

97



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CAMINO SIERRA DE AGUA
LOS PESCADOS, PEROTE VERACRUZ**

T E S I S

Que para obtener el título de

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A:

ALFONSO EDUARDO ORTEGA HOYOS

DIRECTOR DE TESIS

M.I. REGINALDO HERNÁNDEZ ROMERO

México, D.F. 2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/132/01

Señor
ALFONSO EDUARDO ORTEGA HOYOS
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **M.I. REGINALDO HERNÁNDEZ ROMERO**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

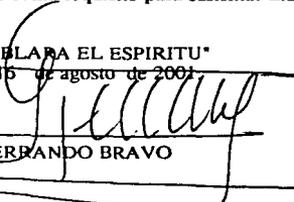
**"ESTUDIO GEOTECNICO DEL CAMINO SIERRA DE AGUA-LOS PESCADOS,
PEROTE VERACRUZ"**

- INTRODUCCION**
I. GENERALIDADES
II. ESTUDIO GEOTECNICO
III. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN
IV. DIAGNOSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL
V. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS
BIBLIOGRAFÍA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 15 de agosto de 2001
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GEB/GMP/ausg

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por dejarme llegar hasta aquí con salud y con todos los seres que quiero.

A mis padres: Eduardo y Esperanza, esos amigos que me dieron vida y siempre me alentaron dándome su amor y su apoyo para salir adelante.

A Eduardo Ortega Viguera, el mejor ingeniero que he conocido y el mejor asesor que tuve a través de mi vida, gracias por tu confianza y tus ánimos.

A Esperanza Hoyos Machin, por darme los mejores años de su vida, cuidarme y por tener esa gran fortaleza para sacar todo adelante.

A Carlos Gad, por su apoyo y para que me siga superando como hasta ahora.

A Margarita Ortega Viguera, por siempre tener un horario para mí.

A la Fam. Rivera: Salvador grande, Salvador Chico, Horacio y Diana, que estuvieron siempre conmigo y creyeron en mí.

A Diana Margarita y Horacio Diego, por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

A Jorge Ortega Viguera y Fam. Ortega del Valle: Jorge, Oscar y Alfredo, por confiar en mí.

A Guadalupe Ortega Viguera, Antonio Ortega Viguera y Alfonso Ortega Viguera, por su apoyo y aliento.

-

A la Fam. Maya Cosío: Emilio, Araceli, Fernanda y Ana Paula por los momentos divertidos y por su apoyo incondicional.

-

A la Fam. Ortega Méndez: Guadalupe, Alejandra, Marcela y Mariana por su apoyo.

-

A mi Familia en general por todos los buenos momentos.

-

A Jaime Hoyos Machin y Familia, por estar al pendiente.

-

A mis amigos Rodrigo Díaz, Javier Espinosa, Emmanuel Quezada, Victor Lynn, Toño Remigio, Joselin Barja, Octavio, Yadira, Leonardo, Omar y algunos que se me olvidan, por su amistad y por estar en las buenas y en las malas.

-

A Marisol Escalante Mora, una de las mejores ingenieras en la facultad, por compartir conmigo esta etapa de mi vida, por sus esfuerzos, ganas de salir adelante y espero que su trabajo supere este.

-

A la Fam. Escalante : Víctor e Isabel Padres, Víctor, Isabel, Carlos, Jorge, Luis, José, Ángel, Juana, Adriana, Alberto y Brandon, por su amistad y sus atenciones.

-

A Sandra, Paty, Norma, Lilia y toda la familia Vázquez Arias por sus cuidados y amistad en toda mi vida.

-

A mis sinodales, los ingenieros: Reginaldo Hernández, Francisco Javier Solares, Manuel David Heredia, Arturo Tapia, y Lilia Reyes, a los maestros: Alba Vázquez, Ubertino González, Benito Gómez y a toda la plantilla de profesores de la Facultad de Ingeniería que nos dan con su mejor esfuerzo parte de sus vivencias y conocimientos en cada clase.

-

A la U.N.A.M. y a la Facultad de Ingeniería por dejarme desarrollar en los aspectos académicos y humanísticos dentro de sus aulas.

-

Al Ing. José Juan Castillo y al Ing. David Eslava Morales, por su apoyo técnico.

-

Y a todas esas personas que no menciono pero que están en mi mente, que también fueron parte de este trabajo.

-

**"ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CAMINO SIERRA DE AGUA - LOS
PESCADOS, PEROTE VERACRUZ."**

INDICE	PAG.
INTRODUCCIÓN	1-3
CAPITULO I: GENERALIDADES	
1.1 Historia.	1
1.2 Tipos de caminos.	2
1.3 Variables de diseño de un camino.	3
1.4 Componentes básicas estructurales de un camino.	15
1.5 Métodos de diseño.	17
1.6 Tipos de pavimentos.	19
1.7 Drenaje	22
CAPITULO II: ESTUDIO GEOTÉCNICO	
2.1 Antecedentes y generalidades.	3
2.2 Características Geográficas.	7
2.3 Materiales a lo largo de la línea de trazo y bancos de material.	9
2.4 Normas de materiales pétreos.	11
CAPITULO III: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN	
3.1 Datos viales.	1
3.2 Descripciones y comentarios.	2
3.3 Sección en terraplén y sección en corte.	3
3.4 Recomendaciones generales para el cuerpo del terraplén.	5
3.5 Proceso constructivo.	6
3.6 Proyecto de pavimentos.	18

CAPITULO IV: DIAGNOSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1	Generalidades de aspectos físicos y socio-económicos.	1
4.2	Identificación y descripción de los impactos ambientales.	6
4.3	Impactos en la etapa de construcción.	7
4.4	Medidas de mitigación de los impactos ambientales.	11

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y COMENTARIOS 1-3

BIBLIOGRAFÍA 1

ANEXO 2A	1-18
ANEXO 2C	1-2
ANEXO 2D	1-6

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de toda sociedad esta dado basándose en sus vías de comunicación ya que mediante estas se transportan insumos manufacturados, agrícolas, industriales y otros, provocando así el crecimiento y el desarrollo entre ciudades y regiones geográficas.

En México esta latente el logro de un proceso de desarrollo obtenido mediante una industrialización acelerada, pero sabemos que tenemos la necesidad de utilizar sistemas dependientes de otras tecnologías, que de ninguna manera se identifican con los recursos productivos existentes, por eso se pretende que los fenómenos de producción y consumo se realicen primero en las fuentes, y tratar de no desperdiciar productos por falta de centro de consumo o por dificultades de consumo de los mismos lo cual lleva implícito el establecimiento de los mínimos servicios y de la asesoría necesaria para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales y humanos de las propias comunidades tanto rurales como urbanas.

De las anteriores consideraciones y dado que el problema básico en México es la incomunicación de una considerable cantidad de poblados aislados, los caminos nacen como una necesidad territorial y social de millares de poblados que se encuentran geográficamente marginados.

La función de un camino, construido básicamente con el uso intensivo de la fuerza de trabajo de mano de obra mexicana, no solo se concreta a incorporar físicamente a los centros de producción y consumo de comunidades rurales en una primera etapa, si no que también contribuye con su afluencia de tránsito a darle sentido a la red troncal de carreteras, e incrementar la utilización de las mismas.

En México las carreteras, caminos y demás obras de ingeniería necesarias deben de construirse en la forma más económica posible, pero cumpliendo con las finalidades para las cuales fueron proyectadas y se debe entender que una obra es económica cuando la suma de los costos de construcción, conservación y operación son mínimos en relación con otras alternativas consideradas, los profesionistas de la ingeniería están obligados a considerar siempre variantes en sus proyectos, recomendar y defender las mas convenientes en base a conocimientos y a la experiencia, ya que se pueden realizar obras mal

diseñadas, producto de proyectos realizados por otros profesionistas fuera de la rama de la ingeniería o por gente sin la preparación debida.

México es un país que por su extensión debe tener los mejores enlaces de comunicación entre todas sus comunidades como lo son principalmente las vías terrestres y este proyecto llamado "Camino Sierra de Agua - Los Pescados - El Conejo" nace por la necesidad de tener un mejor acceso durante todo el año entre estas comunidades, en una primera etapa con una longitud de 9. 2465 Km de la comunidad de Sierra de Agua a la comunidad de Los Pescados, donde ya se encontraba un camino de terracería el cual en época de lluvia es inaccesible pero sirvió como base de trazo para la proyección de este camino.

Al principio de este trabajo se muestra una introducción la cual abarca aspectos históricos del desarrollo de la construcción de los caminos en México, y abarca también aspectos técnicos como su clasificación y componentes básicas.

En una primera parte se muestra el estudio geotécnico el cual es una parte que agrupa en conjunto varias ramas disciplinarias de la ingeniería civil como lo son la Geología, la Mecánica de Suelos y la Mecánica de Rocas, las cuales nos proporcionan la metodología adecuada para el inicio de cada obra específica, y en base a datos obtenidos tratar de proponer el mejor procedimiento constructivo obteniendo como consecuencia la mayor conservación a futuro de este, y obtener un buen desempeño tanto en los trabajos técnicos como de planeación y proyección, como lo fue en este proyecto "Camino Sierra de Agua-Los Pescados", en segunda parte se desarrolla el proceso constructivo el cual dependió en gran parte de las especificaciones técnicas obtenidas del estudio geotécnico que nos mostraron las condiciones geológicas y las condiciones topográficas, sin dejar de tomar en cuenta también las condiciones económicas y sociales de las poblaciones aledañas para tratar de utilizarlas en beneficio del desarrollo del proyecto, como por ejemplo el tránsito probable que podría tener a futuro o la generación de empleos lo cual lleva a una mejora económico-social para el desarrollo de estos mismos municipios, y como última etapa el impacto ambiental de este proyecto en el cual se desarrollaron las condiciones y los aspectos generales tanto del camino como de las poblaciones aledañas, los impactos adversos y benéficos, los beneficios a los municipios por la construcción de este camino y las medidas de mitigación que se tomaron para tratar de minimizar y contrarrestar los impactos negativos que se tuvieron

INTRODUCCION

tanto en la preparación, construcción y operación del camino que muchas veces son imposibles de evitar.

CAPITULO I: GENERALIDADES

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 HISTORIA

Conforme diferentes civilizaciones fueron alcanzando un nivel de desarrollo mas alto, los pueblos antiguos tomaron conciencia de la importancia de hacer y mejorar los caminos. Las calles de la ciudad de Babilonia se pavimentaron hacia el año 200 A. C. La historia también registra la construcción de un magnifico camino para ayudar a la construcción de la gran Pirámide de Egipto, aproximadamente 3000 años A. C.. En la isla de Creta se han encontrado restos de sus primeros caminos, y se sabe que las civilizaciones antiguas como China, Cartagena e Inca, también se dedicaron exhaustivamente a la construcción de caminos, en México hay antecedentes desde la época precortesiana como " El camino blanco de los Mayas" y los construidos por los Aztecas, como el de México - Veracruz, por el que se abastecían de pescado fresco. En la época colonial se construyeron aproximadamente 7,600 Km de caminos "carreteros" y 19,000 Km de caminos de "herradura".

En 1825 se creo la primera Junta de Carreteras, entre 1837 y 1846 se dictaron las primeras leyes en materia de caminos, habiéndose formado la Dirección General de Colonización e Industria a la cual quedo adscrita la Junta de Carreteras y en 1881 se creo La Secretaria de Comunicaciones y Transportes, empezando la construcción de caminos propiamente en el año de 1925, al crearse la Comisión Nacional de Caminos y fijarse las bases sólidas para su planeación, estudio de proyectos, construcción y conservación de carreteras.

Al inicio del siglo anterior, se introdujeron en el país los primeros automóviles que utilizaron principalmente los caminos de carreteras o reales, sin embargo, a partir de 1925 empezó la construcción de vías con técnicas avanzadas, los primeros caminos de este tipo iban de la Ciudad de México a Veracruz, a Laredo y Guadalajara, pero estos fueron proyectados y construidos por firmas de Estados Unidos, y desde 1940 los ingenieros mexicanos se han encargado de los trabajos y ahora se tiene una red de caminos pavimentados de 85,000 Km, mas 120,000 Km de caminos secundarios, con superficie de rodamiento revestida, para asegurar el transito de los vehículos en todo momento.

Un camino es una estructura consistente en varias capas de material tratado, es decir una faja de terreno acondicionada para permitir el tránsito de vehículos, que comunica entre dos puntos y permite el transporte de equipo, personas, materiales e insumos con eficiencia, rapidez, seguridad y comodidad, cuenta con una superficie de rodamiento capaz de soportar las cargas de los vehículos y los agentes del intemperismo, la cual es un factor fundamental para diseñar y construir caminos, como también es balancear el costo total, la inversión del capital, la conservación y siempre debe apoyarse en especificaciones obtenidas por especialistas en vías terrestres.

La denominación de camino incluye a las vías terrestres a nivel rural, mientras que las llamadas carreteras incluyen caminos de características modernas destinadas al movimiento de un gran número de vehículos, y a nivel urbano las calles de la ciudad. Como sabemos una de las partes más importantes con las que debe contar y con las que se puede inferir el grado de desarrollo en un país es la infraestructura de su red vial.

1.2 TIPOS DE CAMINOS

En México existen varios tipos de clasificación para un camino, algunas de las cuales coinciden con la clasificación de otros países que a continuación se mencionan.

Clasificación de transitabilidad: por etapas de construcción.

- Camino de tierra o en terracerías: transitable en tiempo de secas.
- Camino revestido: transitable en todo tiempo.
- Camino pavimentado: transitable todo el tiempo con mejor superficie de rodamiento y con tratamiento superficial, asfalto o concreto.

Clasificación administrativa: según la dependencia de gobierno que la realice.

- Camino federal: directamente a cargo de la Federación.
- Camino estatal: a cargo de las juntas locales de caminos.
- Camino vecinal: construido con la cooperación de los particulares beneficiados. Para su conservación, pasa a la clasificación anterior.
- Camino de cuota: a cargo de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios conexos. La inversión es recuperable a través del pago de cuotas de paso.

Clasificación técnica administrativa:

Esta permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino. Toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino y las especificaciones geométricas. Por lo general esta clasificación asigna categorías por número o letra. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en sus Normas de Servicios Técnicos del Proyecto Geométrico de Carreteras, clasifica las carreteras de acuerdo a su tránsito diario promedio anual (TDPA) para el horizonte de proyecto:

TIPO A2, para un TDPA de 3000 a 5000 vehículos.

TIPO A4, para un TDPA de 5000 a 20000 vehículos.

TIPO B, para un TDPA de 1500 a 3000 vehículos.

TIPO C, para un TDPA de 500 a 1500 vehículos.

TIPO D, para un TDPA de 100 a 500 vehículos.

TIPO E, para un TDPA hasta de 100 vehículos.

1.3 VARIABLES DE DISEÑO DE UN CAMINO

Las componentes de un camino se dividen en geométricas y estructurales, el proyecto geométrico de un camino está basado en ciertas características físicas tanto del individuo como usuario del camino, los vehículos y del camino mismo. De los sentidos del hombre, la visión es indudablemente el más importante, ya que a través de ese sentido, la persona capta información de lo que acontece a su alrededor, se considera de gran importancia para un cómodo manejo la agudeza visual, la visión periférica, la recuperación al deslumbramiento, la percepción de colores y la profundidad de percepción, es decir, que el conductor debe ser capaz de identificar objetos al mirar hacia adelante, de detectar el movimiento a sus lados, de ver el camino en la noche con escasez de luz bajo condiciones de deslumbramiento y, por último, de distinguir colores de señales y las distancias relativas de los diferentes objetos, a continuación se muestra una tabla con la capacidad de respuesta para ver, es decir el tiempo de reacción en segundos:

MOVIMIENTO A LA IZQUIERDA	0.15-0.33
FIJARLOS EN LA IZQUIERDA	0.10-0.30
MOVIMIENTO A LA DERECHA	0.15-0.33
FIJARLOS A LA DERECHA	0.10-0.30
TIEMPO TOTAL	0.50-1.26

El tiempo de reacción del conductor, es decir el breve intervalo de tiempo entre ver, oír o sentir y empezar a actuar en respuesta al estímulo de una situación del tránsito o del camino, requiere un tiempo para percepción, intelección, emoción y volición (voluntad), por que así mientras mas compleja es una situación, el conductor debe disponer del tiempo suficiente para hacer una evaluación apropiada de todos los factores que intervienen, con el fin de reaccionar con seguridad, el tiempo requerido para esta acción, puede variar desde 0.5 segundos para situaciones simples, hasta 3 o 4 segundos para situaciones mas complejas, se ha encontrado que la respuesta a estímulos visuales o a los del tacto, como puede verse en la siguiente tabla:

ESTIMULO	TIEMPO DE REACCION EN SEG.
LUZ	0.18
SONIDO	0.14
TACTO	0.14

Otro aspecto para el proyecto de un camino que se debe tomar en cuenta son las dimensiones y características de operación de los vehículos que por ahí transitan, el **vehículo de proyecto** es el vehículo cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizados para establecer los lineamientos que guíen el proyecto geométrico de las carreteras, calles e intersecciones y que estas tengan la capacidad para soportar estos vehículos. Para los efectos de proyecto se consideran dos tipos de vehículos, los **vehículos ligeros** y los **vehículos pesados**, o algunos que entran en una categoría llamada **especial (bicicletas, motocicletas, maquinaria agrícola o camiones y remolques especiales)**, las principales características para clasificarlos están basados en el radio mínimo de giro y aquellas que determinan las ampliaciones o sobrecanchos necesarios en las curvas horizontales, ancho total y distancia entre ejes extremos. El vehículo de proyecto se debe seleccionar de tal manera que represente un porcentaje significativo del tránsito que circulara por el futuro sistema vial.

El vehículo ligero de proyecto puede ser utilizado en intersecciones menores, en zonas residenciales, donde el número de vehículos que realizan vueltas no es significativo, puede ser utilizado en intersecciones mayores que dispongan de carriles de estaciones y cruces peatonales demarcados, los cuales obligan el uso de radios pequeños en las esquinas aun aceptables y también podrá ser utilizado en aquellas áreas urbanas con intersecciones a nivel sobre calles arteriales, siempre que se disponga de carriles de cambio de velocidad y que las vueltas de camiones sean ocasionales.

El vehículo pesado de proyecto se utiliza en terminales de pasajeros y de carga, donde se espera una alta circulación de autobuses y camiones, efectuando maniobras de ascenso y descenso de pasajeros y carga y descarga de mercancías, también se puede utilizar en autopistas y arterias rápidas, siempre que sea grande el número de movimientos de vueltas.

El vehículo especial es aquel que eventualmente transita y cruza el camino como camiones y remolques especiales para el transporte de troncos, minerales, maquinaria pesada u otros productos voluminosos. A continuación se muestra una tabla (Fig. 1.1) que da la clasificación general de los vehículos.

TIPO DE VEHICULO	ESQUEMAS		EJE	CANTIDAD DE EJES	CANTIDAD DE EJE
	PLANTA	PLANTA			
1. AUTOMOVILES			A1	2	2
2. CAMIONES TAB.			A1	2	2
3. AUTOBUSES			B	2	2
VEHICULOS PESADOS	4.		C2	2	2
	5.		C3	3	
	6.		T2-S1	2	
	7.		T2-S2	2	
	8.		T3-S1	3	
9.		T2-S1	2	2	
10.		T3-S1	3	2	
11.		T2-S1	2	2	
12.		T2-S1	2	2	
13.		T2-S1	2	2	
14.		T2-S1	2	2	
15.		T2-S1	2	2	
16.		T2-S1	2	2	
17.		T2-S1	2	2	
18.		T2-S1	2	2	
19.		T2-S1	2	2	
20.		T2-S1	2	2	
21.		T2-S1	2	2	
22.		T2-S1	2	2	
23.		T2-S1	2	2	
24.		T2-S1	2	2	
25.		T2-S1	2	2	
26.		T2-S1	2	2	
27.		T2-S1	2	2	
28.		T2-S1	2	2	
29.		T2-S1	2	2	
30.		T2-S1	2	2	
31.		T2-S1	2	2	
32.		T2-S1	2	2	
33.		T2-S1	2	2	
34.		T2-S1	2	2	
35.		T2-S1	2	2	
36.		T2-S1	2	2	
37.		T2-S1	2	2	
38.		T2-S1	2	2	
39.		T2-S1	2	2	
40.		T2-S1	2	2	
41.		T2-S1	2	2	
42.		T2-S1	2	2	
43.		T2-S1	2	2	
44.		T2-S1	2	2	
45.		T2-S1	2	2	
46.		T2-S1	2	2	
47.		T2-S1	2	2	
48.		T2-S1	2	2	
49.		T2-S1	2	2	
50.		T2-S1	2	2	
51.		T2-S1	2	2	
52.		T2-S1	2	2	
53.		T2-S1	2	2	
54.		T2-S1	2	2	
55.		T2-S1	2	2	
56.		T2-S1	2	2	
57.		T2-S1	2	2	
58.		T2-S1	2	2	
59.		T2-S1	2	2	
60.		T2-S1	2	2	
61.		T2-S1	2	2	
62.		T2-S1	2	2	
63.		T2-S1	2	2	
64.		T2-S1	2	2	
65.		T2-S1	2	2	
66.		T2-S1	2	2	
67.		T2-S1	2	2	
68.		T2-S1	2	2	
69.		T2-S1	2	2	
70.		T2-S1	2	2	
71.		T2-S1	2	2	
72.		T2-S1	2	2	
73.		T2-S1	2	2	
74.		T2-S1	2	2	
75.		T2-S1	2	2	
76.		T2-S1	2	2	
77.		T2-S1	2	2	
78.		T2-S1	2	2	
79.		T2-S1	2	2	
80.		T2-S1	2	2	
81.		T2-S1	2	2	
82.		T2-S1	2	2	
83.		T2-S1	2	2	
84.		T2-S1	2	2	
85.		T2-S1	2	2	
86.		T2-S1	2	2	
87.		T2-S1	2	2	
88.		T2-S1	2	2	
89.		T2-S1	2	2	
90.		T2-S1	2	2	
91.		T2-S1	2	2	
92.		T2-S1	2	2	
93.		T2-S1	2	2	
94.		T2-S1	2	2	
95.		T2-S1	2	2	
96.		T2-S1	2	2	
97.		T2-S1	2	2	
98.		T2-S1	2	2	
99.		T2-S1	2	2	
100.		T2-S1	2	2	
101.		T2-S1	2	2	
102.		T2-S1	2	2	
103.		T2-S1	2	2	
104.		T2-S1	2	2	
105.		T2-S1	2	2	
106.		T2-S1	2	2	
107.		T2-S1	2	2	
108.		T2-S1	2	2	
109.		T2-S1	2	2	
110.		T2-S1	2	2	
111.		T2-S1	2	2	
112.		T2-S1	2	2	
113.		T2-S1	2	2	
114.		T2-S1	2	2	
115.		T2-S1	2	2	
116.		T2-S1	2	2	
117.		T2-S1	2	2	
118.		T2-S1	2	2	
119.		T2-S1	2	2	
120.		T2-S1	2	2	
121.		T2-S1	2	2	
122.		T2-S1	2	2	
123.		T2-S1	2	2	
124.		T2-S1	2	2	
125.		T2-S1	2	2	
126.		T2-S1	2	2	
127.		T2-S1	2	2	
128.		T2-S1	2	2	
129.		T2-S1	2	2	
130.		T2-S1	2	2	
131.		T2-S1	2	2	
132.		T2-S1	2	2	
133.		T2-S1	2	2	
134.		T2-S1	2	2	
135.		T2-S1	2	2	
136.		T2-S1	2	2	
137.		T2-S1	2	2	
138.		T2-S1	2	2	
139.		T2-S1	2	2	
140.		T2-S1	2	2	
141.		T2-S1	2	2	
142.		T2-S1	2	2	
143.		T2-S1	2	2	
144.		T2-S1	2	2	
145.		T2-S1	2	2	
146.		T2-S1	2	2	
147.		T2-S1	2	2	
148.		T2-S1	2	2	
149.		T2-S1	2	2	
150.		T2-S1	2	2	
151.		T2-S1	2	2	
152.		T2-S1	2	2	
153.		T2-S1	2	2	
154.		T2-S1	2	2	
155.		T2-S1	2	2	
156.		T2-S1	2	2	
157.		T2-S1	2	2	
158.		T2-S1	2	2	
159.		T2-S1	2	2	
160.		T2-S1	2	2	
161.		T2-S1	2	2	
162.		T2-S1	2	2	
163.		T2-S1	2	2	
164.		T2-S1	2	2	
165.		T2-S1	2	2	
166.		T2-S1	2	2	
167.		T2-S1	2	2	
168.		T2-S1	2	2	
169.		T2-S1	2	2	
170.		T2-S1	2	2	
171.		T2-S1	2	2	
172.		T2-S1	2	2	
173.		T2-S1	2	2	
174.		T2-S1	2	2	
175.		T2-S1	2	2	
176.		T2-S1	2	2	
177.		T2-S1	2	2	
178.		T2-S1	2	2	
179.		T2-S1	2	2	
180.		T2-S1	2	2	
181.		T2-S1	2	2	
182.		T2-S1	2	2	
183.		T2-S1	2	2	
184.		T2-S1	2	2	
185.		T2-S1	2	2	
186.		T2-S1	2	2	
187.		T2-S1	2	2	
188.		T2-S1	2	2	
189.		T2-S1	2	2	
190.		T2-S1	2	2	
191.		T2-S1	2	2	
192.		T2-S1	2	2	
193.		T2-S1	2	2	
194.		T2-S1	2	2	
195.		T2-S1	2	2	
196.		T2-S1	2	2	
197.		T2-S1	2	2	
198.		T2-S1	2	2	
199.		T2-S1	2	2	
200.		T2-S1	2	2	
201.		T2-S1	2	2	
202.					

L= Longitud del vehículo.

DE= Distancia entre los ejes mas alejados de la unidad.

DET= Distancia entre los ejes mas alejados del tractor.

DES= Distancia entre la articulación y el eje del semi-remolque. Cuando el semi-remolque tiene ejes en tandem, esta distancia se mide hasta el centro del tandem.

Vd= Vuelo delantero.

Vt= Vuelo trasero.

Tt= Distancia entre los ejes del tandem del tractor.

Ts= Distancia entre los ejes del tandem del semi-remolque.

Dt= Distancia entre el eje delantero del tractor y el primer tandem.

Ds= Distancia entre el eje posterior del tandem del tractor y el eje delantero del tandem del semiremolque.

A= Ancho total del vehículo.

EV= Distancia entre las caras extremas de las ruedas (entre vía).

Ht= Altura total del vehículo.

Hc= Altura de los ojos del conductor.

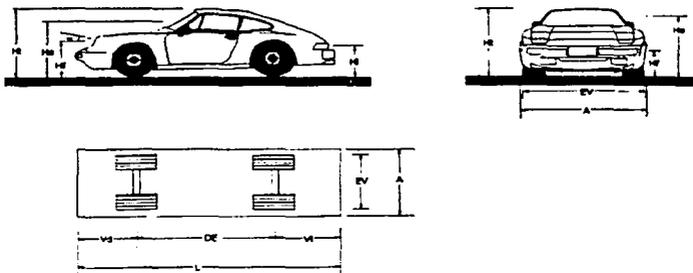
Hf= Altura de los faros delanteros.

HI= Altura de luces posteriores.

(α = Angulo de desviación del haz luminoso de los faros).

Las dimensiones que deben emplearse para el proyecto geométrico de carreteras son las que corresponden al vehículo de proyecto.

VEHICULO LIGERO



- | | | |
|--|--|---|
| L = longitud total del vehículo | V_1 = vulo trasero | H = altura total del vehículo |
| DE = distancia entre los ejes más alejados de la unidad | T_1 = distancia entre los ejes del tandem del tractor | H_c = altura de los ojos del conductor |
| DET = distancia entre los ejes más alejados del tractor | DI = distancia entre el eje delantero del tractor y el primer eje del tandem | H_f = altura de los faros delanteros |
| DES = distancia entre la articulación y el eje del semitráiler que | A = ancho total del vehículo | H = altura de las luces posteriores |
| V_1 = vulo delantero | EV = distancia entre las caras extremas de las ruedas (embroxe) | α = ángulo de desviación del haz luminoso de los faros |

VEHICULO PESADO

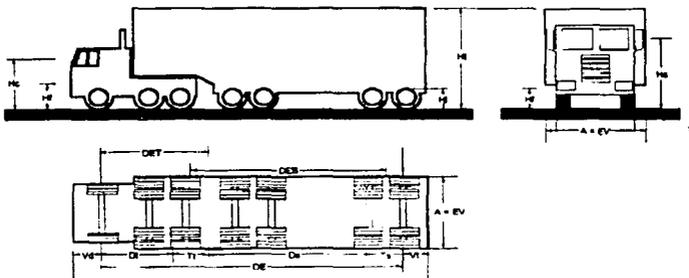


Fig. 1.2 Dimensiones de los vehículos ligeros y pesados.

El radio de giro es el radio de la circunferencia definido por la trayectoria de la rueda delantera externa del vehículo, cuando se efectúa un giro. El radio de giro, las distancias entre ejes y la entrevía del vehículo, definen la trayectoria que siguen las ruedas cuando el vehículo efectúa un giro. Estas trayectorias, especialmente la de la rueda delantera externa y la trasera interna, sirven para calcular las ampliaciones en las curvas horizontales de una carretera y para diseñar la orilla interna de la calzada en los ramales de las intersecciones.

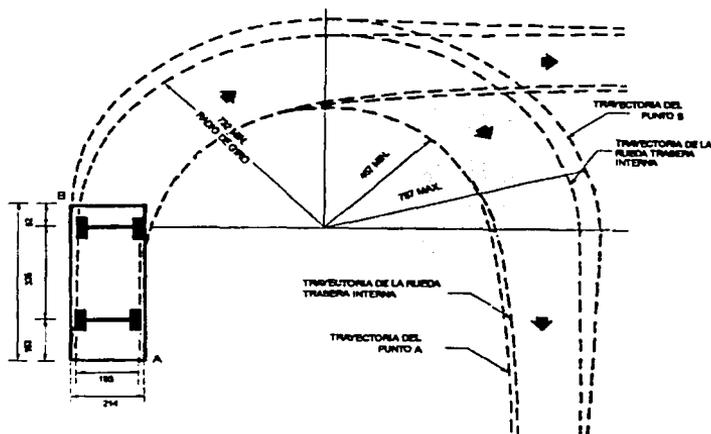


Fig. 1.3 Características del vehículo de proyecto con una distancia entre ejes extremos de 3.35 m, y con un radio mínimo de giro de 7.32 m.

Para conocer los volúmenes de tránsito en los diferentes tramos de una carretera, se utilizan como fuentes los datos obtenidos de los estudios de origen y destino, los aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.

En los estudios de origen - destino el objetivo primordial es conocer el movimiento del tránsito en cuanto a los puntos de partida y término de los viajes; adicionalmente se obtienen datos del comportamiento del tránsito, tanto en lo que se refiere a magnitud y composición como a los diversos tipos de productos que se transportan. Esto ultimo con miras a determinar el grado de desarrollo de los sectores que integran la vida económica y social así como la localización de los centros productores y consumidores, indicando la importancia que estos guarden dentro de la economía.

El método mas apropiado para estudios en carreteras es el de las entrevistas directas, ya que se obtiene en forma rápida y eficiente el origen, destino y un punto intermedio del viaje de cada conductor entrevistado, que es precisamente la estación. La duración de cada uno de estos estudios es variable, dependiendo del grado de confianza requerido.

En estos estudios se registran las rutas de los diferentes tipos de vehículos y los productos o pasajeros que transportan por cada sentido, así como las longitudes de recorrido. Se incluyen los volúmenes horarios de los diferentes tipos de vehículos registrados, por sentidos de circulación.

En los estudios recientes se registran, además, modelos y marcas de vehículos.

El conteo de los vehículos se realiza por medio de contadores manuales o electromecánicos, registrando estos volúmenes cada hora clasificándolos en:

A) vehículos ligeros, B) autobuses y C) vehículos pesados.

Con base en la variación del tránsito en la estación muestra, se lleva a cabo la corrección de los datos del muestreo, para obtener el tránsito promedio anual.

1) Calculo del tránsito desviado o inducido. De los estudios de origen y destino se puede obtener el tránsito desviado probable, que dependerá del ahorro

que represente para los usuarios, el empleo del camino en estudio, por concepto de costos, longitud y tiempo de recorrido.

En virtud de que los estudios de origen y destino son semanales, se deberá hacer la misma corrección que se hizo anteriormente.

2) La obtención del tránsito generado se puede hacer por medio de modelos matemáticos de tipo gravitatorio, que consideren la distancia y costo de transporte entre las localidades y las características de la zona de influencia de estas, tales como habitantes y producción.

VELOCIDAD

La velocidad es un factor muy importante en todo proyecto y parte definitiva al calificar la calidad del flujo del tránsito. Su importancia, como elemento básico para el proyecto, queda establecida por ser un parámetro en el cálculo de los demás elementos de proyecto, y además por que debe mantenerse dentro de rangos de seguridad para los usuarios del camino.

Con excepción de una condición de flujo forzado, normalmente existe una diferencia significativa entre las velocidades a que viajan los diferentes vehículos dentro de la corriente del tránsito. Ello es consecuencia del sin número de factores que afectan la velocidad, como lo son las limitaciones del conductor, las características de operación del vehículo, la presencia de otros vehículos, las condiciones ambientales, y las limitaciones de velocidad establecidas por dispositivos de control.

Existen varias definiciones a las que se ha tenido necesidad de recurrir para mayor claridad cuando se habla del proyecto geométrico de carreteras, aquí algunas de las más comunes:

- a) Velocidad de punto. Es la velocidad de un vehículo a su paso por un punto de un camino.
- b) Velocidad de marcha. Es la velocidad de un vehículo en un tramo de un camino, obtenida al dividir la distancia de recorrido entre el tiempo en el cual el vehículo estuvo en movimiento.

- c) **Velocidad de operación.** Es la máxima velocidad a la cual un vehículo puede viajar en un tramo de un camino, bajo las condiciones prevalecientes de tránsito y bajo condiciones atmosféricas favorables, sin rebasar en ningún caso la velocidad de proyecto del tramo.
- d) **Velocidad global.** Es el resultado de dividir la distancia recorrida por un vehículo entre el tiempo total de viaje.
- e) **Velocidad de proyecto.** Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino y se utiliza para determinar los elementos geométricos del mismo.
- f) **Velocidad de proyecto ponderada.** Cuando dentro de un tramo bajo estudio existen sub-tramos con diferentes velocidades de proyecto, la velocidad representativa del tramo será el promedio de las diferentes velocidades de proyecto.

Hay una relación entre la velocidad, el volumen y la densidad aunque muchas veces se les confunde, los términos volumen y densidad expresan conceptos diferentes, **volumen** es el número de vehículos que pasan por un tramo de un camino en una unidad de tiempo; en cambio, la **densidad** es el número de vehículos que permanecen en el tramo por unidad de longitud en un momento dado.

Dimensionalmente, el volumen de tránsito es igual a la densidad por la velocidad, esto es:

$$T = V * D$$

T= Volumen de tránsito, en vehículos/hora.

V= Velocidad del tránsito.

D= Densidad de tránsito, en vehículos/kilometro.

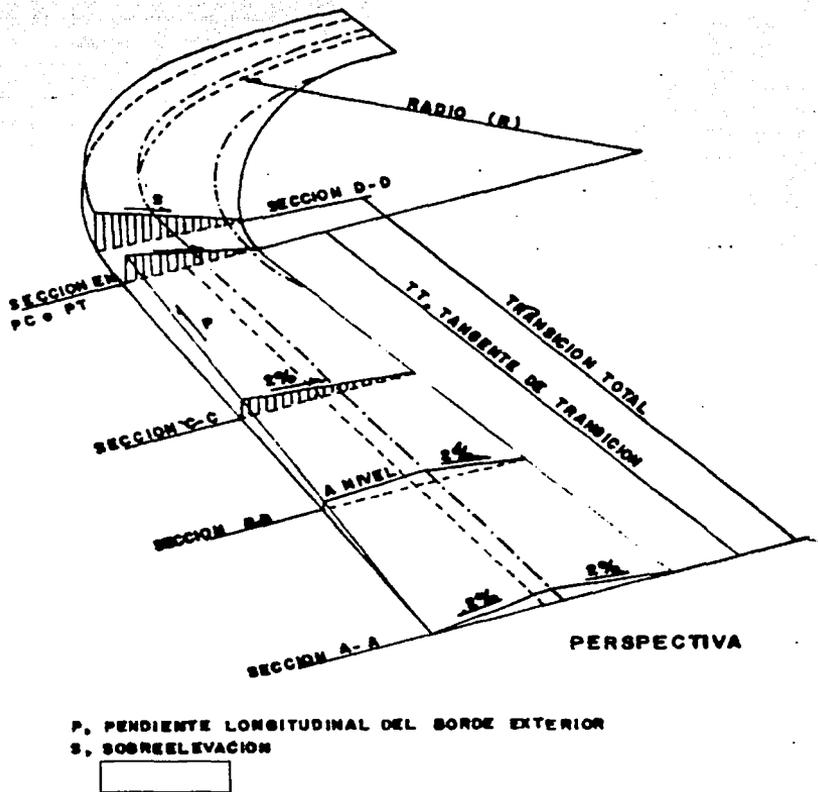
En relación al radio y peralte de curvas, las vueltas que se realizan a velocidades inferiores a los 15 Km/h, se consideran como vueltas a baja velocidad, esta situación se presenta generalmente en intersecciones agudas, donde el radio de las curvas es controlado por las huellas de giro mínimas de los vehículos.

Se consideran como vueltas a alta velocidad aquellas que se efectúan a velocidades cercanas al 70 % de la velocidad de proyecto, esta condición se presenta en las curvas a campo abierto y en las curvas de los enlaces en intersecciones importantes, donde el radio de ellas es controlado por el peralte y la fricción lateral entre llantas y la superficie de rodamiento.

PENDIENTES

La pendiente longitudinal de un camino esta en función de la velocidad de diseño, esta se limita para dar seguridad tanto a vehículos ligeros como pesados, y para evitar la erosión causada por el agua. Con el objeto de evitar que se estanque el agua en las cunetas, en secciones de corte y balcón se recomienda que el camino tenga como mínimo el 0.5% en todo tipo de terreno.

La sobre-elevación es la pendiente transversal que se da a la corona de un camino con objeto de contrarrestar la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo al recorrer una curva a la velocidad de diseño, su valor nunca debe ser menor al 2%, valor que se le da generalmente al bombeo.



TRANSICION DE LA SOBREELEVACION

Fig. 1.4 Perspectiva de una sección de transición de un camino.

Tangente de Transición: es la longitud necesaria en una tangente antes o después del P. C. y P. T. Para alcanzar gradualmente la sobre-elevación en una curva, sus valor también están en función de la velocidad de diseño.

1.4 COMPONENTES BASICAS ESTRUCTURALES DE UN CAMINO

Terraplén: Es la estructura construida sobre el terreno producto de un corte o préstamo y esta formado de las siguientes capas: carpeta, base y sub-base, que forman el pavimento, sub-rasante y terracería, en ciertos casos se puede omitir alguna de ellas si el terreno y el material es propio para cumplir las funciones de las mismas.

Las componentes básicas estructurales de un camino están constituidas por los siguientes cuatro elementos fundamentales:

1.- Superficie de Rodamiento del camino, está formada por una o más capas de materiales tratados, que soportan las cargas de los vehículos para transmitir los esfuerzos a la sub-rasante y pueden ser de:

a) Pavimento Rígido: Tiene como elemento fundamental estructural una losa de concreto y esta apoyada en una capa de material seleccionado llamada sub-base que en ocasiones puede omitirse si la capa sub-rasante es de buena calidad.

b) Pavimento Flexible: Es una estructura constituida por capas de materiales granulares y de mezclas asfálticas. Puede variar su constitución desde fragmento de roca tratada mecánicamente hasta una carpeta asfáltica con una base y sub-base.

2.- La Subrasante, forma parte de la superficie de apoyo del pavimento y generalmente esta constituido por el mismo material de terracería, pero con una compactación mayor y en algunos casos se agregan materiales para mejorarla. Es el cimiento de la estructura del pavimento.

3.- Terracería, es capa del terraplén que permite obtener una superficie uniforme y homogénea a los niveles fijados en el proyecto y se apoyan en el suelo de cimentación, es de calidad media.

4.- El suelo de cimentación o terreno natural, es el que soporta las cargas de las capas superiores y es parte integrante del camino, ya que sus características afectan el comportamiento de esta estructura.

Para el diseño se toman en cuenta las partes que lo componen íntegramente, analizando sus capas y adecuándolas de manera que la sección resista en cada nivel el tiempo necesario para cumplir con la vida útil para la que se diseña.

Algunas variables estructurales que se deben tomar en cuenta para el diseño del camino son las características de la resistencia de los materiales de cada una de las capas en conjunto para soportar las cargas de los vehículos y que se transmitan los esfuerzos de manera que las deformaciones que sufran no afecten al camino, deben considerarse la penetración o acumulación de agua en su interior; la capa superior debe ser la adecuada al rodamiento y tener su resistencia tanto a la carga de los vehículos como a los agentes de intemperismo.

Factores a tomar en cuenta para el diseño:

- a) Las propiedades del tipo de suelo que se obtienen por pruebas de laboratorio y pruebas de campo.
- b) La teoría que se va a aplicar, para lo cual es necesario efectuar una hipótesis, para posteriormente desarrollarla matemáticamente y finalmente obtener conclusiones mediante formulas.
- c) Sentido común

Las propiedades de los suelos son por su naturaleza y origen, granulometría, peso volumétrico, contenido de agua y vacíos, porosidad, permeabilidad, contracción, plasticidad, cohesión, color y olor; con estos datos se obtiene su clasificación, sus propiedades hidráulicas, su resistencia a los esfuerzos, sus redes de flujo agua, relaciones de esfuerzo- deformación, compresibilidad, deformaciones, valor relativo de soporte.

Variables de carga: Son los efectos que se producen en el tránsito mezclado por la circulación de vehículos en un camino y son tránsito medio anual, tasa de crecimiento, cargas por eje sencillo o múltiple, histograma de distribución de tránsito en la sección transversal del camino, vida del proyecto y volumen de tránsito.

Variables climáticas y condiciones regionales: Son las características climáticas, topográficas, geológicas, temperatura, régimen de precipitación media anual, nivel freático de la región.

Variables de Conservación: Balancear el costo de construcción con la conservación considerando el histograma del camino.

Variable de comportamiento: Es requisito que el camino llegue a su falla funcional después de haber resistido el tránsito del proyecto.

Criterio de decisión: Son los factores que dependen de la disponibilidad de fondos, costos, confiabilidad y economía, seguridad, calidad, conservación y rentabilidad de la obra.

1.5 METODOS DE DISEÑO

METODOS EMPÍRICOS: El diseño se efectúa sin utilizar pruebas de resistencia de suelo, basándose en experiencia obtenida en caminos construidos con anterioridad con variables de diseño similares, en el que se utilizan pruebas de clasificación de suelos como la granulometría, límite líquido, límite plástico, tenacidad, forma, características de superficie, grado de alteración, estructura, estratigrafía, compacidad, condiciones de humedad, características de drenaje, naturaleza, color y olor.

METODOS EMPIRICOS EN LOS QUE SE UTILIZAN PRUEBAS DE RESISTENCIA DE SUELO: Además de las pruebas de clasificación de suelos, se efectúan estudios como la prueba de placa, la de valor relativo de soporte y del tipo triaxiales (la no consolidada, no drenada; la consolidada drenada, etc.).

METODOS BASADOS PARCIALMENTE EN TEORIA Y DATOS EXPERIMENTALES: Se determinan con las características de esfuerzo-deformación de los materiales que intervienen en el cuerpo de terracería y en el pavimento por medio de pruebas de esfuerzo cortante o carga combinando los resultados la teoría de distribución de esfuerzos.

Para el trazo topográfico se efectúan varios trazos preliminares con brigadas de topografía entre las futuras rutas y los caminos existentes más cercanos,

hasta obtener el más conveniente, tomando en cuenta las variantes del camino evitando afectar a terceros, y evitar lo menos daños ecológicos.

En la construcción de la sub-rasante de un camino se producen cortes y terraplenes con mayor o menor intensidad de acuerdo con la configuración topográfica existente. Tomando en cuenta las especificaciones es necesario proyectar una sub-rasante que aproveche al máximo el material producto de los cortes en la construcción de terraplenes, tomando en cuenta las operaciones básicas de excavación y acarreos de los materiales dentro de la máxima economía.

Para obtener la sub-rasante optima, se proyectaran distintas posiciones de sub-rasantes, y efectuar los cálculos necesarios, hasta encontrar la posición deseada.

Para reducir al mínimo estos trabajos, se utilizan diversos métodos, siendo uno de los mas prácticos y usuales es el llamado de la curva-masa o diagrama de masas.

Este método consiste en una curva que tiene por ordenadas la suma algebraica de los volúmenes, los cortes son positivos y los terraplenes negativos y por abscisas corresponden al cadenamiento de perfil del terreno a cada 20 m de izquierda a derecha.

Con la curva masa se podrán precisar los volúmenes de corte que conviene acarrear y hacia que terraplenes, hasta que punto conviene acarrear los materiales excavados, que volumen conviene desperdiciar y cuales terraplenes convienen construir mediante prestamos.

Además se pueden apreciar las magnitudes de los cortes, de los terraplenes, de los prestamos, de los desperdicios y los acarreos en los distintos tramos, de su evaluación se podrán determinar las modificaciones al proyecto de la subrasante y si el proyecto no cumple con las necesidades se modifica el trazo.

El calculo de las ordenadas de la curva-masa consiste en calcular los volúmenes de las terracerías por cada estación de cadenamiento. Estos generalmente se calculan por el método de áreas extremas, que consiste en sumar las áreas extremas de cada sección transversal de las terracerías, en

cada estación o punto intermedio, correspondiente al corte o terraplén y multiplicarlo por la mitad de la distancia entre ellas, posteriormente se aplica el coeficiente de abudamiento o factor de balance, obteniéndose los valores corregidos. Por ultimo se suman algebraicamente para obtener las ordenadas de la curva.

La ultima capa de construcción de un camino es la superficie de rodamiento, que una vez terminada, permite el expedito transito de vehículos con seguridad, con comodidad y economía, con capacidad de resistir la acción del transito, del intemperismo y otros agentes perjudiciales.

Debe tener el espesor y calidad suficiente para resistir esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el transito y evitar la penetración o acumulación de agua en el interior; cumpliendo con los requisitos funcionales de costo y vida de servicio.

1.6 TIPOS DE PAVIMENTOS

Pavimento: Es el conjunto de capas de materiales de buena calidad, comprendidas entre el nivel superior de las terracerías y las superficie de rodamiento, sus funciones son las de dar una superficie uniforme resistente a la acción del transito, intemperismo y otros agentes perjudiciales, y transmitir adecuadamente los esfuerzos a las terracerías.

Los pavimentos se clasifican en **rígidos y flexibles**.

El proyecto de pavimentos rígidos se basa en la construcción de una losa de concreto hidráulico de calidad suficiente para resistir la acción destructora del trafico.

El proyecto de pavimentos flexibles se basa en el principio de que puede disiparse una carga de cualquier magnitud transmitiéndola al terreno a través de capas sucesivas de material granular.

Esta formado por la carpeta, que es la capa mas superficial de la vía, su espesor varia dependiendo de la magnitud e intensidad de la carga, inmediatamente por debajo del pavimento, se emplea una base granular bien graduada, con un tamaño máximo de agregado de 12 mm, después se utiliza una

capa llamada sub-base que consta de cualquier tipo de material granular obtenido de cualquier banco cerca de la obra, por debajo de esta capa debe existir otra compuesta por el terreno natural debidamente compactado hasta obtener una densidad mas elevada que la existente en el estado natural. Los pavimentos flexibles entonces constan básicamente de estas tres capas: sub-base, base y carpeta.

SUB-BASE: Es la capa de materiales seleccionados entre la base y la sub-rasante que por lo regular no necesitan trituración ni cribado, tiene como fin soportar las cargas rodantes y transmitir las a la sub-rasante, como también resistir los esfuerzos que transmite la base, su función es económica (para no usar materiales de mayor calidad y de mayor costo), actúa como filtro de la base (esta capa canaliza el agua que asciende por capilaridad a la base), impide las incrustaciones con la sub-rasante y absorbe las deformaciones transmitidas por cambios volumétricos y de humedad que se reflejan en la superficie del pavimento.

BASE: Es la capa construida de material seleccionado con la capacidad suficiente de resistencia para recibir la carga de la superficie (cargas de los vehículos) y transmitirla a un nivel de esfuerzo adecuado, a la capa siguiente, que puede ser una sub-base o una sub-rasante, cumple una función económica, por permitir reducir el espesor de la carpeta que es más costosa, además debe tener capacidad de eliminar el agua que llegue a infiltrarse a través de la carpeta e impedir la ascensión capilar del agua para evitar deformaciones perjudiciales, por lo regular los materiales empleados para construir esta capa son arenas y gravas bien seleccionadas.

CARPETA: Son las superficies de desgaste y la capa más superficial de la vía constituida por fragmentos de roca, una mezcla de agregado pétreo y un aglutinante asfáltico como el cemento asfáltico preparado con una calidad y consistencia para uso directo en la construcción de pavimento asfáltico, existen a grados y se designan por números 3,6,7 y 8, dependen de su dureza definida por una prueba de penetración.

Para la fabricación de la mezcla es necesario controlar la temperatura que debe estar entre 120° C y 160° C, a la misma que debe tener el material pétreo, si el cemento asfáltico no se encuentra dentro de este rango de temperatura no va a tener las propiedades para aglutinar o mojar debidamente

las partículas de material pétreo, normalmente se utiliza el No. 6 por ser el mas adecuado a las condiciones climáticas del país, en los casos de concretos asfálticos y carpetas mayores de 10 cm, tienen capacidad de absorber parte de las cargas provocadas por el transito. Debe ser impermeable, tener dureza, tenacidad, resistencia, compacidad y rugosidad.

En un cierto tiempo la carpeta desarrolla una cierta fragilidad debido al intemperismo o a la falla de la base o de la sub-rasante y se le tiene que dar un tipo de mantenimiento el cual puede ser: bacheo, taponamiento, escarificación, resellado o tratamiento antiderrapante, pero antes de realizarlo se necesita saber primero la causa de la falla.

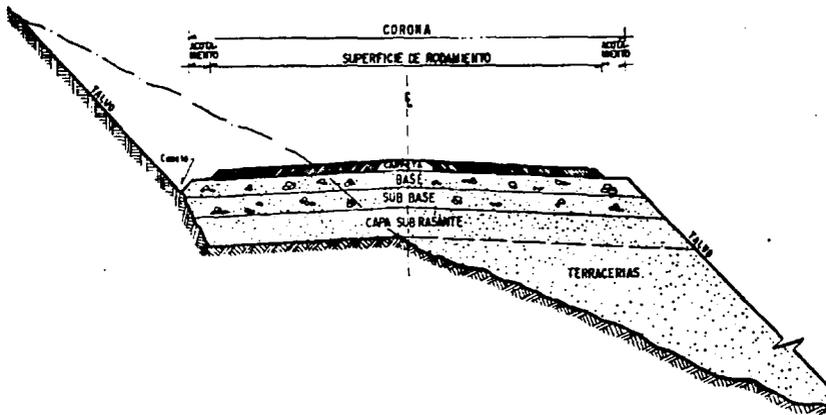


Fig. 1.5 Sección transversal típica de un pavimento flexible en una sección en balcón.

Corona: Parte central de una carpeta asfáltica de un camino.

Superficie de rodamiento: Es la parte de la corona acondicionada para que los vehículos transiten.

Acotamiento: Tierra al pie de un terraplén.

Derecho de Vía: Es la faja de terreno que se requiere para alojar el camino y contar con una zona adicional de servicio, no siendo forzoso que el camino quede al centro.

1.7 DRENAJE

El objeto del drenaje es la eliminación del agua que en cualquier forma pueda perjudicar al camino. Esto se logra evitando que el agua llegue a el o bien dando salida a esta.

Las obras de drenaje pueden ser subterráneas o superficiales de acuerdo a la forma de escurrimiento.

El drenaje superficial es el que elimina al agua que escurre encima del terreno o del camino, y puede ser:

- A) **Bombeo:** Pendiente transversal que se da a la corona del camino, hacia ambos lados del eje, para evitar que el agua de lluvia se estanque o que corra longitudinalmente sobre el. Para todas las clases de camino se especifica que el bombeo mínimo debe ser de 2%.
- B) **Cunetas:** Obras destinadas a recoger el agua de la lluvia que escurre sobre el camino debido al bombeo, así como la que escurre en los taludes de los cortes y que proviene de zonas adyacentes, la pendiente de la cuneta es la del camino.
- C) **Contra cunetas:** Zanjas que se constituyen para interceptar el agua que escurre por las laderas que se alojan en cortes de camino, para evitar deslaves en los taludes de estas, y un escurrimiento excesivo hacia las cunetas que pudieran sobrepasar su capacidad.

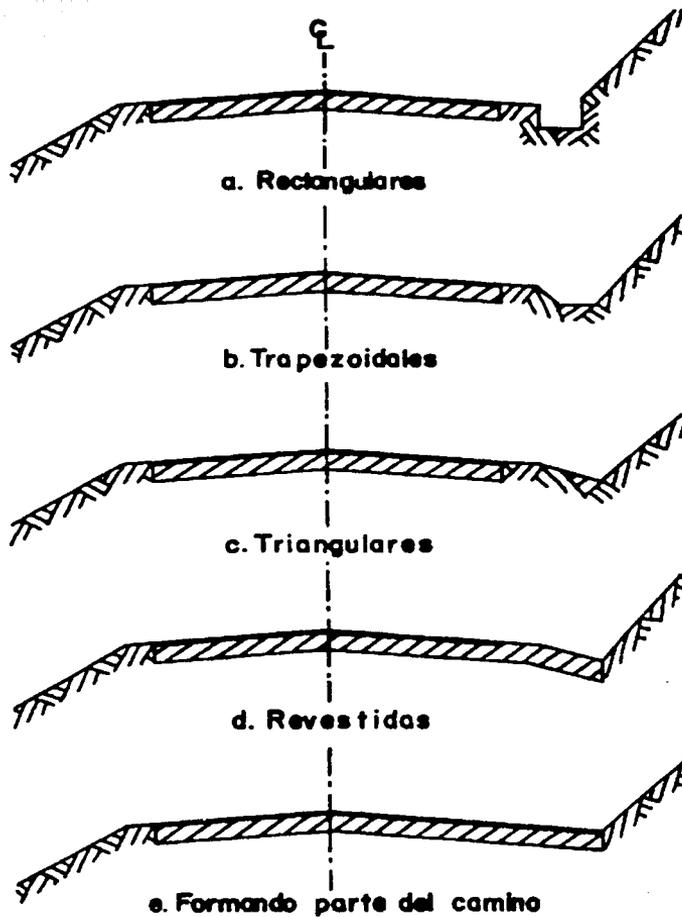


Fig. 1.6 Tipos de cunetas.

Si la velocidad del agua es mayor que la que pueda resistir el terreno sin erosionarse las cunetas se deben zampear, es decir recubrirse con una capa de concreto simple.

D) Alcantarillas y puentes: Son estructuras que se construyen para permitir el cruce de las corrientes que llegan al camino, ya sea de ríos, arroyos o escurrimientos, y van en forma perpendicular al camino, las alcantarillas se consideran como obras menores y los puentes aquellas con un claro mayor a 6 m sin colchón de tierra.

Las alcantarillas mas usadas son las tubulares, las de losa plana y las de bóveda, una vez que se determina el área hidráulica necesaria se selecciona el tipo de alcantarilla.

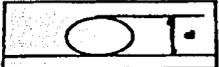
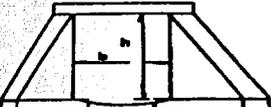
TIPO DE OBRA	DIMENSIONES .		AREA HIDRAULICA
 <p data-bbox="169 669 388 686">TUBO CIRCULAR</p>	d		
	0.76		0.333
	0.91		0.478
	1.07		0.660
 <p data-bbox="215 874 326 892">LOSA</p>	b	h	
	0.75	0.75	0.375
	1.25	0.75	0.625
	1.00	1.00	0.667
	1.50	1.00	1.000
	1.50	1.50	1.500
 <p data-bbox="153 1067 402 1107">BOVEDA DE MEDIO PUNTO</p>	h	s	
	1.00	1.00	1.184
	1.50	1.50	2.664
	1.00	2.00	2.736
	1.25	2.50	4.276
	1.50	3.00	6.157
	1.75	3.50	8.380
	2.00	4.00	10.946

Fig. 1.7 Tipos de Alcantarillas.

CAPITULO II: ESTUDIO GEOTÉCNICO

CAPITULO II: ESTUDIO GEOTÉCNICO

En el desarrollo anterior se hablo de un camino, clasificaciones y partes que lo conforman y en este capitulo hablaremos del proyecto y el terreno donde el cual se va a construir este, el cual puede estar constituido por rocas, suelos o ambos y que por lo regular siempre presentan problemas, se considera la roca como el mejor terreno de cimentación, por que la vía terrestre le transmitirá esfuerzos menores que su resistencia, los suelos como material de cimentación pueden presentar los siguientes problemas:

1. **Asentamientos:** estos están relacionados con la reducción de volúmenes y estos se presentan mas en suelos de origen orgánico o depósitos lacustres principalmente arcillosos.
2. **Tubificación:** es el efecto de flujo del agua al pasar a través de un suelo y producir el arrastre de las partículas más finas del suelo, estos se presentan alrededor de alcantarillas, cuando no están bien diseñadas, y también afecta a los taludes al provocar deslizamientos.
3. **Licuación:** es la perdida rápida de la resistencia al esfuerzo cortante debido a: el incremento de los esfuerzos cortantes actuantes con el correspondiente desarrollo de la presión de poro, la saturación del suelo, una compacidad relativa menor que 50%, una sollicitación dinámica y que el material este formado de arena fina o limo arenoso.
4. **Empuje de tierras:** este se presenta al tratar de mantener dos masas de tierra adyacentes a distinto nivel, y para esto se construyen muros de retención o darles un talud adecuado.
5. **Fenómenos de geodinámica externa:** se refiere al movimiento en masa del terreno.

Como un camino es una obra donde se ejercerá una presión pequeña en un área grande, se requieren exploraciones que alcancen profundidades someras, con un espaciamento amplio, sin embargo serán las condiciones geológicas en primer termino, las que dirán si se necesita un estudio mas a fondo como por ejemplo zonas inestables. Durante los estudios preliminares el objetivo es determinar y elegir la ruta más favorable para el camino, el estudio nos dirá las

características topográficas, hidrográficas, geotécnicas generales, como la clasificación y localización de los materiales de construcción para prevenir cualquier problema que se presente durante o después de la construcción.

Estos resultados nos dan el trazo definitivo, el diseño de los taludes en los cortes, la forma de obtención de los materiales de construcción, el diseño del drenaje menor, el procedimiento de construcción y algunas recomendaciones sobre el desarrollo de este.

A lo largo y después de la construcción de la vía terrestre se presentara bastante información acerca de las excavaciones y cortes efectuados para la construcción y así mismo deberá darse atención especial a aquellas discontinuidades que por efectos de corte o formación de terraplenes, puedan constituir movimiento en masa del terreno, también nos dará información sobre el flujo de agua superficial y los niveles piezométricos de los acuíferos, ya que el agua en ocasiones produce fallas en las estructuras y provoca gastos grandes de mantenimiento, las modificaciones al medio natural que rodea al sitio deberán ser evaluadas para no producir grandes efectos negativos en su ecología.

ETAPAS DE INVESTIGACION	METODOS DE EXPLORACIÓN						
	DIRECTOS				INDIRECTOS		
	LEVANTAMIENTO GEOLOGICO	Pozos a cielo abierto y trincheras	Túneles y socavaciones	Perforaciones	Foto-geología	Métodos Geo-eléctricos	Métodos Geo-sísmicos
Selección De la ruta mas adecuada y rec. Preliminar	X	X			X		
Exploración Detallada	X	X	X	X		X	X
Construcción de la Vía terrestre	X	X	X	X		X	X
Operación De la obra	X			X			
Banco de Materiales	X	X		X	X		X

2.1 ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

El Gobierno del estado de Veracruz a través de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes solicito la realización del proyecto para la construcción del camino Sierra de Agua- Los Pescados, incluyendo dentro de este el estudio geotécnico y el proyecto de pavimento que se propondrá en base a las características del lugar.

El camino tendrá una longitud de 9 Km, con origen en la localidad de Sierra de Agua y termino en los Pescados, ambas pertenecientes al municipio de Perote. Se localiza entre las coordenadas 19°37' de latitud norte y 97°12' de longitud oeste, en el inicio, y 19°33' de latitud norte y 97°09' de longitud oeste, actualmente existe un camino revestido y sobre el cual se llevara a cabo el trazo, sufriendo cambios en algunos tramos con la finalidad de que el alineamiento vertical y horizontal cumpla con las especificaciones de la Secretaria de Comunicaciones y transportes para un camino tipo "C".

El municipio de Perote se localiza en la porción centro-occidental del Estado de Veracruz, en los limites con el Estado de Puebla. La localidad de Sierra de Agua se localiza a 9 Km de la cabecera municipal, sobre la carretera Perote-Xalapa, iniciando el camino en este punto hacia la comunidad de Los Pescados, ubicada en las inmediaciones del Cofre de Perote, a una altura cercana a los 3,000 m.s.n.m.

Localizado el trazo definitivo de la carretera, se procedió a la ubicación de pozos a cielo abierto (P.C.A.) sobre el eje del trazo, basándose principalmente en observaciones realizadas superficialmente de los tipos de materiales existentes en la zona y separados a una distancia promedio de 500 m., aunque en algunas zonas se tuvieron que hacer a una distancia menor. A si mismo se aprovecharon los taludes de los cortes presentes en el camino actual, para la realización de una inspección de los materiales de terreno natural.

A continuación se muestra un mapa con la localización, Fig. (2.1)

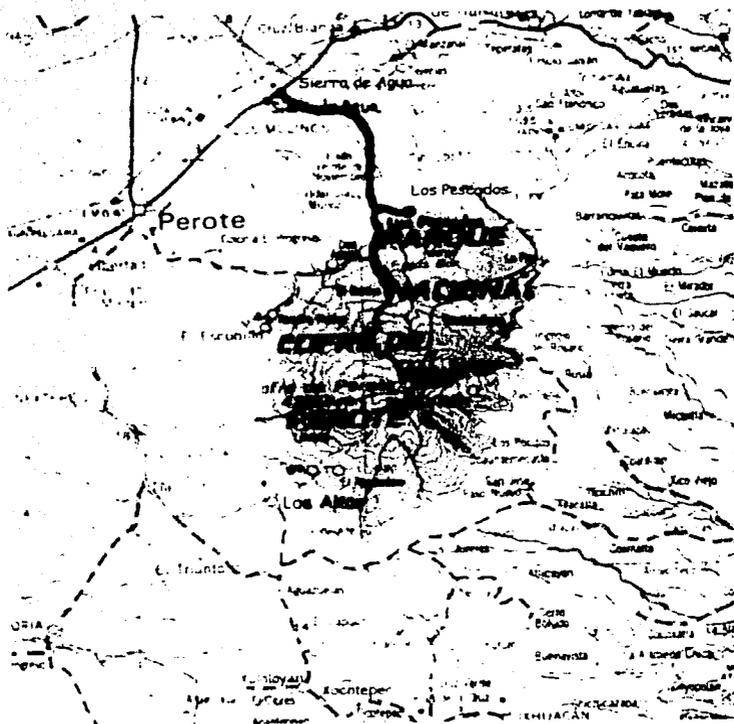


Fig. 2.1 Localización del camino Sierra de Agua - Los Pescados

A lo largo de los 9 Km del tramo, se realizaron un total de 18 P.C.A., a profundidades que varían de 1.40 m, a 2.20m., y cuyo perfil estratigráfico se presenta en un anexo de este capítulo (*Anexo 2A*, contiene los 18 perfiles), de cada uno de los sondeos se obtuvieron muestras alteradas de los distintos estratos observados, y se determinaron los pesos volumétricos secos en estado natural, para determinar los coeficientes de variación volumétrica a distintos grados de compactación, importantes para el calculo de movimiento de tierras.

Los sondeos fueron ubicados de la siguiente manera:

SONDEO	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD(m)
1	0+300	1.60
2	0+800	1.40
3	1+300	1.50
4	1+800	1.40
5	2+300	1.70
6	2+800	1.70
7	3+300	2.20
8	3+800	1.90
9	4+300	1.80
10	4+800	1.60
11	5+300	1.80
12	5+800	1.90
13	6+300	1.70
14	6+800	1.50
15	7+300	1.50
16	7+800	1.50
17	8+300	1.50
18	8+840	1.60

A continuación se muestra un esquema de ubicación de estos sondeos:



Fig. 2.2 Ubicación de los 18 pozos a cielo abierto alrededor del camino.

Dentro de los trabajos de campo se llevo a cabo la ubicación de bancos de material, para la construcción de terracerías, sub-rasante y las capas que integran la sección del pavimento.

Las muestras de los pozos a cielo abierto realizados sobre el eje de trazo y de los bancos de material fueron trasladadas al laboratorio, en donde se les realizaron pruebas para determinar las propiedades índice, principales propiedades mecánicas y clasificación de suelos en base al SUCS-SCT, (Los resultados se muestran en el **Anexo 2C**), con la finalidad de determinar su factibilidad para el uso de construcción en la obra, los resultados de las pruebas efectuadas a los materiales existentes en el trazo se presentan tabulados.

Asimismo se llevo a cabo una recopilación de la información existente, referente a las principales características de la región, tales como morfología, hidrología, climatología, etc., con la finalidad de conocer los aspectos más importantes para el tipo de obra a construir.

2.2 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

MORFOLOGÍA

La zona en estudio se localiza dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, y que desde el punto de vista geomorfológico se observa en esta área la acción de procesos magmáticos que dieron origen a la sierra del Cofre de Perote, que precisamente da lugar a la morfología del sitio, asimismo este paisaje esta parcialmente modificado en algunas zonas por acumulaciones piroclásticas formadoras de aparatos volcánicos.

HIDROLOGÍA

En el área de estudio se ubica una subcuenca de un pequeño río, que nace en las cercanías del cofre de Perote y que a la altura del municipio de las Minas recibe el nombre de Trinidad, localizado en la cuenca hidrológica del río Nautla, y cuyos formadores principales son el río Alseseca y el río Bobos, que corren en dirección general Sur-Norte y se unen a la altura de Tlapacoyan, En este punto el río se desvía hacia el Noroeste, pasa después por Martínez de la Torre y a unos 10 Km aguas abajo recibe la aportación del río Quilate. Finalmente desemboca frente a la ciudad de Nautla. Presentando una longitud aproximada de 125 Km.

CLIMATOLOGÍA

El clima del área en donde se localizara el camino, se clasifica como frío, con temperatura media anual inferior a 10°C, disminuyendo conforme aumenta la altitud, hacia el Cofre de Perote; presenta precipitación media anual de 600mm; con periodo de sequía de tres a seis meses al año.

TOPOGRAFÍA

El terreno sobre el que se desarrolla el trazo, desde el punto de vista topográfico, esta influenciado, por la presencia del Cofre de Perote, presentando una pendiente ascendente en el sentido de cadenamiento desde el principio del tramo, hasta su termino en la comunidad de los Pescados. Del Km 0+000 al Km 1+800 presenta pendientes inferiores al 5.0% en todo el tramo; a partir de este ultimo punto y hasta el final del camino se incrementan las pendientes en rangos que varían de 6% a 10.5% principalmente, con algunos tramos de menor pendiente y pequeña longitud.

GEOLÓGIA

La formación geológica de la Provincia del Eje Neovolcánico se remonta al Mesozoico. Dentro de la zona en estudio se distinguen tres unidades compuestas por brechas volcánicas intermedias, tobas intermedias y andesitas, originadas en el terciario superior de la era cenozoica y que dan lugar a que exista en el área, una cobertura de arenas mal graduadas y arenas limosas con finos no plásticos o de baja plasticidad, que presentan buen comportamiento en la construcción de terracerías para carreteras.

ESTRATIGRAFIA

a) **BRECHA VOLCÁNICA INTERMEDIA (Ts):** Esta unidad la componen depósitos piroclásticos sin cementación alguna, de fragmentos angulosos de andesitas y basaltos en una matriz tobacea de grano grueso y suave, exhibiendo colores crema y ocasionalmente tonos pardo rojizos. Por la baja cohesión que presenta es muy susceptible a la acción de agentes erosivos. De manera particular aflora desde el Km 0+000 al Km 2+500 y ocasionalmente se le logra ubicar hasta el Km 8+000.

b) **TOBA INTERMEDIA (Ts):** Unidad compuesta por depósitos piroclásticos de composición andesítica, compuestos por tobas de textura merocristalina piroclástica, mineralógica, presentando colores ocre, sobreyace a brechas volcánicas intermedias y presenta una morfología de lomeríos suaves. Sobre esta unidad se ubican los bancos de material para terracerías y subrasante localizados en el Km 4+920 y 6+320.

c) **ANDESITA (Ts):** Esta unidad comprende una intercalación irregular de andesitas y andesitas basálticas que presentan una mineralogía compuesta por plagioclasa, lamprobolita, piroxeno y hematita principalmente, embebidos en una matriz microcristalina desvitrificada, con textura merocristalina afanítica, presentando color gris, con intemperismo gris de acero, es compacta y tenaz. Le sobreyacen tobas intermedias. Aflora hacia el final de la obra, a partir del Km 8+500.

DRENAJE

El drenaje de la zona es de tipo radial, representativo de áreas con presencia de conos montañosos y que en este caso esta dado por el cofre de Perote, la baja densidad de la vegetación y la escasez de lluvias ocasionan que los suelos superficialmente se mantengan prácticamente secos, aunque en algunos casos y

sobre todo en zonas bajas, la alta permeabilidad de ellos, permite la infiltración del agua de lluvias hacia las capas inferiores.

2.3 MATERIALES A LO LARGO DE LA LÍNEA DE TRAZO (Características geotécnicas) Y BANCOS DE MATERIAL.

De acuerdo a la exploración superficial que se realizó en el lugar, en combinación con los ensaves de laboratorio de los materiales muestreados a lo largo de la línea de trazo se obtuvieron los siguientes datos.

El tramo presenta espesores de despalme (suelo orgánico) promedio de 0.25m, y se encontró que el actual camino se encuentra revestido con material calizo, grava-arena de río, y en algunas zonas no existe, por lo que se recomienda que se utilice dentro del cuerpo de terracerías, y en ningún caso deberá ser utilizado dentro de la capa sub-rasante.

La zona en estudio presenta en términos generales suelos homogéneos compuestos por arenas limosas y limos arenosos, y hacia el final presentan afloraciones de rocas andesíticas. En el tramo comprendido entre el Km 0+000 y el Km 3+500, subyaciendo al despalme, se encuentran arenas mal graduadas limosas, de origen piroplástico (brecha volcánica intermedia), sueltas, de grano grueso a fino, no plásticas a poco plásticas, y que de acuerdo a sus características pueden ser utilizadas en la construcción del cuerpo del terraplén; en zonas aisladas se presentan en espesores inferiores a 1 m., arenas limosas, finas, con características deseables para usarse en la capa sub-rasante.

Entre el Km 3+500 y el Km 4+600, se encontraron limos arenosos, no plásticos a poco plásticos, muy sueltos a medianamente compactos, color café claro, en espesores indefinidos, exhibiendo características que permiten su uso dentro del cuerpo de terraplén, bajo despalme de 0.20m de espesor.

En el tramo ubicado entre el Km 4+600 y el 8+500, se presentan arenas limosas (SM), no plásticas a poco plásticas, sueltas, color café claro, y que pueden utilizarse en la construcción hasta la capa sub-rasante, con algunas capas delgadas en zonas aisladas de las arenas presentes en el primer tramo señalado y que solo deberán usarse en el cuerpo de terraplén. Asimismo en esta

tramo del Km 7+900 al 8+500 se encuentra bajo la capa de despalme, una capa de limo plástico (MH), de consistencia media, de 0.50m de espesor.

En el tramo del Km 8+500 al Km 9+000, se detecto la presencia de rocas andesíticas, poco intemperizadas, y arenas limosas (SM), poco plásticas y que de acuerdo a sus características pueden ser utilizados en la construcción del cuerpo de terraplén, con despalme de 0.20m de espesor.

En el tramo ubicado entre el Km 4+600 y el 8+500, se presentan arenas limosas (SM), no plásticas a poco plásticas, sueltas, color café claro, y que pueden utilizarse en la construcción hasta la capa sub-rasante, con algunas capas delgadas en zonas aisladas de las arenas presentes en el primer tramo señalado y que solo deberán usarse en el cuerpo de terraplén. A si mismo en este tramo del Km 7 +900 al 8+500 se encuentra la capa de despalme una capa desde limo plástico (MH), de consistencia media, de 0.50 m de espesor.

En el tramo del Km 8+500 al Km 9+000, se detecto la presencia de rocas andesíticas, poco intemperizadas, y arenas limosas (SM), poco plásticas y que de acuerdo a sus características pueden ser utilizados en la construcción del cuerpo de terraplén, con despalme de 0.20 m, de espesor.

En el Anexo 2C se presentaron las características mecánicas de los materiales muestreados a lo largo de la línea de trazo; los datos para el calculo de la curva masa, las recomendaciones generales para el tratamiento probable de los terraplenes se muestran en el Anexo 2D.

BANCOS DE MATERIAL PARA TERRACERIAS Y PAVIMENTO

A la par de la exploración de los materiales a lo largo de la línea de trazo, se realizaron exploraciones para ubicar posibles bancos de material para ser utilizados en las diferentes etapas de construcción de la obra, y a continuación ser muestreados con la finalidad de conocer sus propiedades mecánicas para tener la certeza de que cumplen con las especificaciones particulares de cada caso.

De lo anterior ubicaron dos bancos de material, para usarse en el cuerpo de terraplén y capa sub-rasante, los bancos están formados por arenas limosas

(SM), sin plasticidad, de grano medio a fino, sueltas, de origen piroplástico, y que pueden utilizarse en el cuerpo de terraplén y capa sub-rasante, ubicados aproximadamente en el Km 4+920 D/I 150m y 6+320 D/I 40m de la carretera Sierra de Agua - Los Pescados.

Para las capas de pavimento se ubicaron tres bancos, el banco denominado como "La Joya", se compone de un pétreo basáltico vesicular, con características que le permiten ser utilizado en la capa de base hidráulica y carpeta asfáltica, sin embargo debido a la presencia de vesículas, presenta absorciones altas, lo que influye para que en las mezclas asfálticas presenta altos consumos de cemento, motivo por el cual, durante la etapa de construcción se deberá realizar un estudio económico en el cual se tome en cuenta los aspectos anteriores mencionados. Los bancos denominados como "Tride" y "Mina Unión", localizados en el Km 61+500 D/D 100m y 63+500 D/D 1300m, respectivamente de la carretera Acatzingo-Xalapa, en la zona del Cerro "Derrumbadas", están formados por pétreo rió-lítico, con calidad para ser usados dentro de la capa de base hidráulica y carpeta asfáltica, sin embargo, de los ensayos de laboratorio realizados, se obtuvo que algunas muestras presentaron un índice plástico muy cercano al límite permitido por las normas particulares de este proyecto, por lo que en el caso de ser utilizados estos bancos, se debía tener un control adecuado para impedir que material que presente las características plásticas mencionadas, fuera utilizado en la etapa de construcción. Por las distancias de acarreo se observo que el banco mas conveniente para su utilización era "la Joya", sin embargo se recomendó tomar en cuenta otros aspectos tales como costo de adquisición del material pétreo, capacidad de suministro y consumos de asfalto, para tomar la decisión mas adecuada, desde el punto de vista económico.

2.5 NORMAS DE MATERIALES PETREOS

Los materiales de los bancos para cuerpo de terraplén y sub-rasante tenían que cumplir con las características de calidad adecuada de acuerdo a las siguientes especificaciones:

MATERIALES PARA TERRACERIAS:

CARACTERISTICA	DESEABLE	ADECUADA	TOLERABLE
Granulometría (mm)	<76	100% mat.<1500 80%mat.<750	
Tamaño máximo(mm)	-	1500 o	2000
% mat. Que pasa la malla No.200	30máx.	40máx.	40máx.
Limite Líquido (%)	40máx.	50máx.	60máx..
Indice plástico(%)	12máx.	20máx.	25máx.
Compactación	95 min.	90 min.	90 min.
C.B.R. (%)	15 min.	10 min.	10 min.
Expansión (%)			3máx.

MATERIALES PARA CAPA SUB-RASANTE:

CATACTERISTICA	DESEABLE	ADECUADA	TOLERABLE
Tamaño máximo (mm)	76	76	76
% mat. Que pasa en la malla No.200	25 máx.	35 máx.	40 máx.
Limite Líquido (%)	30 máx.	40 máx.	50 máx.
Indice Plástico (%)	10 max.	20 máx.	25 máx.
C.B.R. (%)	20 min.	15 min.	15 min.

MATERIALES PARA CARPETA ASFALTICA POR EL SISTEMA DE MEZCLA EN EL LUGAR:

Los materiales a emplear fueron producto de trituración total y cribado de los bancos anteriormente señalados y la curva granulométrica del material pétreo debió quedar comprendida preferentemente en la frontera de las zonas de las Normas de Calidad de los Materiales (4.01.03.010-C.01), presentando un tamaño máximo de 19mm. (3/4"), así también tenía que cumplir con las tolerancias, fijadas a continuación, con respecto a la granulometría de diseño, que fue establecida por el laboratorio de control durante la etapa de construcción.

TAMAÑO DEL MATERIAL PETREO		TOLERANCIA, % EN PESO DEL MATERIAL PETREO
MALLA QUE PASA	RETENIDO EN MALLA	
Tamaño máximo	4.76 (Núm.4)	(+/-)5
4.76 mm (Núm.4)	2.00 (Núm.10)	(+/-)4
2.00 mm(Núm.10)	.420mm(Núm.40)	(+/-)3
.420mm (Núm.40)	.074mm (Núm.200)	(+/-)1
.074 mm(Núm.200)		(+/-)1

A si mismo el material pétreo debió cumplir con las especificaciones señaladas para tal fin en el libro 4, de las Normas de Calidad de los materiales, capítulo 4.01.03.010 de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

Para fines presupuétales en la construcción de la carpeta asfáltica se propuso un consumo de cemento asfáltico de 110 kg/m³ a 140 kg/m³ de material pétreo seco y suelto.

En el caso de que el contratista y/o la supervisión hubieran propuesto otro banco de materiales para la construcción de las terracerías o pavimento en adición o sustitución de los señalados, estos tendrían que cumplir con las restricciones y lo no fijado debería ajustarse a lo especificado en el libro 4, de las Normas de Calidad de Materiales de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, de acuerdo a la capa que corresponda.

CAPITULO III: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

CAPITULO III: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

3.1 DATOS VIALES

En función de no contar con un aforo vehicular para la determinación del Transito Diario Promedio Anual (TDPA), se juzgo convenientemente remitirse a la proposición de nuevas normas para materiales de la sección estructural de pavimentos flexibles, emitido por el Instituto Mexicano del Transporte, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Documento Técnico No. 2, Querétaro, Qro.: Junio de 1989), para el dimensionamiento del pavimento.

De acuerdo al documento citado, la carretera corresponde a un camino tipo III, definido como aquellos, "cuyo transito, medidos a través del numero de ejes equivalentes de 8.2 ton. Acumulados en un periodo de vida útil de 10 años.

"(Este tránsito acumulado equivale aproximadamente a 100-500 vehículos de transito diario promedio anual, en ambos sentidos en las condiciones de carga y distribución de transito actuales)". A continuación se muestra una sección tipo:

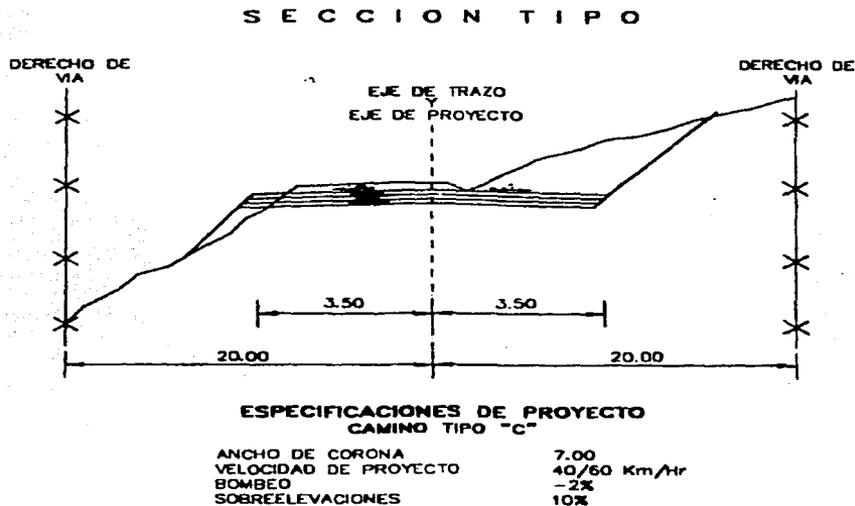


Fig. 3.1 Sección tipo del proyecto Sierra de Agua - Los Pescados

3.2 DESCRIPCIONES Y COMENTARIOS

De acuerdo los trabajos de campo y laboratorio realizados, así como los recorridos exploratorios y la información recabadas, se estimo que no se presentarían problemas de importancia en la construcción y operación, pero se tomaron en cuenta las siguientes acciones:

Construir protecciones mediante zampeado o concreto hidráulico, a la entrada y salida de las alcantarillas debido a la alta susceptibilidad a la erosión que presenta el tipo de materiales existentes en la zona (arenas sin cementación), con la finalidad de evitar daños a las estructuras en épocas de lluvias.

Debido al clima frío que predomina durante la mayor parte del año en la zona en estudio, se recomienda que los trabajos en los que se involucro el manejo de las emulsiones asfálticas para la pavimentación (riegos de impregnación o riegos de liga), se llevaran a cabo durante las horas más calurosas del día, así como que la temperatura de aplicación de las mismas, fuera lo mas alta posible, siempre y cuando no afectara su comportamiento.

Proteger todos los taludes de los terraplenes, propiciando el crecimiento de vegetación, para evitar problemas de erosión, originados por las precipitaciones pluviales.

Durante los primeros meses de vida útil del camino fue importante vigilar cuidadosamente las obras de drenaje, limpiando los azolves que se presentaron, puesto que la presencia de las arenas sueltas que existen en el terreno natural podrían provocar este problema, acentuado en su etapa inicial, así como durante el resto de la vida útil utilizando una conservación y mantenimiento permanente de las obras de drenaje.

El tramo en estudio se localiza dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, el proyecto se realizo contemplando la construcción de un cuerpo, el cual alojaría un carril de circulación por sentido.

En la zona estudiada se presentan suelos homogéneos compuestos por arenas limosas, sin plasticidad o poco plásticas, de grano medio a fino, sueltas, clasificadas de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), como arenas limosas (SM); limos arenosos, poco plásticos clasificados

como limos de baja compresibilidad (ML), y que exhiben características adecuadas para la construcción de las capas de terracerías presentes en la consecución de la obra; así como en los últimos 500m (Km 8+500 al Km 9+000); se localizan afloraciones de rocas andesíticas fragmentadas, poco intemperizadas y arenas limosas.

Durante la construcción fue importante vigilar que en la explotación de los bancos, se utilizara material que cumpliera con las características mecánicas, para las capas en las que se fuera a utilizar, cuidando que no existiera contaminación por materiales inadecuados para el fin señalado, o materia orgánica.

Los espesores de las capas del cuerpo de terraplén para compactación, fueron fijados de acuerdo al equipo disponible, de tal forma que la diferencia resultante entre el grado de compactación de la mitad superior y la inferior de la capa no fuera mayor al 2% del PVSM del material en cuestión, y que se pudiera utilizar para el proceso de compactación, equipo vibratorio que pudiera ser combinado con equipo neumático.

La inclinación de los taludes, para el caso de los terraplenes se ajusta, dependiendo de su altura, a lo siguiente:

ALTURA	INCLINACIÓN
DE 0.00m a 1.00 m	5:1
DE 1.00 m A 2.00m	3:1
Mayor a 2.00m	1.7:1

3.3 SECCION EN TERRAPLEN Y SECCION EN CORTE

SECCION EN TERRAPLEN

- Los trabajos iniciaron con la construcción de las obras de drenaje, las cuales debían protegerse adecuadamente para evitar cualquier daño estructural durante la construcción de las terracerías.
- Inmediatamente después se empezó con los trabajos de desmonte, desenraicé, y limpieza general del área en donde quedo alojada la carretera, en el ancho y longitud que indico el proyecto.

- Se despalmo el terreno natural con el espesor indicado, en toda el área de construcción, colocando el material fuera de los cerros, para su utilización posterior como arroyo de taludes.
- Se compacto el terreno natural (incluido el revestimiento actual) en un espesor mínimo de 20 cm al 90% de su PVSM de la prueba Proctor AASHTO Estándar.
- Se formo el cuerpo del terraplén en capas uniformes, compactándolo al 90% de su PVSM, de la prueba Proctor AASHTO Estándar, con material producto de corte o de banco, hasta llegar al nivel indicado por el proyecto.
- Se formo y compacto la capa sub-rasante al 100% de su PVSM Proctor AASHTO Estándar, en un espesor de 30 cm, con material producto de corte o de banco, hasta llegar a nivel indicado por el proyecto.
- Se formo y compacto la capa sub-rasante al 100% de su PVSM Proctor AASHTO Estándar, en un espesor de 30 cm, con material producto de corte o de banco, según correspondiera, hasta el nivel que indico el proyecto, cuidando que el tamaño máximo de las partículas para esta capa no sobrepasaran los 75 mm (3").

SECCION EN CORTE

- Los trabajos iniciaron con el desmonte, desenraicé y limpieza general del área en donde quedaría alojada la carretera, en el ancho y longitud que indique el proyecto.
- Se despalma el terreno natural en el espesor que sé indicado en toda el área de construcción, colocando el material fuera de los cerros, para su utilización posterior como arroyo de los taludes.
- Se excavo hasta el nivel que indico el proyecto, procediendo a compactarse al 90% de su PVSM de la prueba Proctor AASHTO Estándar en un espesor de 20 cm la superficie descubierta; salvo otra indicación del proyecto.

- Se formo y compacto la capa sub-rasante al 100% de su PVSM Proctor AASHTO Estándar, en un espesor de 30 cm, con material producto de corte o de banco, según correspondiera, hasta el nivel que indico el proyecto, cuidando que el tamaño de las partículas para esta capa no sobrepasaran los 75 mm(3").

3.4 RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL CUERPO DE TERRAPLEN.

A) En todos los casos el cuerpo de terraplén, se compacto al 90% de su PVSM o se bandeó según fuera el caso y la capa sub-rasante se compacto al 100% de su PVSM; los grados de compactación indicados son con respecto a la prueba Proctor AASHTO Estándar.

B) En todos los casos, cuando no se indico otra cosa, el terreno natural, después de haberse efectuado el despalme correspondiente, el piso descubierto se compacto al 90% de su PVSM en una profundidad mínima de 0.20m; o bandeó según el caso.

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

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

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

-Material que por sus características, pudiera utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén y capa sub-rasante.

C) En terraplenes formados con este material, se debía construir capa sub-rasante.

D) En terraplenes contruidos en este material, se debía proyectar una capa sub-rasante de 0.30m, compactada 100% de su PVSM, con material del préstamo del banco más cercano.

- E) En cortes formados en este material, la cama de corte, se debió compactar al 90% de su PVSM, en una profundidad mínima de 0.20m y se debió proyectar una capa sub-rasante de 0.30m. de espesor compactándola al 100% con material procedente del banco más cercano.
- F) En este tramo se debió proyectar en cortes y terraplenes bajos, una capa de transición de 0.50m, de espesor, como mínimo y capa sub-rasante de 0.30m; en caso de ser necesario se abrieron cajas de profundidad suficiente para alojar las capas citadas; ambas capas se proyectaron con préstamo del banco más cercano.
- G) En cortes, se debió escarificar los 0.15m. superiores y acamellonar, la superficie descubierta, se debió compactar al 100% de su PVSM en un espesor mínimo de 0.15m. con lo que quedaría formada la primera capa sub-rasante, con el material acamellonado se construyo la segunda capa de sub-rasante, misma que debió compactarse también al 100% de su PVSM.
- H) En cortes formados en este material, se proyecto únicamente una capa sub-rasante de 0.30m, de espesor mínimo, compactándola al 100% y se construyo con material de préstamo del banco más cercano.
- I) En cortes formados en este material, se escarificaron los primeros 0.30m, a partir del nivel superior de sub-rasante, se acamellonaron el material producto del escarificado y se compacto la superficie descubierta al 90%, hasta una profundidad de 0.20m, posteriormente, con el material acamellonado se formo la capa sub-rasante de 0.30m, de espesor.
- J) En el caso de cortes y terraplenes construidos en este material, se debió proyectar una capa de transición y una capa sub-rasante de 0.20m. y 0.30m. respectivamente, compactando al 95% y 100% de su PVSM; ambas capas se construyeron con material de préstamo del banco más cercano.

3.5 PROCESO CONSTRUCTIVO

El procedimiento inicio con el trazo, desmonte, despalme y la formación de las terracerías, capa de sub-yacente, capa de sub-rasante y formación de la base hidráulica.

Los procedimientos constructivos para el pavimento debieron cumplir en cada una de sus capas con lo señalado en el Libro 3, título 3.01.03 de las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, complementándose con los siguientes requerimientos:

Antes de iniciar la construcción de la base hidráulica, debió verificarse que la capa sub-rasante, cumpliera con los niveles fijados en el proyecto, así como con las siguientes tolerancias:

- a) Nivel de superficie (+/-) 3 cm
- b) Pendiente transversal (+/-) 0.5 %
- c) Profundidad de las depresiones observadas colocando una regla 3.0m de longitud, paralela y normalmente al eje, máximo. 2 cm
- d) Grado de compactación obtenido en por lo menos 80% de los puntos determinados en un mínimo de 20 verificaciones, fijados aleatoriamente, con respecto al PVSM de la prueba AASHTO Estándar. > 100%. En el 20% de los puntos restantes > 98%.

La capa de base hidráulica se construyo con el espesor marcado en el proyecto, compactándose al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO Modificada, verificándose al termino de su construcción los siguientes aspectos con sus respectivas tolerancias:

- a) Nivel de superficie (+/-) 1 cm
- b) Pendiente transversal (+/-) .25%
- c) Profundidad de las depresiones observadas colocando una regla de 3.0 m, de longitud, paralela y normalmente al eje, máximo. 1 cm.
- d) Grado de compactación obtenido en puntos fijados aleatoriamente, con respecto al PVSM de la prueba AASHTO Modificada. > 100%

Finalmente deberá impregnarse la base, previamente barrida; con Emulsión Asfáltica de Rompimiento Medio, a razón de 1.2 lts/m², la cual deberá

sujetarse a revisión en la obra, para en caso de ser necesario corregir la dosificación.

La carpeta asfáltica se construyo con el espesor fijado en el proyecto, previo riego de liga por medio de Emulsión Asfáltica de Rompimiento Rápido a razón 0.7 lts/m^2 , compactándose al 95% mínimo, de su PVM con respecto a la prueba de compresión sin confinar. Debiendo verificarse al final de su construcción los siguientes aspectos, cumpliendo con lo aquí fijado.

-Profundidad máxima de las depresiones observadas colocando una regla rígida de 3.0 m de longitud, paralela y normalmente al eje, máximo.1.0 cm

-Espesores, en el 90% mínimo del numero total de determinación de espesores, máximo -0.5cm, en el 10% restante del numero total de determinación de espesores, máximo -1.0cm.

Finalmente debió protegerse la carpeta asfáltica por medio de un riego de sello, con material pétreo tipo 3-A a razón de 10 lts/m^2 y riego de liga mediante emulsión asfáltica de rompimiento rápido a razón de 1.2 lts/m^2 , recomendándose que estas dosificaciones fueran revisadas antes del inicio de los trabajos, con la finalidad que pudiera observarse cualquier ajuste necesario.

El proceso constructivo se ejecuto de la siguiente manera:

1-Se inicio el trazo y nivelación del eje del camino incluyendo sus curvas horizontales y verticales, así como las secciones transversales indicando con trompos y estacas los limites del camino (ceros), con los datos de cortes y terraplenes por cada estación desde el 0+000 al 9+246.50.



Foto 1, Localización bancos de nivel.

2-Posteriormente se inicio el desmonte combinando el uso de motosierras y maquinaria pesada, con un tractor D85A Komatsu, aserrando por secciones de 40cm los tallos de los árboles, colocándolos fuera del área del camino, para ser aprovechadas por la gente y las ramas esparcidas se cortaron y esparcieron para abono de los árboles existentes.



Foto 2, Desmonte con tractor Komatsu D85A.

3-Se realizo el despulme de la capa vegetal tanto en el desplante de los terraplenes como de los cortes, colocando dicho producto fuera de los cerros.



Foto 3, Despulme con motoconformadora de material contaminado.

4- Se procedió a cortar las zonas donde se indicaba esta actividad acarreado el material en camiones hacia bancos de desperdicio ya que este no cumplía con las especificaciones para ser utilizado en los terraplenes.

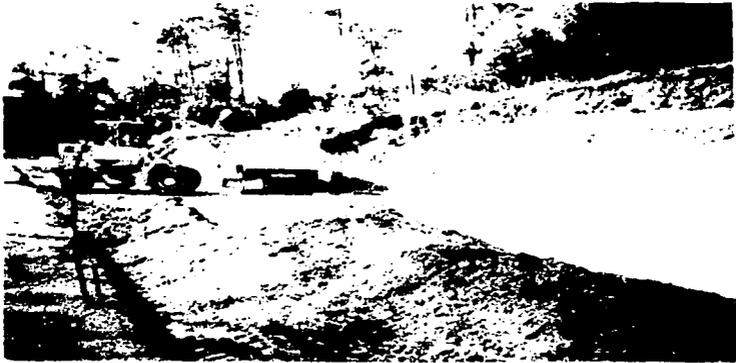


Foto 4, Acarreo a camiones de material producto de cortes.

5-Para los terraplenes se tuvo que buscar un banco de material con buena calidad que cumpliera con las especificaciones de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, se utilizo una arena pomitica blanca localizada en el Km 5+200 con desviación izquierda de 500 m, compactando las capas del terraplén al 95% de su P.V.S.M. (Norma del diseño de pavimentos de las terracerias).



Foto 5, Formación de terraplenes.

6-Antes de la formación de terraplenes se tuvo que compactar al 90% de su P.V.S.M. el área de desplante de estos, se utilizo una Motoconformadora Cat 12-E de 120 hp, un Vibro-Compactador DynaPack CC-43 de 100 hp. Y una pipa de agua para riego de 10000 lts.

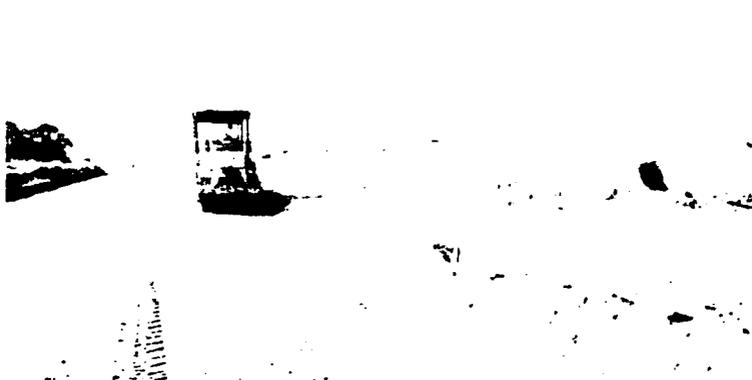


Foto 6, Compactación del área de desplante de terraplenes.

7-Por el tipo de material existente en la obra (Tepetzil), el cual no es compactable y con un V.R.S. (Valor relativo de soporte), de muy baja capacidad, fue necesario realizar cajas de 50cm, de espesor por el ancho de longitud del camino para reponer con un material de mejor calidad (el mismo de los terraplenes), y así se formo la capa sub-rasante para soportar la base y la capa se compacta al 95% de su P.V.S.M.



Foto 7, Formación de cajas de mejoramiento.

8-La Sub-base y la Base se realizaron con material procedente del banco llamado "La Calera", ubicado a 18 Km. Adelante del Km, 0+000, consistente en un material basáltico triturado de $1 \frac{1}{2}$ pulgada a finos, formando la capa de 20 cm, de espesor y compactándola al 95% de su P.V.S.M., se utilizó el equipo mencionado anteriormente y los acarreos fueron realizados por volteos de 6 a 7 m^3 .



Foto 8, Formación de sub-base y base.

9-Después se realizó el Barrido que es una operación que consiste en barrer la basura y finos sueltos de la superficie de la base, esta fue realizada con 2 cuadrillas de 10 gentes cada una equipada con cepillos carreteros, palos y carretillas.

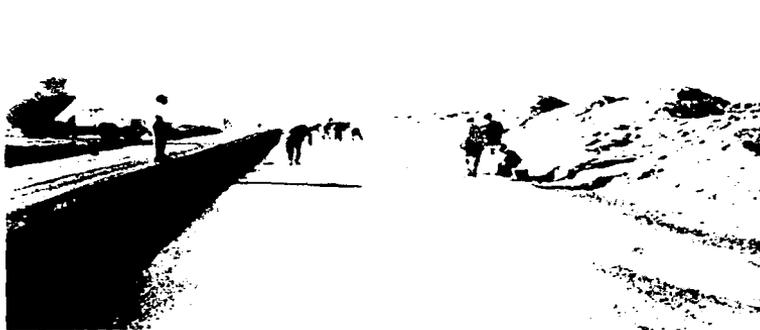


Foto 9, Barrido de superficie.

10-El Riego de impregnación se realizo inmediatamente después del barrido y se procedió a impregnar la base por alas de 3.50m con una emulsión elaborada para esta actividad, en una proporción de 1.5 lts/m² procediendo al poreo con arena en proporción de 10 lts/m², esto es para la protección de la superficie impregnada, ya que por la circulación del trafico se tiene que dar paso inmediato, y así se evita el desprendimiento del material por neumáticos, antes de dar paso vehicular se da una cerrada con el compactador neumático para formar una pequeña carpeta, el equipo utilizado fue una Petrolizadora de 800 lts, un camión volteo, un compactador neumático y personal para realizar el poreo.

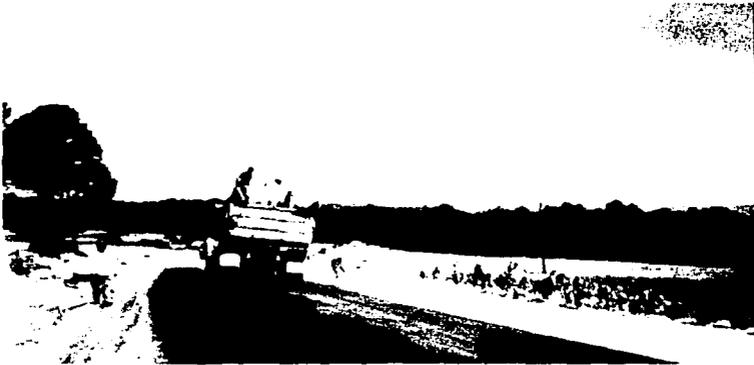


Foto 10 y 10A, Aplicación del riego de impregnación.



11-Riego de Carpeta asfáltica fue de 5 cm de espesor, sé barrió la superficie impregnada con cepillos de tipo carretero, retirando el material fuera de la corona y se limpia perfectamente la superficie por medio de chorros de agua esparcidos por una Pipa y después se aplica el riego de liga.

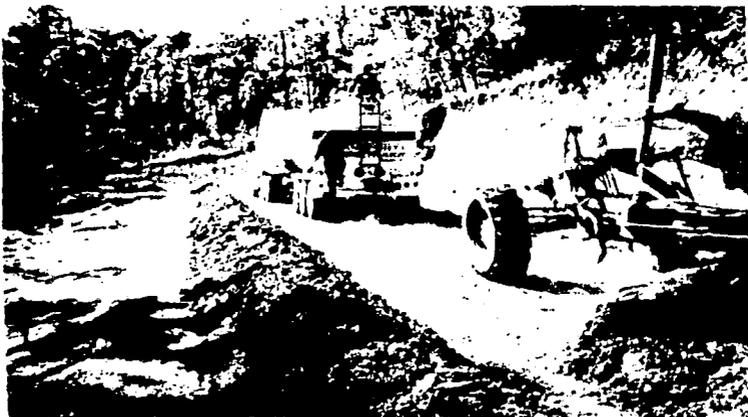


Foto 11, Aplicación del riego de liga.

12-Tendido de carpeta.



Foto 12, Tendido de carpeta asfáltica con motoconformadora.

3.6 PROYECTO DE PAVIMENTOS

Para el mencionado tipo de camino se propone la siguiente estructura:

CARPETA	Tratamiento superficial a base de riesgos.
BASE	15 cm (Calidad adecuada)
SUB-BASE	15 cm (Calidad adecuada)
SUB-RASANTE	40 cm (Calidad tolerable)
TERRACERIAS	40 cm (Calidad tolerable)

En función de ello se observa que el pavimento presenta una estructura de 30 cm, en grava equivalente (15 cm de base y 15 cm de sub-base); por lo que, para este proyecto, se propone construir una carpeta por el sistema de mezcla en el lugar de 7.0 cm (igual a 10.5 cm de grava equivalente, puesto que las mezclas en frío presentan un factor equivalente de 1.5), y base hidráulica de 20 cm (igual a 20 cm de grava equivalente).

ESPESORES

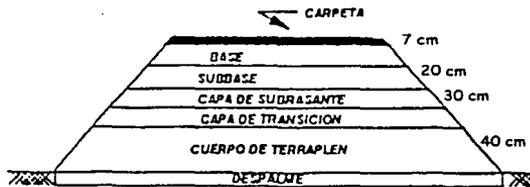


Fig. 3.2 Sección estructural tipo en terraplén, con espesores propuestos.

En lo que respecta al espesor de sub-rasante se propone construir de 30 cm, de espesor, y no de 40 cm como lo recomienda el Documento Técnico No. 2, puesto que los bancos de material propuestos para la construcción de terracerías y sub-rasante presentan características de mejor calidad que las especificadas para una calidad tolerable.

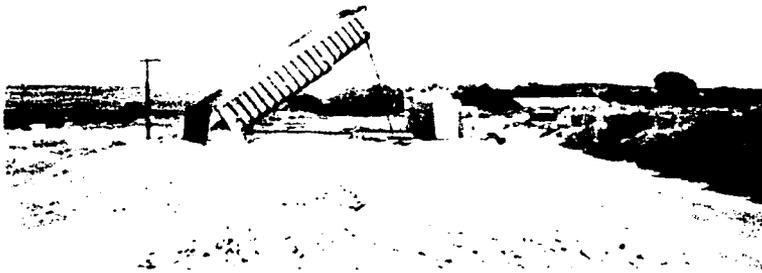


Foto 12 y 13, Material traído de bancos para mejora de capas.



ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

TABLA 3.1

**CUADRO DE UBICACIÓN DE BANCOS PARA CUERPO DE TERRAPLEN Y
SUBRASANTE**

Km 0+000 AL Km 9+000

BANCO	UBICACION	TIPO DE MATERIAL	TRATAMIENTO	EMPLEO	VOLUMEN (M3)
SIN.	Km 4+920 D/I 150m	ARENA LIMOSA (SM), FINA COLOR Café CLARO, NO PLASTICA POCO COMPACTA	NINGUNO	CUERPO DE TERRAPLEN Y SUBRASANTE	30,000
SIN.	Km 6+320 D/I 40m	ARENA LIMOSA (SM), FINA COLOR CAFÉ CLARO NO PLASTICA POCO COMPACTA	NINGUNO	CUERPO DE TERRAPLEN Y SUBRASANTE	12,000

TABLA No.3.2

BANCOS DE PRESTAMO
PROPIEDADES MECANICAS DE MATERIALES PARA CUERPO DE
TERRAPLEN Y CAPA SUBRASANTE
CAMINO: SIERRA DE AGUA- LOS PESCADOS
Km 0+000 AL Km 9+000

BANCO	SIN NOMBRE KM 4+920	SIN NOMBRE KM 6+320
CARACTERISTICAS		
TAMAÑO MAXIMO (mm)	25.4	25.4
% PARTICULAS > 75 mm	0.0	0.0
GRAVA(%)	3.0	1.0
ARENA (%)	86.0	86.0
FINOS(%)	11.0	13.0
LIMITE LIQUIDO(%)	38.7	39.0
LIMITE PLASTICO(%)	N.P.	N.P.
INDICE PLASTICO(%)	N.P.	N.P.
CONTRACCION LINEAL (%)	0.0	0.0
P.V.S. NAT (Kg/m3)	891	886
P.V.S. MAX.(Kg/m3)	1160	1160
HUMEDAD OPTIMA (%)	29.0	29.4
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	—	—
VRS ESTANDAR(%)	48.5	55.9
EXPANSION(%)	0.0	0.0
VRS A 100%	30.1	31.4
VRS A 95%	21.4	21.8
VRS A 90%	11.1	11.7
CLASIFICACION SUCS	SP-SM	SM

TABLA No. 3.3

CUADRO DE BANCOS DE PAVIMENTO

BCO.	LOC.	CLASIFICACION		DES. (m)	UTILI.	TRATA.
		GEO.	PARA PRES.			
1	CARR.ACA TZINGO XALAPA KM 130+300 D/I 200m	BASALTO VESICULAR	00-10- 90	VARIABLE	BASE CARPETA Y CONC. HCO.	TRITURA CION TOTAL Y CRIBADO
2	CARR .ACATZIN GO XALAPA KM 61+500 D/D 100m	VITROFIDO RIOLITICO	00-30- 70	.20	BASE CARPETA Y CONC. HCO.	TRITURA CION. TOTAL Y CRIBADO
3	CARR. ACATZIN GO XALAPA KM 63+500 D/D 1300m	VITROFIDO RIOLITICO	00-30- 70	.20	BASE CARPETA Y CONC. HCO.	TRITURA CION. TOTAL Y CRIBADO

NORMAS DE MATERIALES

Los materiales que intervinieron en la construcción del pavimento debieron de cumplir con lo especificado en el Libro 4 de las Normas de Calidad de los Materiales, parte 4.01 de la SCT,1985; y en el Libro 3 de las Normas para construcción e instalaciones , parte 3.01, titulo 3.01.03 de la SCT, 1983, así como lo siguiente:

En lo que respecta a los materiales asfálticos, se emplearon emulsiones de rompimiento medio y rápido para riegos de impregnación y liga respectivamente, y emulsión superestable para la elaboración de la mezcla en frío para la carpeta asfáltica.

La mezcla asfáltica en frío se proyecto de acuerdo con el procedimiento de pruebas de compresión sin confinar descrito en el capítulo de las Normas para Muestreo y Pruebas de los materiales, equipos y sistemas, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, cumpliendo con lo estipulado en el capítulo 4.01.03.011-D.03, del libro 4 de las Normas de Calidad de los Materiales de la misma Secretaría.

Carpeta terminada



Foto 14, Carpeta terminada en el lugar.

Las alcantarillas son de Concreto Ciclópeo con un resistencia $f'c=280$ kg/cm², y utilizaron un tubo de lamina galvanizada de 90 cm de diámetro, de calibre catorce, y son aproximadamente 5 alcantarillas por kilómetro que en total son 45.

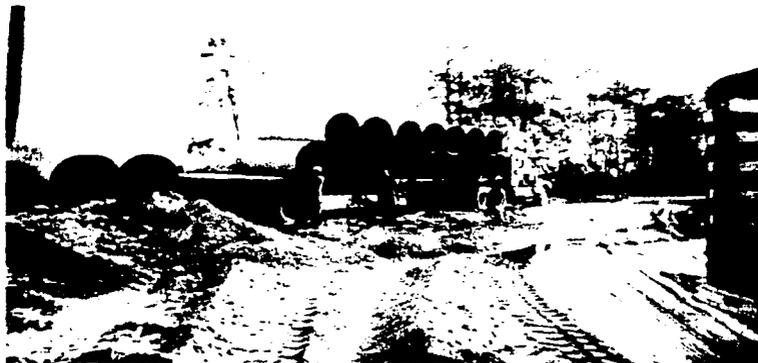


Foto 15, Llegada y descarga de la tubería en los primeros tramos.



Foto 16, Construcción de alcantarillas en los cadenamientos indicados.

A continuación se muestran algunos esquemas, en total fueron 50 ml de tubería:

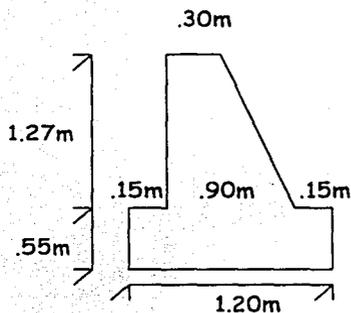
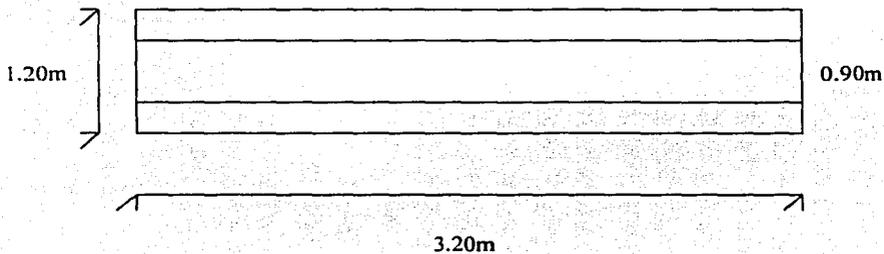


Fig. 3.3 y Fig. 3.4, Sección normal, muros de mampostería de tercera. (corte y planta).



Las cunetas y contra cunetas fueron recubiertas con concreto simple de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ y en total fueron 290 m^3 , y 13500 ml .



Foto 17, Recubrimiento de cunetas con concreto simple.

**CAPITULO IV: DIAGNOSTICO DE IMPACTO
AMBIENTAL**

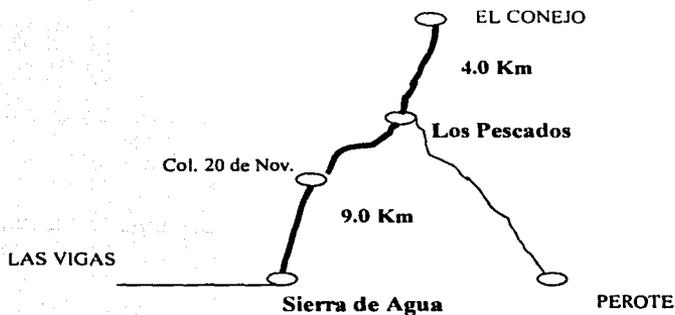
CAPITULO IV: DIAGNOSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL

En años recientes, se ha incrementado la conciencia pública sobre el impacto que tienen las carreteras, caminos y otros proyectos públicos sobre el medio ambiente, por eso es obligatorio seguir las guías de evaluación de los proyectos en las mejoras de las carreteras y caminos de ayuda federal, ya que cuando es proyecto comunitario con fondos locales y estatales a veces se prescinde de ellas.

En un estudio de impacto ambiental debemos tomar en cuenta las modificaciones que se efectúan al medio ambiente, por la ejecución y operación de un camino en toda la vida útil de este, ya que provocamos tanto cambios benéficos como adversos al equilibrio natural del lugar. La mayoría de los proyectos de caminos causan efectos al entorno físico que abarcan: Hidrología, Edafología y Microclima, al entorno biológico que abarca: Vegetación y Fauna, y al socioeconómico que afecta principalmente a las poblaciones aledañas al lugar tanto en aspectos culturales como laborales.

4.1 GENERALIDADES DE ASPECTOS FISICOS Y SOCIOECONOMICOS

El fin de la construcción del camino Sierra de Agua - Los Pescados es comunicar a las comunidades de Sierra de Agua, 20 de Noviembre, los Pescados y el Conejo con la carretera nacional 148 de México a Veracruz, en una primera etapa se va a llegar a los Pescados.



En la segunda etapa se va a continuar a El Conejo la cual será de 4 Km.

DATOS ESTADISTICOS DE CADA LOCALIDAD (INEGI, 2001)

MUNICIPIO	TOTAL DE VIVIENDAS	POBLACION TOTAL	HOMBRES	MUJERES	POBLACION ECO. ACTIVA	POBLACION ECO. INACTIVA	POBLACION DE AÑOS Y MAS ALFABETA
SIERRA DE AGUA	294	1440	684	756	482	523	789
LOS PESCADOS	217	1393	712	681	431	538	699

Los recursos forestales son básicamente Pinos y Oyameles los cuales son utilizados para su explotación y aprovechamiento en la manufactura de muebles rústicos, los recursos agrícolas se basan en los cultivos de papa, maíz, frijol, haba, cebada y trigo, los cuales son de temporal y de clima frío, y esta fue una de las razones fundamentales de la construcción de este camino ya que en época de lluvias que es aproximadamente de Junio a Septiembre los camiones de doble eje como Traileres, Tortonos y camionetas de gran peso no podían circular a través de la terracería existente que tenía un ancho de 3 m, y esto evitaba que estos productos agrícolas no tuvieran acceso al mercado nacional, pero al tener una vía mas accesible, es decir un camino pavimentado estos mismos productos iban a salir hacia México y a todo el estado de Veracruz e iban a tener un intercambio entre las comunidades aledañas, también la construcción de este camino iba a generar empleos temporales durante su construcción y así evitar la tala clandestina la cual es una practica muy usual en esa zona.

CLIMATOLOGIA

En Veracruz la variedad de climas es amplia, no obstante que es el estado que se localiza en la franja inter-tropical, debido principalmente a las diferencias de altitud, que van desde el nivel del mar hasta la máxima del país, - 5,610msnm, en el Volcán Pico de Orizaba,

Su ubicación geográfica le confiere características tropicales, pero estas 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, semicalidos, templados, semifríos, fríos y semisecos,**

A la localización del camino le corresponden en primera un clima **semiseco-templado**, con lluvias en verano en los alrededores de la ciudad de Perote, el cual es colindante con la localidad de Sierra de agua, la precipitación total anual esta entre 400 - 500mm y la temperatura media anual es 14°C. Y en segunda un clima **semi-frío y frío**, el cual es húmedo con lluvias en verano y se distribuye entre los 2800 y 3000 m en el Cofre de Perote, la temperatura media y la precipitación total fluctúan entre 5°C y 12°C y de 600 a 1,200 mm respectivamente.

GEOLOGIA

El proyecto se encuentra localizado alrededor de las elevaciones del Eje Neovolcanico y la Sierra Madre Oriental, y con el Cofre de Perote.

SISMICIDAD

El proyecto se encuentra alrededor del C. Cofre de Perote el cual tiene una de las principales altitudes en el Estado de Veracruz, la zona pertenece a una zona de peligrosidad sísmica media, que es la zona Xalapa- Cofre de Perote.

USO DE SUELO

En la zona del proyecto se encuentra localizados varios tipos de uso de suelo: agricultura de temporal y bosque el cual pertenece al Parque Natural "COFRE DE PEROTE", que cuenta con 11,700 ha.

HIDROLOGIA

La zona de influencia del camino pertenece a región hidrológica no. 6 que están compuestas de 3 cuencas: ACTOPAN, LA ANTIGUA Y JAMAPA-COTAXTLA.

FLORA Y FAUNA

El trazo de la carretera se realizo sobre un camino vecinal ya existente el cual disminuye la afectación de los bosques entre los cuales se encuentran Pinos, Oyameles, Sabinos, Ocote y Encino, la vegetación mas característica esta representada por algunos arbustos y árboles pequeños, así como áreas con el suelo moderadamente cubierto y provisto de capas herbáceas bien desarrolladas durante algunas épocas del año, sin embargo, la mayoría del área ha sido perturbada por la actividad humana, principalmente por la actividad agrícola que incluye acahuales poco extensos, también se observa el crecimiento de vegetación sucesional temprana, la que se usa durante periodos

variables de tiempo con poco a ningún mantenimiento, la mayor aplicación de las técnicas agrícolas se presente en toda el área del proyecto, también se encuentra **Bosque mesófilo de montaña** el cual es un bosque de tipo transicional con vegetación arbórea densa que se localiza en las laderas de montañas en donde se forman neblinas durante casi todo el año, o bien en barrancas y otros sitios protegidos en condiciones más favorables de humedad. Es notable en esta zona la mezcla de elementos boreales y septentrionales (templados y tropicales). Se desarrolla generalmente en altitudes de 800 a 2400 m.

FAUNA

Los estudios de fauna de la región son escasos por lo que se determinaron en primer lugar los hábitat mediante la consulta de la bibliografía existente y posteriormente información obtenida en campo, a través de observaciones directas y entrevistas con la población local.

Los grupos más importantes en esta región son *Nausa narica* (tejon), *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra), *Daypus novemcinctus* (Armadillo), *Didelphys marsupialis* (Tlacuache), *Sciurus aureogaster* (Ardilla), el conejo y el raton de campo, y a nivel de los reptiles víboras y lagartijas.

PROGRAMA DE TRABAJO

El programa de trabajo general se deriva del proyecto general de la dirección de carreteras estatales de la Secretaría de Comunicaciones y Obras publicas del gobierno del Estado de Veracruz, dentro de su programa de construcción de la carretera "Sierra de Agua - Los Pescados". Comprendió las actividades para la preparación del sitio como: desmonte, despalme, excavaciones para la ampliación de los cortes, formación y compactación, también considera las obras de drenaje como cunetas.

Los trabajos tuvieron una duración de 6 a 7 meses, y dieron inicio el día 3 de Enero de 1999, con la preparación del trazo y nivelación del terreno, construcción de las obras de drenaje para continuar con las obras de desmonte, tala, excavaciones, rellenos, nivelaciones y terraplenes.

PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION

Las actividades que se realizaron previamente al inicio de los trabajos de preparación del sitio, consistieron en la delimitación y marcaje de las áreas

colindantes a la zona donde se realizo la obra.

Por las condiciones que presento el terreno y la localización de los frentes de la obra en los diversos puntos del camino que se realizo, algunos materiales de construcción, maquinaria y equipo se ubico un campamento cerca de la comunidad de Sierra de Agua.

EQUIPO Y MAQUINARIA UTILIZADOS

Durante la preparación del sitio se utilizo el siguiente equipo: Tractor D8k, Tractor Komatsu DA85, Pailoder CAT-930, un Vibro-Compactador CC-43, un compactador neumático y góndolas de 30 m.

COMBUSTIBLES

La demanda de combustible estimada en toda la etapa de construcción fue de aproximadamente 7,600 litros por semana, la distribución y su transporte fue en una camioneta de 3.5 ton. a las zonas de trabajo, y se instalaron 2 contenedores de 200 lts. Este combustible fue abastecido por la gasolinera que se localiza en Los Molinos, aproximadamente a 2 Km de Sierra de Agua.

ENERGIA ELECTRICA

Para abastecimiento de energía eléctrica se contó con plantas portátiles de luz para realizar las diferentes etapas del proyecto.

OBRA CIVIL

Para la preparación del sitio se realizaron los trabajos de desmonte, despalme, excavaciones en ampliaciones de cortes, formación y compactación, previo a las excavaciones en el área se realizaron el desmonte y despalme aplicando la técnica de derribo direccionado con motosierras portátiles, pero esto fue solo en un inicio ya que después se tuvo que utilizar maquinaria pesada (Tractor Komatsu DA85), para realizar el desmonte en determinadas áreas, lo que nos fue notificado que lo teníamos que realizar en lo mas mínimo.

DESMONTES

Esta actividad se realizo en una superficie aproximada de 4.5 Ha del total del terreno, para lo cual se removió la vegetación arbórea y arbustiva en sucesión secundaria.

DESPALMES

En esta actividad se tuvo que hacer un despalme en corte de 26,322 m³ para el desplante de los terraplenes que se utilizaron en el proyecto.

CORTES

Por las características topográficas de la zona se realizaron cortes de terreno de 113,843 m³, a lo largo de una longitud de 9.246 Km de trazo del proyecto para la construcción del camino y cabe mencionar que ninguno afecto el cauce de algún manantial o algún escurrimiento superficial.

EXCAVACIONES

Las excavaciones en ampliaciones de corte, préstamo de banco y estructuras de drenaje fueron de 37,317 m³.

RELLENOS

Del material producto de los cortes y excavaciones en un volumen aproximado de 87,521 m³, se utilizaron 38,510 m³ para formación de terraplenes que se realizaron en el área de trabajo.

ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE

Las alcantarillas son de Concreto Ciclópeo, y utilizaron un tubo de lamina galvanizada de 90 cm de diámetro, de calibre catorce, y son aproximadamente 5 alcantarillas por Km que en total son 45 Y 13500 ml de cunetas.

4.2 IDENTIFICACION Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

En la identificación y descripción de los impactos ambientales, que se presentaron durante el desarrollo del camino Sierra de Agua - Los Pescados, se tomaron en cuenta el tipo de recurso que fue afectado y el tiempo del impacto.

Los recursos naturales se modificaron en función de la obra y actividades que se realizaron durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto, el problema de deterioro de la zona, se agravo por la presión de las comunidades asentadas alrededor de ella, en el sentido que estas utilizan cada vez mayor superficie de la región para sus cultivos y cosechas, poniendo en practica el desmonte de grandes áreas, del mismo modo los recursos forestales de la zona en estudio del proyecto se ven alterados por la tala ilegal y la cacería furtiva

de fauna y especies, que representan un recurso que puede ser utilizado para obtener ingresos económicos para sustento familiar, y por otro lado que no hay un control y vigilancia por parte de las autoridades ambientales tanto estatales como municipales para la zona.

La metodología para la identificación de impactos ambientales en materia de equilibrio ecológico y protección al medio ambiente que se tomaron en cuenta para el reporte de impacto ambiental son: suelo, agua, atmósfera, flora y faunas silvestres y de manera específica:

- Afectaciones de manantiales y escurrimientos superficiales.
- Afectación de drenajes domésticos al aire libre.
- Manejo de combustibles y lubricantes.
- Manejo de desperdicios domésticos generados por la ejecución del proyecto.

4.3 IMPACTOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Se detectaron descargas de aguas residuales a cielo abierto, esto se encontró en el cadenamiento 0+300, donde se encontró una tubería rota de drenaje perteneciente a la red de drenaje de la comunidad de Sierra de Agua.

En materia de manejo de combustibles y lubricantes (en general derivados pétreos), se registraron derrames de diesel al realizar las maniobras de carga de combustible en la maquinaria utilizada, derrame de aceites en maniobras de reparación de la maquinaria utilizada ya que no se contó con un lugar específico para la realización de la reparación de las mismas y tampoco se contó con un lugar específico para depositar la basura que estas operaciones ocasionaron como el manejo de filtros y materiales de desecho que afectan el medio ambiente, algunas de las detecciones más importantes de derrames de producto pétreo se dieron en los cadenamientos 1+040, 2+700, 2+750, 1+350, 0+780.

Se afecto vegetación arbórea que se encontró cerca de la superficie autorizada, como fue el caso de derrame de material producto de los cortes , que afectaron tanto el área agrícola como el área forestal.



Foto 1, Desmorte y derrame de material producto de cortes con tractor Komatsu D85A.

Se derribaron árboles fuera del área especificada que era de 20 metros de derecho de vía con maquinaria pesada como se había mencionado anteriormente.



Foto 2, Árboles derribados fuera del arrea asignada a su acomodo.

Las operaciones de desmonte se realizaron en el área especificada pero solo en tramos específicos como por ejemplo del cadenamiento 1+900 al 5+400, también se realizó con maquinaria pesada, la brigada de taladores encargada del desmonte, picado y acomodo del material maderable y esparcimiento de residuos como ramas y desechos maderables se incorporo al mes de los inicios de los trabajos constando de 3 personas y una motosierra de 16", las cuales en un principio fueron insuficientes para llevar a cabo una rápida ejecución de este trabajo.

En un principio no se instalaron contenedores para el deposito de basura originada por la operación y ejecución del proyecto, por otro lado tampoco se instalaron para el manejo de desechos originados por la reparación de la maquinaria que se utilizo en el proyecto.

En un principio no se instalaron sanitarios portátiles para el uso de personal que laboro en la obra como lo exige la LGEEPA y se plasmó en el diagnostico de impacto ambiental entregado al final de los trabajos a SEMARNAT.

Y como conclusión el impacto de mayor magnitud se registro en el sitio en general debido a la modificación que sufrió el relieve, la transformación del paisaje natural por la remoción de la vegetación y la conformación del camino todo esto debido a los efectos causados durante la etapa de preparación del sitio como lo fue (desmonte, tala, despalme, excavaciones, rellenos, nivelación y formación de terraplenes), los cambios topográficos y del paisaje, la mala disposición al principio del material de préstamo excedente, generación de humos, gases, polvos y ruidos durante el desarrollo de esta etapa.

EFFECTOS CAUSADOS SOBRE EL MEDIO SOCIO-ECONOMICO

El análisis sobre estos impactos se basó en las siguientes consideraciones: la ejecución del proyecto inicio una transformación del entorno económico y social del área, promovió una concentración de población, sobre todo durante la construcción (aproximadamente 7 meses), con una demanda máxima de 30 gentes que exigieron instalaciones para atender a estos trabajadores, y por otro lado se tuvo una derrama económica por parte de los trabajadores ajenos a la comunidad ya que requirieron de los servicios de alimentación.

Los efectos directos más notorios fueron la tendencia a una ocupación desordenada del espacio, la presión sobre la disponibilidad actual de viviendas

y servicios básicos en los poblados aledaños al proyecto, y los cambios en los patrones de comportamiento de los pobladores de la zona, y respecto al empleo la coincidencia en el tiempo del proyecto para esa zona genero fuerte presión sobre la oferta de trabajo.

IMPACTO SOBRE LA ECOLOGÍA TERRESTRE

El principal impacto del proyecto sobre la flora local fue la desaparición de algunas zonas cultivadas y de vegetación de tipo secundario sucesional.

Los impactos sobre los suelos resultantes de todas las actividades de desarrollo del proyecto son los correspondientes a la preparación y nivelación del terreno. La remoción de la vegetación y la nivelación causaron cambios en la trayectoria de drenaje superficial, y concentran el escurrimiento, lo que produce un incremento en los niveles de erosión y depósito de suelos.

La productividad biológica de los suelos afectados se redujo por la remoción de la vegetación y la compactación del suelo, que al requerir la preparación del terreno, reducirá la permeabilidad de los suelos nivelados y en cuanto a la fauna el principal impacto será la pérdida de hábitat.

Los individuos de especies más pequeñas y de menos movilidad como son artrópodos e insectos (sobre todo en estadios inmaduros) murieron por el equipo pesado durante la limpieza inicial y las operaciones de preparación del terreno.

Las especies con mayor capacidad de movimiento como reptiles, aves y pequeños mamíferos se desplazaron hacia áreas menos perturbadas y sucesionales dentro de la región, como resultado de esto se tendrán desequilibrios en la cadena alimenticia del ecosistema existente, esto por que al desplazarse estas especies a otras áreas se llevara a cabo una competencia entre organismos de la misma especie y entre especies distintas por el espacio y alimento. Como resultado de las supervisiones que se hicieron en campo se observo el desplazamiento de diversas especies de reptiles como las serpientes.

IMPACTOS SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE

Se distinguieron los impactos correspondientes a la construcción y los que se presentaron durante la operación del proyecto, Los primeros fueron la emisión

de polvo fugitivo debido al tránsito de maquinaria en las áreas de trabajo, así como la emisión de polvo resultante de las operaciones de desmonte y preparación del terreno, la emisión de partículas (monóxido de carbono y óxido sulfúrico), provenientes de la operación de los equipos Diesel como camiones y maquinaria.

Los impactos durante la operación del camino serán la emisión de partículas generadas por los vehículos que van a transitar por este que van a ir de coches particulares hasta vehículos de gran tonelaje.

4.4 MEDIDAS DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Con el objetivo de mitigar los efectos que se presentaron como resultado de las actividades de la ejecución del proyecto, se realizaron las siguientes obras:

Colocación de mojoneras temporales para separar el área de afectación del proyecto y con esto evitar una afectación innecesaria a la zona boscosa aledaña.

Delimitación con estacas y señalamientos, de las áreas donde se realizaron la disposición de materiales de nivelación y relleno, así como los sitios donde se acumularon los materiales de construcción y pétreos.

Una vez delimitadas las áreas de ocupación, quedaron estrictamente prohibida la circulación y maniobras de los caminos de acarreo y de la maquinaria pesada, fuera de estos límites, lo anterior, con la finalidad de evitar una mayor afectación al entorno de la zona de proyecto y salvaguardar hasta donde sean posible las condiciones naturales de la zona aledaña.

En las áreas del trazo del camino donde se efectúen las actividades de desmonte y limpieza, estas se realizaron de manera secuencial con el objetivo de prevenir la erosión y que se pudieran recuperar los suelos.

Al momento de realizar el derribo de los árboles, este se hizo en forma direccional para no causar daños a la vegetación que rodea el área de proyecto, y se trato de usar en lo mínimo maquinaria pesada para esta actividad.

El troceo de árboles se realizo en su mayoría en el lugar de caída para no arrastrar fustes completos y causar daños al suelo aledaño al trayecto del

camino.

El control de desperdicios del desmonte fue a través del sistema de picado y dispersión.

Se ocupo el 100% del suelo removido por las acciones de despalme en la formación de taludes del terraplén.

Se conservo el material producto del despalme, con la finalidad de ser empleado en la reforestación de los taludes y así obtener una pronta recuperación de la capa arable de los suelos removidos.

Quedo bajo la responsabilidad de la empresa constructora el control y la circulación de la maquinaria pesada y vehículos de carga, así como las maniobras que pudieran afectar los recursos naturales del entorno. Para lo cual la Secretaria de Comunicaciones y Transportes realizo trabajos de supervisión, control y vigilancia de los trabajos realizados.

La maquinaria pesada y el equipo de trabajo se concentro en sitios estratégicos en los frentes de obra para que se obtuviera un mejor control, además de evitar el riesgo de accidentes por una inadecuada ubicación de los mismos. Así mismo también se evito que en la zona de concentración de maquinaria y vehículos de carga se realizaran reparaciones mecánicas que pudieran causar derrames al suelo de aceites y lubricantes, para lo cual la maquinaria se traslado a los talleres cercanos a las localidades cercanas, esta medida se mantuvo en la mayoría de la etapa del proceso constructivo.

Se instalaron pequeños contenedores de almacenamiento de combustible, en el campamento temporal en la localidad de Sierra de Agua, este campamento contó con equipos de control y medidas de seguridad contra incendios, con lo cual se evito cualquier riesgo que pusiera en peligro la seguridad tanto de la población como del personal que laboro durante el tiempo que duro el proyecto.

Con la finalidad de evitar la contaminación del suelo por efecto de defecación a cielo abierto se instalaron sanitarios móviles (uno por cada frente instalado), los cuales fueron aseados todos los días y quedo bajo responsabilidad de la empresa constructora la disposición adecuada de los residuos generados en este proceso y esta sé continuo hasta el final de la construcción.

Los desechos sólidos, como basura y restos de materiales fueron colectados y transportados por la empresa constructora hasta los sitios donde determinaron las autoridades de los municipios, esta practica se realizo dos veces por semana.

Se establecieron zonas de trafico de maquinaria pesada y vehículos de carga, con el objeto de ocupar solamente el espacio delimitado de acuerdo al programa de obra.

La explotación en los bancos de material se realizo en formas de terrazas y escalones para favorecer la colonización de las áreas con especies vegetales pioneras.

Los materiales de desecho de la obra y los residuos domésticos generados por las diferentes actividades humanas fueron colectados y transportados a los sitios indicados por las autoridades locales y estatales al relleno sanitario mas cercano al proyecto para su disposición final.

Se prohibió la quema de los residuos que se generaron producto del desmonte.

Se evito disponer de materiales asfálticos sobre el derecho de vía o fuera de el.

Los materiales de desecho que fueron fáciles de reciclar, fueron transportados y trasladados para su comercialización.

Se colocaron tambos de 200 lts. Para contener los desechos sólidos orgánicos y basura que se generaron durante toda esta etapa.

La empresa que presto el servicio de sanitarios móviles, fue la responsable de la disposición adecuada de los residuos generados para su tratamiento en coordinación con autoridades locales.

De misma manera la entidad realizo un programa permanente de mantenimiento y reparación de los sistemas de drenaje pluvial, con el objeto de garantizar el libre flujo de agua pluvial y evitar el asolvamiento, de dicho sistema principalmente en época de lluvias.

La contratación del servicio de letrinas móviles sanitarias, durante la etapa de preparación del sitio y construcción evito la generación de aguas negras y los consecuentes problemas de contaminación del suelo y agua, evitando del mismo modo la proliferación de organismos patógenos.

Con la finalidad de evitar la dispersión de partículas de polvo y materiales de desecho a lo largo de los recorridos de acarreo, se exigió a los transportistas la colocación de una lona para cubrir el material durante su traslado.

Durante la época de secas, se realizo el humedecimiento del suelo removido durante las obras de excavación, nivelación y rellenos, para evitar la dispersión de partículas sólidas y polvoreadas que disminuyen la visibilidad de los usuarios y pudiera provocar un accidente.

El área de concentración de materiales de construcción, se oriento debidamente con el objeto de resguardar el cruce de los vientos que dispersan las partículas sólidas a la atmósfera y pudiera causar un problema de visibilidad en toda el área de trabajo.

Se le exigió a los transportistas, que durante la prestación de sus servicios, se realizara periódicamente la reparación y mantenimiento de su maquinaria y vehículos de transporte, a fin de evitar la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Con la instalación de los sanitarios móviles, se evito la contaminación temporal a la atmósfera por la emisión de olores desagradables y proliferación de fauna nociva.

Con el objeto de mitigar el impacto causado por la remoción y tala de árboles y arbustos, se implemento un programa de reforestación con especies propias de la zona en estudio, evitando la introducción de especies no nativas del lugar, que en determinado momento pudieran interferir en la dinámica ecológica de las comunidades silvestres de esta región, en este caso se introdujo algunos zacates y leguminosas para que se evitara la erosión y así ayudar a la pronta recuperación de los suelos.

Con la contratación de mano de obra regional y local, el proyecto incidió de manera positiva en la economía de la zona.

Así mismo, las necesidades de servicios de seguridad social de los trabajadores y sus familiares fueron atendidas por las instituciones en la materia como el Instituto Mexicano del Seguro Social.

**CAPITULO V: CONCLUSIONES Y
COMENTARIOS**

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Este trabajo abarco tres de los aspectos de la ingeniería que son fundamentales para realización de proyectos de vías terrestres, partiendo del estudio geotécnico el cual nos da las bases para empezar a proyectar tomando en cuenta las propiedades y condiciones del terreno en donde se va a realizar este, dándonos recomendaciones que posteriormente nos van a servir en la realización del proyecto por el comportamiento que tendrán estas en un futuro mediano y posterior a la realización de este, después viene la proyección y la construcción del proyecto, utilizando el proceso constructivo mas adecuado a las condiciones y propiedades antes ya desarrolladas tomando también en cuenta la experiencia y las condiciones de trabajo las cuales en este caso fueron difíciles por las bajas temperaturas y la neblina densa que se localizo en algunos cadenamientos, y el otro aspecto que va de la mano con este, que es el impacto ambiental el cual se ha convertido en parte fundamental de la realización de cualquier proyecto de ingeniería, tratando siempre como lo fue en este camino de realizar el mínimo de impactos adversos al ecosistema y a las comunidades aledañas, y tomar las medidas de mitigación para minimizar estos en su máximo.

Y siempre hay que tomar en cuenta que nuestra función utilizando nuestro conocimiento, experiencia y capacidad de tomar decisiones, es la de crear con un mínimo de recursos grandes obras en beneficio de nuestra gente y nuestro país el cual se encuentra en vías de desarrollo ya que estas son las verdaderas satisfacciones en nuestra vida profesional.

La construcción del camino Sierra de Agua- Los Pescados, ubicado en el municipio de Perote, Ver. Con una longitud de 9246.50 m dio trabajo temporal a la mano de obra perteneciente a las comunidades aledañas al trazo del mismo y su finalidad fue la de tener un acceso circulable en cualquier época del año de Sierra de Agua hasta Los Pescados, y así apoyar a los habitantes de esta región para que pudieran transportar sus productos agrícolas, como son.- Papa, maíz, frijol, cebada, ganado cabrino y productos forestales hacia un mercado mejor pagado, y como consecuencia del intercambio de estos que mejoren las condiciones de vida de las poblaciones alrededor del camino, así como también tuvo como fin mejorar las condiciones de acceso de turistas nacionales y extranjeros hacia el corredor turístico de la cima del Cofre de Perote, ya que por este camino a 4 Km, después de la terminación del pavimento se localiza la

población de Los Conejos, lugar de intersección con el camino de terracería procedente de la ciudad de Perote, Ver., en este ultimo punto, inicia una zona boscosa llena de Oyameles, Pinos, Ocotes, y Sabinos, los cuales pueden servir para una explotación moderada, y posteriormente llegar a la zona más alta, que es la peña del Cofre la cual es una de las zonas turísticas más importantes del lugar.

La mayor parte del camino se asentó sobre un material con bajo peso específico y de mala calidad para las terracerías, por lo que fue necesario realizar excavaciones debajo de la sub-rasante, para mejorar estas con un material de mejor valor relativo de soporte (V.R.S.) y posteriormente se construyeron las capas de pavimento flexible, las cuales son:

La sub-base y base quedaron con un espesor aproximado de 25 cm y fueron compactadas al 95% de su P.V.S.M., formadas cada capa por material basáltico triturado, procedentes del banco La Calera, localizado a 23 Km atrás del Km 0+000.

El riego de impregnación realizado con emulsión en proporción de 1.5 lts/m², y poreada la superficie con arena pomítica para su protección de la circulación de vehículos.

La carpeta de 7 cm de espesor con mezcla en frío en el lugar, compactada al 95% de su P.V.S.M. fue formada por material basáltico triturado de $\frac{3}{4}$ a finos y 16 lts/m² de emulsión de rompimiento medio, el banco de los agregados se localizo a 60 Km atrás del kilometro 0+000 y se denomina las derrumbadas.

El riego de sello quedo con material tipo 3-A, con riego de liga de material asfáltico de rompimiento rápido (R.R.- 2 K), en proporción de 1 lt/m², y 12 lts/m² de sello. Este material fue del banco basáltico triturado de las Derrumbadas, ubicado a 60 Km atrás del Km 0+000.

Por las pendientes del camino que se localizan en las faldas del cofre con una pendiente gobernadora del 10%, fue necesario revestir las cunetas con concreto simple de resistencia $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$, para evitar la erosión y por lo tanto dirigir los escurrimientos hacia las alcantarillas de alivio construidas con tubos de concreto armado de 90 cm de diámetro, y/o salidas laterales de las cunetas.

Otro punto importante fue que se realizo la señalización de todo el tramo debido a la alta presencia de humedades, las cuales generan una densa neblina, impidiendo la visibilidad al circular.

Con respecto al impacto ambiental, se evito en lo más posible la tala inmoderada, afectaciones agrícolas así como las alteraciones del hábitat de los animales de campo, por lo que no hubo una variación significativa en el ecosistema donde se construyo el camino.

BIBLIOGRAFÍA

- Rico, R. A., Del Castillo, H., Ingeniería de suelos en las vías terrestres, México, Limusa, tomos I y II, 1984.
- Juárez Badillo, E. y Rico, R. A., Mecánica de suelos, México, Limusa, tomos I y II, 1975.
- Ruiz Vázquez, M. y González Huesca, S., Geología aplicada a la ingeniería civil, Limusa, 2001.
- Secretaria de Comunicaciones, Atlas geográfico del estado de Veracruz, Veracruz, 2000.
- Eslava Morales, D., Carreteras: Análisis de costos y procedimientos constructivos, México, Tesis profesional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional, 2001.
- Vázquez González, A. y César Valdez, E., Impacto Ambiental, México, Facultad de Ingeniería e I.M.T.A., 1994.
- Cal y Mayor, R. Y James Cárdenas, G., Ingeniería de tránsito, México, Alfaomega, 1995.

ANEXO 2A

ANEXO 2A

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 0+300

TABLA 2A-1

SONDEO: 01

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1.00X1.20X1.60 m
 DESPALME: 0.15 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-01	0 m			REVESTIMIENTO CON ARENA LIMOSA CON PRESENCIA DE ALGUNOS SOBRE TAMAÑOS. FRAGMENTOS HASTA DE 3 "	
	1.00 m		SP	ARENA MAL GRADUADA (SP) SUELTA NO PLASTICA COLOR CAFÉ CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS (TEPETZIL)	
	2.00 m	CONTINUA			
	3.00 m				
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 0+800

TABLA 2A-2

SONDEO: 02

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1 00X1 00X1 40 m
 DESPALME: 0 15 m

MUESTRA No.	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-02	0 m			SUELO VEGETAL	
	1 00 m		SM	ARENA LIMOSA FINA COLOR CAFE CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS (TEPETZIL)	
	2 00 m		SP	ARENA MAL GRADUADA (SP) SUELTA NO PLASTICA COLOR CAFE CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS (TEPETZIL)	
	3 00 m				
	4 00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS

TABLA 2A-3

LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS

ESTACION: 1+300

SONDÉO: 03

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1 20X1 50X1 50 m
DESPALME: 0 15 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-03				SUELO VEGETAL	
			SM	ARENA LIMOSA FINA COLOR CAFÉ CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS (TEPETZIL)	
			SP	ARENA MAL GRADUADA COLOR CAFÉ CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS (TEPETZIL)	
		CONTINUA			
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS

TABLA 2A-4

LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS

ESTACION: 1+800

SONDEO: 04

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1 00X1 00X1 40 m
DESPALME: 0 15 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-04	0 m			SUELO VEGETAL	
	1 00 m		SP	ARENA MAL GRADUADA COLOR CAFÉ CLARO DE ORIGEN PUMITICO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS (TEPETZIL)	
	2 00 m				
	3 00 m				
	4 00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 2+300

TABLA 2A-8

SONDEO: 06

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1 00X1 00X1 70 m
 DESPALME: 0 15 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-05	0 m			SUELO VEGETAL	
	1 00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) FINA SUELTA COLOR CAFÉ CLARO	
	2 00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) DE GRANO GRUESO SUELTA CON PRESENCIA DE GRAVAS. DE ORIGEN PUMITICO	
	3 00 m	CONTINUA			
	4 00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 2+800

TABLA 2A-4

SONDEO: 08

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1 20X1 20X1.70 m
 DESPALME: 0 15 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-08	7 m		SM	SUELO VEGETAL	
	1.00 m	CONTINUA		ARENA LIMOSA (SM) DE GRANO GRUESO A MEDIO, SUELTA DE ORIGEN PUMITICO	
	2.00 m				
	3.00 m				
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS

TABLA 2A-7

LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS

ESTACION: 3+300

SONDEO: 07

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1.00 X 1.20 X 2.20 m
 DESPALME: 0.40 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-07	YN			SUELO VEGETAL	
	1.00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) FINA COLOR CAFE CLARO, MEDIANAMENTE COMPACTA POCO PLASTICA	
	2.00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) DE GRANO GRUESO A FINO, MEDIANAMENTE COMPACTA POCO PLASTICA	
	3.00 m	CONTINUA			
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

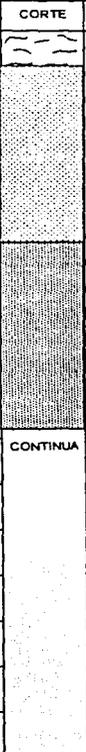
PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 3+800

TABLA 2A-8

SONDEO: 08

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1.00 x 1.40 x 2.20 m
 DESPALME: 0.20 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-08	0 m			SUELO VEGETAL	
	1.00 m		ML	LIMO ARENOSO POCO PLASTICO (ML) COLOR CAFE CLARO MEDIANAMENTE COMPACTO	
	2.00 m		ML	LIMO ARENOSO (ML) POCO PLASTICO MUY SUELTO, COLOR CAFE OSCURO HUMEDO	
	3.00 m	CONTINUA			
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

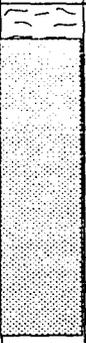
PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 4+300

TABLA 2A-9

SONDEO: 09

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1.00 X 1.30 X 1.80 m
 DESPALME 0.20 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-09	1.00 m			SUELO VEGETAL	
	2.00 m	CONTINUA	ML	LIMO ARENOSO POCO PLASTICO (ML) COLOR CAFE CLARO, MUY SUELTO	
	3.00 m				
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 4+800

TABLA 2A-10

SONDEO: 10

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1 00 X 1 20 X 1 60 m
 DESPALME: 0 30 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-10	0 m			SUELO VEGETAL	
	1 00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA DE GRANO FINO, CAFE CLARO SUELTA.	
	2 00 m	CONTINUA			
	3 00 m				
	4 00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 5+300

TABLA 2A-11

SONDEO: 11

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1.00 X 1.40 X 1.80 m
 DESPALME 0.20 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-11	7 m			SUELO VEGETAL	
	1.00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA DE GRANO FINO. CAFE CLARO SUELTA.	
	2.00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA DE GRANO FINO CAFE OSCURO SUELTA	
	2.00 m	CONTINUA			
	3.00 m				
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 5+800

TABLA 2A-12

SONDEO: 12

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES L'EL POZO: 1.20 X 1.20 X 1.90 m
 DESPALME: 0.20 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-12	0 m			SUELO VEGETAL	
	0.5 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA DE GRANO FINO. CAFE CLARO SUELTA.	
	1.00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA DE GRANO FINO CAFE OSCURO SUELTA	
	2.00 m	CONTINUA			
	3.00 m				
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: B-300

TABLA 2A-13

SONDEO: 13

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1 00 X 1 20 X 70 m
 DESPALME: 0 20 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-13	7 m			SUELO VEGETAL	
	1 00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA DE GRANO FINO. CAFE CLARO SUELTA.	
	2 00 m	CONTINUA	SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA DE GRANO FINO CAFE CLARO SUELTA	
	3 00 m				
	4 00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 6+800

TABLA 2A-14

SONDEO: 14

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1 00 X 1 50 X 1 50 m
 DESPALME: 0 50 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-14	7 m			SUELO VEGETAL	
	1 00 m		SM	ARENA MAL GRADUADO LIMOSA (SP-SM) NO PLASTICA COLOR CAFE CLARO, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS	
			SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA COLOR CAFE CLARO SUELTA	
		CONTINUA			
	2 00 m				
	3 00 m				
	4 00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

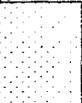
PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 7+300

TABLA 2A-18

SONDEO: 15

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1 20 X 1 30 X 1 50 m
 DESPALME 0 40 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-15	0 m		SM	SUELO VEGETAL	
	1.00 m			ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA SUELTA FINA COLOR CAFE CLARO	
	2.00 m			ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA SUELTA COLOR CAFE CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS	
	4.00 m	CONTINUA			

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 7+800

TABLA 2A-18

SONDEO: 18

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO 0.90 X 1.40 X 1.50 m
 DESPALME: 0.30 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-18	1 m			SUELO VEGETAL	
			SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA SUELTA FINA COLOR CAFE CLARO	
	1.00 m		SM	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA SUELTA COLOR CAFE CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS	
		CONTINUA			
	2.00 m				
	3.00 m				
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS
 LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 ESTACION: 8+300

TABLA 2A-17
 SONDEO: 17

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO: 1.00 X 1.50 X 1.50 m
 DESPALME: 0.30 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-17	7m			SUELO VEGETAL	
	1.00 m		MH	LIMO PLASTICO (MH), COLOR CAFE CLARO DE CONSISTENCIA MEDIA	
			SM	ARENA LIMOSA (SM) POCO PLASTICA COLOR CAFE CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS	
		CONTINUA			
	2.00 m				
	3.00 m				
	4.00 m				

REGISTRO DE EXPLORACION SUPERFICIAL

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO SIERRA DE AGUA LOS PESCADOS

TABLA 2A-18

LOCALIZACION: SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS

ESTACION: 8-840

SONDEO: 18

NIVEL FREATICO: NO SE PRESENTO

DIMENSIONES DEL POZO 1 00 X 1 20 X 1 60 m
DESPALME 0 20 m

MUESTRA No	PROF EN m	CORTE	SUCS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
PCA-18	1 m			SUELO VEGETAL	
	1 00 m			ROCA ANDESITICAS FRAGMENTADAS POCO INTEMPERIZADAS Y ARENAS LIMOSAS POCO PLASTICAS	
	2 00 m	CONTINUA			
	3 00 m				
	4 00 m				

ANEXO 2C

ANEXO 2C

TABLA 2C-1

PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES DE TERRENO NATURAL
 POZOS A CIELO ABIERTO SOBRE EL EJE DE TRAZO
 CAMINO SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 Km 0+000 AL Km 9+000

UBICACIÓN KM	PROFUNDIDAD		T.M. (mm)	LIMITES (%)			Y P.V.S.		EQUIV. ARENA(%)	VRS STD(%)	EXP (%)	SUCS
	DE m	A m		L.L.	I.P.	C.L.	LUGAR	MAX.				
0+300	0.15	0.26	63.5	18.4	NP.	0.0	2058	1945	—	30.5	0.0	SP-SM
	0.26	INDEF.	25.4	46.0	NP.	0.0	719	1078	—	68.8	0.0	SP
0+800	0.15	0.85	25.4	26.7	6.9	1.2	1508	1610	—	63.0	0.4	SM
	0.85	INDEF.	38.1	46.0	NP.	0.0	568	1027	—	62.9	0.1	SP-SM
1+300	0.15	1.05	9.5	31.7	7.8	2.6	1198	1505	—	72.8	0.3	SM
	1.05	INDEF.	25.4	41.8	NP.	0.0	620	1080	—	63.5	0.0	GP
1+800	0.15	INDEF.	38.1	41.8	NP.	0.0	632	1117	—	62.4	0.0	SP-SM
2+300	0.20	1.40	4.75	30.5	6.5	2.1	1039	1400	—	47.8	0.4	SM
	1.40	INDEF.	38.1	47.1	7.9	1.2	616	1096	—	61.7	0.1	SM
2+800	0.20	INDEF.	19.1	35.3	6.3	2.8	842	1255	—	75.0	0.2	SM
3+300	0.40	1.40	4.75	27.6	2.1	0.5	1107	1380	—	58.8	0.2	SM
	1.40	INDEF.	4.75	34.2	7.4	3.1	1153	1440	—	35.2	0.2	SM
3+800	0.20	1.20	4.75	33.5	7.8	1.7	1168	1336	—	21.3	0.2	SM
	1.20	INDEF.	4.75	39.7	5.0	3.1	935	1255	—	31.3	1.0	ML
4+300	0.20	INDEF.	4.75	40.4	8.7	3.3	882	1395	—	66.2	0.9	ML
4+800	0.30	INDEF.	4.75	24.2	3.8	1.8	1209	1755	—	57.3	0.1	SC
5+300	0.20	1	4.75	44.4	11.9	2.5	980	1265	—	44.9	1.0	SM
	1	INDEF.	4.75	31.0	8.7	1.5	1239	1470	—	33.9	0.5	SC

TABLA 2C-2

PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES DE TERRENO NATURAL
 POZOS A CIELO ABIERTO SOBRE EL EJE DE TRAZO
 CAMINO SIERRA DE AGUA - LOS PESCADOS
 Km 0+000 AL Km 9+000

UBICACIÓN KM	PROFUNDIDAD		T.M. (mm)	LIMITES (%)			P.V.S.		EQUIV. ARENA(%)	VRS STD(%)	EXP (%)	SUCS
	DE m	A m		L.L.	I.P.	C.L.	LUGAR	MAX.				
5+800	0.20	0.80	4.75	48.5	6.8	3.0	752	1306	—	57.4	0.2	SM
	0.80	INDEF.	38.1	77.3	10.0	1.7	815	1164	—	19.4	0.2	SM
6+300	0.20	0.95	4.75	39.2	9.6	4.9	1113	1420	—	11.0	1.0	SM
	0.95	INDEF.	4.75	25.7	7.7	2.1	1416	1630	—	17.6	1.4	SC
6+800	0.50	1.00	50.8	42.2	13.2	3.8	995	1405	—	58.8	0	SM
	1.00	INDEF.	127	24.8	5.5	0.1	1396	1730	—	69.8	0	SC
7+300	0.40	0.80	4.75	42.1	11.0	4.4	1227	1430	—	58.8	1.1	SM
	1.00	INDEF.	25.4	71.0	19.2	0.1	675	1244	—	51.5	1	SM
7+800	0.30	0.95	50.8	60.8	6.3	2.1	851	1110	—	44.1	1.7	SM
	0.95	INDEF.	50.8	42.8	12.4	1.6	1000	1480	—	93.4	0	SM
8+300	0.30	0.8	4.75	79.5	21.4	4.7	750	870	—	28.7	1.1	MH
	0.80	INDEF.	177.8	36.3	8.2	2.4	1148	1410	—	44.1	0.4	SM-FC
8+840	0.20	INDEF.	38.1	32.7	7.8	2.8	1070	1775	—	46.0	0.1	SM

ANEXO 2D

ANEXO 2D

ELEMENTOS PARA CURVA MASA

TABLA 2D-1

KILOMETRO	ESTRATO	CLASIFICACION	TRAT. PROB.	COEFICIENTE DE VARIACION			CLASIFICACION	TERRAPLEN	CORTE	OBSERVACIONES				
DESDE	HASTA	No.	ESP. M	VOLUMETRICA				PRESUPUESTO						
				90%	95%	100%	BANDEA	A	B	C	ALT MAX	TALUD	ALT MAX	TALUD
0+000	0+500	1	0.15	SUELO VEGETAL ARENA MAL GRAD.	DESPALME	-	-	-	100-	00-	00			
		2	INDEF.	(SP) SUELTA, NO PLASTICA COLOR CAFÉ CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS (TEPETZIL)	COMPACTAR	0.74	0.70	0.67	50-	50-	00		3/4 1	A,B,D,G,H,I
0+500	1+500	1	0.15	SUELO VEGETAL ARENA LIMOSA	DESPALME	-	-	-	100-	00-	00			
		2	0.80	(SM) FINA COLOR CAFÉ CLARO MEDIANAMENTE COMPACTA ARENA MAL	COMPACTAR	0.96	0.91	0.87	50-	50-	00		1.0 1.0	A,B,F,G,M
		3	INDEF.	GRADUADA (SP) SUELTA, NO PLASTICA COLOR CAFÉ CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS (TEPETZIL)	COMPACTAR	0.62	0.59	0.56	50-	50-	00		3/4 1	A,B,D,G,H,I

ELEMENTOS PARA CURVA MASA

TABLA 2D-2

KILOMETRO	ESTRATO	CLASIFICACION	TRAT. PROB.	COEFICIENTE DE VARIACION			CLASIFICACION			TERRAPLEN	CORTE		OBSERVACIONES
				90%	95%	100%	A	B	C		ALT MAX	TALUD	
DESDE	HASTA	No.	ESP. M	VOLUMETRICA			PRESUPUESTO						
1+500	2+000	1	0.15	SUELO VEGETAL ARENA MAL	DESPALME	-	-	-	100-00-00				
		2	INDEF.	GRADUADA (SP) SUELTA NO PLASTICA COLOR CAFÉ CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS (TEPETZIL)	COMPACTAR	0.62	0.60	0.57	50-50-00		3/4:1	A,B,D,G,H,I	
2+000	2+550	1	0.20	SUELO VEGETAL ARENA LIMOSA	DESPALME	-	-	-	100-00-00				
		2	1.20	(SM) FINA SUELTA COLOR CAFÉ CLARO	COMPACTAR	0.82	0.78	0.74	50-50-00		1:0.1:0	A,B,F,G,M	
		3	INDEF.	ARENA LIMOSA (SM) DE GRANO GRUESO SUELTA CON PRESENCIA DE GRAVAS DE ORIGEN PUMITICO	COMPACTAR	0.62	0.59	0.56	50-50-00		3/4:1	A,B,D,G,H,I	
2+550	3+040	1	0.20	SUELO VEGETAL ARENA LIMOSA	DESPALME	-	-	-	100-00-00				
		2	INDEF.	(SM) DE GRANO GRUESO A MEDIO, SUELTA DE ORIGEN PUMITICO	COMPACTAR	0.75	0.71	0.67	50-50-00		3/4:1	A,B,D,G,H,I	

ELEMENTOS PARA CURVA MASA

TABLA 2D-3

KILOMETRO	ESTRATO	CLASIFICACION	TRAT. PROB.	COEFICIENTE DE VARIACION	CLASIFICACION	TERRAPLEN	CORTE	OBSERVACIONES						
									VOLUMÉTRICA			PRESUPUESTO		
DESDE	HASTA	No	ESP. M	90%	95%	100%	BANDEA	A	B	C	ALT MAX	TALUD	ALT MAX	TALUD
3+040	3+500	1	0.30	SUELO VEGETAL ARENA LIMOSA	DESPALME	-	-	-	100- 00- 00					
		2	0.80	(SM), FINA COLOR CAFÉ CLARO, MEDIANAMENTE	COMPACTAR	0.89	0.84	0.80	50- 50- 00			1.0:1.0	AB,F,G,M	
		3	INDEF.	ARENA LIMOSA (SM) DE GRANO GRUESO A FINO MEDIANAMENTE	COMPACTAR	0.89	0.84	0.8	50- 50- 00			3/4:1	AB,D,G,H,I	
3+500	4+060	1	0.20	SUELO VEGETAL LIMO ARENOSO	DESPALME	-	-	-	100- 00- 00					
		2	1.00	POCO PLASTICO (ML) COLOR CAFÉ CLARO MEDIANAMENTE	COMPACTAR	0.97	0.92	0.87	50- 50- 00			1.0:1.0	AB,F,G,M	
		3	INDEF.	LIMO ARENOSO (ML) POCO PLASTICO MUY SUELTO, COLOR CAFÉ OSCURO HUMEDO	COMPACTAR	0.83	0.79	0.75	50- 50- 00			1.0:1.0	AB,F,G,M	

ELEMENTOS PARA CURVA MASA

TABLA 2D-4

KILOMETRO		ESTRATO	CLASIFICACION	TRAT. PROB.	COEFICIENTE DE VARIACION			CLASIFICACION	TERRAPLEN	CORTE	OBSERVACIONES		
DESDE	HASTA	No.	ESP. M			VOLUMETRICA			PRESUPUESTO				
						90%	95%	100% BANDEA	A	B			C
4+060	4+600	1	0.20	SUELO VEGETAL	DESPALME	-	-	-	100- 00- 00				
		2	INDEF.	LIMO ARENOSO (ML) NO PLASTICO COLOR CAFÉ CLARO, MUY SUELTO	COMPACTAR	0.70	0.67	0.63	50- 50- 00		10:10	A,B,F,G,M	
4+600	6+600	1	0.20	SUELO VEGETAL	DESPALME	-	-	-	100- 00- 00				
		2	INDEF.	ARENA LIMOSA (SM) NO PLASTICA DE GRANO FINO, CAFÉ CLARO SUELTA	COMPACTAR	0.83	0.79	0.75	50- 50- 00		10:10	A,B,F,G,M	
6+600	6+800	1	0.50	SUELO VEGETAL	DESPALME	-	-	-	100- 00- 00				
		2	INDEF.	ARENA MAL GRADUADA LIMOSA (SP-SM) SUELTA NO PLASTICA COLOR CAFÉ CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLAS	COMPACTAR	0.74	0.70	0.67	50- 50- 00		3/4:1	A,B,D,G,H,I	

4

ELEMENTOS PARA CURVA MASA

TABLA 2D-5

KILOMETRO	ESTRATO	CLASIFICACION	TRAT. PROB.	COEFICIENTE DE VARIACION	VOLUMETRICA			PRESUPUESTO			TERRAPLEN	CORTE	OBSERVACIONES
					90%	95%	100%	BANDEA	A	B			
DESDE	HASTA	No.	ESP. M										
6+800	7+200	1	0.50	SUELO VEGETAL	DESPALME	-	-	-	100	00	00		
		2	INDEF	ARENA LIMOSA (SM) POCO PLASTICA FINA COLOR CAFÉ CLARO SUELTA	COMPACTAR	0.84	0.80	0.76	50	50	00	10 10	A,B,F,G,M
7+200	7+900	1	0.30	SUELO VEGETAL	DESPALME	-	-	-	100	00	00		
		2	INDEF	ARENA LIMOSA (SM) POCO PLASTICA.FINA COLOR CAFÉ CLARO SUELTA CON PRESENCIA DE GRAVILLAS INTERCALADAS EN CAPAS DELGADAS	COMPACTAR	0.79	0.75	0.71	50	50	00	10 10	A,B,F,G,M.
7+900	8+500	1	0.50	SUELO VEGETAL	DESPALME	-	-	-	100	00	00		
		2	0.50	LIMO PLASTICO (MH) COLOR CAFÉ CLARO DE CONSISTENCIA MEDIA POCO HUMEDO	COMPACTAR	0.96	0.91	0.86	50	50	00	10 10	A,B,D,G,H,I
		3	INDEF	ARENA LIMOSA (SM) POCO PLASTICA.COLOR CAFÉ CLARO CON PRESENCIA DE GRAVILLA SUELTA	COMPACTAR	0.90	0.86	0.81	50	50	00	10 10	A,B,F,G,M

ELEMENTOS PARA CURVA MASA

TABLA 2D-6

KILOMETRO	ESTRATO	CLASIFICACION	TRAT. PROB.	COEFICIENTE DE VARIACION				CLASIFICACION			TERRAPLEN	CORTE	OBSERVACIONES		
				90%	95%	100%	BANDEA	A	B	C					
DESDE	HASTA	No.	ESP. M	SUELO VEGETAL	DESPALME	VOLUMETRICA				PRESUPUESTO					
						90%	95%	100%	BANDEA	A	B	C		ALT MAX.	TALUD
8+500	9+000	1	0.20			-	-	-		100- 00- 00					
		2	INDEF.	ROCAS ANDESITICAS FRAGMENTADAS,PO CO INTEMPERIZADAS Y ARENAS LIMOSAS POCO PLASTICAS											
					BANDEADO	-	-	-	1.14	00- 40- 60			10.10		A,B,D,G,H,I