Ap = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{4} \quad Ap = \text{_____ cms.}$$

$$Ar = Am - Ap \quad Ar = \text{_____ cms.}$$

$$\text{Vol.} = (\text{Area del molde})(H) \quad \text{Vol.} = \text{_____ cms.}$$

$$PVH = \frac{Wm}{Vm} \quad PVH = \text{_____ grs/cm}^3$$

$$\%H = \frac{(Ph - Ps)}{Ps} (100) \quad \%H = \text{_____ \%}$$

$$\gamma_{dmax} = \frac{(PVH)}{(1 + \%H)} \quad \gamma_{dmax} = \text{_____ grs/cm}^3$$

Donde:

PVH: Peso volumetrico humedo, en grs.

Wm: Peso de la muestra en, grs.

Vm: Volumen del molde en, cm³

Donde:

Ph: Peso humedo, en grs.

Ps: Peso seco, en grs.

%H: % de humedad, en %

Donde:

PVH: Peso volumetrico humedo, en grs.

%H: % de humedad, en %

γ_{dmax} : Es el peso especifico seco maximo, en grs/cm³ para fines practicos puede expresarse en kgs/m³

i) Prueba del valor relativo de soporte.

Objetivo.

Determinar el valor relativo de soporte de una muestra representativa de un suelo previa saturación.

1) Equipo.

a) Molde: El molde cilíndrico que se utiliza es de acero y tiene un diámetro interior de 15 cm (6") y una altura de 17.5 a 20 cm (7 a 8"). Se le acopla un collarín de 5 cm (2") de alto y una base perforada.

b) Disco espaciador: Es de acero y tiene 5-15/16", de diámetro y 2.5" de altura.

c) Pisón: Generalmente, se emplea el martillo de 10 libras con una altura de caída de 18" que se indica en el método AASHTO T- 180.

d) Plato y vástago: El vástago cuya altura puede graduarse, se halla fijado en un disco metálico.

e) Pesas: Como sobrecarga, se emplea una pesa anular y varias pesas cortas, las cuales son de plomo y cada una de ellas pesa 5 libras.

f) Trípode y extensómetro: Para medir la expansión del material se emplea el extensómetro, con aproximación de 0.001" montado sobre un trípode.

g) Pistón: Un pistón cilíndrico, de acero, de 3 pulgadas cuadradas de sección circular, y de longitud suficiente para poder pasar a través de las pesas y penetrar el suelo hasta 1/2 pulgada.

h) Aparato para aplicar la carga: Puede emplearse una prensa hidráulica o cualquier aparato especialmente diseñado, que permita aplicar la carga a una velocidad de 0.05 pulgadas por minuto. Generalmente, los aparatos que se fabrican para este tipo de ensayos llevan anillos calibrados.

i) Equipo mixto: Además del indicado anteriormente, deberá disponerse del equipo misceláneo necesario, tal como balanzas, hornos, tamices graduados, papel filtro, tanques para inmersión de muestras, cronómetros, extensómetros.

2) Preparación del material.

a) Si se halla húmedo, tendrá que ser secado previamente, ya sea al aire o calentándolo a una temperatura no mayor de 60°C.

- b) Una vez secado así el material, será menester desmenuzar los terrones existentes, teniendo cuidado de no romper las partículas individuales de la muestra.
- c) Las muestras que se vayan a compactar, habrán de tamizarse en los cedazos (mallas) 3 / 4", y la malla No. 4, la fracción retenida en el tamiz de 3/4 " se descartará y remplazará en igual proporción, por el material comprendido entre los tamices 3/4" y No. 4 luego, se mezclan bien las dos fracciones del material tamizado.
- d) Se determina el contenido de humedad de las muestras así preparadas.

La cantidad de material, para cada determinación de densidad, o sea, para determinar un punto de la curva de compactación se necesitan unos 5 kgs. De material, de modo que para cada curva de compactación, deberá disponerse de unos 30 kg de material, suponiendo que se determinen 5 o 6 puntos. Asimismo, ha de tenerse presente que cada muestra se debe utilizar una sola vez, es decir que no podrá usarse material que haya sido previamente compactado.

3) Determinación de la densidad y humedad.

El problema principal consiste en preparar en el laboratorio una muestra que tenga prácticamente, la misma densidad y humedad que se proyecta alcanzar en el sitio donde se construirá el pavimento. Sabemos que para determinar la densidad de un suelo perturbado se pueden emplear métodos estáticos y dinámicos. Anteriormente, para la determinación del CBR, se recomendaba compactar un suelo mediante la aplicación de una presión estática de 2.000 lbs/pulg². Pero hoy en día existe la tendencia de emplear los métodos dinámicos en un lugar de los estáticos.

Pues se ha observado, por investigaciones realizadas en los últimos años, que los métodos dinámicos reproducen con mayor fidelidad las densidades alcanzadas en el terreno, especialmente cuando se trata de suelos arenosos y poco plásticos.

En el método del C.B.R., el procedimiento comúnmente empleado para compactar las muestras es:

- 1.- Se ensambla el molde cilíndrico, y se introduce el disco espaciador y se coloca encima de este disco un papel filtro grueso de 6" de diámetro.
- 2.- La muestra que ha sido debidamente preparada, se humedece añadiendo la cantidad de agua que ha sido previamente determinada; se mezcla bien el material, a fin de obtener una muestra uniformemente húmeda, y se determina su contenido de humedad.

Para poder determinar con mayor exactitud la humedad óptima, se recomienda que la humedad entre una y otra muestra "nueva", varíe en mas o menos 2%.

3.- Una vez preparada la muestra, con su correspondiente contenido de humedad, se le coloca dentro del molde; y se le compacta en cinco capas que tengan un espesor aproximadamente igual, haciendo caer el pisón 56 veces sobre cada capa. Esta compactación se hace siguiendo un método análogo al indicado en el AASHTO Standard T-180D, la briqueta compactada deberá tener un espesor aproximado de 5 pulgadas.

4.- Una vez compactada la muestra, se quitará el collarín metálico; se enrasará la parte superior de aquélla, con los bordes del molde cilíndrico, corrigiendo cualquier irregularidad superficial; se volteará el molde, y se le quitará la base metálica perforada en el disco espaciador.

5.- Se pesará el molde con la muestra y se determinará la densidad y la humedad de aquélla.

4) Determinación de la expansión del material.

a) Una vez determinada la densidad y humedad de la muestra, se colocará un papel filtro grueso de 6" de diámetro sobre la superficie enrasada; se montará encima de esta superficie el plato metálico perforado. Y se volteará el molde.

b) Sobre la superficie libre de la muestra se colocará un papel filtro grueso de 6" de diámetro y se montará el plato con el vástago graduable, Luego sobre el plato se colocarán varias pesas de plomo.

La sobrecarga que se aplique mediante pesos de plomo, debe de ser prácticamente igual a la correspondiente al pavimento (sub – base, base y capa de rodamiento) a construirse.

La sobrecarga mínima a emplearse será de 10 libras (4.54 kgs), equivalente a la de un pavimento de concreto de 5" de espesor (12.5 cm).

c) Una vez colocado el vástago y las pesas, se colocará cuidadosamente el molde dentro de un tanque o depósito lleno de agua.

Para permitir el libre acceso de agua por debajo de la muestra, se recomienda colocar el molde sobre bloques metálicos y no directamente sobre la superficie del tanque o depósito. Asimismo, para que la muestra se sature fácilmente por la parte superior, se recomienda verter agua dentro del molde hasta el nivel superior de las pesas. Los niveles de agua dentro y fuera del molde deben ser iguales.

d) Colocado el molde dentro del tanque con agua, se monta el trípode con un extensómetro, y se toma y registra la "lectura inicial".

e) Cada 24 horas, y por un periodo de 96 horas (4 días), se toman y registran las "lecturas", del extensómetro.

f) Alcabode 96 horas, o antes si el material es arenoso, se toma y anota la "lectura final", para calcular el "hinchamiento", o expansión del material. La expansión progresiva diaria, así como la expansión total registrada al cabo de los 4 días, es referida, en por ciento, a la altura inicial que tenía la muestra antes de ser sumergida en agua.

Los adobes, suelos orgánicos y algunos suelos cohesivos tienen expansiones muy grandes, generalmente mayores del 10%.

Las especificaciones establecen, generalmente, que los materiales de préstamo para sub – base deben tener expansiones menores del 2% al cabo de 4 días. Asimismo, se recomienda que los materiales para bases tengan expansiones menores del 1%.

Como simple dato informativo podemos indicar que hemos podido observar la siguiente relación entre los hinchamientos y valores del C.B.R.

1.- Los suelos que tienen hinchamientos de 3% o más generalmente, tienen C.B.R. menores del 9%.

2.- Los suelos que tienen hinchamientos de 2% como máximo, tienen aproximadamente C.B.R. iguales o mayores al 15%.

3.- Los suelos que tienen hinchamientos menores del 1%, tienen generalmente C.B.R. mayores del 30%.

Después de saturada la muestra durante 4 días, se saca el cilindro, y cuidadosamente se drena 15 minutos, el agua libre se queda. Como para drenar bien el agua hay que voltear el cilindro, sujétese bien el disco y las pesas y el papel filtro y pésese la muestra.

5) Determinación de la resistencia a la penetración.

a) Si no es necesario sumergir la muestra en agua, se colocará sobre ella la pesa anular y se montarán las pesas de plomo, de tal modo que se obtenga una sobrecarga semejante a la del pavimento a construirse.

b) Si la muestra ha sido sumergida en agua para medir la expansión, y después de que haya sido drenada, se colocará la pesa anular y encima las pesas de plomo que tenía la muestra cuando estaba sumergida en agua; o sea que la sobrecarga para la prueba de penetración deberá ser prácticamente igual a la sobrecarga colocada durante el ensayo de hinchamiento.

c) El molde con la muestra y la sobrecarga, se colocan debajo de la prensa y se asienta el pistón sobre la primera, aplicando una carga de 10 lb. (4.5 kgs).

d) Una vez “asentado” el pistón, se coloca en cero el extensómetro que mide la deformación. Si para la aplicación de la carga se emplea un aparato con anillo calibrado, el extensómetro del anillo deberá colocarse en cero.

e) Se hince el pistón manteniendo una velocidad de 0.05 pulgada por minuto, y se leen las cargas totales necesarias para hincar el pistón en incrementos de 0.025”, hasta alcanzar 1/2 pulgada.

f) Hincado el pistón hasta 0.5 pulgada (1.27 cm), se suelta la carga lentamente; se retira el molde de la prensa, y se quitan las pesas y la base metálica perforada.

g) Finalmente, se determina el contenido de humedad de la muestra.

Para el control de campo, bastara determinar el contenido de humedad de la parte superior de la muestra, pero en las pruebas de laboratorio se recomienda tomar el valor promedio de los diferentes contenidos de humedad obtenidos en los extremos y parte media de la muestra.

* Cálculo del C.B.R.

Las “lecturas” tomadas, tanto de las penetraciones como de las cargas(reducidas a cargas unitarias), se representan gráficamente, en un sistema de coordenadas.

Si la curva esfuerzo – penetración que se obtiene es semejante al primer ensayo, los valores anotados serán los que se tomen en cuenta para el calculo del C.B.R.

En cambio, si las curvas son semejantes a los correspondientes ensayos 2 y 3,

Deberán ser corregidas, trazando tangentes. Los puntos A y B, donde dichas tangentes cortan al eje de las abscisas, serán los nuevos ceros de la curva.

Las cargas unitarias y penetraciones se determinarán a partir de estos ceros. Para determinar el C.B.R. se toma como material de comparación, la piedra triturada, las resistencias a la penetración que presenta ésta a la hince del pistón son las siguientes:

Penetración	Resistencia a la penetración (lb / pulg ²)	Resistencia a la penetración (Kg / cm ²)
0.1”	1.000	70.000
0.2”	1.500	105.00
0.3”	1.900	133.00
0.4”	2.300	161.00
0.5”	2.600	182.00

Tabla 4.- parámetros de valor relativo de soporte de uso mas común.

Como ya se dijo con anterioridad, la piedra triturada se toma como base de comparación. Por tanto, tendríamos que la resistencia a la penetración de la roca triturada es 100% (C.B.R. = 100%). Un C.B.R. de 2% o 3%, indicara que el material tiene una capacidad soporte muy baja.

El C.B.R. de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración, expresada en por ciento de su respectivo "valor estándar". Si los C.B.R. para 0.1" y 0.2" son semejantes, se recomienda usar en los cálculos el C.B.R. correspondiente a 0.2". Si el C.B.R. correspondiente a 0.1", deberá de repetirse el ensayo.

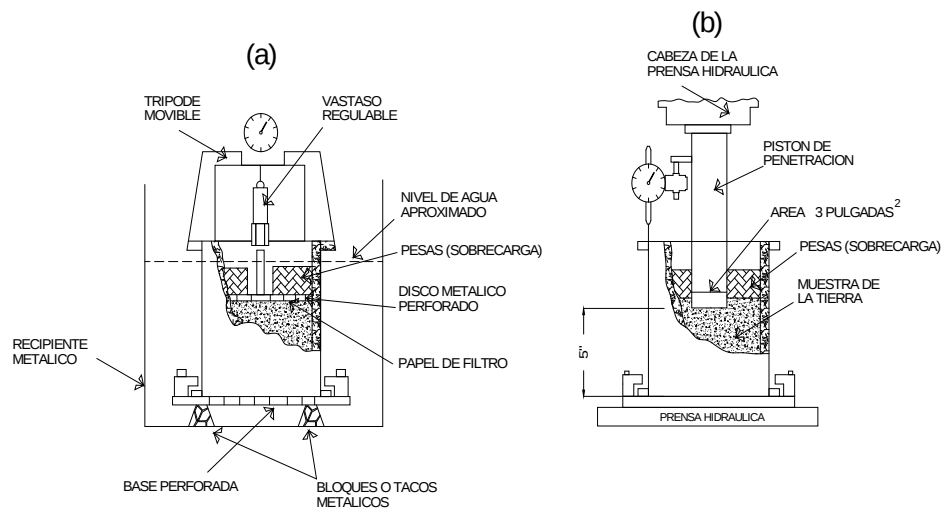
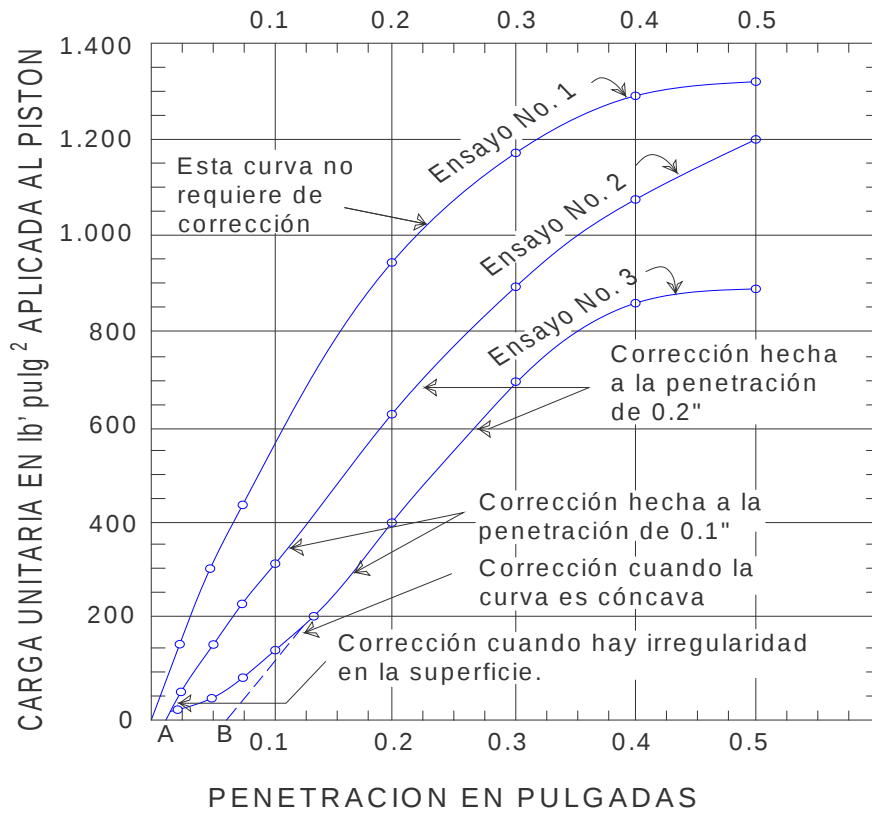


Imagen 4.- tanque de saturación y manómetro para medir la expansión de los especímenes.



Grafica 1.- Diferentes correcciones a los ensayos de vrs.

j) Adherencia o afinidad con el asfalto.

Los materiales de base y carpeta asfáltica deben cumplir con las especificaciones correspondientes a la adherencia.

Estas pruebas nos sirven para conocer si entre el grado pétreo y la película de asfalto que lo cubre existe una liga que permita condiciones de estabilidad satisfactorias. La determinación de esta propiedad es importante para prever el comportamiento de las capas asfálticas de pavimento, al estar expuestas al tránsito aún bajo condiciones adversas de humedad.

El agua ataca a la adherencia, por lo que es un buen elemento para saber si existe o no adherencia del material pétreo con asfalto.

Las pruebas que se realizan para conocer la adherencia con el asfalto son:

Prueba de desprendimiento por fricción.

Prueba de pérdida de estabilidad por inmersión en el agua.

Prueba de cubrimiento con asfalto (método ingles).

k) Prueba de desprendimiento por fricción.

PROCEDIMIENTO:

Se coloca un frasco, una mezcla de un material pétreo y asfalto (que cubra completamente las partículas). Se llena con agua las $\frac{3}{4}$ partes de un frasco y se deja saturar durante 24 hrs. Posteriormente se agita el frasco durante $\frac{1}{2}$ hrs., se saca la muestra y se deja escurrir. Se coloca en un pedazo de papel y se observa en forma visual el desplazamiento del asfalto de material pétreo. Ese desprendimiento expresado en porcentaje de la superficie total se reporta Si el porcentaje es menor del 10% se trata de un material con buena adherencia con el asfalto y si es mayor del 25% tiene baja adherencia con el asfalto. El porcentaje máximo permitido debe ser el 25%.

l) Prueba de pérdida de estabilidad por inmersión en el agua.

Esta prueba se aplica a mezclas asfálticas compactadas y sirve para determinar la perdida de estabilidad que sufren al ser sometidos a un proceso de saturación de agua. El valor numérico de la perdida de estabilidad se obtiene relacionando entre sí, la resistencia a la compresión de especímenes curados que han sido sumergidos en agua, con sus respectivos duplicados de especímenes curados en el horno, que se prueban sin someterse al proceso de inmersión.

La pérdida de estabilidad por inmersión en agua, se calcula utilizando la fórmula:

$$PE = RI - \frac{R2 \times 10}{0 RI}$$

Donde:

PE = Pérdida de estabilidad en por ciento.

RI = Resistencia promedio a la compresión de los especímenes sin saturar (kg/cm^2).

R2 = Resistencia promedio a la compresión de los especímenes sometidos a saturación (kg/cm^2).

Si la pérdida es menor del 25% se considera que el material tiene una estabilidad satisfactoria y en caso de que sea mayor, será necesario aumentarla por algún procedimiento adecuado.

PRUEBA DE CUBRIMIENTO CON ASFALTO (MÉTODO INGLES).

Esta prueba tiene por objeto determinar la facilidad con la que la película de un producto asfáltico rebajado se adhiere a un agregado pétreo en presencia del agua. Se usan partículas retenidas en la malla de V_i ".

Los resultados de esta prueba son estimativos y permiten juzgar la susceptibilidad a las fallas por adherencia, producidos por el agua en carpetas de riegos, tratamientos asfálticos y mezclas asfálticas.

Para efectuarse esta prueba se pesa y se distribuye en el fondo de la charola, de 115 a 20 grs. de producto asfáltico, para formar una película de aglutinante de 1.5 mm de espesor y se calienta a la temperatura que represente las condiciones de la obra durante la construcción o bien a 20 °C cuando se utilicen aditivos.

Se sumerge la charola en un baño o en un dispositivo similar, de manera que se tenga un tirante de agua de 25mm sobre el nivel de la película de asfalto. Se coloca con la mano las partículas de material pétreo, presionándolas ligeramente y uniformemente al apoyarlas sobre la película durante un lapso de 10 min. A continuación se saca la charola del baño, se toma con la mano las partículas de material pétreo y se coloca sobre una hoja de papel blanco o una cápsula de cristal de tal manera que pueda observárseles la superficie que haya estado en contacto con el asfalto. Se estima visualmente la superficie cubierta con asfalto y se expresa en porciento de la superficie total del agregado que se considere haya estado en contacto con el asfalto; este porcentaje será el de cubrimiento.

m) Prueba de desgaste de los ángeles.

Sirve para conocer el desgaste que tienen los agregados pétreos que se emplean en la construcción de mezclas asfálticas, riegos de sello, etc., para lo cual dicha agregados, secos y con una graduación determinada, se introducen en el cilindro de la máquina de los ÁNGELES, junto con esferas metálicas, para someterlos a un proceso de rotación, produciéndose entre las esferas y el material, cargas abrasivas y de impacto. Este procedimiento también puede utilizarse en la comprobación del desgaste de los agregados pétreo ligeros y de los que forman obras construidas; los valores de desgaste obtenidos dan idea del grado de alteración alcanzado por los agregados, de su resistencia estructural y de la presencia de los planos de debilitamiento, partículas en forma de lascas y agujas, que puedan ocasionar fallas.

El porcentaje de desgaste del agregado pétreo, deberá de calcularse con la siguiente expresión:

$$D = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

DONDE:

D = Desgaste del material pétreo en por ciento.

W_i = Peso inicial de la muestra de prueba, en grs. la cual se retiene 100% en la malla No 12.

W_f = Peso final de la muestra de prueba, en grs. después de quitarle, cribando por la malla No 12, los finos producidos durante el ensaye.

Para esta prueba se utilizan 6 esferas de hierro de 4.76 cm. La máquina de los ángeles es un cilindro de acero hueco cerrado de ambos extremos de 71.1 cm (28") de diámetro interior y de 50.3 cm. de longitud (20"). De 30 a 33 revoluciones por minuto. Esta prueba se la hace a materiales retenidos en las mallas 3", 2 1/2", 2", 1 W, 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", 3/16", 1/32".

PROCEDIMIENTO:

- 1).- La muestra se lava y se seca hasta peso constante.
- 2).- Se reproduce mediante el cribado de mallas la granulometría que se va a utilizar en la carpeta asfáltica.
- 3).- Los trozos de roca deben triturarse para formar la granulometría deseada.
- 4).- La muestra se pesa (W_i) y se coloca con las esferas en la máquina, la cual se hace girar hasta completar el número de revoluciones especificado (500 a 1000).
- 5).- Se lava la muestra por la malla No 12 y el retenido se seca en el horno y se pesa (W_f).

6) .- El porcentaje de desgaste se determina con la expresión siguiente:

$$D = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

n) Prueba de intemperismo acelerado.

Con esta prueba se conoce el grado de alteración que sufren los materiales pétreos al estar expuestos a la acción del intemperismo y se aplica a los que se utilizan en la construcción de carpetas, riegos de sello, balastos.

La prueba consiste en someter a los materiales pétreos a varios ciclos desaturación y secado, efectuando la saturación en soluciones de sulfato de sodio o de magnesio; durante este proceso se producen en los agregados esfuerzos internos originados por la formación de cristales en sus huecos, los cuales provocan el agrietamiento y desmoronamiento de dichos agregados.

Los resultados de esta prueba se determinan en función de la cantidad de las partículas desprendidas durante el proceso de saturación y secado, expresándose dichos resultados como porcentaje de las fracciones respectivas que constituyen las muestras originales de prueba.

PROCEDIMIENTO:

- 1) .- Se determina la composición granulo métrica del material retenido en la malla No 4.
- 2) .- Las muestras de material de cada tamaño, secadas y separadas se colocan por separado en charolas que tengan la solución saturada de sulfato de sodio o de magnesio durante 1/8 hrs. a 21°C.
- 3) .- Se sacan las muestras, se escurren y se secan hasta peso constante. Se deja enfriar y se colocan nuevamente en el recipiente con la solución. Lo anterior se repite 5 veces.
- 4) .- Se lavan las muestras y se secan hasta peso constante.
- 5).- Cada muestra se criba sobre la malla inferior y se anota el peso del material retenido; la diferencia de este peso con el original, expresado en porcentaje de este último, representara la perdida por intemperismo de cada tamaño ensayado. Se calculará la pérdida total por intemperismo acelerado del material grueso (retenido en la malla No 4), multiplicado por los porcentajes de cada

tamaño ensayado, por la pérdida determinada y dividiendo entre cien esos productos. La suma de ellos representará la pérdida del material ensayado.

Lo anterior se ve en el siguiente ejemplo:

Granulometría de la muestra		Peso de fracción ensayada grs.	Pérdida en 5 ciclos		perdida en 5 ciclo expresada función de la muestra total
Mallas	%en peso		Grs	%	
No 4 a V_i''	18	300	33.6	11.2	$(18 \times 11.2) / 100 = 2.2$
V_i'' a $3/4''$	33	500	48.0	9.6	$(33.9 \times 9.6) / 100 = 3.1$
V_i'' a 1"	25	100	80.0	8.0	$(25 \times 8) / 100 = 2.00$
1" a $1 1/2''$	20	1500	72.0	4.8	$(20 \times 4.8) / 100 = 0.96$
$1 1/2''$ a 2"	4			4.8*	$(4 \times 4.8) / 100 = 0.19$
Totales	100				8.34

Se toma el valor de la fracción anterior.

Esta prueba debe hacerse solamente cuando se tengan dudas acerca de la calidad del material que pretende emplearse en la elaboración de carpetas asfálticas.

o) Prueba de determinación del índice de durabilidad.

OBJETIVO:

Medir la resistencia que oponen los materiales pétreos a degradarse, es decir a producir finos perjudiciales, cuando están trabajando en la obra en ciertas condiciones de humedad.

Su valor se expresa en porcentaje que relaciona los volúmenes de la fracción que se conserva gruesa y el de la fracción fina que se produce durante la prueba.

Este valor se emplea para juzgar la calidad de los materiales para revestimientos, sub-base y base del pavimento y definir su utilidad.

PROCEDIMIENTO:

La prueba consiste en someter una muestra de agregado pétreo, que tiene determinada granulometría (sin finos) a un proceso de degradación por agitado en húmedo, después de lo cual se cuantifican los finos producidos, mediante un procedimiento semejante al de la prueba de equivalente de arena.

Para el material grueso, se obtendrán los valores del índice de durabilidad utilizando la siguiente fórmula:

$$D_g = 30.3 + 20.8 \cot[(0.29 + 0.059)57.2958]$$

Donde:

D_g = ID = índice de durabilidad del material grueso.

H = Altura de sedimento en cm.

57.2958 = Es el valor de grados en un radian. Para el material fino, se calcula el índice de durabilidad mediante la siguiente fórmula:

D_f = Lectura de arena
x 100 Lectura
de arcilla

Donde: **D_f** = índice de durabilidad **del material fi**

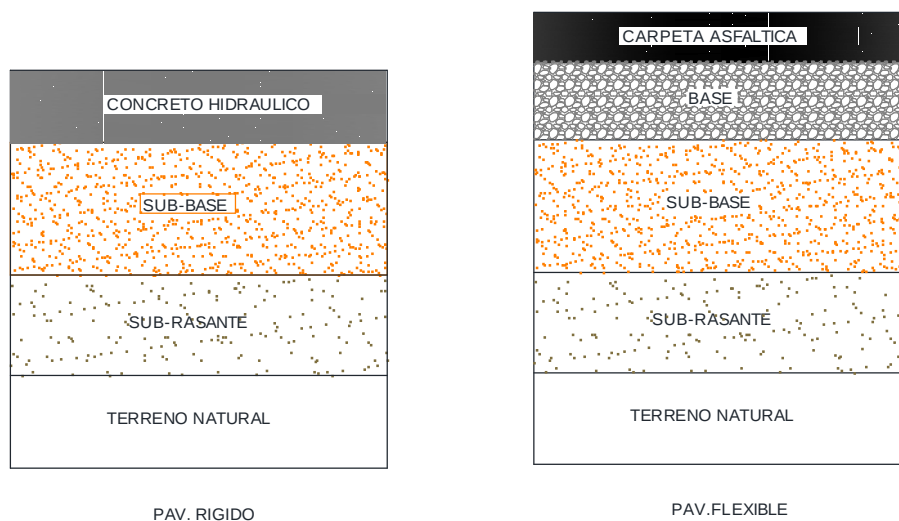
CAPITULO 4

DISEÑO DEL PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA U.N.AM.

a) Definición de pavimento.

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

En otras palabras, el pavimento es la superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto. La estructura o disposición de los elementos que lo constituyen, así como las características de los materiales empleados en su construcción. Ofrecen una gran variedad de posibilidades, de tal suerte que puede estar formado por una sola capa o, más comúnmente, por varias y, a su vez, dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, sometidos a muy diversos tratamientos; su superficie de rodamiento propiamente dicha puede ser una carpeta asfáltica, una losa de concreto hidráulico o estar formada por acumulaciones de materiales pétreos compactados. De hecho la actual tecnología contempla una gama muy diversa de selecciones estructurales diferentes y elegir la más apropiada para las condiciones específicas del caso que se trate no es, por cierto, la tarea más sencilla a que se enfrenta el especialista.



b)Clasificación de los pavimentos.

PAVIMENTOS RIGIDOS.

Los pavimentos rígidos están formados por una losa de concreto hidráulico, con recubrimiento bituminoso o sin él apoyada sobre una Subrasante o sobre una capa de material seleccionada llamada sub-base (grava-arena). Los concretos utilizados son de resistencia relativamente grande, generalmente comprendida entre los 210 y los 350 Kg/cm², En general se utiliza concreto simple o en ocasiones especiales concreto reforzado.

PAVIMENTOS FLEXIBLES.

Los pavimentos flexibles están formados por una capa o carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas La BASE y La SUB-BASE.

En general cualquier suelo natural es aprovechable para terracerías, excepto los suelos orgánicos o suelos expansivos que producirán deformaciones excesivas a las capas subyacentes.

La mejor calidad de las capas superiores del pavimento se debe a la mayor intensidad de los esfuerzos en la superficie del pavimento.

c) Función de las diferentes capas del pavimento.

TERRACERIAS

La función de las terracerías es la de dar forma a la obra civil, recibir las cargas disipadas de los vehículos y formar una sustentación adecuada para el pavimento. Se compactan del 90 al 95% de su P.V.S.M.

SUBRASANTE

Constituye una transición entre el pavimento y la terracería, se exige que los materiales tengan un V.R.S mayor del 5% y una expansión menor del 5%

- Debe de recibir y resistir las cargas de tránsito, que le son transmitidas por el pavimento
- Debe de transmitir y distribuir adecuadamente las cargas de tránsito al cuerpo del terraplén
- Evitar que el pavimento sea obstruido por las terracerías.
- Evitar que las imperfecciones de la cama de los cortes se reflejen en la superficie de rodamiento.
- Economizar espesores del pavimento, en especial cuando los materiales de las terracerías requieren un espesor grande.

SUB-BASE

- Una de sus funciones es economizar, ya que es más fácil realizar una capa aunque de mayor espesor pero de menor calidad que la base.
- La Sub-base, mas base que la fina actúa como un filtro de esta e impide su incrustación en la sub-rasante.
- Absorbe deformaciones perjudiciales en la sub-rasante, por ejemplo cambios volumétricos asociados a cambios de humedad, impidiendo que se reflejen en la superficie del pavimento.
- Actúa como dren para desalojar el agua del pavimento y para impedir la ascensión capilar hacia la base, del agua procedente de la terracería.
- Recibir y resistir las cargas de tránsito a través de la capa que constituye la superficie de rodamiento (carpeta asfáltica o losa).

BASE

- Proporcionar un elemento resistente al pavimento para transmitir a la sub-base y a la sub-rasante los esfuerzos de menor intensidad.

CARPETA ASFALTICA

- Impedir el paso de agua al interior del pavimento.
- Proporcionar una superficie de rodamiento adecuada.

La capacidad de carga de los materiales friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento, razón por la cual se necesita que sobre ella exista una capa de materia cohesiva y con resistencia a la tensión. Lo anterior lo proporciona la carpeta asfáltica.

d) Características fundamentales.

- Resistencia Estructural.
- Deformabilidad.
- Durabilidad.
- Costo.
- Los requerimientos de conservación.
- La comodidad.

LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL.

- Un pavimento debe de soportar las cargas impuestas por el tránsito.

La metodología teórica para el análisis de la resistencia de un pavimento es proporcionada por la mecánica de suelos, la cual considera que los esfuerzos cortantes son la principal causa de falla desde el punto de vista estructural.

El problema de la resistencia de pavimentos, se plantea desde el punto de vista de la estructura de los materiales del pavimento considerado a la terracería en forma pasiva, sin embargo en muchas de las fallas en los pavimentos se origina probablemente en las terracerías.

Otro factor que influye en la resistencia de los materiales es el tipo de carga que se aplica (cargas móviles y repetitivas). En la actualidad se determina la resistencia de los pavimentos considerando cargas estáticas y con velocidad de aplicación lenta. El hecho de que las cargas actuantes sean repetitivas afecta a la larga la resistencia de las capas del pavimento de relativa rigidez (es causa de la ruptura de los granos).

La resistencia de los materiales que forman los pavimentos interesa desde 2 puntos de vista.

En cuanto a la capacidad de carga que pueden desarrollar las capas constituyentes del pavimento para soportar adecuadamente las cargas de tránsito.

En cuanto a la capacidad de carga de la capa subrasante, el que constituye el nexo del pavimento y la terracería, para soportar los esfuerzos transmitidos y transmitirlos a las terracerías.

Una capa delgada puede soportar en si misma las cargas impuestas, pero transmitirá altos esfuerzos a los inferiores, en tanto que una capa gruesa, cuya resistencia mejora un poco en el aumento del espesor, se distinguirá por transmitir esfuerzos menores a las capas subyacente.

DEFORMABILIDAD.

- En algunos aspectos el problema de la deformabilidad de los pavimentos tiene un planteamiento opuesto al de la resistencia. Dada la naturaleza de los materiales que forman las capas del pavimento, la deformabilidad suele crecer mucho hacia abajo y la terracería es más deformable que el pavimento propiamente dicho dentro de este, la sub-rasante, capa inferior es mucho más deformable que las capas superiores.

Desde el punto de vista la deformabilidad interesa sobre todo a niveles relativamente profundos, pues es fácil que las capas superiores tengan niveles de deformación tolerables, aun para los altos esfuerzos que en ellas actúan.

En los pavimentos las deformaciones interesan desde dos puntos de vista .Por un lado porque las deformaciones excesivas están asociadas a estados de falla y por otro lado es sabido que un pavimento deformado puede dejar de cumplir sus funciones independientemente de que las deformaciones no hayan conducido a un colapso estructural propiamente dicho, es decir deben de cumplir tanto la condición de falla como la de servicio.

En la actualidad un buen número de métodos de diseño se basan en mantener a la deformación dentro de límites tolerables.

LA DURABILIDAD.

Es difícil definir cuál es la durabilidad deseada que haya de lograrse en cada caso.

Ya que están ligadas a una serie de factores económicos y sociales del propio camino, en una obra modesta la duración del pavimento puede ser mucho menor que la del camino, con tal de que las serie de reconstrucciones que entonces se requieran valgan menos que el costo inicial de un pavimento mucho menos durable, más el valor que pueda darse a las interrupciones de servicio a que las reconstrucciones den lugar, por el contrario en obras de muy alto tránsito y gran importancia económica se requieren pavimentos muy durables a fin de no recurrir a costosas interrupciones de un tránsito importante.

Para lograr la durabilidad deseada una vez fijada, surgen muchas incertidumbres a fin de lograrla, ya que hay que analizar el efecto del clima y del tránsito, cuya influencia en la vida del pavimento no pueden definirse con exactitud.

EL COSTO.

Como todas las obras en ingeniería un pavimento representa un balance entre la resistencia y la estabilidad contra el costo.

Un diseño correcto es aquel que llegue a satisfacer los requerimientos de un servicio a un costo mínimo.

La primera decisión a tomar es el tipo de pavimento a emplear, es decir si será pavimento rígido o flexible, ya que cada uno de ellos tiene sus ventajas comparativamente hablando.

Por ejemplo los pavimentos flexibles requieren menor inversión inicial, pero una conservación más costosa, en cambio los rígidos es a la inversa de los flexibles.

- Los requerimientos de conservación.- Los factores climáticos influyen decisivamente en la vida de los pavimentos, así como también la intensidad de transito futura, también el futuro comportamiento de las terracerías, sus deformaciones, derrumbes, etc., las condiciones de drenaje y sub-drenaje en la vía, por lo que todos estos factores ha de tomarlos el proyecto en consideración para poder preservarlos.

Frecuentemente los pavimentos sufren falta de conservación sistemática, con lo que su vida se acorta. Esto sucede sobre todo invocando escasez de recursos o impostergables necesidades sociales para la construcción de obras nuevas.

EL CONFORT.

Sobre todo en autopistas o en caminos de altas especificaciones, las pruebas y métodos de diseño deben verse afectados por la comodidad que el usuario requiere para transitar a la velocidad de proyecto.

Las deformaciones longitudinales de un pavimento pueden constituir una gran incomodidad por el usuario, aunque desde el punto de vista estructural no representan ningún tipo de falla

Para poder desarrollar una tecnología adecuada de los pavimentos debe de tenerse un sólido conocimiento de los materiales y las características de resistencia y deformación de los suelos proporcionada por la Mecánica de Suelos.

e)Tipos de deformación.

Es indiscutible que una acción de las más importantes sobre la sección estructural de un pavimento es la carga que aplican los vehículos que sobre ella transitan. Estos vehículos transmiten cargas que en casi todos los casos pueden considerarse como instantáneas; los esfuerzos que se producen debido a ellas -y que se disipan gradualmente al profundizar en la sección estructural- provocan deformaciones cuya magnitud no necesariamente disminuye con la profundidad, sino que depende de la relación esfuerzo-deformación de cada uno de los materiales involucrados.

Si la carga es excesiva, sus aplicaciones repetidas ocasionarán agrietamientos que finalmente conducirán a un deterioro total del pavimento. La deformación del pavimento puede originarse por deformación elástica, por consolidación del terreno de cimentación y la infraestructura o por una combinación de deformación elástica y plástica.

A continuación se definen cada una de ellas:

DEFORMACION ELASTICA.

Ocurre cuando una carga deforma temporalmente los materiales de la cimentación y comprime el aire que llena los huecos de la base, sub-base y subrasante. Si la deformación fuera verdaderamente elástica, la superficie regresa a su posición original después de que la carga pasa; de modo que no se produce una falta de uniformidad permanente, aún bajo aplicaciones de carga.

DEFORMACION POR CONSOLIDACIÓN.

Esta ocurre cuando la carga produce una presión suficientemente elevada en los poros del suelo para expulsar parte del aire y del agua y así se consolida el material. Aunque la consolidación que resulta de una aplicación de una carga móvil es pequeña, la deformación es permanente, progresa con las repeticiones adicionales de carga hasta que las capas afectadas se consolidan.

DEFORMACION PLASTICA.

Ocurre cuando la presión del agua y del aire dentro de los poros del material de cimentación u otros, se combina con fuerzas producidas por la carga para desplazar el material del camino. La deformación resultante es progresiva bajo la repetición de las cargas y constituye una de las causas principales del deterioro y de formación permanente de las superficies del camino.

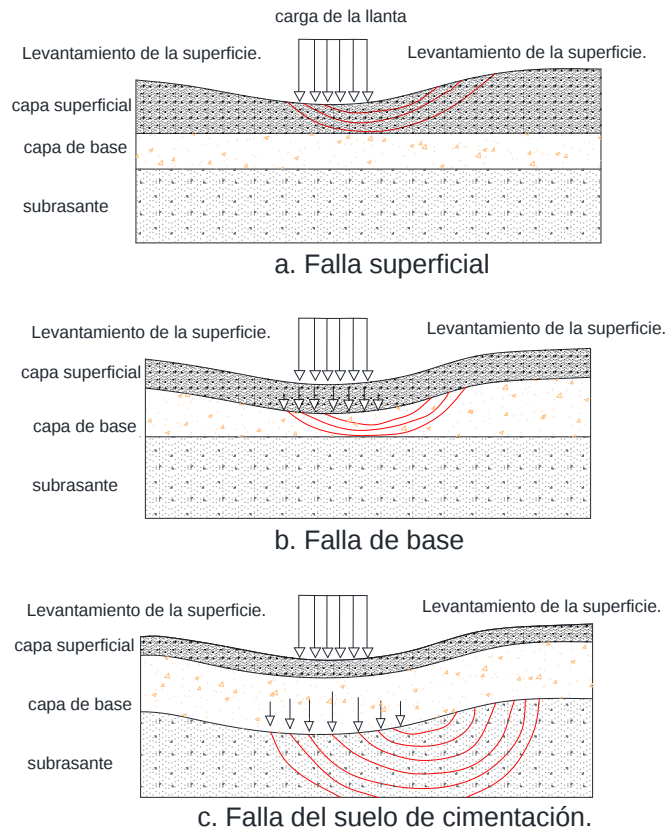
Todas las capas que conforman la sección estructural del pavimento, incluyendo la cimentación son susceptibles a deformarse; sin embargo, el perímetro a lo largo del cual

ocurre el hundimiento tiene menor longitud si la causa tiene lugar en la capa superficial y se hace más grande cuando la causa se encuentra a una profundidad mayor. (Ver figura siguiente)

Los tipos de fallas en los pavimentos son un factor importante en el diseño, desafortunadamente, muchas de ellas son causadas por deficiencias en los procedimientos de construcción, materiales que no cumplen con los requisitos de calidad, mantenimiento inadecuado, etc., y no debido a un mal diseño.

Actualmente, en los métodos mecanicistas se utilizan principalmente dos criterios de falla: por fatiga y por deformaciones permanentes; éstos son analizados por separado al llevar a cabo el diseño. A continuación se explican ambos criterios.

La Figura: ilustra las formas usuales en las que se producen las fallas de un pavimento. Cada uno es el resultado de un hundimiento producido por es esfuerzo cortante,acompañado por movimientos en las capas afectada.



Resultados de las deformaciones en el suelo de cimentación, base y capa superficial (Segun F. N. Hveem)

f) Características del asfalto.

Las principales características del tránsito que es necesario conocer para el diseño de pavimentos son las siguientes:

- Tránsito diario promedio anual (TDPA).
- Tránsito en el carril de diseño.
- Composición del tránsito por tipo de vehículos.
- Peso de los vehículos, cargados y vacíos.
- Número y composición de ejes y llantas.
- Incremento anual del tránsito.
- Número de vehículos o ejes que transitarán por el camino durante su vida útil.

TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL o TDPA.

Se llama TDPA al número total de vehículos que transitarán en una carretera en ambos sentidos durante un año dividido entre 365 días.

Para determinar el TDPA de un camino en operación, se cuenta en forma directa el tránsito, a esto se le llama AFORO y este puede hacerse por operarios o por contadores mecánicos, también el conteo puede llevarse durante todo el año o solo en una cierta temporada y luego proyectarlo a un año, para lo cual se emplean técnicas estadísticas. Conociendo la tendencia del TDPA de varios años se puede conocer la tendencia de crecimiento.

Para conocer el TDPA de un camino que se va a construir la situación se complica un poco, pues todavía no hay tránsito sobre él, por lo que se recurre a estimarlo basándose en lo que se llama Tránsito Inducido y Tránsito Generado.

El Tránsito Inducido es aquel que en la actualidad está utilizando otros caminos, pero que al construirse el nuevo, hará uso de él para llegar al mismo destino.

Para conocer con bastante aproximación el tránsito inducido, se realizan estudios de origen y destino en los caminos que actualmente están en operación, en los que se le hacen entrevistas tanto a los operadores de los vehículos como a los pasajeros.

El tránsito generado es aquel debido al desarrollo propio de la zona de influencia del nuevo camino, para conocerlo se hace una cuantificación de los productos que se generan, como son ganaderos, agrícolas, industriales, etc. y se calcula el número de vehículos que serán necesarios para su movimiento, además se estudia el número de vehículos que se necesitaran para actividades comerciales turísticas, etc.

Con la suma del tránsito inducido y generado se puede conocer el TDPA para caminos futuros.

TRANSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO.

Del TDPA se necesita conocer el porcentaje que hace uso del carril en donde se carga más el movimiento, el cual se toma como carril de diseño, para un camino de dos carriles (uno en cada sentido) , se ha llegado a la conclusión que el carril de diseño lleva de 60 a 65 % del TDPA; para uno de 4 carriles lleva casi la misma cantidad que uno de 2, pues en los carriles de la derecha transitan los vehículos de mayor peso, que dañan más el pavimento.

COMPOSICION DEL TRANSITO.

Es necesario conocer la cantidad de vehículos de diferentes tipos que circulan por las carreteras, los cuales se pueden dividir en grupos para hacer más fácil los cálculos.

g) Efectos de tránsito.

Las cargas de tránsito producen en el pavimento deformaciones de varias clases: Las elásticas, son de recuperación instantánea y suelen denominarse plásticas dentro de la tecnología, a aquellas que permanecen en el pavimento después de cesar la causa deformadora. La deformación plástica tiende a hacerse acumulativa y puede llegar a alcanzar valores inadmisibles. Paradójicamente, este proceso suele ir acompañado de una “densificación” de los materiales, de manera que el pavimento “fallado” puede ser más resistente que el original.

La deformación elástica repetida preocupa sobre todo en los materiales con resistencia a la tensión, colocados en la parte superior de la estructura, en los que puede llegar a generar falla por fatiga si el monto de la deformación es importante y los materiales son susceptibles.

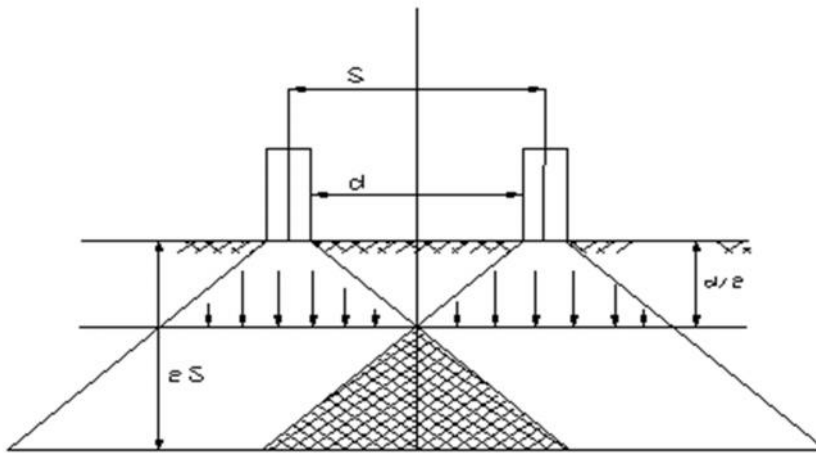
Los materiales que acusan fuertes deformaciones elásticas bajo carga, los más peligrosos a este respecto, son muchas veces de origen volcánico.

No es posible reproducir en el laboratorio las condiciones de movilidad, variabilidad y frecuencia de las cargas, ni el efecto de su repetición. La inmensa mayoría de las pruebas de laboratorio son de carácter estático, su aplicación a un problema esencialmente dinámico constituye una de las deficiencias más grande en la actual técnica de investigación de pavimentos.

h) Carga para rueda de diseño.

Las aplicaciones de las cargas, para que tengan sentido en los análisis comparativos, han de referirse a conceptos que las homogenicen, tales como el de rueda de diseño y el de carga equivalente. Ningún método de diseño en uso toma en cuenta la variabilidad del tránsito en forma completa, de hecho, es normal proyectar los pavimentos flexibles de las carreteras para que sean capaces de resistir la carga transmitida por una sola rueda idealizada; en el caso de aeropistas, por un arreglo de llantas prefijado. Para determinar éstos de un modo representativo será preciso comenzar por elegir al vehículo que, a su vez, represente convenientemente al tránsito. En carreteras lo usual es escoger al camión más frecuente o al más pesado, para llegar a la carga de diseño, que represente el efecto global, será además preciso establecer una equivalencia entre la carga transmitida por el arreglo de las llantas del vehículo elegido y la carga ideal.

Para llegar a la carga equivalente se han seguido dos criterios. O se busca la rueda simple que produzca a una cierta profundidad los mismos esfuerzos verticales que el sistema de llantas del vehículo o la que produzca las mismas deformaciones.



Los cálculos para determinar la carga por rueda equivalente pueden basarse ya sea en el criterio de la igualdad de deformación o en el criterio de igualdad de esfuerzos. Es decir que si se conoce la máxima deflexión que ocurre bajo un conjunto de ruedas dobles, una deflexión que ocurra de la misma cantidad bajo una rueda sencilla, indica que esa rueda es equivalente a las ruedas dobles. Lo mismo se puede decir, aproximadamente, acerca de lo que ocurre con los esfuerzos. A profundidades pequeñas, las máximas deflexiones ocurren bajo una rueda, mientras que a mayores profundidades las deflexiones mayores ocurren bajo el centro del conjunto de las dos ruedas.

La deflexión bajo una rueda simple y la deflexión bajo un conjunto de ruedas duales vienen dadas por las expresiones que siguen, mismas que provienen de la ecuación de asentamiento dada por Boussinesq para deflexiones al centro de un plato flexible:

$$\Delta = \left(\frac{p \cdot a}{E} \right) F$$

en la que:

$F = \left(\frac{3}{2} \right) \frac{1}{(1 + (Z/a))^{1/2}}$, y que vale 1.5 cuando la carga está colocada en la superficie, o sea cuando $Z = 0$, pues "F" depende de la relación Z/a .

De acuerdo con la ecuación anterior, para una presión por rueda constante, la deflexión bajo una rueda simple es de

$$\Delta_1 = \frac{p a_1}{E} F_1 \quad \text{y para ruedas duales vale} \quad \Delta_2 = \frac{p a_2}{E} (F_1 + F_2)$$

En todas estas expresiones:

P = Presión de la llanta.

a₁ = Radio de contacto de la rueda simple.

a₂ = Radio de contacto para cada llanta de un set de ruedas duales.

F₁ = Factor de asentamiento para rueda simple.

F'1 = Factor de asentamiento contribuido por una llanta de las duales.

F'2 = Factor de asentamiento contribuido por la otra llanta de las duales.

E = Modulo de Elasticidad del suelo.

Empleando el criterio de dobles deflexiones se tiene:

$$\frac{p a_1}{E} F_1 = \frac{p a_2}{E} (F_1 + F_2)$$

Reemplazando en la ecuación anterior los valores:

$$\frac{p a_1}{E} = \sqrt{P_1} \dots Y \dots \frac{p a_2}{E} = \sqrt{P_2}$$

Se tiene:

$$\sqrt{P_1} \cdot F_1 = \sqrt{P_2} (F_1 + F_2)$$

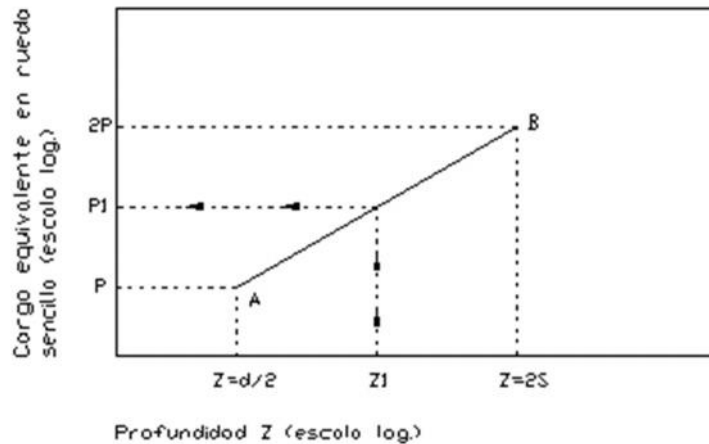
en la que P_1 = carga sobre la rueda simple, y P_2 es la carga sobre cada una de las ruedas duales.

Si se desea convertir un set de ruedas duales a una carga equivalente de rueda sencilla empleando el criterio de deflexiones, se tiene que se conoce el valor P_2 sobre cada rueda dual, se buscan en una gráfica los valores máximos de F_1 y F_2 y se determinan los valores de P_1 y F_1 de tal manera que el

producto $\sqrt{P_1} F_1$ sea igual a $\sqrt{P_2} (F_1 + F_2)$

El cuerpo de ingenieros del ejército americano presenta un método grafico para determinar la carga equivalente por rueda.

Asumiendo una relación lineal entre las profundidades $d/2$ y $2S$ puede, derivarse una relación para determinar la equivalencia a ruedas duales. La figura siguiente indica el método para determinar la carga sencilla equivalente a cualquier set de ruedas duales.



Se grafica el espesor del pavimento en la escala horizontal y se dibuja el punto de coordenadas (P , $d/2$). De igual modo, a la profundidad de $2S$ y con una carga por rueda de $2P$ el punto representa la profundidad al cual los efectos de los esfuerzos traslapados son despreciables. Una línea recta de A a B marca los puntos donde cualquier carga por rueda resulta equivalente a un set de ruedas duales.

Este método también sirve para transformar cargas duales en tandem a rueda sencilla. La distancia d es igual, en este caso, al claro libre entre las ruedas duales, y la distancia S se toma como la distancia diagonal entre los centros de las llantas duales del tandem. El procedimiento que se sigue para determinar el valor de la carga equivalente es el siguiente:

- Suponga un espesor aproximado del pavimento.
- Determine la carga simple equivalente con el gráfico del cuerpo de ingenieros.
- Determine el espesor del pavimento empleando el valor determinado de la carga por rueda simple.

Compruebe el espesor con el asumido. Repita el proceso

i) Diseño de pavimento flexible.

Bancos de préstamo para pavimentos.

Se visitaron y reconocieron los sitios susceptibles para su explotación como bancos de préstamo para la construcción de pavimentos, determinando sus condiciones litológicas, grado de alteración y la potencialidad, los cuales son: **La palotada, Javier Saenz y Arroyo san francisco.**

Datos de tránsito

Se realizó un estudio en campo de 72 horas lo cual nos arrojó los siguientes datos.

TDPA = 4102 vehículos en ambos sentidos para el año de 2010 con tasa de crecimiento anual = 4% y una composición vehicular como se indica a continuación:

Tipo de Vehículo	Descripción	Porcentaje
A	Automóviles.	73.7
B	Autobuses.	4.5
C2	Camiones unitarios de dos ejes.	5.3
C3	Camiones unitarios de tres ejes.	3.1
T3-S2	Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes.	6.1
T3-S3	Tractor de 3 ejes con semiremolque de 3 ejes.	2.6
T3-S2-R3	Tractor de 3 ejes con semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes.	2.9
T3-S2-R4	Tractor de 4 ejes con semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes.	1.8

Tomando en cuenta la variación del tránsito, el diseño estructural se calculará por el Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

El método se basa en el valor relativo de soporte (V.R.S.), con el objeto de determinar la estructura adecuada y factible para el pavimento.

Para determinar el VRS crítico fue necesario efectuar pruebas físicas en el laboratorio y en campo, tanto en el terreno natural como en los bancos con que se construirá la obra.

MÉTODO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM (DISPAV 5).

Desde hace aproximadamente tres décadas, los proyectistas de carreteras han contado en México con un método de diseño para pavimentos desarrollado por el instituto de ingeniería de la UNAM, a petición de la entonces Secretaria de Obras Públicas, luego SAHOP y ahora SCT. Este método partió del análisis de datos experimentales en tramos de prueba, en carreteras en servicio, de investigación teórica y de experimentación en laboratorio en la pista circular de pruebas, que influyo más recientemente en sucesivos perfeccionamientos.

Actualmente el método está preparado para ser manejado con la ayuda de gráficas, con calculadoras programables o con la ayuda del cómputo. el conjunto del trabajo de años del instituto de ingeniería de la U.N.A.M se encuentra en la publicación No.444 de dicha institución que data de 1981.

Este método considera como datos de entrada básicos el tipo de carretera, el número de carriles, la vida de proyecto, el tránsito diario promedio anual (TDPA), tasa de crecimiento y variables adicionales sobre características del terreno y materiales, así como de climas, nivel freático y precipitación pluvial como guía para el proyectista, se recomienda la estimación de un Valor Relativo de Soporte Crítico.

Se requieren adicionalmente pruebas de laboratorio confiables, para una mejor comprensión del comportamiento de las terracerías y demás capas a diseñar, debiendo realizarse para cada material propuesto y disponible, pruebas con tres diferentes energías de compactación; esto es baja (AASHTO estándar) compactación intermedia y alta energía (AASHTO modificada).

Encontrando la humedad óptima y teniendo normado el porcentaje de compactación que se especifique en el proyecto y dependiendo del control de la construcción, se indicara un rango de variación de humedad respecto al óptimo. Paralelamente al laboratorio deberá reportar los valores de resistencia en V.R.S. para cada tipo de material a utilizar.

Con el conjunto anterior, se encontrara una zona que reflejara las condiciones esperadas para la subrasante, encontrándose, en función de la humedad crítica esperada, el valor crítico de VRS de diseño.

En función del VRS crítico obtenido para la subrasante, por experiencia se asignara un valor menor para el cuerpo del terraplén, del orden del 60% obtenido para la subrasante.

Para obtener el VRS crítico de las capas restantes, esto es la base, el método emplea la siguiente ecuación, en donde interviene un coeficiente de variación estimado (v) entre 0.2 y 0.3, debido a cambios posibles del material, procedimiento constructivo, etc. Lo anterior, siempre tendra a disminuir el VRS de campo promedio, que como ya se dijo cubrirá incertidumbres tanto de la prueba de valor relativo de soporte como de los materiales, redundando en lo que se conoce como factor de seguridad.

El segundo paso contemplado en el método, consiste en la información y procesamiento de los datos de tránsito, partiendo del TDPA inicial, su tasa de crecimiento en porcentaje anual y la composición vehicular detallada, considerando desde los automóviles y vehículos ligeros hasta los vehículos más pesados de carga.

Se hace notar que el método contempla en este análisis los porcentajes de vehículos pesados, tanto cargados con carga legal, como totalmente vacíos.

Para el análisis del tránsito equivalente acumulado ($\sum L$), el método inicia el cálculo de los coeficientes de daño a diferentes profundidades de la estructura del pavimento, se deberá calcular el coeficiente de daño de cada vehículo tanto en condiciones de carga reglamentada y vacíos, para profundidades de $Z = 0$ cm para obtener los ejes equivalentes en carpeta y base. y $Z = 30$ cm para el resto de la sección.

$$\log d_i = \log \sigma_{z(i)} - \log \sigma_{z(eq)} = \log \sigma(pF_{z(i)}) - \log(5.8F_z) \quad \text{--- -- -- Ecuación 1.1}$$

LogA

LogA

Donde:

D_i = Coeficiente de daño equivalente en la capa i .

σ_z = Esfuerzo a la profundidad z , en kg/cm^2 .

p = Peso del eje, en KG.

F_z = Coeficiente de influencia de Boussinesq a la profundidad z .

A = Constante experimental.

z = Profundidad en cm.

5.8 = Presión de contacto de la llanta en kg/cm^2 .

Al Obtenerse los coeficientes de daño para todos y cada uno de los vehículos vacíos y cargados a las profundidades $z = 0$ y $z = 30$, el proyectista deberá multiplicar estos por la composición del tránsito en porcentaje, con ello se obtendrá el número de ejes equivalentes para cada vehículo y para cada profundidad. Al efectuar la sumatoria de tales valores en el carril de proyecto por el coeficiente de acumulación del tránsito C_T (ecuación 1.2) y por el valor de TDPA inicial, se obtendrá el tránsito equivalente acumulado $\sum L$ para las capas de carpeta y base, y sub base y terracerías respectivamente (Figura 1.2).

$$C_T = 365 \sum_{j=1}^n (1+r)^j = 365 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right] \quad \text{--- --- Ecuación 1.2}$$

Donde:

C_T = coeficiente de acumulación del tránsito.

n = Años de servicio.

r = Tasa de crecimiento anual.

Finalmente el método presenta un procedimiento sencillo para obtener los espesores equivalentes para cada capa a las profundidades Z_N , tomando en cuenta coeficientes de resistencia estructural recomendados a_i , que considera 1 cm de asfalto equivalente a 2 cm de grava.

$a_1 D_1$ = Carpeta, D_1 espesor en cm, a_1 coeficiente equivalencia.

$a_2 D_2$ = Base, D_2 espesor en cm, a_2 coeficiente equivalencia.

$a_n D_n$ = Capa, D_2 espesor en cm, a_n coeficiente equivalencia. Con lo anterior, determinaremos el espesor final de cada capa de la sección estructural del pavimento diseñado, interviniendo para ello los diferentes criterios que se adopten para una mejor estructuración de la sección carretera, tomando en cuenta ciertas clases de materiales y mínimos espesores que se tienen especificados por la dependencia o autoridad responsable.

El método (DISPAV 5) está basado en el extenso programa de investigación patrocinado por la actual Secretaria de Comunicaciones y Transportes, (SCT) y el instituto de ingeniería, UNAM los conceptos generales, desarrollados en las investigaciones realizadas de 1965 a la fecha (informes 325 y 444) son compatibles con el nuevo método de diseño, que se incluye tanto en carreteras de altas especificaciones como carreteras normales.

El programa permite:

- 1.- Diseñar de acuerdo con lineamientos fijados.
- 2.- Revisar diseños específicos que proponga el proyectista.

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino:

1.- Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm. de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).

2.- Caminos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

Se requiere conocer el tránsito en el carril de proyecto en millones de ejes estándar (ejes sencillos de 8.2 toneladas).

Tiene dos opciones:

- 1.- Si se conoce el tránsito de proyecto, introducirlo directamente
- 2.- Calcularlo a partir del tránsito mezclado.

Introduzca los siguientes datos:

TDPA en el carril de proyecto (vehículos)	
Tasa de crecimiento anual del tránsito (%)	
Periodo de proyecto (años)	

Se necesita conocer el tipo de camino:

- 1.- Camino tipo A o B.
- 2.- Camino tipo C.
- 3.- Camino tipo D.

Se requiere conocer la composición del tránsito es decir:

Vehículo	Composición en (%)
A	
A'2	
B2	
B3	
C2	
C3	
C4	
T2-S1	
T2-S2	
T3-S2	
T3-S3	
C2-R2	
C3-R2	
CR-R3	
T2-S1-R2	
T2-S2-R2	
T3-S1-R2	
T3-S2-R2	
T3-S2-R4	

Los vehículos tipo A se supone que siempre están cargados

Los autobuses y vehículos de carga (Tipos B,C y T) pueden circular vacíos en un porcentaje de casos.

Se requiere conocer el porcentaje de camiones cargados en el carril de proyecto.

Se tienen dos opciones:

1.- Emplear un porcentaje de vehículos cargados aplicable a todos los vehículos comerciales (un porcentaje promedio).

2.- Emplear un porcentaje de vehículos cargados para cada tipo.

(Automóvil A2)		
Eje	1	2
Tipo	Sencillo	Sencillo
Carga*	5	9
Presión**	6	6

*Carga total del eje sencillo, doble, triple, en toneladas

** Presión de inflado en condiciones de servicio, en kg/cm².

Se ha indicado las cargas legales por eje, en toneladas, según aparecen en el decreto publicado el 7 de enero de 1997 (en algunos casos la carga por eje se ajustó para no sobrepasar la carga máxima total del vehículo). Puede modificarse de acuerdo a su proyecto.

Coeficientes de equivalencia del vehículo Cargado						
(Automóvil A2)						
Eje	Profundidad (z)					
	5	15	30	60	90	120
1						
2						
Total						

Transito de proyecto en millones de ejes estándar para una profundidad de:

Z = 5 cm	Z = 15 cm	Z = 30 cm	Z = 60 cm	Z = 90 cm	Z = 120 cm

Se sugiere emplear el tránsito de proyecto determinando a 15 y 90 cm, para el diseño por fatiga y deformación permanente respectivamente pero usted puede proponer lo adecuado.

El tránsito de proyecto, en millones de ejes estándar es:

a) Por fatiga en las capas estabilizadas =

b) Por deformación en capas no estabilizadas =

El programa permite analizar pavimentos que contengan algunas de las siguientes capas

- 1.- Carpeta
- 2.- Base granular.
- 3.- Sub base.
- 4.- Subbrasante.
- 5.- Terracería.

Capa	VRS critico (%)	VRS promedio (%)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
Carpeta			
Base granular			
Sub base			
Sub rasante			
Terracería			

El método permite elegir el nivel de confianza del proyecto, se sugiere emplear un nivel de confianza de 85%, pero puede elegir otro nivel (Entre 50 y 99%)

Diseño por deformación para un camino tipo normal con un nivel de confianza de (n)

Para un tránsito de proyecto de (n) millones de ejes estándar

Capa	Espesor calculado (cms)	Espesor proyecto (cms)
Carpeta		
Base granular		
Sub base		
Subrasante		
Terracería		

Los espesores de capa calculados se ajustan a un espesor constructivo mínimo, el cual depende de la capa y del tránsito de proyecto.

El diseño anterior previene contra la deformación excesiva

A continuación debe revisarlo para prevenir el agrietamiento por fatiga a menos que este empleando un tratamiento superficial.

Datos y resultados del diseño

Camino de tipo normal. Nivel de confianza en el proyecto (m)

Capa	Espesor(H), en (cms)	VRS critico (%)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
Carpeta			
Base granular			
Sub base			
Subrasante			
Terracería			

Parámetro	Vida previsible	Tránsito de proyecto
Deformación		
Fatiga		

Nota:

La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto el diseño parece adecuado. La tolerancia es $\pm 10\%$ del tránsito de proyecto crítico.

j) Obtención de pavimento.

METODO DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DISPAV 5.

CAMINO: AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA, PARA DOS CARRILES (A2).

DE KM: 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT = 139+014.29 AD

COMPOCISION DEL TRANSITO		PORCENTAJE DE VEHICULOS
Vehiculo	Porcentaje	CARGADOS
A	73.7	100
B2	4.5	80
B3		
B4		
C2	5.3	80
C3	3.1	80
C2-R2		
C3-R2		
C3-R3		
C2-R3		
T2-S1		
T2-S2		
T3-S2	6.1	80
T3-S3	2.6	80
T2-S1-R2		
T3-S1-R2		
T3-S2-R2		
T3-S2-R3	2.9	80
T3-S2-R4	1.8	80
T3-S3-S2		
TOTAL	100	

Transito diario promedio anual en el carril de proyecto= 2,051 vehículos

Vida útil del proyecto = 15 años.

Tasa de crecimiento anual del transito = 4 %

Para efecto de la carga máxima legal el camino se considera tipo A2

Transito de proyecto en millones de ejes equivalentes estándar

Profundidad (cm)	5	15	30	60	90	120
Coeficiente de equivalencia	18.30	16.80	18.90	25.80	28.10	29.00

El transito de proyecto, en millones de ejes equivalentes queda como sigue:

Por fatiga en las capas estabilizadas = 18.30

Por deformación en capas no estabilizadas = 28.10

1ER.PROPUUESTA

CAMINO: AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA, PARA DOS CARRILES (A2).

DE KM: 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT = 139+014.29 AD

Diseño de un pavimento flexible en un camino de altas especificaciones.

Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm. de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).

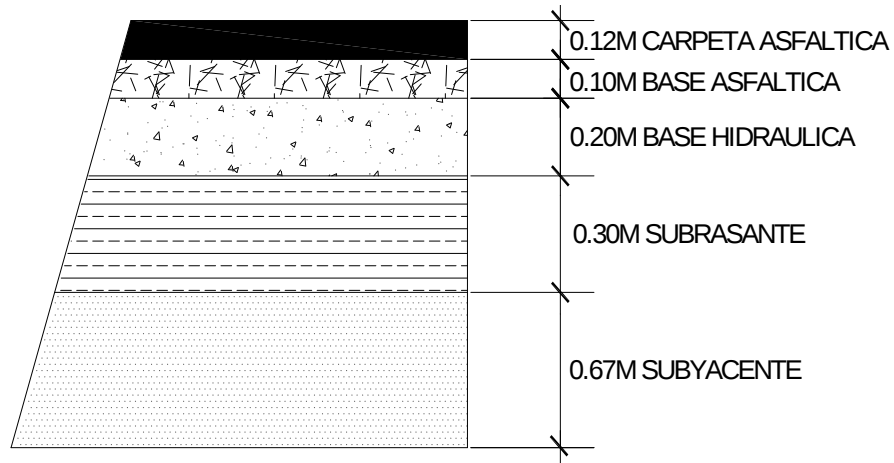
Empleando un nivel de confianza de 90%

CAPA	ESPESOR (cms)	Vrs critico (%)	Modulo de elasticidad (kg/cm ²)	Relación de Poisson
Carpeta	12	-----	28000	0.35
Base asfáltica	10	-----	26000	0.35
Base granular	20	100	3265	0.35
Subrasante	97	21.64	1118	0.45
Terreno natural	-----	3.00	280	0.45

PARAMETRO	VIDA PREVISIBLE	TRANSITO DE PROYECTO
Deformación	40.20	28.10
Fatiga	35.50	18..30

El diseño es adecuado debido a que la vida previsible es mayor que el transito de proyecto, pues la tolerancia = transito de proyecto $\pm$ 10%.

Para fines de diseño se proponen los siguientes espesores:



2DA.PROPUESTA

CAMINO: AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA, PARA DOS CARRILES (A2).

DE KM: 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT = 139+014.29 AD

Diseño de un pavimento flexible en un camino de altas especificaciones.

Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm. de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).

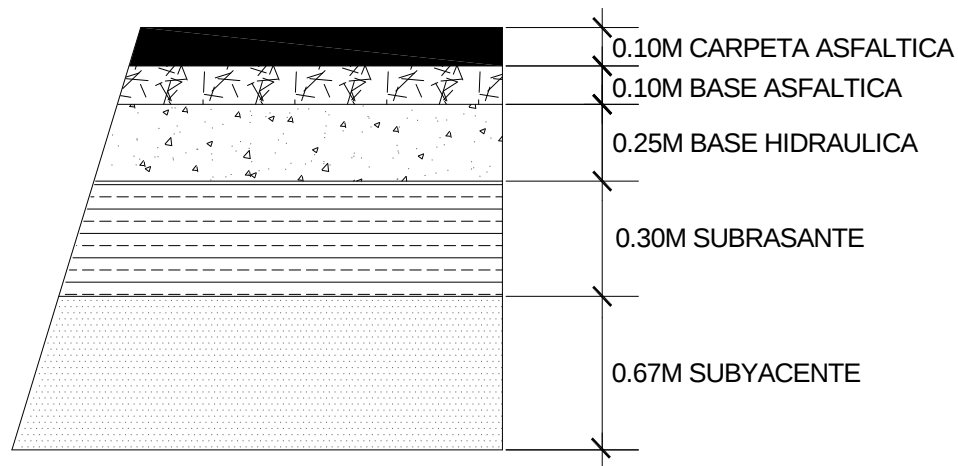
Empleando un nivel de confianza de 90%

CAPA	ESPESOR (cms)	Vrs critico (%)	Modulo de elasticidad (kg/cm ²)	Relación de Poisson
Carpeta	10	-----	28000	0.35
Base asfáltica	10	-----	26000	0.35
Base granular	25	100	3265	0.35
Subrasante	97	21.64	1118	0.45
Terreno natural	-----	3.00	280	0.45

PARAMETRO	VIDA PREVISIBLE	TRANSITO DE PROYECTO
Deformación	42.80	28.10
Fatiga	26.30	18.30

El diseño es adecuado debido a que la vida previsible es mayor que el transito de proyecto, pues la tolerancia = transito de proyecto $\pm$ 10%.

Para fines de diseño se proponen los siguientes espesores:



3ER.PROPUESTA

CAMINO: AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA, PARA DOS CARRILES (A2).

DE KM: 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT = 139+014.29 AD

Diseño de un pavimento flexible en un camino de altas especificaciones.

Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm. de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).

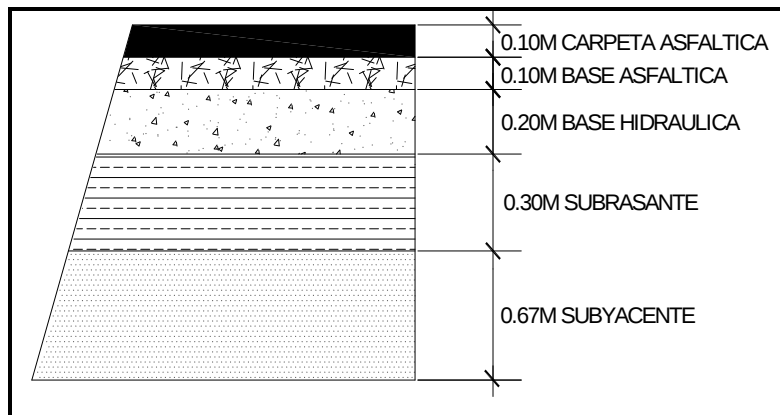
Empleando un nivel de confianza de 90%

CAPA	ESPESOR (cms)	Vrs critico (%)	Modulo de elasticidad (kg/cm²)	Relación de Poisson
Carpeta	10	-----	28000	0.35
Base asfáltica	10	-----	26000	0.35
Base granular	20	100	3265	0.35
Subrasante	97	21.64	1118	0.45
Terreno natural	-----	3.00	280	0.45

PARAMETRO	VIDA PREVISIBLE	TRANSITO DE PROYECTO
Deformación	30.10	28.10
Fatiga	22.20	18.30

El diseño es adecuado debido a que la vida previsible es cercana o mayor que el transito de proyecto, pues la tolerancia = transito de proyecto $\pm$ 10%.

Para fines de diseño se proponen los siguientes espesores:



Se proponen como sección definitiva del km : 130+120 AT = 630+120 AD alkm 639+547.267 AT = 139+014.29 AD de la autopista cardel-poza rica, para dos carriles (A2).

ANEXO A:

EXPLORACION Y RESULTADOS DE LABORATORIO.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIJUATLAN

		INFORME DE TERRACERIAS				
OBRA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA	ENSAYES:	9001-9002-9003-9004-9005			
TRAMO:	LA MANCHA-TIJUATLAN	FECHA DE RECIBO:	ABRIL 2014			
LOCALIZACION:	CARDEL(+600)	FECHA DE INFORME:	ABRIL 2014			
		*	*	*	*	*
IDENTIFICACION.	SONDEO No.	P.C.A. 1	P.C.A. 2	P.C.A. 3	P.C.A. 4	P.C.A. 5
	ESTACION	630+000	630+500	631+000	631+500	631+960
	LADO	L/D	L/D	L/D	L/D	L/D
	DESPALME (cms)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO	No.4	3/8"	No.4	No.4	No.4
	%RET. EN LA MALLA 75 mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	100.00	86.00	100.00	100.00	100.00
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	95.00	86.00	96.00	97.00	95.00
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	87.00	80.00	89.00	54.00	84.00
	EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO (%)					
	LIMITE LIQUIDO %	54.00	55.00	58.00	27.00	57.00
	LIMITE PLASTICO %	17.00	16.00	21.00	17.00	16.00
	INDICE PLASTICO %	37.00	38.00	37.00	10.00	42.00
	CONTRACCION LINEAL %	11.30	12.60	12.60	1.80	1.80
	P.E.S. SUELTO Kg/m³	1080	998	984	998	1115
	P.E.S. MAXIMO Kg/m³	1484	1530	1487	1580	1380
	HUMEDAD OPTIMA %	27.00	23.00	27.30	21.80	29.30
	HUMEDAD NATURAL %	32.00	32.00	31.00	28.00	19.00
	COMPACTACION DEL LUGAR %					
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO	4.80	4.30	2.90	5.30	4.80
	EXPANSION %	7.30	7.10	7.70	1.70	5.90
CLASIFICACION S.O.P.	CHi	CHi	CHi	CL	CHi	
ESTUDIO	TIPO DE PRUEBA					
	CURVA DE PROYECTO					
	CONDICIONES DEL LUGAR	H. DE PRUEBA (%)				
		V.R.S. (%)				
		Esp.requerido, cm				
	90% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	2.40	2.10	2.00	2.00
		V.R.S. (%)	30.00	26.00	30.30	24.80
		Esp.requerido, cm				
	95% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	4.30	4.50	3.00	3.10
		V.R.S. (%)	28.50	24.50	28.80	23.30
		Esp.requerido, cm				
	100% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)				
	V.R.S. (%)					
	Esp.requerido, cm					
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:						
*Zona de inundacion,se recomienda colocar un pedraplen.						

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

INFORME DE TERRACERIAS							
OBRA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA			ENSAYES:	9006-9007-9008-9009-9010		
TRAMO:	LA MANCHA-TIHUATLAN			FECHA DE RECIBO:	ABRIL 2014		
LOCALIZACION:	CARDEL(+600)			FECHA DE INFORME:	ABRIL 2014		
		*	*	*			
IDENTIFICACION.	SONDEO No.	P.C.A. 6	P.C.A. 7	P.C.A. 8	P.C.A. 9	P.C.A. 9	P.C.A. 10
	ESTACION	632+500	633+000	633+500	634+020	634+020	634+500
	LADO	L/D	L/D	L/D	L/D	L/D	L/D
	DESPALME (cms)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO	No.4	No.4	No.4	No.4	Roca ignea	No.4
	%RET. EN LA MALLA 75 mm	0.0	0.0	0.0	0.0	extrusiva	0.0
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	100.00	100.00	100.00	100.00	medianamente	100.00
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	98.00	91.00	97.00	79.00	intemperizada	95.00
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	60.00	35.00	88.00	63.00	y cementada	83.00
	EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO (%)					al	
	LIMITE LIQUIDO %	32.00	28.00	56.00	62.00	atacarse	67.00
	LIMITE PLASTICO %	16.00	18.00	26.00	27.00	se obtendran	25.00
	INDICE PLASTICO %	16.00	10.00	30.00	35.00	fragmentos	42.00
	CONTRACCION LINEAL %	1.20	1.70	8.30	14.30	grandes,	15.50
	P.E.S. SUELTO Kg/m³	973	1069	884	895	medianos y	1136
	P.E.S. MAXIMO Kg/m³	1521	1691	1341	1487	chicos	1275
	HUMEDAD OPTIMA %	20.80	17.50	33.00	26.00	Rie-Fgmc.	27.40
	HUMEDAD NATURAL %	21.00	24.00	44.00	17.00		34.00
	COMPACTACION DEL LUGAR %						
V.R.S. ESTANDAR SATURADO	16.00	17.10	3.40	2.46		3.40	
EXPANSION %	3.80	0.50	5.80	5.00		5.20	
CLASIFICACION S.O.P.	CL	SC	CH ¹	CH1-Fgmc		CH ¹	
					**		
ESTUDIO	TIPO DE PRUEBA						
	CURVA DE PROYECTO						
	CONDICIONES DEL LUGAR	H. DE PRUEBA (%)					
		V.R.S. (%)					
		Esp.requerido, cm					
	90% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	5.50	8.00	3.40	2.00	3.00
		V.R.S. (%)	23.80	20.50	36.00	29.00	30.40
		Esp.requerido, cm					
	95% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	10.00	15.00	4.50	4.00	5.10
		V.R.S. (%)	22.30	19.00	34.50	27.50	28.90
		Esp.requerido, cm					
	100% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)					
	V.R.S. (%)						
	Esp.requerido, cm						
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:							
*Zona de inundacion,se recomienda colocar un pedraplen.							
**Descripcion del segundo estrato encontrado en este cadenamiento.							

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

		INFORME DE TERRACERIAS					
OBRA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA		ENSAYES:	9011-9012-9013-9014-9015			
TRAMO:	LA MANCHA-TIUATLAN		FECHA DE RECIBO:	ABRIL 2014			
LOCALIZACION:	CARDEL(+600)		FECHA DE INFORME:	ABRIL 2014			
IDENTIFICACION.	SONDEO No.		P.C.A. 11	P.C.A. 12	P.C.A. 13	P.C.A. 14	
	ESTACION		635+000	635+500	636+000	636+500	
	LADO		L/D	L/D	L/D	L/D	
	DESPALME (cms)		30.00	30.00	30.00	30.00	
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO		No.4	No.4	3/8"	No.4	
	%RET. EN LA MALLA 75 mm		0.0	0.0	0.0	0.0	
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm		100.00	100.00	83.00	100.00	
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm		94.00	97.00	49.00	98.00	
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm		81.00	75.00	38.00	84.00	
	EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO (%)						
	LIMITE LIQUIDO %		65.00	33.00	36.00	53.00	
	LIMITE PLASTICO %		20.00	18.00	12.00	17.00	
	INDICE PLASTICO %		45.00	16.00	24.00	36.00	
	CONTRACCION LINEAL %		14.30	3.70	4.10	23.20	
	P.E.S. SUELTO Kg/m³		1165	1019	1048	1161	
	P.E.S. MAXIMO Kg/m³		1775	1433.5	1694	1390	
	HUMEDAD OPTIMA %		14.40	16.20	13.00	29.00	
	HUMEDAD NATURAL %		34.00	25.00	23.00	34.00	
	COMPACTACION DEL LUGAR %						
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO		3.90	14.60	21.60	3.40	
	EXPANSION %		5.50	2.10	0.40	5.30	
	CLASIFICACION S.O.P.		CH	CL	SC	OH	
	ESTUDIO	TIPO DE PRUEBA					
CURVA DE PROYECTO							
CONDICIONES DEL LUGAR		H. DE PRUEBA (%)					
		V.R.S. (%)					
		Esp.requerido, cm					
90% DE COMP.		H. DE PRUEBA (%)	2.00	7.00	10.00	2.50	
		V.R.S. (%)	37.00	28.00	26.00	37.00	
		Esp.requerido, cm					
95% DE COMP.		H. DE PRUEBA (%)	3.50	11.50	14.00	3.50	
		V.R.S. (%)	35.50	26.50	24.50	35.50	
		Esp.requerido, cm					
100% DE COMP.		H. DE PRUEBA (%)					
	V.R.S. (%)						
	Esp.requerido, cm						
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:							

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

INFORME DE TERRACERIAS							
OBRA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA			ENSAYES:	9016-9017-9018-9019-9020		
TRAMO:	LA MANCHA-TIUATLAN			FECHA DE RECIBO:	ABRIL 2014		
LOCALIZACION:	CARDEL(+600)			FECHA DE INFORME:	ABRIL 2014		
	SONDEO No.	P.C.A. 16	P.C.A. 17	P.C.A. 18	P.C.A. 19	P.C.A. 20	
IDENTIFICACION.	ESTACION	637+500	638+000	638+500	639+000	639+547.26	
	LADO	L/D	L/D	L/D	L/D	L/D	
	DESPALME (cms)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	
	%RET. EN LA MALLA 75 mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	76.00	82.00	77.00	97.00	74.00	
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	42.00	19.00	19.00	32.00	48.00	
	EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO (%)						
	LIMITE LIQUIDO %	28.00	23.00	25.00	26.00	37.00	
	LIMITE PLASTICO %	16.00	NP	NP	7.00	13.00	
	INDICE PLASTICO %	12.00	NP	NP	18.00	25.00	
	CONTRACCION LINEAL %	2.10	NP	NP	2.40	9.30	
	P.E.S. SUELTO Kg/m³	948	808	856	1122	1161	
	P.E.S. MAXIMO Kg/m³	1487.5	1152.5	1080	1725	1773	
	HUMEDAD OPTIMA %	21.50	18.70	18.30	17.00	14.00	
	HUMEDAD NATURAL %	16.00	13.00	10.00	15.00	12.00	
	COMPACTACION DEL LUGAR %						
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO	21.60	25.30	21.60	10.40	11.34	
	EXPANSION %	0.30	0.60	0.70	0.50	0.60	
	CLASIFICACION S.O.P.	SC	SC	SC	SC	SC	
ESTUDIO	TIPO DE PRUEBA						
	CURVA DE PROYECTO						
	CONDICIONES	H. DE PRUEBA (%)					
	DEL LUGAR	V.R.S. (%)					
		Esp.requerido, cm					
	90% DE	H. DE PRUEBA (%)	5.70	3.80	5.50	5.40	6.20
	COMP.	V.R.S. (%)	24.50	21.70	21.30	20.00	17.00
		Esp.requerido, cm					
	95% DE	H. DE PRUEBA (%)	15.00	8.00	8.40	7.50	12.70
	COMP.	V.R.S. (%)	23.00	20.20	19.80	18.50	15.50
		Esp.requerido, cm					
	100% DE	H. DE PRUEBA (%)					
COMP.	V.R.S. (%)						
	Esp.requerido, cm						
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:							

ANEXO B:

TABLAS CON DATOS PARA EL CÁLCULO

DE LA CURVA MASA.

ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION (SUCS)	TRATAM. PROBABLE	COEFICIENTE DE				CLASIF.	TERRAPLEN		CORTE		OBSERV.
	No.	ESP.			VARIACION VOLUMETRICA				PRESUP.	ALT.		ALT.		
					90%	95%	100%	BAND.	A - B - C	MAX.	TALUD	MAX.	TALUD	
630+000 A	1	0.30 m	Suelo vegetal	Despalme					100-00-00					
631+300	2	Indefinido	Arcilla inorganica,de alta plasticidad de consistencia firme de color café CH1.	Compactado	1.00	0.96	0.91		70-30-00	6.00	1.7	4.00	3/4:1	A,B,C,J
			ZONA DE INUNDACION (DE KM 630+000 AL KM 634+000) *Se recomienda colocar un pedraplen.											
631+300 A	1	0.30 m	Suelo vegetal	Despalme					100-00-00					
631+840	2	Indefinido	Arcilla inorganica,de baja plasticidad de consistencia media de color café CL.	Compactado	0.95	0.90	0.85		60-40-00	6.00	1.7:1	4.00	3/4:1	A,B,C,J
			ZONA DE INUNDACION (DE KM 630+000 AL KM 634+000) *Se recomienda colocar un pedraplen.											

ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION (SUCS)	TRATAM. PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIF.	TERRAPLEN		CORTE		OBSERV.
	No.	ESP.			90%	95%	100%	BAND.	PRESUP. A - B - C	ALT. MAX.	TALUD	ALT. MAX.	TALUD	
631+840 A	1	0.30 m	Suelo vegetal	Despalme					100-00-00					
632+400	2	Indefinido	Arcilla inorganica,de alta plasticidad de consistencia firme de color café CH1 .	Compactado	1.00	0.96	0.91		70-30-00	6.00	1.7	4.00	3/4:1	A,B,C,J,
			ZONA DE INUNDACION (DE KM 630+000 AL KM 634+000) *Se recomienda colocar un pedraplen.											
632+400 A	1	0.30 m	Suelo vegetal	Despalme					100-00-00					
632+900	2	Indefinido	Arcilla inorganica,de baja plasticidad de consistencia media de color café CL .	Compactado	0.95	0.90	0.85		60-40-00	6.00	1.7:1	4.00	3/4:1	A,B,D,J
			ZONA DE INUNDACION (DE KM 630+000 AL KM 634+000) *Se recomienda colocar un pedraplen.											

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION (SUCS)	TRATAM . PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIF.	TERRAPLEN		CORTE		OBSERV.
	No.	ESP.			90%	95%	100%	BAND.	PRESUP.	ALT.		ALT.		
									A - B - C	MAX.	TALUD	MAX.	TALUD	
632+900 A	1	0.30 m	Suelo vegetal	Despalme					100-00-00					
633+420	2	Indefinido	Arena arcillosa poco humeda, medianamente compacta. de color café SC .	Compactado	0.96	0.91	0.86		60-40-00	6.00	1.7:1	4.00	3/4:1	A,B,D,J
			ZONA DE INUNDACION (DE KM 630+000 AL KM 634+000) *Se recomienda colocar un pedraplen.											
633+420 A	1	0.30 m	Suelo vegetal	Despalme					100-00-00					
633+900	2	Indefinido	Arcilla inorganica,de alta plasticidad de consistencia firme de color café CH1 .	Compactado	1.00	0.96	0.91		70-30-00	6.00	1.7	4.00	3/4:1	A,B,C,J,
			ZONA DE INUNDACION (DE KM 630+000 AL KM 634+000) *Se recomienda colocar un pedraplen.											
</														

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

[illegible]

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

[illegible]

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

[illegible]

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

[illegible]

ANEXO B 1:

TABLAS DE CAPACIDAD DE CARGA EN

CIMENTACIONES DE OBRAS MENORES.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

UBICACIÓN	TIPO DE OBRA Y DIMENSIONES	MATERIAL SOBRE EL QUE SE EFECTUA EL DESPLANTE	ALTURA DEL TERRAPLEN (M)	PROF. DEL DESPLANTE (M)	CAPACIDAD DE CARGA (Ton/m²)	TIPO DE ARRASTRE	OBSERVACIONES
630+540	OBRA MAYOR						
630+920	L= 5.00 X 4.00 m	Arcilla inorganica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1 (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
631+200	OBRA MAYOR						
631+500	L= 5.00 X 4.00 m	Arcilla inorganica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
631+600	L= 5.00 X 4.00 m	Arcilla inorganica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1 (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
632+040	OBRA MAYOR	Arcilla inorganica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
632+423	L= 5.00 X 4.00 m	Arcilla inorganica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
632+460	L= 5.00 X 4.00 m	Arcilla inorganica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
OBSERVACIONES							
A) SE FORMULA LA RECOMENDACIÓN PARA HACER LA CIMENTACION ESPECIAL DE LOSA O TUBO, PREVIENDO ALGUNA MODIFICACION DEL PROYECTO							
B) SE PROYECTARA DENTELLON EN LA ENTRADA Y SALIDA DE LA OBRA CON PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.05 M A PARTIR DEL NIVEL DE DESPLANTE DE LA OBRA, ADEMAS DE ZAMPEAR TODA LA LONGITUD SALVADA POR LA MISMA							
C) LA PROFUNDIDAD DEL DESPLANTE ESTA REFERIDA AL NIVEL OBTENIDO DESPUES DEL DESPALME							
D) EXISTE MATERIAL DE MAMPOSTERIA							
L= LOSA	Bm= BOVEDA DE MAMPOSTERIA	C= CAJON	T.C.= TUBO DE CONCRETO		T.L.= TUBO DE LAMINA		A.L.= ARCO DE LAMINA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

UBICACIÓN	TIPO DE OBRA Y DIMENSIONES	MATERIAL SOBRE EL QUE SE EFECTUA EL DESPLANTE	ALTURA DEL TERRAPLEN (M)	PROF. DEL DESPLANTE (M)	CAPACIDAD DE CARGA (Ton/m²)	TIPO DE ARRASTRE	OBSERVACIONES
632+900	L= 5.00 X 4.00 m	Arcilla inorganica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
632+972	L= 5.00 X 4.00 m	Arcilla inorganica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
633+060	L= 5.00 X 4.00 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
633+300	L= 5.00 X 4.00 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
633+500	L= 5.00 X 4.00 m	Arcilla inorganica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1 (ZONA DE INUNDACION)	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
633+900	OBRA MAYOR						
634+480	T.C.= 1.20 m	Arcilla inorganica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1	4.00	0.50 0.75 1.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AC
OBSERVACIONES							
A) SE FORMULA LA RECOMENDACIÓN PARA HACER LA CIMENTACION ESPECIAL DE LOSA O TUBO, PREVIENDO ALGUNA MODIFICACION DEL PROYECTO							
B) SE PROYECTARA DENTELLON EN LA ENTRADA Y SALIDA DE LA OBRA CON PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.05 M A PARTIR DEL NIVEL DE DESPLANTE DE LA OBRA, ADEMAS DE ZAMPEAR TODA LA LONGITUD SALVADA POR LA MISMA							
C) LA PROFUNDIDAD DEL DESPLANTE ESTA REFERIDA AL NIVEL OBTENIDO DESPUES DEL DESPALME							
D) EXISTE MATERIAL DE MAMPOSTERIA							
L= LOSA	Bm= BOVEDA DE MAMPOSTERIA	C= CAJON	T.C.= TUBO DE CONCRETO	T.L.= TUBO DE LAMINA	A.L.= ARCO DE LAMINA		

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

UBICACIÓN	TIPO DE OBRA Y DIMENSIONES	MATERIAL SOBRE EL QUE SE EFECTUA EL DESPLANTE	ALTURA DEL TERRAPLEN (M)	PROF. DEL DESPLANTE (M)	CAPACIDAD DE CARGA (Ton/m²)	TIPO DE ARRASTRE	OBSERVACIONES
634+480	T.C.= 1.20 m	Arcilla inorganica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1	4.00	0.50 0.75 1.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AC
634+673.72	T.C.= 1.20 m	Arcilla inorganica de alta plasticidad de consistencia firme de color café. CH1	4.00	0.50 0.75 1.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AC
635+640	L= 2.50 X 1.50 m	Arcilla inorganica de baja plasticidad de consistencia media de color café. CL	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
636+420	L= 6.00 X 4.50 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	1.00 1.50 2.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
636+710	L= 2.00 X 1.50 m	Limo organico de alta plasticidad de consistencia media de color café OH.	4.00	1.00 1.50 2.00	9 11 13	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
637+029	L= 2.00 X 1.50 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	1.00 1.50 2.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
637+156.25	L= 2.00 X 1.50 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	1.00 1.50 2.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
OBSERVACIONES							
A) SE FORMULA LA RECOMENDACIÓN PARA HACER LA CIMENTACION ESPECIAL DE LOSA O TUBO, PREVIENDO ALGUNA MODIFICACION DEL PROYECTO							
B) SE PROYECTARA DENTELLON EN LA ENTRADA Y SALIDA DE LA OBRA CON PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.05 M A PARTIR DEL NIVEL DE DESPLANTE DE LA OBRA, ADEMAS DE ZAMPEAR TODA LA LONGITUD SALVADA POR LA MISMA							
C) LA PROFUNDIDAD DEL DESPLANTE ESTA REFERIDA AL NIVEL OBTENIDO DESPUES DEL DESPALME							
D) EXISTE MATERIAL DE MAMPOSTERIA							
L= LOSA	Bm= BOVEDA DE MAMPOSTERIA	C= CAJON	T.C.= TUBO DE CONCRETO	T.L.= TUBO DE LAMINA	A.L.= ARCO DE LAMINA		

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

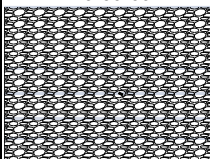
UBICACIÓN	TIPO DE OBRA Y DIMENSIONES	MATERIAL SOBRE EL QUE SE EFECTUA EL DESPLANTE	ALTURA DEL TERRAPLEN (M)	PROF. DEL DESPLANTE (M)	CAPACIDAD DE CARGA (Ton/m²)	TIPO DE ARRASTRE	OBSERVACIONES
637+537.7	T.C.= 1.20 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	0.50 0.75 1.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AC
637+609.9	T.C.= 1.20 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	0.50 0.75 1.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AC
638+275.25	L= 3.50 X 2.00 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	1.00 1.50 2.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
638+360	B 4.00 X 2.50 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	1.00 1.50 2.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
638+632.29	B 4.00 X 2.50 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	1.00 1.50 2.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AB
638+750	T.C.= 1.20 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	0.50 0.75 1.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AC
638+880	T.C.= 1.20 m	Arena arcillosa,poco humeda medianamente compacta de color café. SC	4.00	0.50 0.75 1.00	12 14 16	FINOS ARENAS GRAVAS	AC
OBSERVACIONES							
A) SE FORMULA LA RECOMENDACIÓN PARA HACER LA CIMENTACION ESPECIAL DE LOSA O TUBO, PREVIENDO ALGUNA MODIFICACION DEL PROYECTO							
B) SE PROYECTARA DENTELLON EN LA ENTRADA Y SALIDA DE LA OBRA CON PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.05 M A PARTIR DEL NIVEL DE DESPLANTE DE LA OBRA, ADEMAS DE ZAMPEAR TODA LA LONGITUD SALVADA POR LA MISMA							
C) LA PROFUNDIDAD DEL DESPLANTE ESTA REFERIDA AL NIVEL OBTENIDO DESPUES DEL DESPALME							
D) EXISTE MATERIAL DE MAMPOSTERIA							
L= LOSA	Bm= BOVEDA DE MAMPOSTERIA	C= CAJON	T.C.= TUBO DE CONCRETO	T.L.= TUBO DE LAMINA	A.L.= ARCO DE LAMINA		

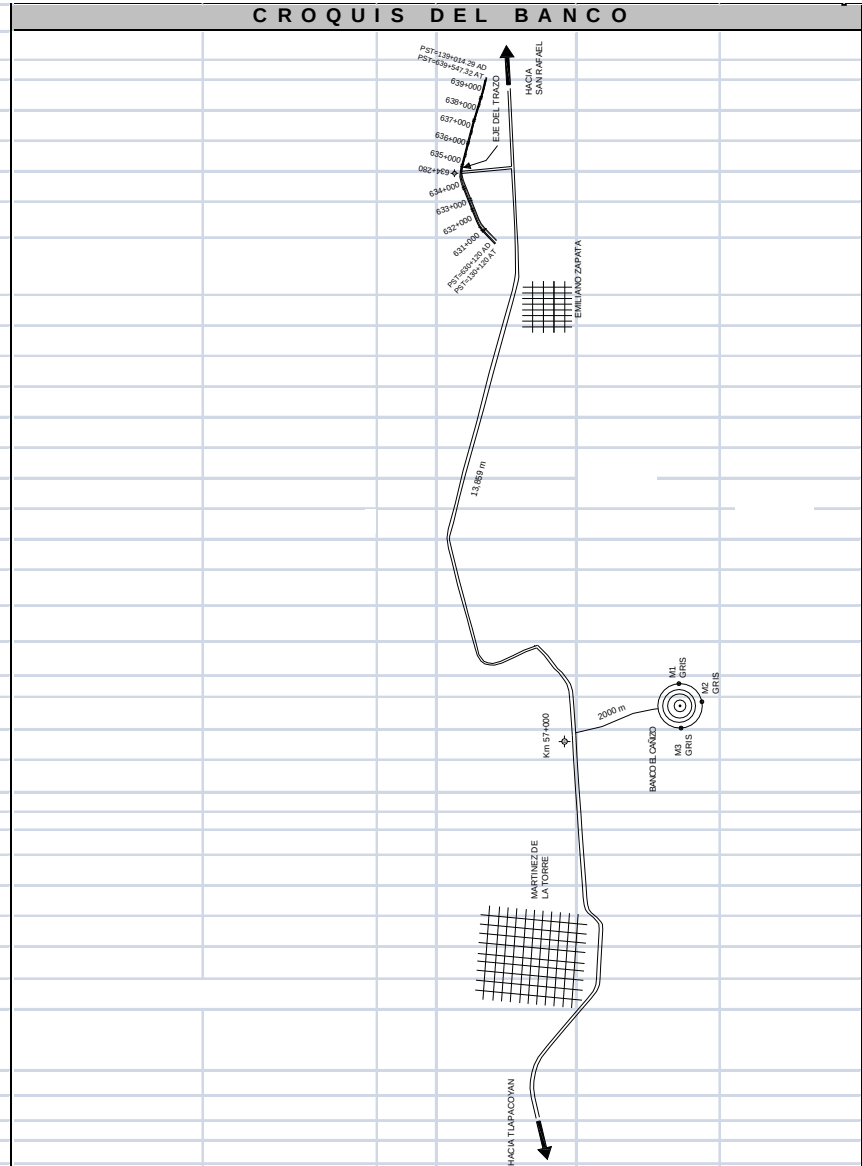
ANEXO C:
BANCOS DE MATERIALES.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

CUADRO DE BANCOS PARA PAVIMENTOS Y CARPETA										
		CARRETERA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA							
		TRAMO:	LA MANCHA-TIHUATLAN							
		SUB-TRAMO:	DE KM 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT = 139+014.29 AD							
		ORIGEN:	CARDEL (+600)							
BANCO No.	DENOMINACION	LOCALIZACION	CLASIFICACION SOP	CLAS.PRESUPUESTO			DESPALME APROXIMADO	UTILIZACION	TRATAMIENTO	VOLUMEN APROX.M3
1	EL CAÑIZO	Ubicado en la carretera martinez de la torre-emiliano zapata en el km 57+000 con desviacion izquierda a 2000 metros en camino de terraceria y referenciado al eje de trazo con 13,859 m del km 634+280.	Grava arena de rio mal graduada con fragmentos de roca grandes,aislados medianos y chicos GP-Fm cg.	40	60	0	0.30	Base hidraulica	Triturado total y cribado para obtener tamaño maximo de 1 1/2"	1,000,000
								Carpeta asfaltica	Triturado total y cribado para obtener tamaño maximo de 3/4"	
								Riego de sello	Triturado total y cribado para obtener material según especificaciones	

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

DATOS GENERALES DEL BANCO			
Denominación.	Banco El Cañizo.		
Ubicación.	Ubicado en la carretera Martínez de la Torre-Emiliano Zapata en el km 57+000 con desv. izquierda a 2000 m en camino de terracería y referenciado al eje de trazo con 13,859 m del km 634+280		
Capacidad del Banco en m³	1,000,000		
Vol. De Material aprov. Estudiado m³	500,000		
Empleo del Material.	Base hca, carpeta asfáltica, riego de sello.		
Tratamiento	Triturado total y cribado.		
Tamaño Maximo de las Partículas.			
% de Partículas > 2"	---		
% de Partículas > 1 1/2"	----		
% de Partículas > 3/4"	-----		
Observaciones	Propiedad privada.		
Propietario:	Sociedad Anonima, con diferentes y abundantes frentes de ataque en explotacion.		
PERFIL ESTRATIGRAFICO			
ESTRATO		CLASIFICACION	
NO.	ESPESOR APROX.	GEOLOGIA	PRESUPUESTO
	M		A B C
			100-00-00
1	0.30	Arcilla de alta plasticidad de color gris claro con arena y gravas de granulometria variable. CH.	
			40-60-00
2	INDEFINIDO	Grava arena de rio mal graduada con fragmentos de roca grandes aislados medianos y chicos GP-Fmcg.	



ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

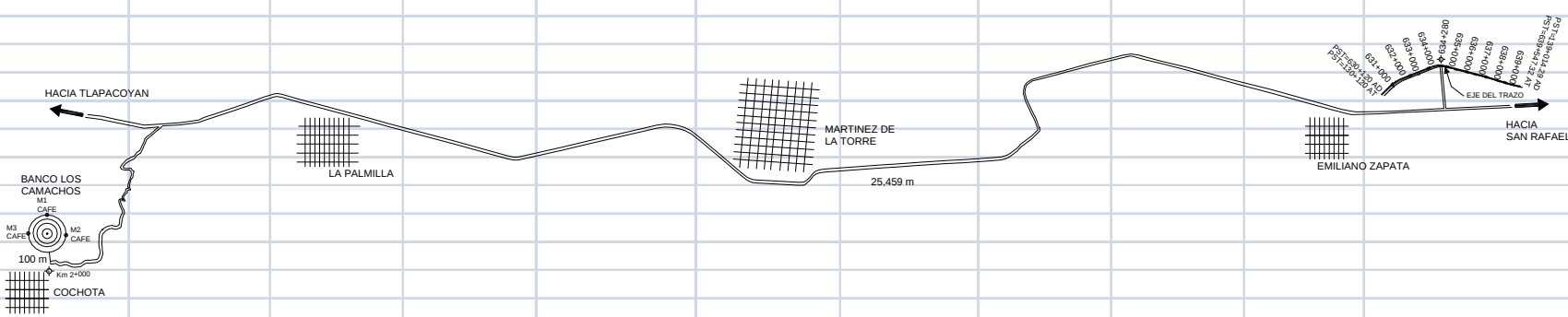
BANCO No.	DENOMINACION	LOCALIZACION	CLASIFICACION SOP	CLAS.PRESUPUESTO			DESPALME	UTILIZACION			TRATAMIENTO	VOLUMEN
				A	B	C	APROXIMADO					APROX.M³
2	LOS FLAMINGOS	Ubicado en la carretera martinez de la torre-emiliano zapata en el km 59+700 con desviacion derecha a 4200m en camino de terraceria y referenciado al eje de trazo a 11,818 m del km 634+280.	Grava mal graduada compacta. De color gris claro GP	1.03	0.98	0.93	0.30	Subrasante			Compactado	360,000
								Subyacente				
								Cuerpo de terraplen				
3	LOS CAMACHO	Ubicado en la carretera martinez de la torre-cochota en el km 3+000 con desviacion izquierda a 100m en camino de terraceria y referenciado al eje de trazo a 25,459 m del km 634+280.	Arena limosa poco humeda, medianamente compacta. De color café claro SM.	0.96	0.91	0.86	0.30	Subrasante			Compactado	400,000
								Subyacente				
								Cuerpo de terraplen				

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

PRESTAMO DE MATERIAL PARA:		SUBRASANTE, SUBYACENTE Y CUERPO DE TERRAPLEN		DENOMINACION: BANCO LOS FLAMINGOS					
UBICACION		ESTRATO		CLASIFICACION SCT	TRATAMIENTO	COEFICIENTE DE VARIACION			CLASIFICACION PRESUPUESTO
		NO.	ESPESOR (M)			VOLUMETRICA			
					PROBABLE	90%	95%	100%	A B C
Ubicado en la carretera		1	0.30	Suelo vegetal	Despalme				100-00-00
Mtz. de la Torre-Emiliano									
Zapata en el km 59+700 con desviacion derecha a 4200m		2	Indefinido	Grava mal graduada compacta,de color gris claro GP*	Compactado	1.03	0.98	0.93	40-60-00
en camino de terraceria y referenciado al eje de trazo a 11,818 m del km 634+280									
		</							

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

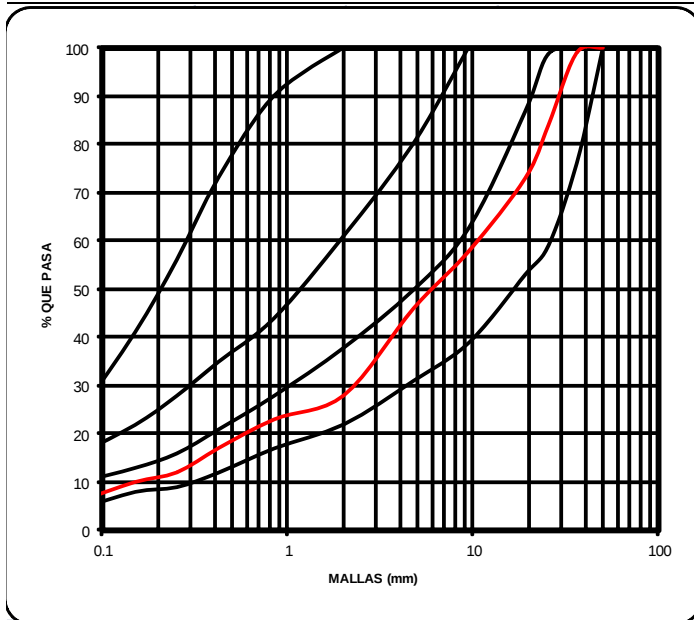
PRESTAMO DE MATERIAL PARA: SUBRASANTE, SUBYACENTE Y CUERPO DE TERRAPLEN			DENOMINACION: BANCO LOS CAMACHO					
UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION SCT	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA			CLASIFICACION PRESUPUESTO
	NO.	ESPESOR (M)			90%	95%	100%	A B C
Ubicado en la carretera	1	0.30	Suelo vegetal	Despalme				100-00-00
Mtz de la Torre-Cochota km 3+000 con desviacion izquierda a 100mts en camino de terraceria y referenciado al eje de trazo a 25,459 m del km 634+280	2	Indefinido	Arena limosa poco humeda medianamente compacta de color café claro SM.	Compactado	0.96	0.91	0.86	60-40-00
DIMENSIONES		VOLUMEN APROVECHABLE	OBSERVACIONES: Se encuentra en explotacion, es de propiedad ejidal.				ABUNDAMIENTO:	
LARGO	800	400,000 m³						
ANCHO	100							
ESPESOR	4							



ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

REPORTE DE ENSAYE DE MATERIALES PARA SUB - BASE Y BASE				
OBRA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA		ENSAYE No.	6004
TRAMO:	LA MANCHA-TIHUATLAN		FECHA DE RECIBO:	abr-14
MUESTRA DE:	BANCO CAÑIZO (Base hidraulica)		FECHA DE INFORME:	abr-14
LOCALIZACION:	Ubicado en la carretera martinez de la torre-emiliano zapata en el km 57+000 con desviacion izquierda a 2000 metros en camino de terraceria y referenciado al eje de trazo con 13,859 m del km 634+280.			
P.E. Seco y Suelto, kg/m³	1579		Limite Liquido, %	22
P.E. Seco y Maximo, kg/m³	1961		Limite Plastico, %	INAP.
Humedad Optima, %	8.20		Indice Plastico, %	N.P.
V.R.S. (Estandar), %	100		Contraccion lineal,%	1.00
Expansion, %	0.00		Equivalente de Arena, %	73
Absorcion, %	2.10		Valor Cementante,kg/cm²	N.P.
Densidad	2.51		Clasificacion S.U.C.S.	GP

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



Composicion Granulometrica		
Malla	Abertura (mm)	%Que pasa
2"	50.0	100
1 1/2"	37.5	99
1"	25.0	84
3/4"	19.0	73
3/8"	9.50	58
No.4	4.75	46
No.10	2.00	28
No. 20	0.85	23
No. 40	0.425	17
No. 60	0.25	12
No. 100	0.15	10
No. 200	0.075	6
Desperdicio, % 2"=	0	0

OBSERVACIONES:

El material es apto para ser empleado como base hidraulica,carpeta asfaltica y riego de sello.

ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

INFORME DE BANCOS DE MATERIAL						
CARRETERA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA		ENSAYES:	8000-8001-8002		
TRAMO:	LA MANCHA-TIHUATLAN		FECHA DE RECIBO:	ABRIL 2014		
SUBTRAMO:	DE KM 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT		FECHA DE INFORME:	ABRIL 2014		
		= 139+014.29 AD				
IDENTIFICACION.	BANCO		BANCO LOS FLAMINGOS			
	LOCALIZACION		Ubicado en la carretera mtz.de la torre-emiliano zapata en el km 59+700 con			
	SONDEO		con desviacion derecha a 4200 m en camino de terraceria y referenciado al			
	DESPALME		eje de trazo a 11,818 m del km 634+280			
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO		2 1/2"	2 1/2"	2"	
	%RET. EN LA MALLA 75 mm		0.0	0.0	0.0	
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm		45.0	40.0	43.0	
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm		12.0	11.0	17.0	
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm		4.0	2.0	5.0	
	EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO (%)					
	LIMITE LIQUIDO %		25.0	23.0	29.0	
	LIMITE PLASTICO %		INAP.	INAP.	INAP.	
	INDICE PLASTICO %		N.P.	N.P.	N.P.	
	CONTRACCION LINEAL %		0.1	N.P.	N.P.	
	P.E.S. SUELTO Kg/m³		1565	1550	1577	
	P.E.S. MAXIMO Kg/m³		1950	1940	1965	
	HUMEDAD OPTIMA %		9.00	8.5	10.0	
	HUMEDAD NATURAL %					
	COMPACTACION DEL LUGAR %					
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO		91.0	90.0	93.0	
EXPANSION %		N.P.	N.P.	0.1		
CLASIFICACION S.O.P.		GP	GP	GP		
ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA					
	CURVA DE PROYECTO					
	CONDICIONES DEL LUGAR	H. DE PRUEBA (%)				
		V.R.S. (%)				
		Esp.requerido, cm				
	90% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	12.0	11.5	13.0	
		V.R.S. (%)	80.0	78.0	80.5	
		Esp.requerido, cm				
	95% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	10.5	10.0	11.5	
		V.R.S. (%)	85.0	81.0	84.0	
		Esp.requerido, cm				
	100% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	9.0	8.5	10.0	
		V.R.S. (%)	90.0	89.5	91.4	
Esp.requerido, cm						
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:						
Material de uso tolerable para subrasante.						

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

		INFORME DE BANCOS DE MATERIAL					
CARRETERA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA			ENSAYES:	8004-8005-8006		
TRAMO:	LA MANCHA-TIHUATLAN			FECHA DE RECIBO:	ABRIL 2014		
SUBTRAMO:	DE KM 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT			FECHA DE INFORME:	ABRIL 2014		
		= 139+014.29 AD					
		BANCO		BANCO LOS CAMACHO			
IDENTIFICA- CION.	LOCALIZACION		Ubicado en la carretera mtz.de la torre-cochota en el km 3+000 con				
	SONDEO		desviacion izquierda a 100 m en camino de terraceria y referenciado al				
	DESPALME		eje de trazo a 25,459 m del km 634+280				
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO			3/8"	3/8"	3/8"	
	%RET. EN LA MALLA 75 mm			0.0	0.0	0.0	
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm			9.0	91.0	93.0	
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm			58.0	51.0	52.0	
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm			14.0	17.0	15.0	
	EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO (%)						
	LIMITE LIQUIDO %			45.0	43.0	41.0	
	LIMITE PLASTICO %			35.0	30.0	31.0	
	INDICE PLASTICO %			10.0	13.0	10.0	
	CONTRACCION LINEAL %			4.0	3.8	3.1	
	P.E.S. SUELTO Kg/m³			1063	1035	1040	
	P.E.S. MAXIMO Kg/m³			1280	1270	1265	
	HUMEDAD OPTIMA %			17.5	17.0	16.5	
	HUMEDAD NATURAL %			15.5	16.0	18.0	
	COMPACTACION DEL LUGAR %			95.0	95.0	94.0	
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO			25.7	25.0	24.6	
EXPANSION %			1.5	1.3	1.0		
CLASIFICACION S.O.P.			SM	SM	SM		
ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA						
	CURVA DE PROYECTO						
	CONDICIONES DEL LUGAR	H. DE PRUEBA (%)					
		V.R.S. (%)					
		Esp.requerido, cm					
	90% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	20.5	20.0	21.0		
		V.R.S. (%)	11.5	10.0	10.0		
		Esp.requerido, cm					
	95% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	19.0	18.5	19.5		
		V.R.S. (%)	15.0	14.0	15.3		
		Esp.requerido, cm					
	100% DE COMP.	H. DE PRUEBA (%)	17.5	17.0	18.0		
		V.R.S. (%)	17.3	16.7	17.0		
Esp.requerido, cm							
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:							
El material estudiado cumple para ser empleado como subrasante,subyacente y cuerpo de terraplen.							

REPORTE FOTOGRAFICO

BANCOS DE MATERIALES (BH-CA Y RS)



Fotografía 1.- Banco de materiales denominado como El Cañizo Ubicado en la carretera martinez de la torre-emiliano zapata en el km 57+000 con desviación izquierda a 2000 m en camino de terracería y referenciado al eje de trazo con 13,859 m del km 634+280 propuesto para ser empleado como: base hidráulica, carpeta asfáltica y riego de sello.



Fotografía 2.- Vista poniente del banco El Cañizo.



Fotografía 3.- Vista panorámica del banco El Cañizo.



Fotografía 4.- Zona de almacén del banco El Cañizo.



Fotografía 5.- Zona de trituradoras y almacén del banco El Cañizo.



Fotografía 6.- Zona de trituradoras y almacén del banco El Cañizo.



Fotografía 7.- Equipo para mezcla asfáltica en el lugar del banco El Cañizo.



Fotografía 8.- Banco El Cañizo.

REPORTE FOTOGRAFICOFLAMENCOS

BANCOS DE MATERIALES (SR-SY-CT)



Fotografía 1.- Banco de materiales denominado como Flamingos ubicado en la carretera Martínez de la torre-emiliano zapata en el km 59+700 con desviación derecha a 4200 m en camino de terracería y referenciado al eje de trazo a 11,818 m del km 634+280 propuesto para ser empleado como: subrasante, subyacente y cuerpo de terraplén.



Fotografía 2.- Vista norte del banco Flamingos.



Fotografía 3.- Vista panorámica del banco Flamingos.



Fotografía 4.- Zona de almacén del banco Flamingos.



Fotografía 5.- Zona cribas del banco Flamingos.



Fotografía 6.- Zona de cribas y almacén del banco Flamingos.



Fotografía 7.- Banco Flamingos.

REPORTE FOTOGRAFICO CAMACHO

BANCOS DE MATERIALES (SR-SY-CT)



Fotografía 8.- Banco de materiales denominado como Camacho Ubicado en la carretera martinez de la torre-cochota en el km 3+000 con desviación izquierda a 100m en camino de terracería y referenciado al eje de trazo a 25,459 m del km 634+280 propuesto para ser empleado como: subrasante, subyacente y cuerpo de terraplén



Fotografía 9.- Vista oriente del banco Camacho.



Fotografía 10.- Vista panorámica del banco Camacho.



Fotografía 11.- Sondeo y % de compactación del banco Camacho.



Fotografía 12.- Sondeo y % de compactación del banco Camacho.

ANEXO C1:
DISEÑO MARSHALL.

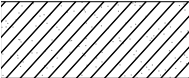
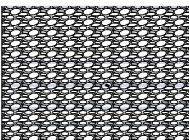
ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

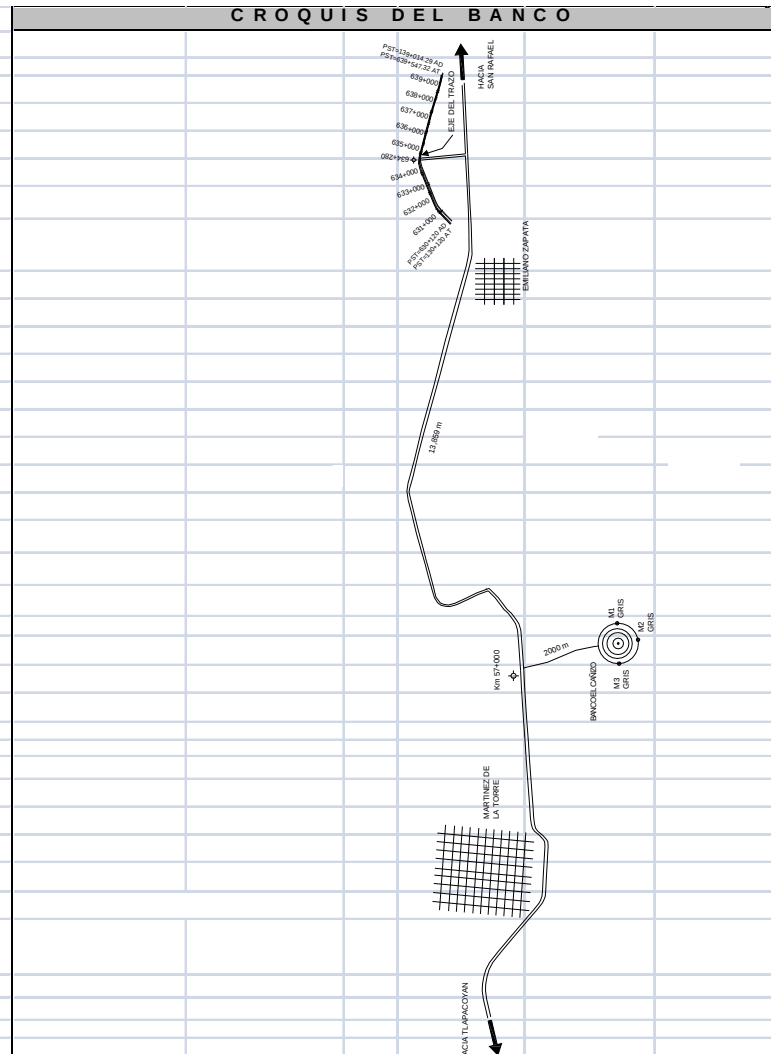
				CUADRO DE BANCOS PARA PAVIMENTOS Y CARPETA						

ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

REPORTE DE ENSAYE DE MATERIALES PARA SUB - BASE Y BASE			
OBRA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA	ENSAYE No.	6004
TRAMO:	LA MANCHA-TIHUATLAN	FECHA DE RECIBO:	abr-14
MUESTRA DE:	BANCO CAÑIZO (Base hidraulica)	FECHA DE INFORME:	abr-14
LOCALIZACION: Ubicado en la carretera martinez de la torre-emiliano zapata en el km 57+000 con desviacion izquierda a 2000 metros en camino de terraceria y referenciado al eje de trazo con 13,859 m del km 634+280.			
P.E. Seco y Suelto, kg/m ³	1579	Limite Liquido, %	22
P.E. Seco y Maximo, kg/m ³	1961	Limite Plastico, %	INAP.
Humedad Optima, %	8.20	Indice Plastico, %	N.P.
V.R.S. (Estandar), %	100	Contraccion lineal,%	1.00
Expansion, %	0.00	Equivalente de Arena, %	73
Absorcion, %	2.10	Valor Cementante,kg/cm ²	N.P.
Densidad	2.51	Clasificacion S.U.C.S.	GP
GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
		Composicion Granulometrica	
		Malla	Abertura (mm) %Que pasa
		2"	50.0 100
		1 1/2"	37.5 99
		1"	25.0 84
		3/4"	19.0 73
		3/8"	9.50 58
		No.4	4.75 46
		No.10	2.00 28
		No. 20	0.85 23
		No. 40	0.425 17
		No. 60	0.25 12
		No. 100	0.15 10
		No. 200	0.075 6
		Desperdicio, % 2"=	0 0
OBSERVACIONES:			
El material es apto para ser empleado como base hidraulica,carpeta asfaltica y riego de sello.			

ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

DATOS GENERALES DEL BANCO			
Denominación.	Banco El Cañizo.		
Ubicación.	Ubicado en la carretera Martínez de la Torre-Emiliano Zapata en el km 57+000 con desv. izquierda a 2000 m en camino de terracería y referenciado al eje de trazo con 13,859 m del km 634+280		
Capacidad del Banco en m³	1,000,000		
Vol. De Material aprov. Estudiado m³	500,000		
Empleo del Material.	Base hca, carpeta asfáltica, riego de sello.		
Tratamiento	Triturado total y cribado.		
Tamaño Maximo de las Partículas.			
% de Partículas > 2"	---		
% de Partículas > 1 1/2"	----		
% de Partículas > 3/4"	-----		
Observaciones	Propiedad privada.		
Propietario:	Sociedad Anonima, con diferentes y abundantes frentes de ataque en explotacion.		
PERFIL ESTRATIGRAFICO			
ESTRATO		CLASIFICACION	
NO.	ESPESOR APROX.	GEOLOGIA	PRESUPUESTO
	M		A B C
			100-00-00
1	0.30	Arcilla de alta plasticidad de color gris claro con arena y gravas de granulometria variable. CH.	
			40-60-00
2	INDEFINIDO	Grava arena de rio mal graduada con fragmentos de roca grandes aislados medianos y chicos GP-Fmcg.	



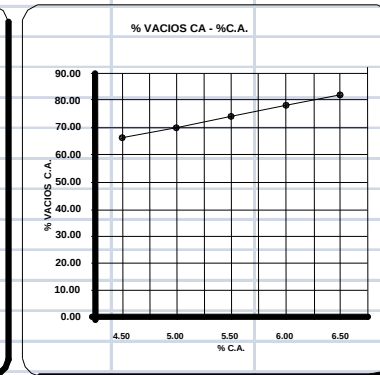
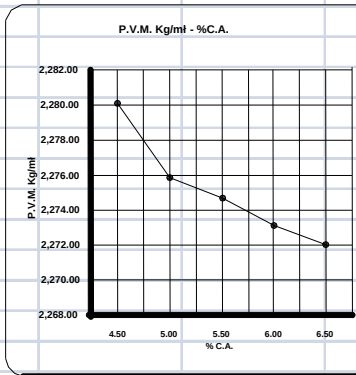
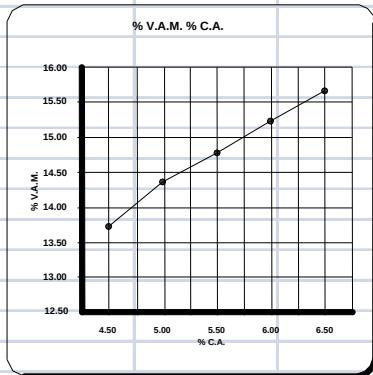
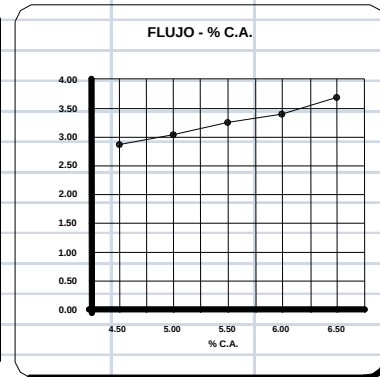
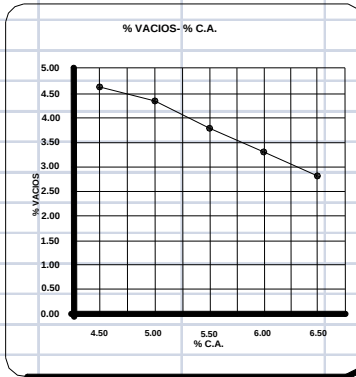
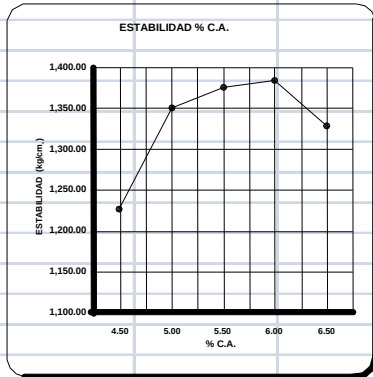
ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIATLAN

OBRA:	CARRETERA AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA			ENSAYE No.	7023																								
LOCALIZACION:	Banco el cañizo, Ubicado en la carretera Mtz de la torre-emiliano zapata en el km 57+000 desv.izq. a 2000 m en camino de terracería y referenciado al eje de trazo con 13,859 m del km 634+280			FECHA DE RECIBO:	abr-14																								
				FECHA DE INFORME:	abr-14																								
DATOS DEL MUESTREO																													
DESCRIPCION DEL MATERIAL:	CURVA AJUSTADA			PARA USARSE EN:																									
TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO:	TRITURADO PARCIAL																												
CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO:																													
UBICACIÓN DEL BANCO:																													
VIAJE NO.	TENDIDO EN KM	AL KM	CPO	FRANJA																									
TEMP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE LA PLANTA	°c EN EL TENDIDO		AL INICIAR LA COMPACT.																										
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETREO																													
COMPOSICION GRANULOMETRICA			GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA																										
MALLAS NO.	% QUE PASA	DEL PROYECTO																											
25,000	100-100	100																											
19,000	90-100	100																											
12,500	72-90	85																											
9,500	60-76	80																											
6,300	44-57	68																											
4,750	37-48	59																											
2,000	20-29	40																											
0,850	12-19	27																											
0,425	8-14	20																											
0,250	6-11	17																											
0,150	4-8	11																											
0,075	2-5	9																											
P.E.S. SUELTO	SIN NORMA	1390 kg/m3	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">CARATERSITICAS DE LA MEZCLA</th> <th>DEL PROYECTO</th> </tr> <tr> <td>CONTENIDO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DEL ASFALTO (%)</td> <td></td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ADITIVO USADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MARCA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TIPO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AFINIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			CARATERSITICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO	CONTENIDO			DEL ASFALTO (%)		6.0	ADITIVO USADO			MARCA			TIPO			CANTIDAD			AFINIDAD		
CARATERSITICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO																											
CONTENIDO																													
DEL ASFALTO (%)		6.0																											
ADITIVO USADO																													
MARCA																													
TIPO																													
CANTIDAD																													
AFINIDAD																													
PE (YP)	SIN NORMA																												
ABSORCION	SIN NORMA	2.33%																											
DESGASTE	30.00%	22.00%																											
% DE TRIT.	SIN NORMA	40.00%																											
P.ALARGADAS	35.00%	25.00%																											
P.LAJEADAS	35.00%	25.00%																											
EQ. DE ARENA	50.00%	57.00%																											
CON.LINEAL	SIN NORMA	1.00%																											
CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN			CARACTERISTICAS DEL ASFALTO																										
PE Kg/m³	1390	SIN NORMA	TIPO	AC-20																									
ESTABILIDAD Kg	1385.37	800 KG MIN	PENETRACION	60																									
FLUJO mm	3.4	2-3.5 MIN.	VISCOCIDAD	198																									
VACIOS %	3.32	3-5%	TEMP.COMPACTACION	150																									
V.A.M. %	15.24	14% MIN.	TEMP. DE MEZCLADO	160																									
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:																													

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

OBRA:	AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA	ENSAYES No.:	547
LOCALIZACION:	LA MANCHA - TIHUATLAN	FECHA DE RECIBO:	ABR-14
KM:	DE KM 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT = 139+014.29 AD	FECHA DE INFORME:	ABR-14

MATERIAL PARA CAPA DE:	CONCRETO ASFALTICO			
UBICACIÓN DE LA PLANTA:	Banco el cañizo, Ubicado en la carretera Mtz de la torre-emiliano zapata en el km 57+000 desv.izq. a 2000 m en camino de terraceria y referenciado al eje de trazo con 13,859 m del km 634+280			
OBJETO DEL ENSAYE:	DISEÑO MARSHALL	ESTUDIO (X)	REVISION ()	



CONCEPTO	NORMA SCT	ENSAYE
ESTABILIDAD	800.00 Kg Minimo	1,385.37 KG
FLUJO	2.0 a 3.5 mm	3.40 MM
%VACIOS	3.0 a 5.0 %	3.32 %
%V.A.M.	14.0 % Minimo	15.24 %
P.V.S.	SIN NORMA	2,273.14 KG/M³

EL CONTENIDO OPTIMO PARA LA ELABORACION DE LA MEZCLA ASFALTICA ES DEL:

% C.A. 6.00

ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

EN SA YE	PR OBE TA No.	%DEC.A. EN PESO RESPECTO AL AGREGAD O	%DEC.A. EN PESO RESPECTO A LA MEZCLA	PESOS (g)			VOLUMENES (CM3)			VOLUMENES (%)			VACIOS(%)		ESTABILIDAD (N)						ALTURA DEL ESPECI MEN (CM)	Flujo (mm)	CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES	
				ESPECIMEN CON PARAFINA ENAIRE	PESO SATURADO SUPERFICIE SECA	ESPECIMEN SUMERGIDO	AGUA DENTRO DEL ESPECIMEN	ESPECIMEN + AGUA ABSORBID A	ESPECIMEN	ESPECIMEN PESO VOLUMETRICO (kg/ m³)	CEMENTO ASFALTICO	MATERIAL PETREO	VACIOS	MATERIAL PETREO	OCUPADOS POR EL C.A.	ESTABI LIDAD (KN)	VOLUMEN ESPECIMEN PARA CORRECCION (CM³)	ESTABILIDA D (KG)	FACTOR DE CORREC CION	ESTABILIDAD CORREGIDA (KG)				v
		a	b	c	d	e	f	g	i	j	l	m	n	o	p	q	z	s	t	u	v	w		
							d-c	c-e	g-f	c/i	bj / DCA	(100-b) j / dmp	100-l-m	100-m	l / o			q*10197		s.t				
1		4.50	4.31	1144.00	150.00	636.00	6.00	508.00	502.00	2.28	9.09	86.20	4.72	13.80	65.82	1190	524.81	123.44	0.97	1177.04	6.47	2.95	DENSIDAD DEL	
2		4.50	4.31	1148.00	154.00	639.00	6.00	509.00	503.00	2.28	9.10	86.33	4.57	13.67	66.55	12.20	534.54	124.03	1.01	1256.47	6.59	2.66	MATERIAL PETREO	
3		4.50	4.31	1151.00	158.00	639.00	7.00	512.00	505.00	2.28	9.09	86.21	4.70	13.79	65.89	12.38	536.16	1262.39	0.99	1249.76	6.61	2.99	2.53	
										2,280.00	9.09	86.27	4.64	13.73	66.22				0.00	1227.76		2.87		
4		5.00	4.76	1149.00	154.00	641.00	5.00	508.00	503.00	2.28	10.07	85.99	3.94	14.01	71.88	13.30	525.89	1356.20	1.00	1356.20	6.55	2.94	P.V.S. (KG/M³)	
5		5.00	4.76	1153.00	156.00	644.00	3.00	509.00	506.00	2.28	10.05	85.78	4.18	14.22	70.64	13.25	523.19	1351.10	1.00	1351.10	6.49	3.03	1390.00	
6		5.00	4.76	1155.00	157.00	643.00	2.00	512.00	510.00	2.28	9.99	85.25	4.76	14.75	67.70	13.35	523.46	1361.30	0.99	1347.69	6.45	3.16		
										2,275.89	10.03	85.62	4.35	14.38	69.79			0.00	1351.66		3.04		ABSORCION %	
7		5.50	5.21	1158.00	162.00	645.00	4.00	513.00	509.00	2.28	10.98	85.23	3.78	14.77	74.38	13.45	521.57	1371.50	0.99	1357.78	6.46	3.22	2.33	
8		5.50	5.21	1159.00	165.00	643.00	6.00	516.00	510.00	2.27	10.97	85.14	3.89	14.86	73.83	13.59	524.54	1385.77	0.99	1371.91	6.33	3.26		
9		5.50	5.21	1161.00	167.00	645.00	6.00	516.00	510.00	2.28	10.99	85.29	3.72	14.71	74.69	13.60	520.49	1386.79	1.01	1400.66	6.43	3.28	DESGASTE %	
										2,274.69	10.98	85.21	3.81	14.79	74.26			0.00	1376.79		3.25		22.00	
10		6.00	5.66	1161.00	168.00	643.00	7.00	518.00	511.00	2.27	11.91	84.72	3.37	15.28	77.93	13.63	520.49	1389.85	1.00	1389.85	6.47	3.31		
11		6.00	5.66	1162.00	169.00	643.00	7.00	519.00	512.00	2.27	11.89	84.63	3.48	15.37	77.38	13.90	519.14	1417.38	0.99	1403.21	6.42	3.43	EQUIVALENTE DE ARENA %	
12		6.00	5.66	1164.00	171.00	646.00	7.00	518.00	511.00	2.28	11.94	84.94	3.12	15.06	79.27	13.64	517.25	1390.87	0.98	1353.05	6.44	3.45	57.00	
										2,273.14	11.91	84.76	3.32	15.24	78.19			0.00	1385.37		3.40			
13		6.50	6.10	1170.00	175.00	651.00	5.00	519.00	514.00	2.28	12.86	84.48	2.66	15.52	82.88	13.47	520.49	1373.54	0.99	1359.80	6.42	3.56		
14		6.50	6.10	1164.00	170.00	645.00	6.00	519.00	513.00	2.27	12.82	84.21	2.97	15.79	81.21	13.14	519.14	1339.89	1.01	1353.28	6.40	3.83		
15		6.50	6.10	1165.00	170.00	647.00	5.00	518.00	513.00	2.27	12.83	84.28	2.88	15.72	81.65	12.64	517.25	1288.90	0.99	1276.01	6.38	3.66		
										2,272.08	12.84	84.32	2.84	15.68	81.91					1329.70		3.68		
OBSERVACIONES: LA MEZCLA ASFALTICA CUMPLE SATISFACTORIAMENTE CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD SIGUIENTES, PARA UN CONTENIDO OPTIMO DE 6.00%																								
CONCEPTO				NORMA SCT.																				
ESTABILIDAD				800.00 Kg Minimo			Kg															DENSIDAD CEMENTO ASFALTICO		1.09
FLUJO				FLUJO			mm															DENSIDAD MATERIAL PETREO		2.51
%VACIOS				%VACIOS			%																	
%A.A.M.				%A.A.M.			%																	
P.V.M.				P.V.M.			Kg/m³																	
%VACIOS LLENADOS POR EL C.A.				65.0 a 75.0 %			%																	
TEC. RICARDO DELFIN																								
							ING. CARLOS HERNANDEZ																	
							ING. MARTIN HERRERA HERNANDEZ																	

REPORTE FOTOGRAFICO

BANCOS DE MATERIALES (BH-CA Y RS)



Fotografía 1.- Banco de materiales denominado como El Cañizo Ubicado en la carretera Teziutlan-Nautla en el km 57+000 con desviación derecha a 2000 m en camino de terracería y referenciado al eje de trazo con 20,000 m del km 40+580 propuesto para ser empleado como: base hidráulica, carpeta asfáltica y riego de sello.



Fotografía 2.- Vista poniente del banco El Cañizo.



Fotografía 3.- Vista panorámica del banco El Cañizo.



Fotografía 4.- Zona de almacén del banco El Cañizo.



Fotografía 5.- Zona de trituradoras y almacén del banco El Cañizo.



Fotografía 6.- Zona de trituradoras y almacén del banco El Cañizo.



Fotografía 7.- Equipo para mezcla asfáltica en el lugar del banco El Cañizo.



Fotografía 8.- Banco El Cañizo.

ANEXO D:

MEMORIA DE CÁLCULO DE PAVIMENTOS.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

DISEÑO DEL PAVIMENTO								
(V.R.S. ESTANDAR SATURADO)								
	CARRETERA:	AUTOPISTA CARDEL - POZA RICA						
	TRAMO:	LA MANCHA - TIHUATLAN						
	KM:	DE KM 130+120 AT=630+120 AD AL KM 639+547.267						
		AT = 139+014.29 AD						
	CAPA:	TERRENO NATURAL						
KILOMETRAJE	V.R.S. DEL LUGAR	NO. DE VALORES	SUMATORIA DE V.R.S.	V.R.S. MEDIA	SUMATORIA DE (V.R.S.) ²	DESVIACION ESTANDAR(S)	COEF. DE VAR.	V.R.S. CRITICO.
630+000	4.80	22	218.900	9.95	47917.21	7.835974413	0.787535	3
630+500	4.33							
631+000	2.93							
631+500	5.26							
631+960	4.80							
632+500	16.01							
633+000	17.10							
633+500	3.40							
634+020	2.46							
634+500	3.40							
635+000	3.86							
635+500	14.61							
636+000	21.60							
636+500	3.40							
637+000	20.70							
637+500	21.60							
638+000	25.30							
638+500	21.60							
639+000	10.40							
639+547.26	11.34							
	218.90							
NOTA:								
El vrs critico de terreno natural se determinara con valores menores o cercanos al 17%								

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

DISEÑO DE PAVIMENTO								
(V.R.S. ESTANDAR SATURADO)								
CARRETERA:		AUTOPISTA CARDEL - POZA RICA						
TRAMO:		LA MANCHA - TIHUATLAN						
KM:		DE KM 130+120 AT=630+120 AD AL KM 639+547.267						
		AT = 139+014.29 AD						
CAPA:		TERRENO NATURAL						
KILOMETRAJE	V.R.S. DEL LUGAR	NO. DE VALORES	SUMATORIA DE V.R.S.	V.R.S. MEDIA	SUMATORIA DE (V.R.S.)²	DESVIACION ESTANDAR(S)	COEF. DE VAR.	V.R.S. CRITICO.
630+000	4.80	15	108.100	7.2067	11685.61	5.010720064	0.69529	2.99766
630+500	4.33							
631+000	2.93							
631+500	5.26							
631+960	4.80							
632+500	16.01							
633+000	17.10							
633+500	3.40							
634+020	2.46							
634+500	3.40							
635+000	3.86							
635+500	14.61							
636+500	3.40							
639+000	10.40							
639+547.26	11.34							
	108.100							
NOTA:								
Para el calculo del vrs critico de terreno natural se tomo el criterio anterior, es decir el de elegir valores menores al 17% o bien los mas cercanos.								

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

DISEÑO DEL PAVIMENTO								
(V.R.S. ESTANDAR SATURADO)								
	CARRETERA:	AUTOPISTA CARDEL - POZA RICA						
	TRAMO:	LA MANCHA - TIHUATLAN						
	KM:	DE KM 130+120 AT=630+120 AD AL KM 639+547.267						
		AT = 139+014.29 AD						
	CAPA:	SUBRASANTE						
KILOMETRAJE	V.R.S. DEL LUGAR	NO. DE VALORES	SUMATORIA DE V.R.S.	V.R.S. MEDIA	SUMATORIA DE (V.R.S.)²	DESVIACION ESTANDAR(S)	COEF. DE VAR.	V.R.S. CRITICO.
Banco	25.70	6	349.300	58.217	122010.49	33.1300	0.5691	15.74405
"Los camacho"	25.00							
	24.60							
Banco	91.00							
"Los flamings"	90.00							
	93.00							
	349.300							
NOTA:								
Para el calculo del vrs critico de la subrasante tambien se tomara en cuenta los tramos de corte y de compensacion.								

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

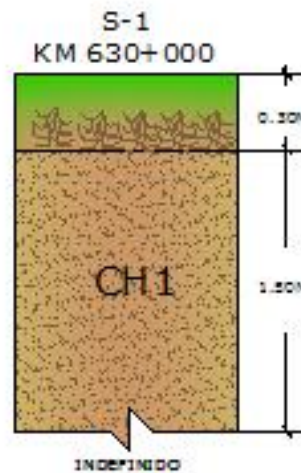
DISEÑO DEL PAVIMENTO								
(V.R.S. ESTANDAR SATURADO)								
CARRETERA:			AUTOPISTA CARDEL - POZA RICA					
TRAMO:			LA MANCHA - TIHUATLAN					
KM:			DE KM 130+120 AT=630+120 AD AL KM 639+547.267					
			AT = 139+014.29 AD					
CAPA:			SUBRASANTE					
KILOMETRAJE	V.R.S. DEL LUGAR	NO. DE VALORES	SUMATORIA DE V.R.S.	V.R.S. MEDIA	SUMATORIA DE (V.R.S.)²	DESVIACION ESTANDAR(S)	COEF. DE VAR.	V.R.S. CRITICO.
Banco	25.70	8	186.100	23.2625	34633.21	1.9287	0.0829	21.6424007
"Los camacho"	25.00							
	24.60							
636+000	21.60							
637+000	20.70							
637+500	21.60							
638+000	25.30							
638+500	21.60							
	186.100							
NOTA:								
El vrs critico de la subrasante se determino con los bancos de materiales y con los valores del terreno de corte,por ser suceptibles a ser empleados como subrasante.								

DISEÑO DEL PAVIMENTO								
(V.R.S. ESTANDAR SATURADO)								
CARRETERA:			AUTOPISTA CARDEL - POZA RICA					
TRAMO:			LA MANCHA - TIHUATLAN					
KM:			DE KM 130+120 AT=630+120 AD AL KM 639+547.267					
			AT = 139+014.29 AD					
CAPA:			BASE HIDRAULICA					
KILOMETRAJE	V.R.S. DEL LUGAR	NO. DE VALORES	SUMATORIA DE V.R.S.	V.R.S. MEDIA	SUMATORIA DE (V.R.S.)²	DESVIACION ESTANDAR(S)	COEF. DE VAR.	V.R.S. CRITICO.
Banco	100	1	100	100	10000	0.0000	0.0000	100
"El cañizo"								
	100							

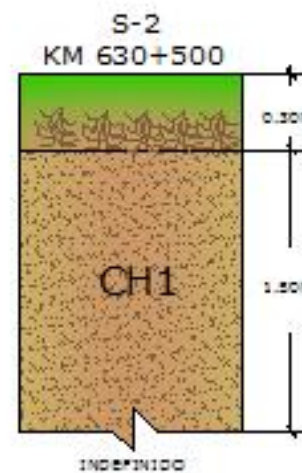
ANEXO E:

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

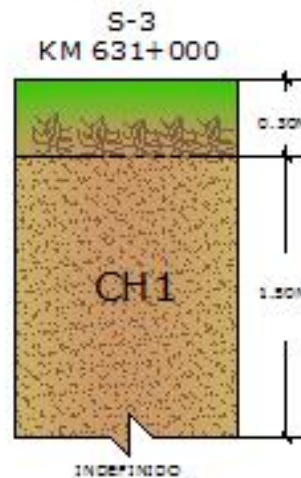
ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN



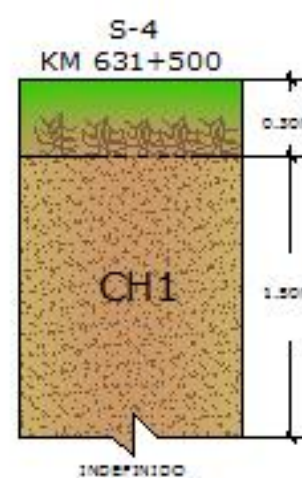
ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA FIRME DE COLOR CAFE (zona de inundacion)
*Se recomienda colocar un pedraplen.



ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA FIRME DE COLOR CAFE (zona de inundacion)
*Se recomienda colocar un pedraplen.

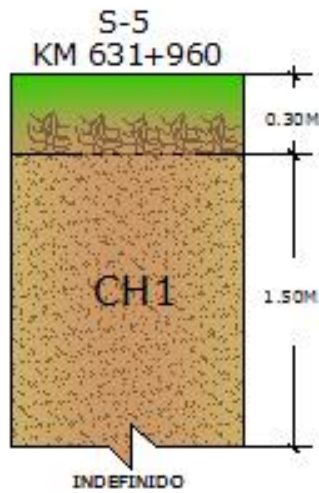


ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA FIRME DE COLOR CAFE (zona de inundacion)
*Se recomienda colocar un pedraplen.

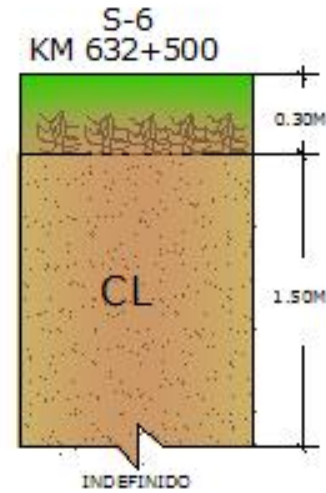


ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA FIRME DE COLOR CAFE (zona de inundacion)
*Se recomienda colocar un pedraplen.

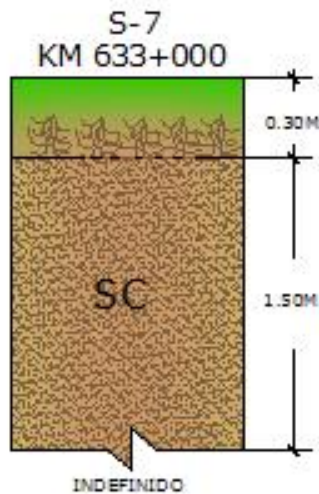
ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN



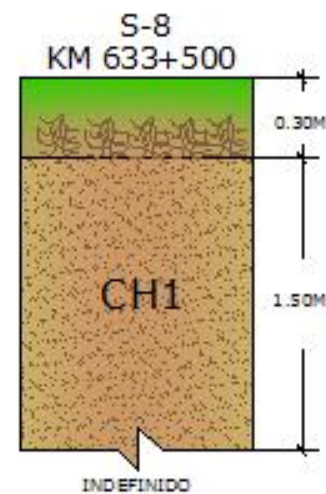
ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA FIRME DE COLOR CAFE. (zona de inundacion)
*Se recomienda colocar un pedraplen.



ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA MEDIA DE COLOR CAFE. (zona de inundacion)
*Se recomienda colocar un pedraplen.

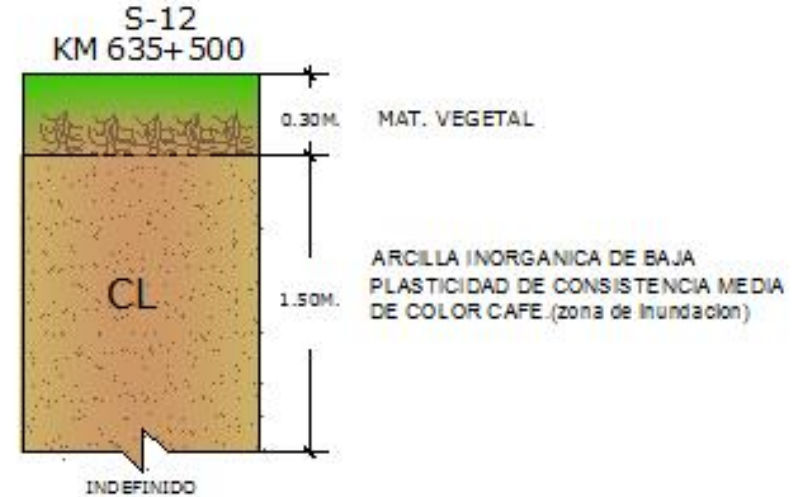
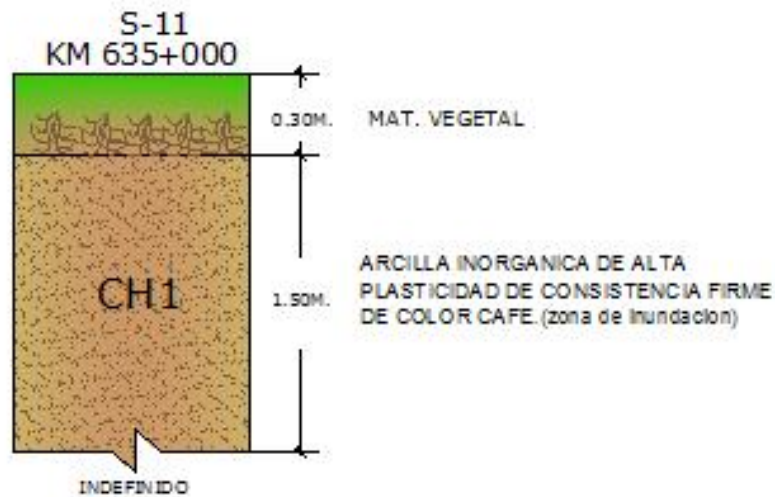
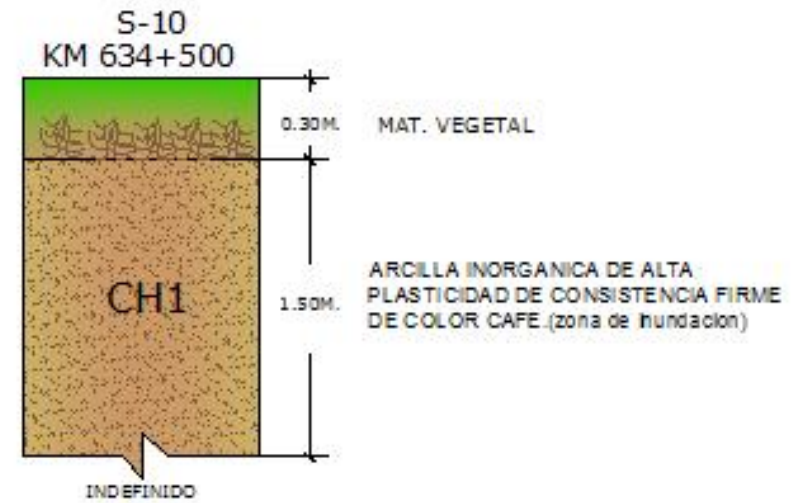
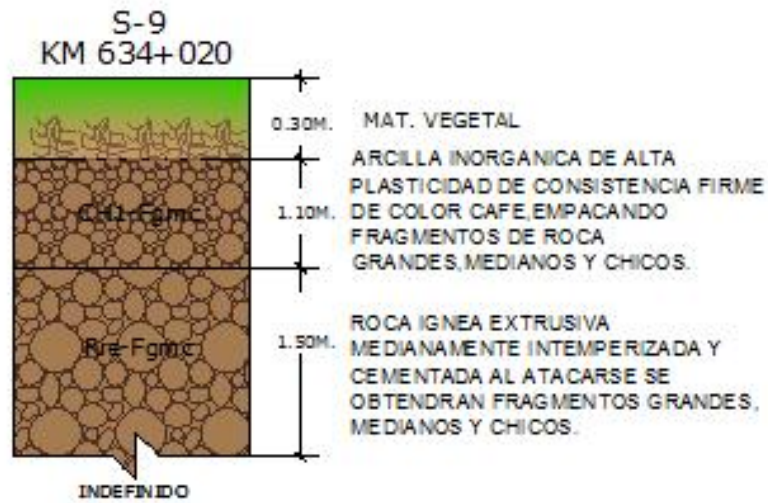


ARENA ARCILLOSA POCO HUMEDA MEDIANAMENTE COMPACTA DE COLOR CAFE. (zona de inundacion)
*Se recomienda colocar un pedraplen.

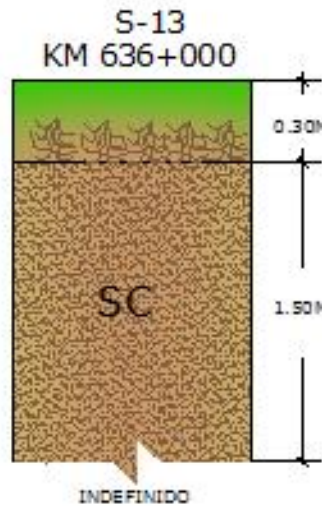


ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA FIRME DE COLOR CAFE. (zona de inundacion)
*Se recomienda colocar un pedraplen.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

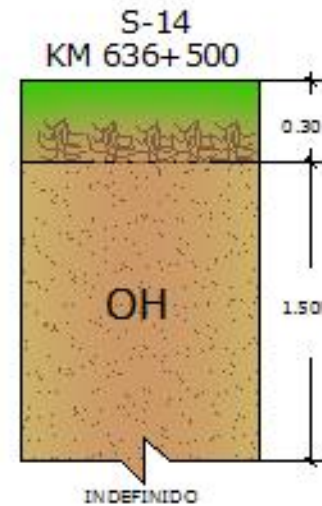


ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN



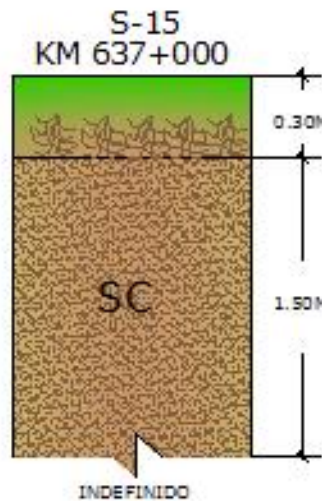
MAT. VEGETAL

ARENA ARCILLOSA POCO HUMEDA
MEDIANAMENTE COMPACTA DE
COLOR CAFE. (zona de inundacion)



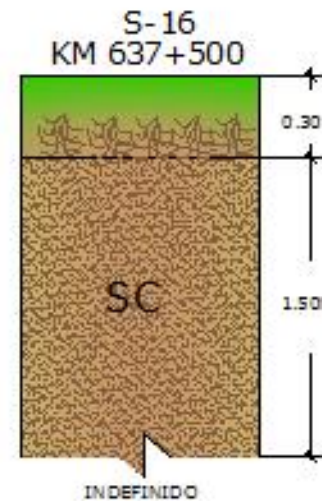
MAT. VEGETAL

ARCILLA INORGANICA DE ALTA
PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA FIRME
DE COLOR CAFE. (zona de inundacion)



MAT. VEGETAL

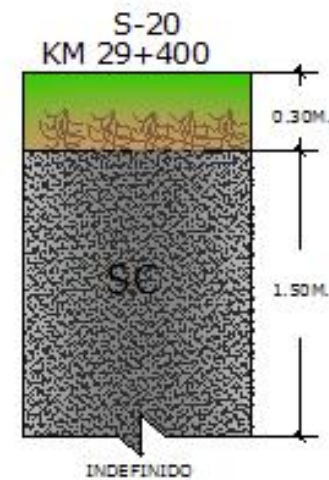
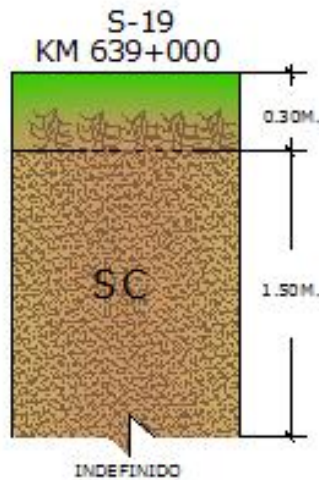
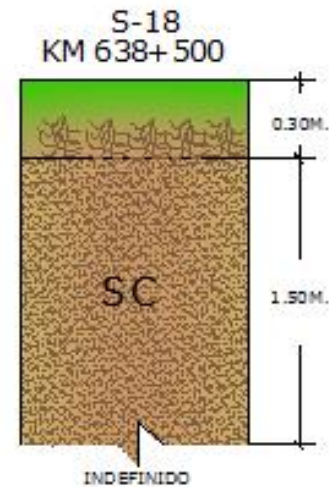
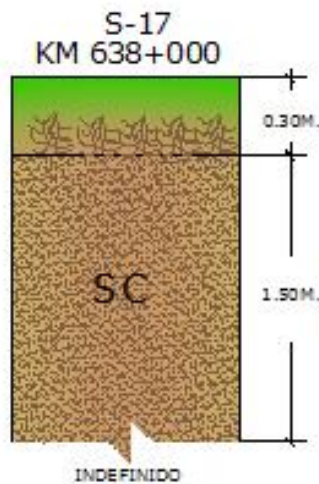
ARENA ARCILLOSA POCO HUMEDA
MEDIANAMENTE COMPACTA DE
COLOR CAFE. (zona de inundacion)



MAT. VEGETAL

ARENA ARCILLOSA POCO HUMEDA
MEDIANAMENTE COMPACTA DE
COLOR CAFE. (zona de inundacion)

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN



ANEXO F

REPORTE FOTOGRAFICO

**CARRETERA: CARDER POZA RICA DEL TRAMO DE LA MANCHA-
TIUATLAN**



Fotografía No. 1.- Vista hacia atrás del km 630+000.



Fotografía No. 2.- Vista hacia adelante del km 630+000.



Fotografía No. 3.- P.C.A. No.1 ubicado en el km 630+000 de 1.50 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de alta plasticidad, de consistencia firme. De color café. **CH1 (Zona de inundación),*Se recomienda colocar un pedraplen.**



Fotografía No. 4.- Vista hacia atrás del km 630+500.



Fotografía No. 5.- Vista hacia adelante del km 630+500.



Fotografía No. 6.- P.C.A. No. 2 ubicado en el km 630+500 de 1.50 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de alta plasticidad, de consistencia firme. De color café. **CH1 (Zona de inundación), Se recomienda colocar un pedraplen.**



Fotografía No. 7.- Vista hacia atrás del km 631+000.



Fotografía No. 8.- Vista hacia adelante del km 631+000.



Fotografía No. 9.- P.C.A. No.3 ubicado en el km 631+000 de 1.50 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de alta plasticidad, de consistencia firme. De color café. **CH1 (Zona de inundación), Se recomienda colocar un pedraplen.**



Fotografía No. 10.- Vista hacia atrás del km 631+500.



Fotografía No. 11.- Vista hacia adelante del km 631+500.



Fotografía No. 12.- P.C.A. No.4 ubicado en el km 631+500 de 1.50 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de alta plasticidad, de consistencia firme. De color café. **CH1 (Zona de inundación), Se recomienda colocar un pedraplen.**



Fotografía No. 13.- Vista hacia atrás del km 631+960.



Fotografía No. 14.- Vista hacia adelante del km 631+960.



Fotografía No. 15.- PCA no.5 ubicado en el km 631+960 de 1.20 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de alta plasticidad, de consistencia firme. De color café. **CH1 (Zona de inundación), Se recomienda colocar un pedraplen.**



Fotografía No.16.- Vista hacia atrás del km 632+500.



Fotografía No.17.- Vistahacia adelante del km 632+500.



Fotografía No.18.- PCA no.6 ubicado en el km 632+500 de 1.20 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de baja plasticidad, de consistencia media. De color café. **CL (Zona de inundación), Se recomienda colocar un pedraplen.**



Fotografía No. 19.- Vistahacia atrás del km 633+000.



Fotografía No. 20.- Vistahacia adelante del km 633+000.



Fotografía No. 21.- PCA no.7 ubicado en el km 633+000 de 1.60 m de profundidad. En donde se encontró arena arcillosa poco húmeda, medianamente compacta. De color café. **SC (Zona de inundación), Se recomienda colocar un pedraplen.**



Fotografía No. 22.- Vistahacia atrás del km 633+500.



Fotografía No. 23.- Vistahacia adelante del km 633+500.



Fotografía No. 24.- PCA no.8 ubicado en el km 633+500 de 1.60 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de alta plasticidad, de consistencia firme. De color café. **CH1 (Zona de inundación), Se recomienda colocar un pedraplen.**



Fotografía No. 25.- Vistahacia atrás del km 634+020.



Fotografía No. 26.- Vistahacia adelante del km 634+020.



Fotografía No. 27.- PCA no.9 ubicado en el km 634+020 de 1.50 m de profundidad. En donde se encontró en el primer estrato arcilla inorgánica de alta plasticidad, de consistencia Firme de color café, empacando fragmentos de roca grandes, medianos y chicos **CH1_Fgmc**. En el segundo estrato se encontró roca ígnea extrusiva medianamente intemperizada y cementada al atacarse se obtendrán fragmentos grandes, medianos y chicos. **Rie-Fgmc**



Fotografía No. 28.- Vistahacia atrás del km 634+500.



Fotografía No. 29.- Vistahacia adelante del km 634+500.



Fotografía No. 30.- PCA no.10 ubicado en el km 634+500 de 1.20 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de alta plasticidad, de consistencia firme. De color café. **CH1**



Fotografía No. 31- Vistahacia atrás del km 635+000.



Fotografía No. 32.- Vistahacia adelante del km 635+000.



Fotografía No. 33.- PCA no.11 ubicado en el km 635+000 de 1.20 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de alta plasticidad, de consistencia firme. De color café. **CH1**



Fotografía No. 34.- Vistahacia atrás del km 635+500.



Fotografía No. 35.- Vistahacia adelante del km 635+500.



Fotografía No. 36.- PCA no.12 ubicado en el km 635+500 de 1.50 m de profundidad. En donde se encontró arcilla inorgánica de baja plasticidad, de consistencia media. De color café. **CL**



Fotografía No. 37.- Vistahacia atrás del km 636+000.



Fotografía No. 38.- Vistahacia adelante del km 636+000.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN



Fotografía No. 39.- PCA no.13 ubicado en el km 636+000 de 1.50m de profundidad. En donde se encontró arena arcillosa poco húmeda, medianamente compacta. De color café. **SC**



Fotografía No. 40.- Vistahacia atrás del km 636+500.



Fotografía No. 41.- Vistahacia adelante del km 636+500.



Fotografía No. 42.- PCA no.14 ubicado en el km 636+500de 1.50 m de profundidad. En donde se encontró limo orgánico de alta plasticidad, de consistencia media. De color café. **OH**



Fotografía No. 43.- Vistahacia atrás del km 637+000.



Fotografía No. 44.- Vistahacia adelante del km 637+000.

A photograph showing a dense, overgrown landscape. The foreground is filled with tall, green grass and thick, tangled brush and shrubs. A narrow path or clearing is visible in the distance, leading towards a line of trees under a bright sky. The vegetation appears to be a mix of native plants and possibly some invasive species, given the context of the document.

Página | 194



Fotografía No. 47.- Vistahacia adelante del km 637+500.



Fotografía No. 48.- PCA no.16 ubicado en el km 637+500 de 1.60 m de profundidad. En donde se encontró arena arcillosa poco húmeda, medianamente compacta. De color café. **SC**



Fotografía No. 49.- Vistahacia atrás del km 638+000.



Fotografía No. 50.- Vistahacia adelante del km 638+000.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN



Fotografía No. 51.- PCA no.17 ubicado en el km 638+000 de 1.60 m de profundidad. En donde se encontró arena arcillosa poco húmeda, medianamente compacta. De color café. **SC**



Fotografía No. 52.- Vistahacia atrás del km 638+500.



Fotografía No. 53.- Vistahacia adelante del km 638+500.



Fotografía No. 54.- PCA no.18 ubicado en el km 638+500 de 1.40 m de profundidad. En donde se encontró arena arcillosa poco húmeda, medianamente compacta. De color café. **SC**



Fotografía No. 55.- Vistahacia atrás del km 639+000.



Fotografía No. 56.- Vistahacia adelante del km 639+000.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN



Fotografía No. 57.- PCA no.19 ubicado en el km 639+000 de 1.60 m de profundidad. En donde se encontró arena arcillosa poco húmeda, medianamente compacta. De color café. **SC**



Fotografía No. 58.- Vistahacia atrás del km 639+547.267.



Fotografía No. 59.- Vistahacia adelante del km 639+547.267.



Fotografía No. 60.- PCA no.20 ubicado en el km 639+547.267 de 1.60 m de profundidad. En donde se encontró arena arcillosa poco húmeda, medianamente compacta. De color café. **SC**.

OBSERVACIONES GENERALES PARA TODO EL TRAMO

- 1.- Los trabajos se iniciaran con el desmonte, desenraicé y limpieza en general del área en donde quedara alojado la ampliación del cuerpo del camino, de acuerdo a lo indicado en este proyecto.
- 2.- El despalme se hará hasta la profundidad indicada en las tablas de datos y de la manera conveniente para eliminar el material correspondiente al primer estrato.
- 3.- Los terraplenes desplantados en un terreno con pendiente natural igual o mayor al 25%, se anclaran al terreno natural mediante escalones de liga a partir de los cerros del mismo, cada escalón tendrá un ancho mínimo de huella de 2.50 m en material tipo "A" o "B" y en material "C" el escalón tendrá un metro de huella; en ambos casos la separación de dichos escalones será de 2.00 m. medidos horizontalmente, a partir de los cerros mismos.
- 4.- En los taludes de los cortes, no se dejaran fragmentos rocosos o porciones considerables de material susceptibles de desplazarse hacia el camino.
- 5.- Con el material producto del despalme, se deberán arropar los taludes de los terraplenes.
- 6.- La construcción de obras de drenaje se harán antes de iniciar la construcción de terracerías, concluidas tales obras, deberán arroparse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante la construcción.
- 7.- Se deberá propiciar la forestación de los taludes de los cortes y terraplenes con vegetación para evitar la erosión de los mismos.
- 8.- En todo el tramo y donde indique el proyecto las cunetas deberán impermeabilizarse con concreto hidráulico $f'c = 150 \text{ Kg./cm}^2$, con un espesor de 8 cm aproximadamente.

9.- Debe evitarse que la boquilla de aguas debajo de las alcantarillas descargue sus aguas sobre el talud del terraplén construido, en estos casos la obra de drenaje se prolongara con lavaderos, hasta los ceros del terraplén.

10.- Cualquier ampliación de corte por requerimiento de material únicamente, debe hacerse a partir del talud de la cuneta, o bien formando una banqueteta, la cual quedara debidamente drenada y de preferencia aguas abajo.

11.- Los taludes del proyecto que deberán considerarse para terraplenes son los siguientes:

Alturas	Inclinación
Entre 0.00 y 1.00 m	5:1
Entre 1.00 y 2.00 m	3:1
Mayores de 2.00 m	1:7:1

12.- El material que forme la capa subrasante, no deberá contener partículas mayores de 75 mm (3"), cuando estas existan deberán eliminarse mediante papeo.

13.- Al material grueso no compactable, se le dará un tratamiento de bandeo para aumentar su acomodo; este material solo servirá para formar el cuerpo del terraplén, construyéndose por capas sensiblemente horizontales con espesor aproximadamente igual a la de los fragmentos y se dará como mínimo tres pasadas a cada punto de su superficie con tractor D-8 o similar.

Observaciones para el cálculo de la curva masa.

A.- En todos los casos el cuerpo de terraplén, se compactara al 90% o se bandeara según sea el caso; las capas de transición y subrasante se compactaran al 95% y 100% respectivamente; los grados de compactación indicados son con respecto a la prueba proctor o porter dependiendo de la granulometría del material, por lo que quedara a juicio del laboratorio de control aplicar la prueba que corresponda.

B.- En todos los casos, cuando no se indique otra cosa, el terreno natural, después de haberse efectuado el despalme correspondiente, el piso descubierto deberá compactarse al 90% de su PVSM en una profundidad mínima de 0.20 m.; o bandearse según sea el caso.

C.- Material que por sus características, no debe utilizarse ni en construcción del cuerpo del terraplén.

D.- Material que por sus características, solo puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, mismo que deberá compactarse al 90% de su PVSM o bandearse según sea el caso.

E.- Material que por sus características puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén y capa de transición.

F.- Material que por sus características puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, capa de transición y capa subrasante.

G.- En terraplenes formados sobre este material, se deberá construir capa de transición de 0.20m de espesor, cuando la altura de estos sea menor de 0.80m y cuando sea mayor, dicha capa será de 0.50m.; y en ambos casos se proyectara capa subrasante de 0.30m de espesor.

H.- En terraplenes y cortes contruidos en este material, se deberá proyectar capa de transición de 0.50 m de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m compactadas

al 95% y 100% respectivamente, las cuales se construirán con material de préstamo del banco mas cercano.

I.- En cortes formados en este material, la cama de corte, se deberá compactar al 95% de su PVSM, en una profundidad de 0.20 m y se deberá proyectar capa subrasante de 0.30 m de espesor, compactándola al 100% con material procedente del banco más cercano.

J.- En este tramo se deberá proyectar en cortes y terraplenes bajos, capa de transición de 0.50 m de espesor, como mínimo y capa subrasante de 0.30m; en caso de ser necesario se deberán abrir cajas de profundidad suficiente para alojar las Capas citadas; estas capas se proyectaran con préstamo del banco más cercano y se construirán una vez habiendo compactado el terreno natural al 90% en una capa de 0.20 m de espesor.

K.- En cortes formados con este material, se deberá escarificar los 0.15 m superiores y acamellonar; la superficie descubierta, se deberá compactar al 100% de su PVSM respectivo en un espesor mínimo de 0.15 m. con lo que quedara formada la 1ra. Capa subrasante, misma que deberá compactarse también al 100% de su PVSM.

L.- En cortes formados en este material, se proyectara capa de transición de 0.50 m de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m compactadas al 95% y 100% respectivamente, las cuales se construirán con material de préstamo del banco mas cercano.

M.- En cortes formados en este material, se escarificaran los primeros 0.30 m a partir del nivel superior de subrasante, se acamellonara el material producto del escarificado y se compactara la superficie descubierta al 95% hasta una profundidad de 0.20 m posteriormente, con el material acamellonado se formara la capa subrasante de 0.30m de espesor.

N.- En terraplenes contruidos en este material, se deberá proyectar capa de transición de 0.50 m de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30m compactadas al 95% y 100% respectivamente, las cuales se construirán con material de préstamo del banco más cercano.

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION.

1.- Los trabajos se iniciaran con el desmonte, desenraicé, despálme y limpieza del área en donde quedara alojado el cuerpo del camino, de acuerdo a lo indicado en el proyecto.

2.- La construcción de obras de drenaje se hará antes de iniciar la construcción de terracerías, de tal manera que el avance de las primeras con respecto a las segundas sea cuando menos 500 m adelante; concluidas tales obras, deberán arrojarse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante la construcción de las terracerías y pavimentos.

3.- El despálme se hará únicamente hasta los ceros de las terracerías y a la profundidad indicada en las tablas de datos de la curva masa y de la manera conveniente para eliminar el material correspondiente al primer estrato.

4.- Una vez efectuado el despálme, de ser necesario el terreno natural se compactara al 90% de su P.V.S.M., según la prueba AASHTO estándar, en una profundidad mínima de 0.20 m.

5.- Los terraplenes se deben de formar con materiales de los indicados en la tabla con datos para curva masa con observación D y/o E, bandeándolos en capas de espesor igual al tamaño de los fragmentos o compactándolos al 90% del P.V.S.M. obtenido en la prueba AASHTO estándar.

6.- El talud de proyecto que deberá considerarse para terraplenes será de 1:7:1 y se recomienda arropar los taludes con material producto del despálme, con el fin de lograr los taludes siguientes:

Alturas	Inclinación
Entre 0.00 y 1.00 m	5:1
Entre 1.00 y 2.00 m	3:1
Mayores de 2.00 m	1:7:1

7.- Los cortes efectuados sobre materiales con observación C, se llevaran a una profundidad tal que permita la colocación de una capa de transición de 0.50m y una subrasante de 0.30m. de espesor.

8.- Los cortes efectuados sobre materiales con observación G, se llevaran a una profundidad tal que permita la colocación de una capa de transición de 0.20m y una capa subrasante de 0.30m de espesor como mínimo.

9.- Cualquier ampliación de un corte por requerimiento de material, debe hacerse a partir del talud externo de la cuneta, o bien formando una banqueteta, al cual quedara debidamente drenada.

10.- Para el caso de terraplenes se construirá el cuerpo de terraplén con altura variable dependiendo de la rasante del proyecto y se compactara al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.

11.- Sobre el cuerpo del terraplén, ,debidamente terminado se construirá con material de banco, una capa subyacente de 50 cms. empleando material de los bancos indicados en el Anexo, compactada al 95 % de PVSM, obtenido mediante la prueba AASHTO modificada.

12.- Sobre la capa de transición debidamente terminada se construirá una capa subrasante de 30 cms de espesor, empleando material de los bancos indicado en el estudio geotécnico y compactada al 100% de su PVSM obtenido mediante la prueba AASHTO modificada.

13.- Sobre la capa subrasante debidamente terminada se construirá una capa de Base hidráulica de 0.19 m de espesor, utilizando el material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto. El material que conforme ésta capa se deberá compactar al 100 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05, del libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas; Pavimentos (I).

Los materiales utilizados deberán ser del tipo indicado en la cláusula 073-D del libro 3, Parte 01, Título 03; además éstos tendrán que cumplir con las Normas de Calidad especificadas en el inciso 009-C.06 del libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir todos los lineamientos

14.- Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la sección así como en dichos taludes que formen el pavimento, un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.01 lts/m².

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03, y para su aplicación con la cláusula 080-F del libro 3, Parte 01, Titulo 03.

15.- Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica, a razón de 0.6 lts/m².

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-0.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Titulo 03.

16.- Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, después de aplicar un riego de liga, se colocará una capa de Base asfáltica de 0.10 m de espesor, dicha capa se elaborará en planta y en caliente con materiales procedentes de los bancos indicados para este fin en la tabla de bancos de este proyecto y cemento asfáltico AC-20 con una proporción de 130 kg/m³ de material pétreo seco y suelto de tamaño máximo de 38.1 mm (1 ½").

El tendido se realizará con máquina terminadora en una sola capa, dicha capa se compactará al 95 % de su Peso Volumétrico determinado con la Prueba Marshall.

El equipo de trituración y cribado deberá contar con lo menos con un dispositivo para el despolvo, procurando que el material fino pase por la malla 200, resulte menor del 5 %; adicionalmente cuando se trate de materiales triturados parcialmente se deberá garantizar que dichos materiales tengan por lo menos del orden del 30 % de trituración, por lo que es recomendable en su caso contar con un primario, un secundario y dos tolvas dosificadoras, de manera que se proporcione una buena granulometría.

17.- Sobre la superficie de la capa de base asfáltica debidamente terminada, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica, a razón de 0.6 lts/m².

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-0.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 080-F del libro 3, Parte 01, Título 03.

18.- Se deberá indicar el tipo de emulsión asfáltica a emplear para efectos de control de calidad y recepción de la obra, se requiere además, obtener la dosificación adecuada en cada caso conforme a las pruebas de laboratorio necesarias según el trabajo a realizar.

19.- Sobre la capa de base hidráulica debidamente terminada y después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 0.06 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin el cuadro de bancos de éste proyecto y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximada de 125 Kg/m³ de material pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95 % de su peso volumétrico determinado en la Prueba Marshall.

Los materiales pétreos y el cemento asfáltico que conformen la carpeta deberán cumplir con las Normas especificadas en los incisos 010-C.01 y 011-B.04.b respectivamente del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La mezcla se proyectará por el procedimiento Marshall para que cumpla con los requisitos de diseño que se indican en la columna de intensidad de tránsito de más de 2000 vehículos pesados diarios del cuadro del inciso 011-D.03 del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La construcción de la carpeta se deberá apegar a los lineamientos indicados en la cláusula 081-F del libro 3, Parte 01, Título 03.

Dado que se utilizará cemento asfáltico AC-20, la mezcla deberá realizarse a una temperatura de entre 140° C y 165° C. La mezcla al momento de colocarla en la pavimentadora, deberá tener una temperatura no menor a 135 ° C. La temperatura se medirá en el camión antes de descargar en la pavimentadora. La compactación se efectuará inmediatamente después de tendida la mezcla y antes de que su temperatura baje a menos de 130° C.

20.- En todo el ancho de corona se aplicará un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-E procedente del banco indicado para este fin en la tabla de este proyecto, a razón de 13 lts/m² y producto asfáltico a base de emulsión catiónica a razón de 1.2 lts/m² aproximadamente, el producto asfáltico deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 082-D del Libro 3, Parte 01, Título 03.

El producto asfáltico y el material pétreo deberán cumplir con las Normas de Calidad estipuladas en los incisos 011-8.04.f y 010-C.02 respectivamente, del libro 4, Parte 01, Título 03. Su ejecución se efectuará de acuerdo a los lineamientos de la cláusula 082-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

21.- Con el objeto de mejorar la adherencia de los materiales pétreos con los productos asfálticos, se deberá prever el empleo de aditivos, cuyo tipo y dosificación serán proporcionados por el Laboratorio de Control de la Secretaría, después que el agregado pétreo haya sido debidamente tratado.

Los tipos de aditivos que se utilizarán en el cemento asfáltico AC-20 deberán incorporarse en una proporción aproximada del 1 % en peso, que se ajustará de acuerdo con las pruebas realizadas por el Laboratorio de Control de la Secretaría.

22.- En todo el tramo las cunetas deberán recubrirse para impermeabilizarse con concreto hidráulico $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, con un espesor mínimo de 8 cm.

23.- Debe evitarse que la boquilla de aguas debajo de las alcantarillas descarguen sus aguas sobre el talud del terraplén construido; en estos casos la obra de drenaje se prolongara con lavadero hasta los ceros del terraplén.

24.- El tipo de emulsión y las dotaciones que se recomiendan deberán ajustarse como lo indique un estudio específico de laboratorio, ya que el uso adecuado de estos productos son función del tipo de agregado de la región y del clima que se predomine durante la aplicación de emulsificante.

25.- se debe propiciar la forestación de los taludes de los cortes y terraplenes para evitar la erosión de los mismos.

26.- Los materiales que se utilicen para las diferentes capas de la estructura del camino, deberán cumplir con los requisitos de calidad que se muestran en tabla anexa.

MATERIAL PARA	% FINOS (MAXIMO)	LL (%)	IP (%)	VRS (%)	E.A. (%)	DESGASTE DE LOS ANGELES	GRANULOMETRIA
CUERPO DE TERRAPLEN	30	40 MAX	12 MAX	15 MIN	-----	-----	-----
SUBRASANTE	25	30 MAX	10 MAX	20 MIN	30 MIN	-----	-----
SUBBASE	15	25 MAX	6 MAX	60 MIN	40 MIN	39 MAX	ENTRE ZONAS 1 Y 2 GRAFICA ANEXA
BASE HIDRAULICA	10	25 MAX	6 MAX	100 MIN	50 MIN	40 MAX	ENTRE ZONAS 1 Y 2 GRAFICA ANEXA
CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO	4	-----	-----	-----	60 MIN	30 MAX	ENTRE CURVAS 1 Y 2 GRAFICA ANEXA
PARTICULAS ALARGADAS Y/O LAJEDAS = 25% MAXIMO							

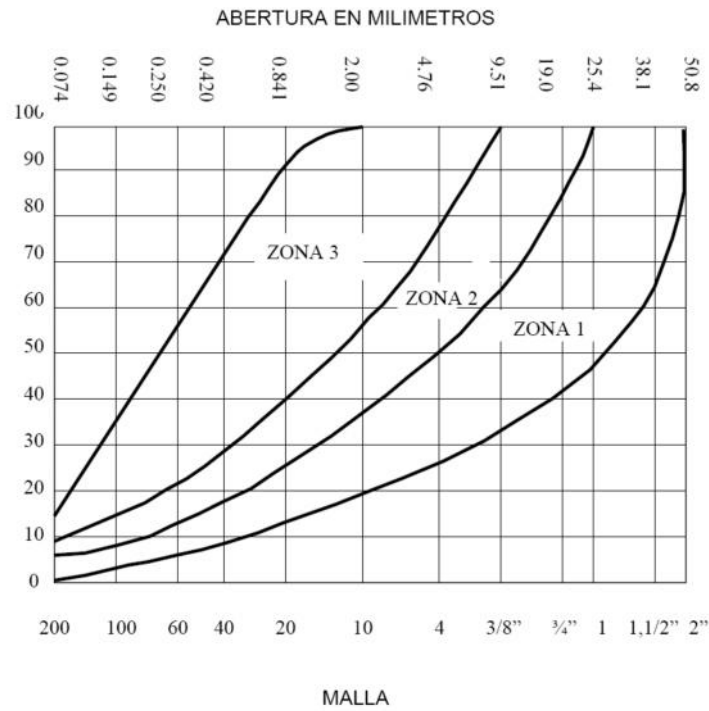


Figura 1.1.-Zonas de especificaciones granulométricas para Subbases y Bases.

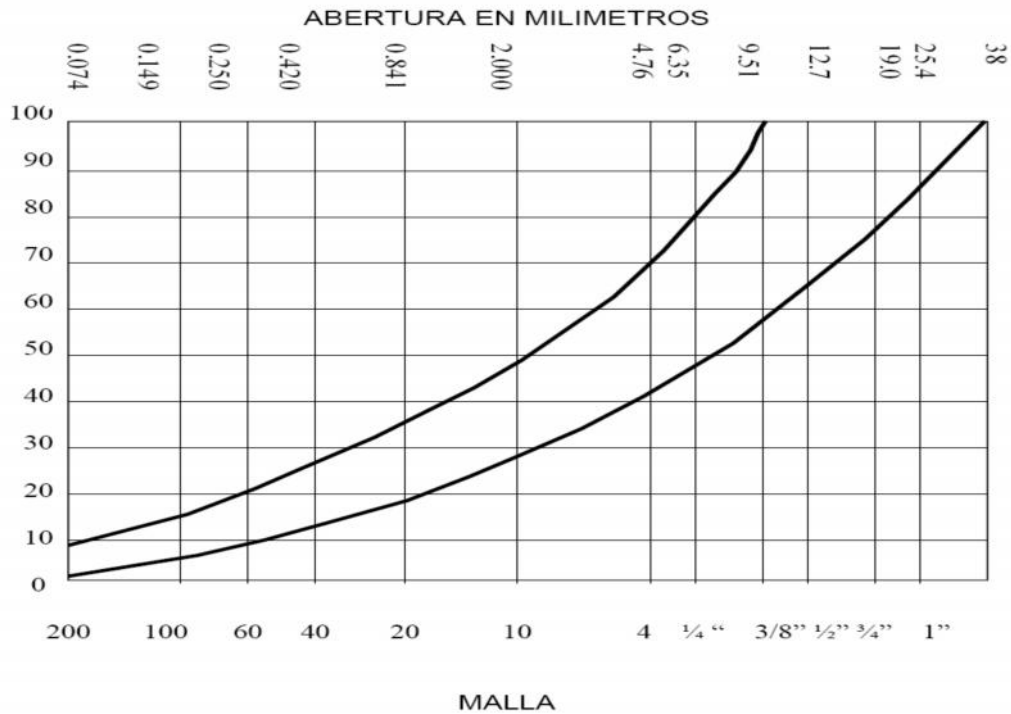
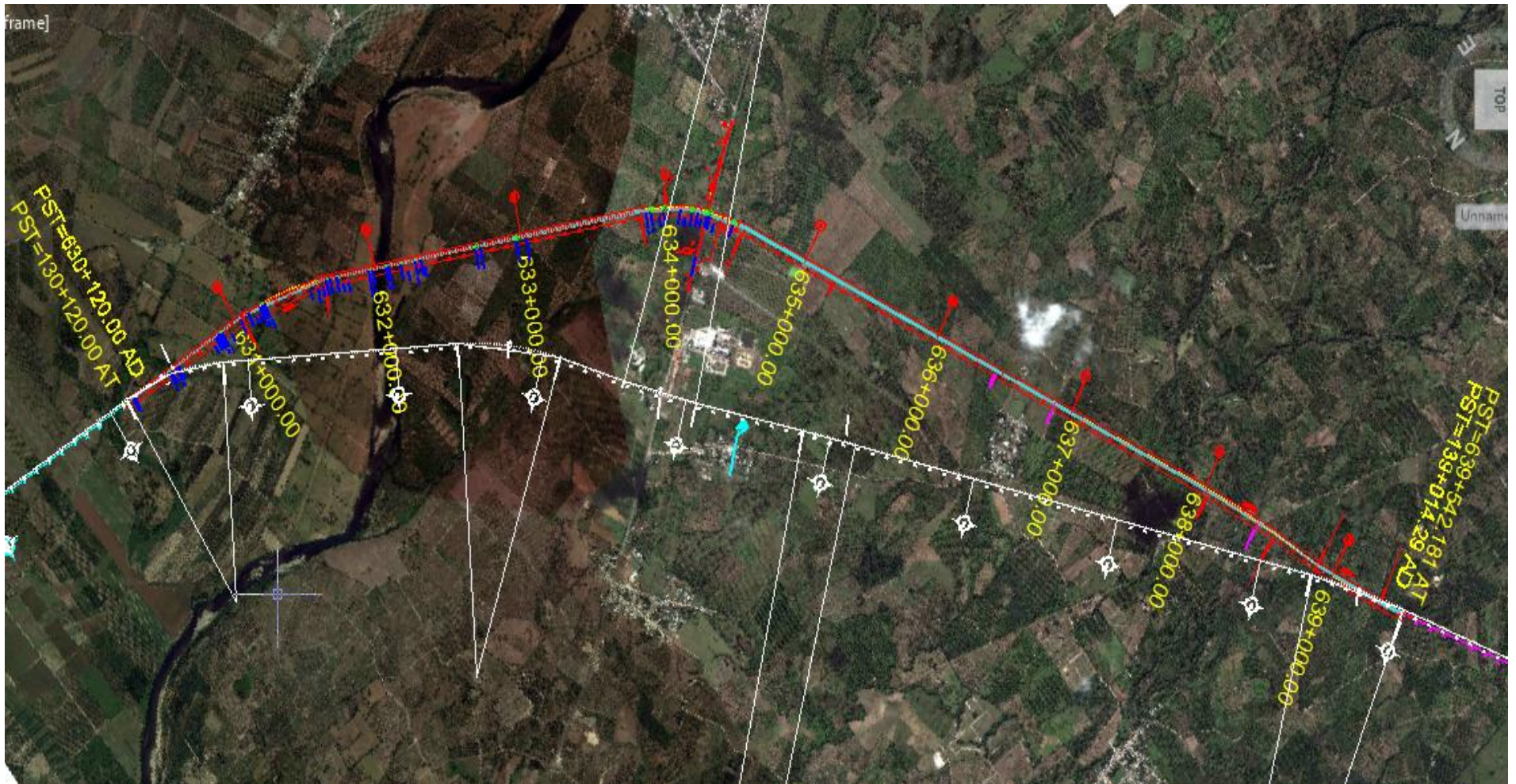


Figura 1.2.-Zonas de especificación granulométrica para materiales pétreos que se emplean en concretos asfálticos.

FIGURAS:

1.- Croquis de localización de la planta de proyecto.

ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL TRAMO DE LA MACHA - TIUATLAN

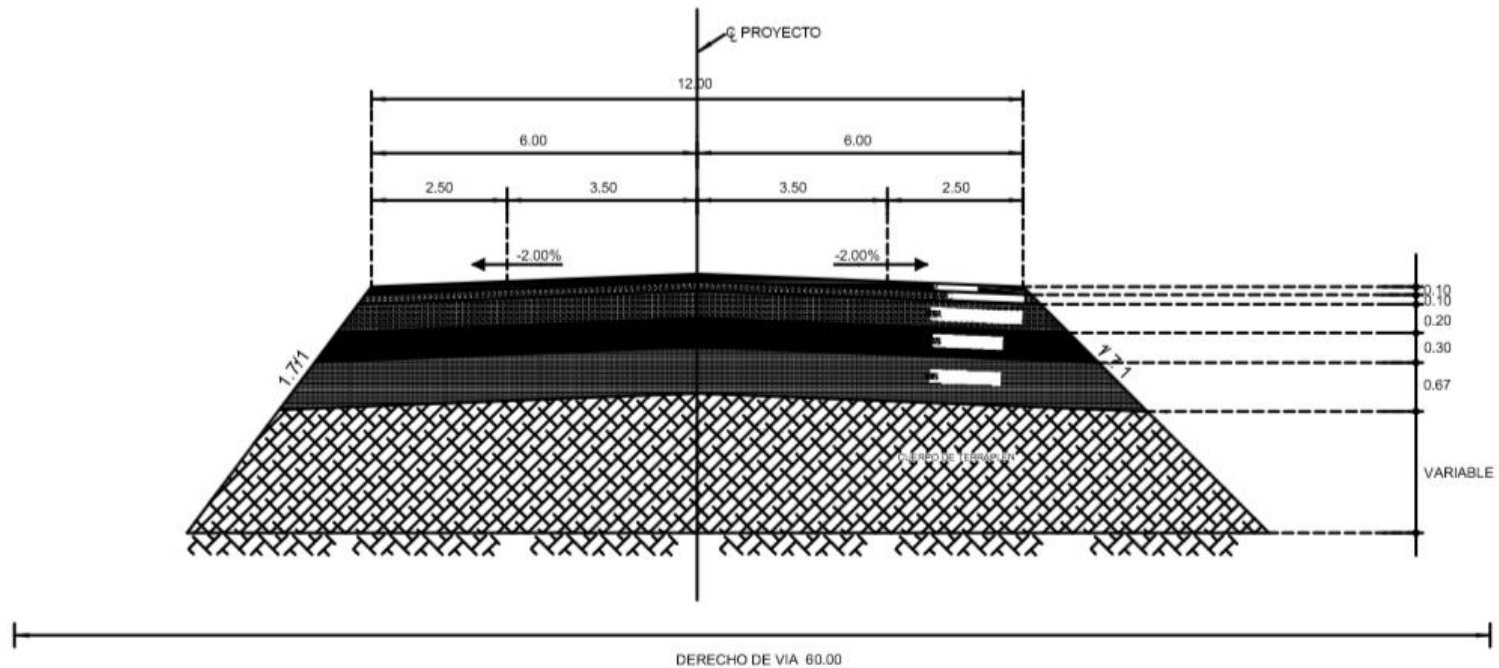


2.- Sección estructural del pavimento propuesta

ESTUDIO GEOTECNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL METODO DE LA
UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DEL
TRAMO DE LA MACHA - TIHUATLAN

CARRETERA: AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA.
TRAMO: LA MANCHA-TIHUATLAN.
DE KM: 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT = 139+014.29 AD
CAMINO: A2.

SECCION ESTRUCTURAL



ACOTACION EN MTS.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIHUATLAN

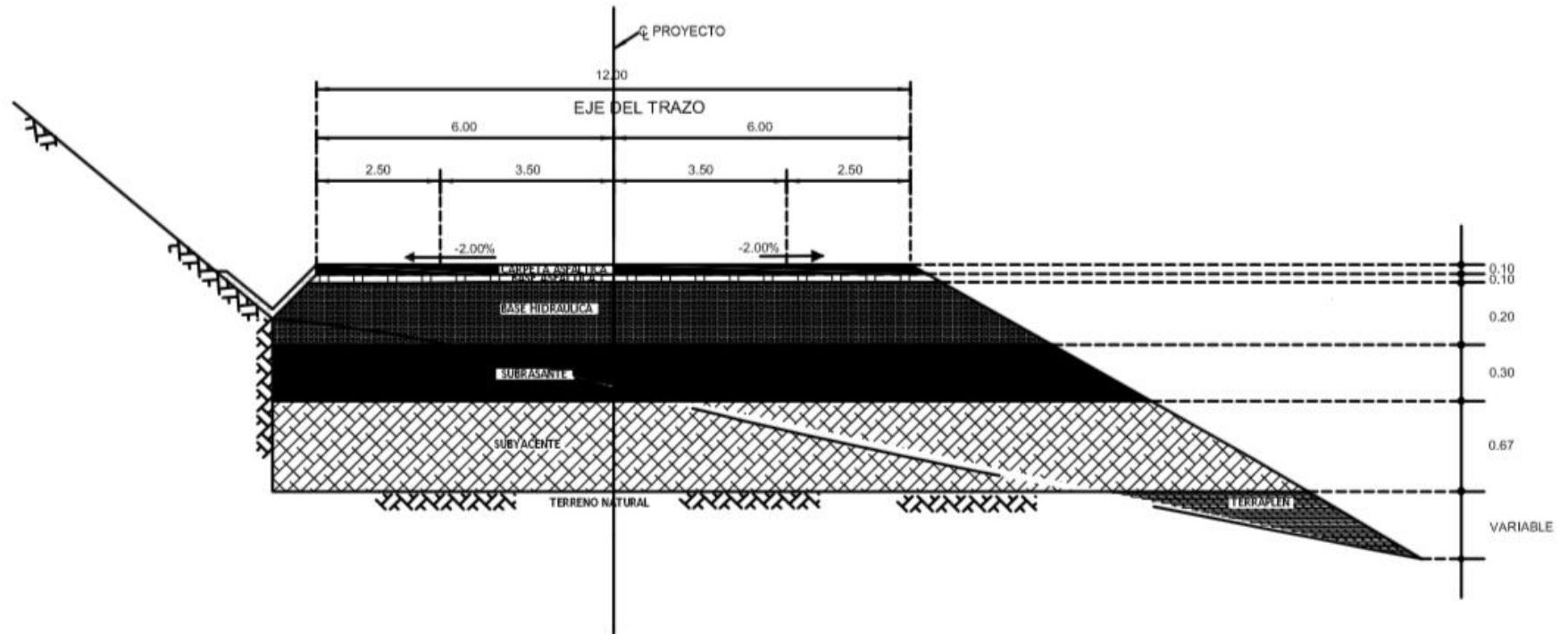
CARRETERA: AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA.

TRAMO: LA MANCHA-TIHUATLAN.

DE KM: 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT = 139+014.29 AD

CAMINO: A2.

SECCION ESTRUCTURAL TIPO EN BALCON



ACOTACION EN MTS.

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE LA UNAM (DISPAV-5). DE LA AUTOPISTA CARDEL POZA RICA DEL TRAMO DE LA MACHA - TIHUATLAN

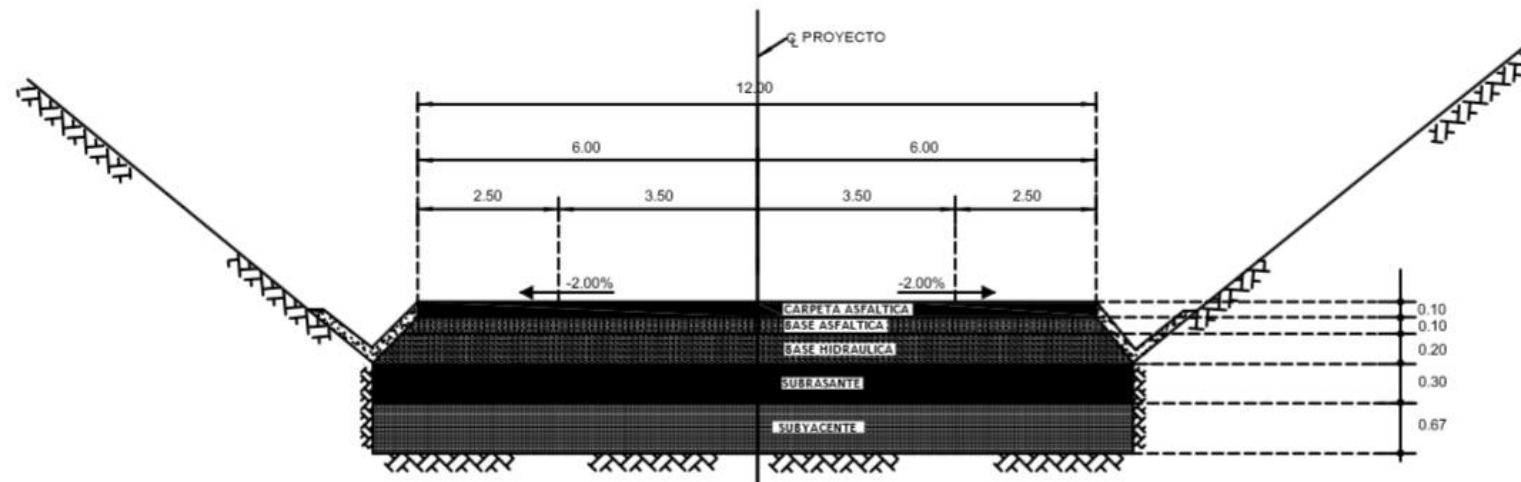
CARRETERA: AUTOPISTA CARDEL-POZA RICA.

TRAMO: LA MANCHA-TIHUATLAN.

DE KM: 130+120 AT = 630+120 AD AL KM 639+547.267 AT = 139+014.29 AD

CAMINO: A2.

SECCION ESTRUCTURAL TIPO EN CORTE



ACOTACION EN MTS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 1.- El control de calidad de una obra civil durante su etapa de construcción y de su mantenimiento va ligada de manera indirecta con el laboratorio para un correcto funcionamiento durante su ejecución y vida útil.
- 2.- El conocer las pruebas de laboratorio nos da un panorama más amplio de criterio en la toma de decisiones para la práctica profesional.
- 3.- Al utilizar el DISPAV 5, tener cuidado del valor del método resiente.
- 4.-Utilizar la metodología anterior y DISPAV 5, es decir la tradicional y de la UNAM-SCT, a efecto de tener una comparación.
- 5.- En todo el tamo se encuentra material susceptible de ser empleado como capa de subrasante y cuerpo de terraplén.
- 6.- El material producto de los cortes y que cumpla con la calidad para ser utilizado en la formación del cuerpo de terraplén, deberá compensarse de acuerdo a los requerimientos de la curva masa y podrá ser bandeado o compactado al 90%, de su PVSM según sea el caso.
- 7.- El material de la capa subrasante (Extraído de Banco) cumple ampliamente con las calidades estipuladas en el manual de calidad de los materiales en secciones estructurales de pavimentos (SCT-IMT).
- 8.- Durante el proceso constructivo del camino se deberá llevar un estricto control de calidad, tanto en los procedimientos de construcción como en los materiales, apegándose en general a lo estipulado en la normativa de la SCT.
- 9.- Una vez puesto en servicio el camino, es importante realizar el mantenimiento menor, es decir, realizar las actividades de limpieza en obras de drenaje y complementarias, al menos dos veces por año (antes y después del periodo de lluvias), así como también, la reconstrucción de las obras complementarias (Cuando se dé el caso).

BIBLIOGRAFÍA.

- La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres.

Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas.

Volumen I y II

Alfonso Rico -- Hermilo Del Castillo

- Manual de Caminos Vecinales.

Rene Etcharren Gutiérrez

- Mecánica de Suelos

Tomo I y II

Juárez Badillo - Rico Rodríguez

- Normas para construcción e instalaciones. Libro 3.01.01 y

3.01.03 S.C.T.

- Normas de calidad de los materiales. Libro 4.01.01 y 4.01.03 S.C.T.
- Normas para muestreo y pruebas de materiales, equipos y sistemas, libro 6.01.01 y 6.01.03 S.C.T.
- Instructivo para el diseño estructural de pavimentos

Flexibles en carreteras, instituto de ingeniería de la UNAM.

- Estructuración de Vías Terrestres, Fernando Olivera

Bustamante, CECSA.

- Cartas Geológicas del Estado de Chihuahua esc. 1:50,000.
- Normativa de la S.C.T. versión 2004, 2006.