

65



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"CONSERVACION Y SUPERVISION DE LA AUTOPISTA GUADALAJARA-TEPIC"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTAN:
JUAN JOSE MIRANDA RUBIO
LUIS VAZQUEZ GARCIA



DIRECTOR DE TESIS: ING. JOSE ARTURO REYNA GALINDO

CD. UNIVERSITARIA MEXICO, D. F.

231861

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



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/032/00

Señor
LUIS VAZQUEZ GARCIA
JUAN JOSE MIRANDA RUBIO
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. JOSE ARTURO REYNA GALINDO**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"CONSERVACION Y SUPERVISION DE LA AUTOPISTA GUADALAJARA-TEPIC"

PROLOGO

INTRODUCCION

- I. ANTECEDENTES HISTORICOS DE LAS VIAS TERRESTRES EN MEXICO**
 - II. NORMAS Y TECNICAS EMPLEADAS EN LAS VIAS TERRESTRES**
 - III. ESTUDIOS GEOTECNICOS Y DE MECANICA DE SUELOS**
 - IV. LOS PUENTES, ESTRUCTURAS PRIMORDIALES EN LAS VIAS TERRESTRES**
 - V. SUPERVISION Y EVALUACION DEL TRAMO EN ESTUDIO**
 - VI. PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACION**
 - VII. CONCLUSIONES**
- BIBLIOGRAFIA**

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 25 de abril de 2000.
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

A MIS PADRES: OTORGÁNDOLES ESTE PEQUEÑO TRIUNFO QUE ES DE ELLOS POR ENSEÑARME QUE LA VIDA SIN RETOS NO ES VIDA.

A MI MADRE: GLORIA RUBIO SALAZAR, PORQUE SE QUE DESDE ALGUN LUGAR ESPECIAL EN EL QUE SE ENCUENTRE ESTA SONRIENDO FELIZ DE LO QUE ELLA MISMA AYUDO A LOGRAR, GRACIAS POR SER LA FORTALEZA QUE ME HACIA FALTA, GRACIAS POR TANTAS ENSEÑANZAS Y TANTO AMOR.

A MI PADRE: MANUEL MIRANDA GRANADOS, GRACIAS POR TU FUERZA Y TENACIDAD EN LOS MOMENTOS MÁS DIFÍCILES, POR SER EL EJE Y EL MASTIL DE LA EMBARCACIÓN.

A MIS HERMANOS: MANUEL, RUBEN Y ADRIANA, GRACIAS POR ENSEÑARME EL CAMINO QUE RECORRIERON USTEDES PRIMERO, GRACIAS POR SER CONFIDENTES, AMIGOS Y HERMANOS.

A XIOMARA: POR ENSEÑARME QUE EL AMOR EXISTE Y SE ENCUENTRA EN TI, TE AMO.

A JERRY SIEGEL Y JOE SHUSTER: POR CREAR EL LEGADO DE " LA CASA ÉL ", POR ENSEÑARME QUE AUNQUE UN MUNDO ESTALLE SE PUEDE SEGUIR ADELANTE.

A JOHN BYRNE: POR REESCRIBIR LA LEYENDA Y DARLE UNA NUEVA VITALIDAD, QUE CRECE DÍA CON DÍA.

A JACK KIRBY: POR OTORGAR AL MUNDO A NUEVO GENESIS Y APÓKOLIPS.

A GREENPEACE: POR RESCATAR DELFINES Y EVITAR QUE SE SIGA ENVENENANDO EL CORAZÓN DEL PLANETA.

A MIS AMIGOS: GERARDO, TOÑO, MARIO, HECTOR, HIRAM, RAUL, LUIS... Y TANTA GENTE QUE DE ALGUNA U OTRA FORMA AYUDÓ A LOGRAR ESTO, GRACIAS POR LAS DESVELADAS, POR LAS PARRANDAS Y POR LAS VOLADAS DE CLASES, LO CUAL LE DIO UN NUEVO CONCEPTO A LA FACULTAD. .

A TODOS MIS PROFESORES: POR SUS ENSEÑANZAS, POR SU PACIENCIA, Y POR SU VALOR PARA DAR CLASES EN UNA FACULTAD TAN INCREÍBLE.

A LA FACULTAD DE INGENIERIA: POR FORJARME Y DARME EL CORAJE PARA DESEMPEÑAR UNA CARRERA TAN HERMOSA COMO LO ES LA INGENIERIA CIVIL.

A TODOS GRACIAS POR SER PARTE DE ESTA PEQUEÑA PARTE DE MI VIDA.

Juan J. Miranda Rubio

A LA UNAM Y PARTICULARMENTE A LA FACULTAD DE INGENIERÍA POR HABERME PERMITIDO SER PARTE DE LA GRAN HISTORIA QUE TIENE Y HABERME ENSEÑADO LO HERMOSA QUE ES LA INGENIERÍA CIVIL.

A MIS PADRES POR SER LO QUE MÁS AMO Y LO MÁS IMPORTANTE QUE TENGO EN LA VIDA.

MI MADRE, MARÍA ÍNES GARCÍA MEJÍA (MI RORRITA) LA PERSONA A LA QUE LE DEBO TODO LO QUE SOY, POR HABERME HEREDADO TANTO E INCULCADO TANTOS VALORES POR LOS QUE INTENTO Y LUCHO DÍA A DÍA SER MEJOR. Y POR BRINDARME SU AMOR, APOYO Y COMPRENSIÓN, GRACIAS MAMÍ.

MI PADRE, LUIS VÁZQUEZ URBINA POR HABERME APOYADO Y SER EL PADRE QUE HAS SIDO, GRACIAS PAPA.

A MIS HERMANOS, BLANCA DELIA, JUAN CARLOS, ALEJANDRINA, *LUIS ALONSO* Y *OLIMPO*, POR SER LOS MEJORES HERMANOS QUE TENGO Y BRINDARME SIEMPRE SU APOYO, CONFIANZA Y SOBRE TODO SU CARÍÑO.

A MIS AMIGOS, ETZAÉ, VICTOR, MIGUEL, CRISTOBAL, OCTAVIO, ALEJANDRO, FRANCISCO, ÁARON, RAÚL, JUAN,...., POR BRINDARME SU AMISTAD, COMPAÑÍA Y HABER COMPARTIDO TANTAS EXPERIENCIAS.

A TODOS MIS PROFESORES QUE COMPARTIERÓN SUS CONOCIMIENTOS, ENSEÑANZAS Y EXPERIENCIAS, Y ESPECIALMENTE AL ING. JULIO HARO RODRÍGUEZ, AL CUAL LE DEBO EN GRAN PARTE EL PRESENTE TRABAJO; ASÍ COMO TODO LO QUE ME ENSEÑO.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE ALGUNA U OTRA FORMA CREYERÓN Y DEPOSITARÓN SU CONFIANZA EN MI.

A TODOS GRACIAS

LUIS

ÍNDICE

PRÓLOGO	
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LAS VÍAS TERRESTRES EN MÉXICO	3
I.1 LOS CAMINOS DE AYER	3
I.2 LOS CAMINOS DE 1910 A 1998	4
CAPITULO II	
NORMAS Y TÉCNICAS EMPLEADAS EN LAS VÍAS TERRESTRES	10
II.1 NORMAS	10
II.1.1. CORRECCIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS Y AGRIETAMIENTO DE LA AUTOPISTA	10
II.1.2. REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO, MEDIANTE BACHEO Y RENIVELACIONES EN TRAMOS AISLADOS DE LA AUTOPISTA	13
II.1.3. SELLO PREMEZCLADO EN LA AUTOPISTA	15
II.1.4. RECONSTRUCCIÓN DE TALUDES DE TERRAPLENES EROSIONADOS Y CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE MAMPOSTERÍA DE LA AUTOPISTA	16
II.1.5. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MALLA TRIPLE TORSIÓN EN LA AUTOPISTA	18
II.1.6. SUSTITUCIÓN DE ALCANTARILLAS FALLADAS DE LA AUTOPISTA	18
II.1.7. CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE EMERGENCIA EN PLAZA DE COBRO "PLAN DE BARRANCAS" DE LA AUTOPISTA	19
II.1.8. REPOSICIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL DE LA AUTOPISTA	23
II.2 DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN DE OBRAS	24
II.2.1. DEFINICIÓN	24
II.2.2. SEÑALES PREVENTIVAS	25
II.2.3. SEÑALES RESTRICTIVAS	27
II.2.4. SEÑALES INFORMATIVAS	29
II.2.5. CANALIZADORES	31
CAPITULO III	
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS	35
III.1 GENERALIDADES	35
III.1.1. TIPOS DE SUELOS	35
III.1.2. EFECTOS DE LA HUMEDAD EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS	37
III.1.3. PRUEBA DE RESISTENCIA PARA SUELOS	39
III.1.4. TEORÍA DE LA COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS	40
III.1.5. PRUEBAS DE LABORATORIO DE LA DENSIDAD DE SUELOS.	40
III.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA CARRETERA	41
III.2.1. CAUSAS DE HUNDIMIENTO EN LAS CARRETERAS	41
III.2.2. PRINCIPIOS DE PROYECTOS DE CAMINOS	42

III.2.3. DISEÑO DE CAMINOS PARA CONDICIONES INUSITADAS DEL SUELO	44
III.3 EFECTOS GEOHIDROLÓGICOS EN LOS SUELOS	45
III.3.1. PERMEABILIDAD	45
III.3.2. CAPILARIDAD	46
III.3.3. ELASTICIDAD	46
III.3.4. CONGELACIÓN PERMANENTE	46
III.4 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS DEL TERRENO	47
III.4.1. TRAZO DE UNA CARRETERA	47
III.4.2. TRAZO DEFINITIVO	49
III.4.3. LOCALIZACIÓN DE PUENTES	50
CAPITULO IV	
LOS PUENTES, ESTRUCTURAS PRIMORDIALES EN LAS VÍAS TERRESTRES	52
IV.1 GENERALIDADES	52
IV.1.1. ANTECEDENTES	52
IV.2 CLASIFICACIÓN DE PUENTES	55
IV.2.1. PUENTES CONTINUOS	56
IV.2.2. PUENTES DE ARCO	58
IV.2.3. SECCIONES DE SUPERESTRUCTURA	60
IV.3 PRESFUERZO	64
IV.3.1. MÉTODOS DE PRESFUERZO	68
IV.3.2. PRESFUERZO EXTERIOR	70
IV.4 LOS PUENTES DE LA AUTOPISTA GDL. - TEPIC	71
CAPITULO V	
SUPERVISIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO	75
V.1 GENERALIDADES DE LA SUPERVISIÓN	75
V.2 SUPERVISIÓN DE LA AUTOPISTA	77
V.3 SUPERVISIÓN DE OBRAS ESPECIALES REQUERIDAS PARA LA OPERACIÓN DE LA AUTOPISTA	84
V.4 RESUMEN DE ACTIVIDADES	87
V.5 EVALUACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO	91
CAPITULO VI	
PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACIÓN	96
VI.1 CONSERVACIÓN EN LAS VÍAS TERRESTRES	96
VI.2 PROGRAMACIÓN DE LA CONSERVACIÓN	99
VI.3 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN MAYOR Y MENOR DE LA AUTOPISTA	103
VI.3.1. CORRECCIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS Y AGRIETAMIENTOS	103
VI.3.2. REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO MEDIANTE BACHEO Y RENIVELACIONES EN TRAMOS AISLADOS	106
VI.3.3. RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO	107
VI.3.4. RECONSTRUCCIÓN DE TALUDES DE TERRAPLENES EROSIONADOS	109
VI.3.5. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MALLA TRIPLE TORSIÓN	115

VI.3.6. CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE EMERGENCIA EN PLAZA DE COBRO "PLAN DE BARRANCAS"

116

VI.3.7. SUSTITUCIÓN DE ALCANTARILLAS FALLADAS

122

VI.3.8. REPOSICIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

124

ANEXO 1

EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO QUE SE UTILIZARON EN LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN DE LA AUTOPISTA.

126

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

137

BIBLIOGRAFÍA

141

PRÓLOGO

Es un placer viajar por las carreteras de nuestro país, la vista que muchas de ellas nos ofrecen es maravillosa.

Tenemos desde los áridos desiertos y viñedos de Sonora hasta la maleza selvática de Chiapas, las impresionantes montañas de Veracruz y de plan de barrancas que se tiene en la autopista Guadalajara – Tepic, la preciosa vista de la Bahía de Banderas en Puerto Vallarta, Jalisco; los desfiladeros en la Autopista del Sol, los hermosos bosques de La Marquesa y el Desierto de los Leones; incluso los volcanes y cadenas montañosas que adornan nuestro mapa como: el pico de Orizaba Veracruz, el Nevado de Toluca, el Popocatepetl, el Ceboruco, el Volcán de Colima, etc.

México es un país que cuenta con una gran riqueza natural, contamos con casi todos los climas que se pueden recorrer a través de los más de 300,000 kilómetros que conforman la red carretera de nuestro país que incluyen brechas, caminos rurales, carreteras estatales, federales y todas las autopistas.

En un esfuerzo del gobierno federal, la administración del entonces presidente de la República, el Lic. Carlos Salinas de Gortari, inicia a finales de los Ochentas un colosal plan de modernización carretera nacional, la cual incluiría cerca de 14,000 kilómetros de caminos. La actual administración ha optado por seguir dicho proyecto bajo el esquema de Obra Pública Financiada, a diferencia del utilizado anteriormente denominado Régimen de Concesiones, mismo que llevó más adelante a la operación de rescate financiero. Con este nuevo plan se pretende lograr una meta del 73%, longitud que incluire un avance significativo en los 10 ejes troncales en el territorio.

Cabe señalar que la obra no solamente comprende autopistas de cuota, también contempla los caminos rurales, parte importante en la red. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) asignará recursos a gobiernos estatales para la **Conservación, Reconstrucción y Mantenimiento** de sus vías existentes.

INTRODUCCIÓN

En la construcción de carreteras el ingenio del hombre se ha puesto a prueba, especialmente en lugares donde la geografía y/o topografía es muy accidentada o adversa.

Es en este punto donde la ciencia y el ingenio se dan a la tarea de superar desfiladeros, caudalosos ríos y acortar las distancias por medio de extensas planicies, ampliando de esta manera varias ramas de la Ingeniería Civil como son:

1. La Hidráulica, para la construcción de canales y cunetas que van a ayudar a encausar el agua que se presente a lo largo de la carretera.
2. La Geotécnica, para la elevación de terraplenes, corte de taludes y estabilización de las capas del cuerpo de la carretera (base y sub-base).
3. Las Estructuras, para la construcción de puentes que permitan salvar los desfiladeros y las grandes cañadas que en un pasado hacían a los ingenieros rodear la montaña misma.
4. Sin olvidar mencionar a las Vías Terrestres, que mediante proyectos geométricos y estudios de campo definen el sitio óptimo por el cual deberá pasar la carretera.

Esto es por solo mencionar algunas de las diferentes disciplinas que intervienen en la construcción de un camino de primer orden o de una autopista, como se puede observar en la figura 1.

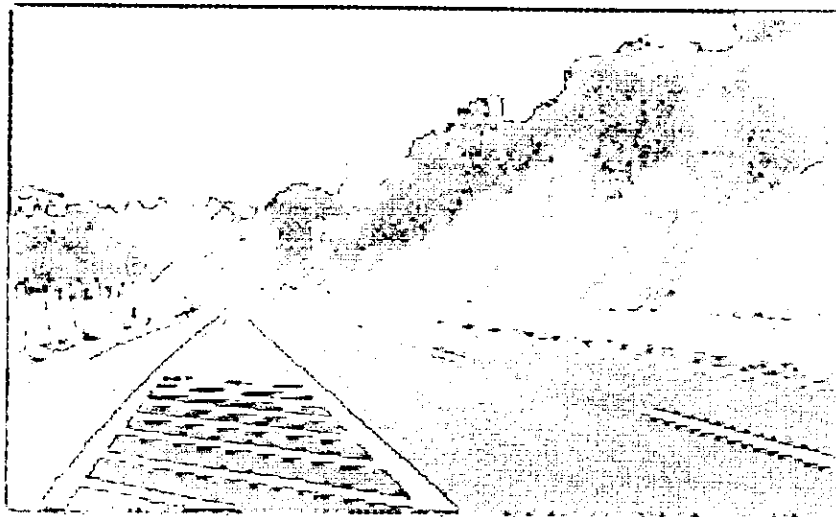


Figura 1

Al pensar en tantas áreas que intervienen en la construcción de una autopista uno se pone a pensar en la conservación que deberá llevar la autopista, ya que de esta dependerá en gran parte el futuro de la carretera.

Cuando se ha terminado un proyecto de construcción de carreteras, se crea una nueva responsabilidad, la de preservar la inversión, la de servir y proteger los intereses del público que se transporta por la carretera, no sólo lo que compete a carreteras recientes sino para todas aquellas que forman la red de caminos en México. Fallas repentinas, daños por tormentas, deterioración

gradual y obstrucciones inesperadas pueden ser causa de daños materiales y personales, lo cual se ve reflejado en tiempo y dinero.

La Conservación de carreteras se ha definido como la función de preservar, reparar, como restaurar una carretera y conservarla en condiciones de su uso seguro. *El Mantenimiento* comprende tanto aquellas actividades de mantenimiento físico tales como:

- El bacheo
- Sellado de juntas en los puentes
- Segado (chapoleo)

Así como las actividades de servicio de tránsito entre las que se incluyen las siguientes:

- Marcas de pintura sobre el pavimento
- Construcción de bordillos para conducir el agua y la basura que este esparcida en cunetas y a lo largo de la carretera

Sin embargo no comprende casos de rehabilitación mayor o actividades de reconstrucción, como el ensanchamiento de la calzada del camino, ni proyectos extensos de reencarpetado.

Los programas de mantenimiento de carreteras están diseñados para compensar los efectos del clima, vandalismo, crecimiento de hierba, desgaste y daños provocados por el tránsito, así como el deterioro debido a los efectos del envejecimiento, fallas de los materiales, en la construcción y diseño; a pesar de la vigilancia y de los esfuerzos determinados para mantener la carretera en servicio, llega un momento en el cual se requiere una rehabilitación mayor, esto no entra dentro del mantenimiento. Los ingenieros de carreteras pueden prolongar la utilidad del pavimento mediante un mantenimiento oportuno, pero con el tiempo, hasta el pavimento mejor mantenido comenzará a desintegrarse y será necesaria su rehabilitación.

El mantenimiento de las carreteras encuentra su justificación en la necesidad de proteger la inversión que se realiza al construir una carretera. En años recientes se ha aumentado la función de mantenimiento, tanto en complejidad, como en alcance.

Estos cambios se han originado ya que la red de caminos en México ha aumentado considerablemente. Además, las personas que transitan en las carreteras y autopistas de México esperan un nivel de mantenimiento superior al que aceptaban en el pasado debido a que las tarifas en las casetas de cobro han aumentado y con esto el usuario espera que las carreteras o autopistas se encuentren en condiciones óptimas.

Por esto es frecuente que el mantenimiento tenga que efectuarse bajo condiciones en las que el tráfico pesado nunca cesa, lo que implica mayores dificultades, así como peligros potenciales tanto para el obrero como para el público en general.

Debido a esto dentro de los trabajos de mantenimiento se debe llevar una *Supervisión* constante y rígida, de los mecanismos de seguridad que se guardan en los trabajos de conservación. El presente trabajo, **CONSERVACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA AUTOPISTA GUADALAJARA – TEPIC**, muestra las actividades de Conservación y Supervisión, a fin de conocer los diferentes procedimientos constructivos, tipos de material, equipo empleado, etc., así como también las Normas y Reglamentos que rigen; y que se tuvieron que seguir para cada una de las obras que se llevaron a cabo.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LAS VÍAS TERRESTRES EN MÉXICO

I.1 LOS CAMINOS DE AYER

Del pueblo maya conservamos restos de los estupendos caminos que construyeron con buen trazo y excelentes materiales, de 5 a 6 metros de ancho, cubiertos con un fino material calizo, que aun hoy en día constituye una superficie uniforme y compacta. Tenían fines religiosos y varios de ellos convergían en Itzamal; ahí efectuaban romerías de todas partes y para ello estaban hechas cuatro calzadas a oriente, poniente, norte y medio día, que corrían por toda esta tierra y pasaban a Tabasco, Chiapas y Guatemala, incluso hoy se pueden observar en algunas partes estas mismas.

El imperio azteca contaba también con vías de comunicación que satisfacían sus necesidades. Lo que es hoy la ciudad de México, era una ciudad lacustre comunicada por varias calzadas terrestres, entre las cuales se ha mencionado como una muy importante la de Tlacopan o Tacuba, de la que se decía tenía puentes levadizos para permitir el paso de las numerosas embarcaciones en que los aztecas transitaban y comerciaban por el lago. Pero aparte de estas calzadas, los aztecas tenían una vastísima red de caminos de muchos cientos de kilómetros, para el paso de guerreros, mensajeros y mercaderes, con puentes colgantes sobre los ríos; red indispensable para mantener el control de su extensísimo dominio. Fue por estos mismos caminos que el conquistador Hernán Cortés penetró a la ciudad arrastrando sus cañones.

La comunicación del centro de la Nueva España con sus puertos marítimos requería la construcción de caminos adecuados para enviar los variados y ricos productos del país; y a su vez, transportar los que arribaban del extranjero por el Golfo de México y por el Océano Pacífico, como sucedía en el segundo con la famosa Nao de China, que parece ser en realidad una flotilla proveniente de Manila y que ya en 1581 atracaba en Acapulco 3 veces al año, vaciando en cada uno de sus viajes fabulosas mercancías que eran conducidas a la Capital, regresando a los barcos a su lugar de origen con lo que del país cargaban en Acapulco.

En el año de 1522, se abre un camino entre México y Veracruz, posteriormente Cortés ordeno en 1523 se abriera también otro a Tampico.

En los primeros años de la nueva vida del país, se había evidenciado ya la necesidad de mejorar las veredas existentes y los caminos que los españoles habían hecho para recorrerlos a pie y a caballo, a fin de que los vehículos pudieran transitar por ellos.

En el año de 1537 se abren dos caminos al occidente, en 1570 del camino de México a Guadalajara, desde San Juan de los Lagos, en 1650 el camino de Ixmiquilpan hacia el norte, por Zimapan Hgo.

En 1717 se transformo en carretero el camino de México a Cuernavaca, en el mismo año también el de San Juan de los Lagos a Guadalajara; en 1720 el camino de Durango a Chihuahua y en 1750 Don José Borda, mejora el camino de México a Acapulco, por Chilpancingo, derivándolo por Taxco. En 1760 Don José Escandon principio al norte de Querétaro el camino a San Luis Potosí y Monterrey; el de México a Valladolid (hoy Morelia), en 1753 se continuo el camino de Chihuahua a Santa Fe (Nuevo México) y en el mismo año se abrieron diversos caminos en nueva Galicia (hoy Jalisco), mejorando también los existentes.

En 1803 se inicio la construcción del camino de México a Veracruz por Jalapa, en 1808 fue terminado.

Son estos algunos de los caminos principales construidos en esa época y que sin duda corrían por donde ahora se encuentran los caminos FEDERALES que los sustituyeron

Al finalizar la colonia México ya contaba con una buena extensión de caminos: 7605 kilómetros. Su conservación variaba de acuerdo a su importancia.

II.2. LOS CAMINOS DE 1910 A 1998

Se ha marcado como un hito en el desarrollo de la red caminera en el año de 1910 y en realidad tiene un significado especial. Fue en 1910 cuando se inicio la revolución en México; en los años que siguieron, la lucha armada impidió prestar atención a la transformación de estos, que precisamente en ese momento se requería en los viejos caminos carreteros, para adecuarlos a un nuevo vehículo de transporte (automóvil), que provocaría en pocos años un cambio en la transportación y en los caminos, más radical que el producido en los siglos anteriores.

En el México de los años 20's la historia caminaba impulsada por un espíritu de modernidad. Por ello la presencia del automóvil fue ganando espacios e imponiéndose a otros medios de transporte.



Los primeros automóviles que llegaron hicieron desde luego uso de los caminos trazados desde la época colonial, pero conforme se fue generalizando su uso resulto necesario reacondicionar los viejos caminos y construir otros nuevos. Construir carreteras resultaba más económico que construir vías férreas, aparte de que el automóvil lo pagaba el particular y los ferrocarriles el gobierno.

Pero no fue sino hasta 1925 en que nació verdaderamente la infraestructura carretera de México. Así al crearse el 6 de abril la Comisión Nacional de Caminos, se marco un hito en el desarrollo de la Ingeniería nacional que permite referimos al México de antes y después.

La Comisión Nacional de Caminos inicia formalmente sus labores en septiembre de 1925. El primer proyecto que se puso en marcha fue la construcción de la carretera México – Puebla, que posteriormente llegaría hasta Veracruz; y la México – Pachuca que con el tiempo enlazaría a la capital con la frontera norte del país en lo que sería el gran proyecto de la época Cardenista: la carretera México – Nuevo Laredo.

El programa carretero pretendía comunicar el Golfo de México con la costa del Pacífico y así el trazo de la carretera México – Acapulco tendría una función vital.

El Sureste también estaba en la mente de quienes realizaron el proyecto caminero y a través de sus selvas y montañas, se planeo el camino que años después sería el extremo sur de la carretera panamericana. En suma debe señalarse que 1925 fue el año en que se definió la red federal de carreteras, cuyo objetivo sería unir todo el país.

Para el financiamiento del proyecto carretero se pusieron impuestos en cigarrillos, tabacos y en la gasolina. Así, a lo largo de esos años, los caminos fueron recibiendo nombres ligados en ocasiones a sus formulas de financiamiento y en ocasiones a sus procedimientos de construcción. A continuación se menciona lo más relevante e importante ocurrido en los años, a partir de la creación de la Comisión Nacional de Caminos hasta fines de siglo XX:

En 1931 desaparece la Comisión Nacional de Caminos y con sus funciones se crea la Dirección Nacional de Caminos que se integra a la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, (29 de agosto).

En 1932 se instala en cada entidad federativa un organismo denominado Junta Local de Caminos para la construcción de caminos alimentadores, bajo el sistema de cooperación bipartita; con la participación del gobierno federal y de los gobiernos de los estados. Se expide el Reglamento de Tránsito, de los Caminos Nacionales y de los Particulares de Concesión Federal, (31 de diciembre).

En 1940 se publica la Ley de Vías Generales de Comunicación, (19 de febrero).

En 1946 se da un acuerdo por el que se autoriza el libre tránsito de los camiones de carga por las carreteras federales, (29 de abril).



En 1947 se publica el acuerdo que deroga el que estableció el libre tránsito de camiones de carga en las carreteras nacionales, (29 de mayo).



En 1949 se crea como empresa subsidiaria de Nacional Financiera, la "Compañía Constructora del Sur, S.A. de C.V.", para construir carreteras de altas especificaciones, (14 de octubre). Se establece el Comité Nacional de Caminos Vecinales para la construcción de caminos de la comunidad, bajo el sistema de participación tripartita, con la participación del gobierno federal, de los gobiernos de los estados y los particulares.



En 1952 se inauguran las primeras dos carreteras de cuota del país: México - Cuernavaca y Amacuzac - Iguala; su administración y operación se encomiendan a la misma compañía que las construyó, (30 de noviembre). Se publica el acuerdo que dicta las medidas de seguridad y vigilancia en las carreteras para el servicio público y particular de auto - transporte de jurisdicción federal, (23 de junio).

En 1956 la empresa cambia de nombre a "Camino Federales de Ingresos S.A. de C.V.", (23 de agosto).

En 1958 se crea el organismo público federal descentralizado del gobierno federal "Camino Federales de Ingresos", adscrito a la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, de la que el primer presidente del consejo de administración fue el subsecretario de Obras Públicas, (31 de julio). Se inaugura la autopista de cuota México - Querétaro, en que se aprovechó en un cuerpo la carretera libre del mismo recorrido, (1 de octubre).

En 1959 la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP) se transforma en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y se crea la Secretaría de Obras Públicas (SOP) a la que se asigna el organismo y preside su consejo, (A partir del 1 de enero). Se pone en operación, el Puente Colorado de cuota, (25 de marzo).

Se crea el organismo público federal descentralizado "Camino y Puentes Federales de Ingresos", (3 de junio). Se publica la Ley que crea el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, en lugar de la Dirección de Pensiones, (28 de diciembre).

En 1960 entra en operación el Puente Sinaloa, de cuota, (1 de septiembre).

En 1962 se inaugura el Puente Coatzacoalcos, de cuota; el primer gran puente mexicano y el único que cuenta con un tramo levadizo, (18 de marzo). Se inaugura la autopista México - Puebla, (5 de Mayo).

En 1963 se establece el organismo conexo para alquilar maquinaria pesada para construcción, (23 de junio). El organismo modifica objetivos y cambia de denominación a "Camino y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos", (29 de junio).

En 1964 se inaugura el conexo industrial en Irapuato Guanajuato, con la planta para la producción y venta de emulsiones asfálticas del organismo, (11 de junio). Se inauguran las carreteras directas de México a Ecatepec, a Teotihuacan y a Tizayuca, (1 de noviembre). El organismo queda sujeto al régimen de la Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado (1 de noviembre) y en cuanto a seguridad social al de la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, (28 de noviembre).

En 1967 desaparece la Comisión Nacional de Caminos Vecinales (antes Comité) y sus funciones pasan a la Secretaría de Obras Públicas. Se inaugura la autopista Tijuana - Ensenada, (25 de abril). Se inaugura el puente Grijalva, de cuota; el primero con un tramo basculante, (20 de diciembre).

En 1969 se ponen en operación las primeras estaciones de gasolina en: Alpuyecá (28 de marzo), Chamilpa (2 de abril) y Oaxtepec (14 de septiembre), en el Estado de Morelos. Se establecen las dos primeras delegaciones de zona, con sedes en Tijuana y Reynosa, respectivamente.

En 1970 se instala en el conexo industrial de Irapuato Guanajuato, la planta para la producción y venta de aditivos.

Se pone en operación en Chontalpa Tabasco, otra planta para producir y vender emulsiones asfálticas, perteneciente al organismo, (10 de junio).

En 1972 se publica el Reglamento de la Policía Federal de Caminos, (3 de julio).

En 1975 se publica el Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales, que deroga el Reglamento de Tránsito del 21 diciembre de 1932, (10 de junio).

En 1977 el organismo CAPUFE, se adscribe al sector Comunicaciones y Transportes, cuyo titular preside el consejo de administración.

En 1983 la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) se transforma en Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), con nuevas atribuciones, y las obras públicas se transfieren a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), (a partir del 1 de enero).

En 1984 se establecen otras seis delegaciones de zona, con sedes en las ciudades de Guadalajara, Querétaro, Cuernavaca, Puebla, Coatzacoalcos y Veracruz.

Se inaugura el puente Ing. Antonio Dovalí Jaime, de cuota; el primer gran puente atirantado, (31 de agosto). Se publica el acuerdo que autoriza al organismo, con la intervención que corresponda a las Secretarías de Programación y Presupuesto, de la Contraloría General de la Federación y de Comunicaciones y Transportes, a proceder a realizar los actos necesarios a efecto de extinguir el Fideicomiso 46 a su nombre, en el cual figuraba como fideicomitente y constituido en el Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S.A. (BANOBRAS) como fiduciario, mediante contrato del 14 de diciembre de 1955, modificado por convenios del 1 de mayo de 1955, 26 de mayo de 1962 y 9 de enero de 1981, (19 de septiembre).

En 1985 se publica el decreto por el que se reestructura la organización y funcionamiento del organismo público descentralizado "Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos", (2 de agosto). Se trasladan a Cuernavaca, Morelos las oficinas centrales de CAPUFE, que estaban en la ciudad de México, (15 de octubre).

En 1987 por acuerdo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, de Programación y Presupuesto, de Hacienda y Crédito Público, las carreteras de cuota cuya construcción puede ser financiada sin recursos federales, serán canalizadas a fideicomisos privados constituidos por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos como institución fiduciaria, previo otorgamiento de la concesión para la primera de las dependencias que la operación y mantenimiento de las vías de cuota, serán encargadas a "Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos", (6 de agosto).

En 1988 se publica Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente, (28 de enero). Se inaugura el puente Tampico, de cuota; el de más longitud en el país, (17 de octubre).

En 1989 el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos celebró con CAPUFE tres contratos de prestación de servicios para la administración, operación, mantenimiento, conservación, reconstrucción y las obras que se consideren faltantes, en las instalaciones carreteras concesionadas siguientes:

- A. El tramo Acatlán - Atenquique en el Estado de Jalisco, de la carretera de cuota Guadalajara - Colima, (6 de enero);

- B. El tramo de la carretera de cuota Tepic - entronque San Blas del Estado de Nayarit; (2 de junio) y
- C. El tramo de carretera de cuota San Juanico, Estado de México a Maravatio, Estado de Michoacán, conocida como Atlacomulco - Maravatio.

En 1990 con la autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, de Programación y Presupuesto, Hacienda y Crédito Público, Caminos y Puentes inició la aportación económica al Programa de Carreteras Concesionadas para mejorar la vialidad financiera de distintos proyectos carreteros privados.

Entrega la SCT a CAPUFE el tramo Zacapalco - Rancho Viejo, de 17.3 Km. y la caseta de cobro de la carretera Amacuzac – Taxco, (20 de abril).

Se establece el seguro del usuario en las instalaciones carreteras de CAPUFE, (18 de junio).

Entra en servicio el puente internacional concesionado Zaragoza - Ysleta, que opera y mantiene CAPUFE, (1 de diciembre). El gobierno del Estado de Sinaloa celebró con CAPUFE un contrato de prestaciones de servicios para que se encargue a título oneroso de administrar, operar, conservar y reconstruir la autopista estatal de cuota concesionada "Benito Juárez", entre Culiacán y Las Brisas, Sin, (20 de diciembre).

En 1992 se concesiona la carretera Ecatepec - Pirámides a Promotora y Administradora de Carreteras, S.A. de C.V., que hasta el 31 de diciembre, CAPUFE tuvo a su cargo, (25 de enero). El gobierno del Estado de Tamaulipas celebró con CAPUFE un contrato de prestación de servicios de operación y mantenimiento menor, de la parte mexicana del puente internacional de cuota concesionado "Lucio Blanco - Los Indios" (Libre Comercio) y su camino de acceso.

Se publica la Ley que armoniza diversas disposiciones con el Acuerdo General de Aranceles y Comercio, los tratados para evitar la doble tributación y para la simplificación fiscal en cuyo Artículo 4o. señala que la Ley de Coordinación Fiscal se adiciona con el Artículo 9o. A, que trata de la creación de fondos para la mejora de las obras viales en donde se ubiquen puentes de peaje operados por la federación, con aportación de ésta, el estado y municipio correspondientes, (20 de julio).

CAPUFE lleva a cabo la administración y operación del puente de cuota San Miguel, de conformidad al contrato de prestación de servicios celebrado con el gobierno del Estado de Sinaloa, titular de la concesión, (20 de agosto).

A partir de la fecha CAPUFE opera, administra y conserva el tramo carretero Acatzingo – Esperanza - Cd. Mendoza, quedando bajo responsabilidad de la concesionaria PYASA, (8 de octubre).

Entra en servicio el puente internacional de cuota concesionado "Libre Comercio", operado y mantenido por CAPUFE, (1 de noviembre).

Se ponen en vigor las primeras condiciones generales de trabajo del organismo, autorizadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, (1 de noviembre).

En 1993 se establece en el Banco Mexicano, S.A. un fideicomiso de administración e inversión, para proporcionar personal que permita atender las autopistas concesionadas que opera CAPUFE, mediante contrato suscrito por los titulares del Banco y de CAPUFE (6 de agosto) y se instala el comité técnico, (10 de septiembre).

Se entrega al gobierno de Estado de Sonora el Puente Colorado, de cuota; para su operación provisional, (Septiembre). Se inician los procesos de desincorporación del Conexo Industrial de Irapuato Guanajuato y la planta de Chontalpa Tabasco; así como las estaciones de gasolina, al servicio del organismo.

Se publica el decreto que reforma, adiciona y deroga disposiciones que reestructuran la organización y funcionamiento de CAPUFE, del 2 de agosto de 1985, (24 de noviembre).

Se instala el comité mixto de productividad del organismo, bajo la presidencia del director general y la participación del Sindicato Nacional de Trabajadores de CAPUFE, (10 de diciembre).

El consejo de administración, a propuesta del director general del organismo, aprobó la nueva estructura básica y una nueva distribución territorial de las actividades de CAPUFE, en 10 regiones, (14 de diciembre).

En 1994 entra en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, entre México, Canadá y Estados Unidos de América, (1 de enero).

Es entregada por CAPUFE la carretera Guadalajara - Zapotlanejo al concesionario Autopistas Mexicanas Concesionadas, S.A., de C.V, (1 de agosto).

Se formalizó la entrega del Puente Tuxpan, de CAPUFE a la fiduciaria del Fideicomiso F/3728 y actualmente lo opera, administra y conserva el organismo, según contrato de prestación de servicios, (5 de agosto).

Entrega CAPUFE a la SCT, la autopista México - Cuernavaca y tramos adyacentes, por las que un fideicomiso constituido en Nacional Financiera emitió títulos para ser colocados en los mercados financieros internacionales; el organismo continuará operando, administrando y atendiendo su mantenimiento, (12 de agosto).

La supercarretera Cuacnopalan - Tehuacán - Oaxaca, es entregada a CAPUFE para su operación, administración y mantenimiento, (30 de noviembre).

Se formaliza el contrato de prestación de servicios de la parte mexicana del puente internacional de cuota Reynosa - Pharr, concesionado al Gobierno del Estado de Tamaulipas, por el cual CAPUFE llevará a cabo la operación, administración y mantenimiento menor, (18 de octubre).

En 1997 la SCT entregó a CAPUFE el tramo libramiento San Martín Texmelucan de la carretera libramiento norte del Valle de México, para su operación, administración y conservación, (1 de julio). El Diario Oficial de la Federación publica el decreto por el que se declara de utilidad e interés público la concesión de 23 carreteras, (27 de agosto).

En 1998 CAPUFE recibe de BANOBRAS la transferencia de 23 concesiones rescatadas para su operación, conservación, mantenimiento mayor y menor, (14 de agosto).

CAPÍTULO II

NORMAS Y TÉCNICAS EMPLEADAS EN LAS VÍAS TERRESTRES

II.1 NORMAS

Para todos los casos de Construcción y Supervisión de Vías Terrestres regirán las normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; las Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras (complemento de las especificaciones generales) y el Manual de dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).

Para el de alcantarillas falladas regirán las especificaciones generales de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) y las Normas para la construcción e instalaciones, de la misma Secretaría libro: 3, parte 01, titulo 02 (estructuras y obras de drenaje) Capítulo 3.01.02.027 (concreto hidráulico); Capítulo 3.01.02.030 (alcantarillas de lámina corrugada de acero) y Capítulo 3.01.02.045 (acarreo para estructuras y obras de drenaje), Manual de dispositivo para el Control de Tránsito; en calles y carreteras, Capítulo VI (dispositivos para protección de obra).

II.1.1. CORRECCIÓN DE ASENTAMIENTOS Y AGRIETAMIENTOS DE LA AUTOPISTA

Medición

Para los volúmenes de tratamiento a las capas de sub-base, base y carpeta, se consideraran los volúmenes que se indiquen en el proyecto, haciendo las modificaciones por cambios autorizados y seccionando en obra la ejecución de los trabajos. Tomando como unidad el metro cúbico; en ningún caso se considerara el abundamiento.

Base de pago

Los volúmenes de tratamiento a las capas sub-base, base y carpeta, se pagarán a los precios unitarios fijados en el contrato para el metro cúbico; estos precios incluyen: remoción, mejoramiento del material con el asfalto necesario, extendido, homogeneizado compactación con equipo mecánico al 95 % del PVSM (proctor) y los tiempos de la maquinaria y equipo que se utilice.

CONSTRUCCIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA

MEZCLA ASFÁLTICA

La carpeta se construirá con mezcla asfáltica elaborada en caliente. Se utilizará material pétreo triturado a un tamaño máximo de diecinueve milímetros (19 mm), estos materiales además de cumplir ampliamente con las especificaciones generales que marca la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y las particulares que aquí se marcan.

Deben tener un noventa (90%) de material producto de trituración y solo se autorizará hasta un máximo del diez por ciento (10%) de arena procedente de banco.

Además el material triturado debe cumplir con la granulometría que a continuación se define:

MALLA	% QUE PASA
No. 4	40 - 60
No. 40	10 - 20
No. 200	0 - 4

El material pétreo deberá estar libre de partículas con dureza 3 o menor (lutitas, calcitas, etc.), solo se permitirá hasta el 3 % con respecto al peso del material pétreo, además deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Características:

Desgaste de los Angeles	30 % máximo
Equivalente de arena	60 % mínimo
Límite líquido	25 % máximo
Índice plástico	0
Contracción lineal	0.5 % máximo
Forma de partícula (lajeo y/o alargamiento)	25 % máximo
Partículas trituradas una cara	90 % mínimo
Partículas trituradas dos caras	70 % mínimo
Adherencia con el asfalto	Buena
Absorción	4.0 % máximo
Densidad	2.4 mínimo
Material deleznable	3.0 % máximo

Se cumplirá con las tolerancias de granulometría especificadas, por lo que en caso de utilizar una planta de producción continua, esta deberá contar con el número adecuado de tolvas en frío para este fin. Se empleará cemento asfáltico y se compactará al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico Marshall.

La mezcla deberá cumplir los requisitos siguientes, conforme al método Marshall de pastillas elaboradas con 75 golpes por cara:

Estabilidad (kg.)	700 min
Vacios (%)	3 - 5
Flujo (mm)	2 - 4
VAM (%)	14 min.
Tensión indirecta a 25 °C (kg/cm ²)	+ - 20 % de diseño
Tensión indirecta a 40 °C (kg/cm ²)	+ - 20 % de diseño
Deformación a la falla a 25 °C (%)	1.5 máxima
Deformación a la falla a 40 °C (%)	1.5 máxima

En la elaboración de la mezcla asfáltica se empleara cemento asfáltico AC-20. una vez definido el diseño Marshall la granulometría de la mezcla sólo podrá ubicarse dentro de las siguientes tolerancias:

TAMAÑO DEL MATERIAL PÉTREO		TOLERANCIA, % PESO DEL MATERIAL PÉTREO
MALLA QUE PASA	RETENIDO EN MALLA	
Correspondiente al tamaño		
máximo	4.76 mm (No. 4)	(+ -) 5
4.76 mm (No. 4)	2.00 mm (No. 10)	(+ -) 4
2.00 mm (No. 10)	0.420 mm (No. 40)	(+ -) 3
0.420 mm (No. 40)	0.074 mm (No. 200)	(+ -) 1
0.074 mm (No. 200)		(+ -) 1

El licitante deberá anexar en su propuesta técnica los resultados recientes de calidad de los materiales que se vayan a utilizar donde se compruebe que cumple con la calidad solicitada, así como los resultados también recientes de la prueba Marshall de la mezcla asfáltica.

Se empleará cemento asfáltico AC-20 en todos los tipos de mezclas que se elaboren, debiendo cumplir con las especificaciones siguientes:

Penetración, 100gr, 5 seg. 25 °C	60 - 70
Viscosidad Saybolt-Furol: a 135 °C, 5 seg., mínimo.	100 min.
Punto de inflamación, Copa abierta de Cleveland, °C, mínimo	232
Punto de reblandecimiento, °C	48 - 56
Solubilidad en tricloroetileno por ciento mínimo	99.0
Prueba de la película delgada, 50 cm 3, 5 horas, 163 °C:	
Penetración retenida, por ciento, mínimo	54
Perdida por calentamiento, por ciento, máximo	
Ductibilidad, 25 °C, 5 cm/min., mínimo 40	0.5

CEMENTO ASFÁLTICO AC-20

Se empleará cemento asfáltico AC-20 en todos los tipos de mezclas asfálticas que se elaboren, debiendo cumplir con las especificaciones marcadas por la SCT:

Penetración, 100gr, 5 seg. 25 °C	60 - 70
Viscosidad Saybolt-Furol: a 135 °C, 5 seg., mínimo.	100 min.
Punto de inflamación, Copa abierta de Cleveland, °C, mínimo	232
Punto de reblandecimiento, °C	48 - 56
Solubilidad en tricloroetileno por ciento mínimo	99
Prueba de la película delgada, 50 cm 3, 5 horas, 163 °C:	
Penetración retenida, por ciento, mínimo	54
Perdida por calentamiento, por ciento, máximo	0.5
Ductibilidad, 25 °C, 5 cm/min., mínimo 40	40

EMULSIÓN CATIONICA DE ROMPIMIENTO RÁPIDO RR - 2K

Especificaciones marcadas por la SCT:

CEMENTO ASFÁLTICO (% PESO)	64.0 MÍNIMO
VISCOSIDAD SAYBOL FUROL A CADA 25 °C (SEG)	20.0 MÍNIMO
ASENTAMIENTO A 5 DIAS (% PESO)	5.0 MÁXIMO
RETENIDO EN MALLA No. 20 (% PESO)	0.10 MÁXIMO
PENETRACIÓN A 25 °C, 100 gr. 5 SEG.	60 - 70
SOLUBILIDAD EN CCL4 (%)	97.0 MÍNIMO
DUCTIBILIDAD, A 25 °C (CM)	40.0 MÍNIMO
CAPACIDAD DE CUBRIMIENTO CON EL MATERIAL PÉTREO EN INMERSIÓN POR FRICCIÓN (%)	70.0 MÍNIMO

Medición

En la construcción de carpetas de concreto asfáltico que se paguen por unidad de obra terminada, se considerará el volumen resultante del espesor y las secciones transversales de proyecto, con las modificaciones en mas o menos ordenadas por el organismo y tomando como unidad el metro cúbico (m³) de material compactado en la carpeta, para cada banco en particular y según el grado de compactación.

Base de pago

Las carpetas de concreto asfáltico por unidad de obra terminada, se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta compactada. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: acarreos de los materiales pétreos de banco a la planta de producción de mezcla asfáltica, desmonte y despalme de los bancos; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualquiera que sea la clasificación; instalación y desmantelamiento de las plantas; alimentación de las plantas; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado; cargas y descargas de los materiales; todos los acarreos locales necesarios para los tratamientos y de los desperdicios de ellos; formación de los almacenes; secado del material pétreo y clasificación, separándolo por tamaños; dosificación; calentamiento; mezclado de los materiales pétreos y cementos asfálticos; barrido de la superficie a renivelar; tendido; compactación al grado fijado; chafanes en las orillas de la carpeta y acabado con rodillo liso; acarreos de la planta al lugar de utilización y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

II.1.2. REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO, MEDIANTE BACHEO Y RENIVELACIONES EN TRAMOS AISLADOS DE LA AUTOPISTA

Medición

La unidad de medición será tomando como unidad el metro cúbico (m³) de fresado, por unidad de obra terminada, se considera el volumen resultante del espesor y las secciones transversales del proyecto tomando como unidad el metro cúbico del material fresado.

Base de pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico (m^3) de material fresado, este precio unitario incluye: el fresado del pavimento y disgregado del material, tiempo de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas para su proceso posterior; la mano de obra, el equipo y herramienta menor que fuera necesario, el agua para enfriamiento para el equipo de corte y los tiempos de los vehículos de transporte durante las cargas y descargas del material al banco de tiro.

RIEGO DE LIGA

(Ver Normas del Subcapítulo II.1.1, para Emulsión Catiónica)

Medición

La unidad de medición del riego de liga será tomando como unidad el litro.

Base de pago

El riego de las emulsiones asfálticas se pagará al precio fijado en el contrato para el litro. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: suministro, operación de calentamiento o recalentamiento dentro de la petrolizadora de requerirse; precauciones o protección a las estructuras o partes de ellas para no mancharlas, aplicación o riego del material asfáltico en la forma que se fije, mermas, desperdicios y los tiempos de la nodriza y de la petrolizadora durante las cargas y las descargas, incluye la limpieza de la superficie, el retiro producto de la limpieza, los fletes por acarreo al lugar de almacenamiento, a la planta, al lugar de utilización y los peajes necesarios.

Además el material triturado debe cumplir con la granulometría que se menciona en el Subcapítulo II.1.1.

Medición

En las carpetas de concreto asfáltico que se paguen por unidad de obra terminada, se considerará el volumen resultante del espesor y las secciones transversales de proyecto, con las modificaciones en mas o menos ordenadas por el organismo y tomando como unidad el metro cúbico (m^3) de material compactado en la carpeta, para cada banco en particular y según el grado de compactación.

Base de pago

Las carpetas de concreto asfáltico por unidad de obra terminada, se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta compactada. Estos precios incluyen lo que corresponde por: acarreos de los materiales pétreos de banco a la planta de producción de mezcla asfáltica, desmonte y despalle de los bancos; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualquiera que sea la clasificación; instalación y desmantelamiento de las plantas; alimentación de las plantas; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado; cargas y descargas de los materiales; todos los acarreos locales necesarios para los tratamientos y de los desperdicios de ellos; formación de los almacenes; secado del material pétreo y clasificación, separándolo por tamaños; dosificación; calentamiento; mezclado de los materiales pétreos y cementos asfálticos; barrido de la superficie a renivelar; tendido; compactación al grado fijado; chaffanes en las orillas de la carpeta y acabado con rodillo liso; acarreos de la planta al lugar de

utilización y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

En caso de que el licitante cuente con planta propia deberá anexar en la propuesta técnica sus características y un croquis de localización.

CEMENTO ASFÁLTICO TIPO AC-20

(Ver Normas del Subcapítulo II.1.1.)

Centro proveedor de productos asfálticos

El suministro de los productos asfálticos podrá hacerse de manera indistinta de cualquiera de las refinerías que produzca ese tipo de cemento asfáltico, siempre y cuando cumpla con las especificaciones marcadas. En cuanto a las emulsiones de rompimiento rápido, estas provendrán de alguna planta cuya calidad sea reconocida.

Acarreo de productos asfálticos.

Los acarreos serán considerados dentro del análisis de los precios unitarios de los materiales asfálticos por unidad de obra terminada.

Se aplicará la tarifa que el contratista proponga anexando a esta propuesta comprobación de la vigencia de esas tarifas.

Medición

El cemento asfáltico que se emplea en las mezclas asfálticas se medirá tomando como medida el kilogramo, de acuerdo con la cantidad fijada en el proyecto.

Base de pago

El cemento asfáltico del tipo que se trate, que se emplee en la elaboración de concreto asfáltico por unidad de obra terminada se pagará al precio fijado en el contrato para el kilogramo. Estos precios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición, limpieza del tanque en que se transporte, arrastre en la planta de producción del material y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar e almacenamiento fijado, descarga en este lugar, cargo por calentamiento, acarreo del depósito a la planta mezcladora e incorporación en esta a los materiales pétreos, todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas, así como los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

II.1.3. SELLO PREMEZCLADO EN LA AUTOPISTA

RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO

MATERIALES

De acuerdo con las especificaciones de la S.C.T., el material pétreo para riego de sello premezclado debe ser un material seleccionado. El material no debe contener arena ni polvo. La resistencia individual de las partículas debe ser alta a la abrasión, al intemperismo y debe presentar buena afinidad con el asfalto.

Complementariamente a la granulometría de partículas prácticamente de un solo tamaño se exige que estas sean equidimensionales, es decir se limita a la presencia de partículas alargadas y en forma de lámina o laja.

El material pétreo deberá cubrirse con una muy delgada capa de cemento asfáltico tipo AC-5 a razón del uno por ciento (1%) respecto al peso del material pétreo; este procedimiento deberá ser en planta y en caliente.

Medición

El riego de sello por unidad de obra terminada se medirá tomando como unidad el metro cuadrado y será la resultante de la superficie a tratar (considerando 12 lt/m²).

Base de pago

Se pagará por unidad de obra terminada a los precios fijados en el contrato por metro cuadrado de material pétreo 3-A empleado, estos precios incluyen: desmonte, despalme de los bancos; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualquiera que sea la clasificación, instalaciones y desmantelamientos de la planta; alimentación de la planta; cribados y desperdicios; trituración parcial o total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido al material, cargas y descargas de los materiales, todos los acarrees necesarios para los tratamientos y de los desperdicios de ellos; formación de los almacenamientos; barrido de la superficie por tratar; tendido, planchado, rastreo, recolección y remoción del material excedente y los tiempos de los vehículos empleados en el transporte durante las cargas y las descargas.

Además incluye el cemento asfáltico tipo AC-5, que se emplea para mezclarlo con el sello. Estos precios incluyen lo que corresponda por valor de adquisición, limpieza del tanque en que se transporte, arrastres en la planta de producción del material y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento fijado, descarga en este lugar. Cargo por calentamiento, acarreo del depósito a la planta mezcladora e incorporación en esta a los materiales pétreos, todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas, así como los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

II.1.4. RECONSTRUCCIÓN DE TALUDES DE TERRAPLENES EROSIONADOS Y CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE MAMPOSTERÍA DE LA AUTOPISTA

MATERIALES

Medición

- La extracción de material de bancos de préstamo se medirán tomando como unidad el metro cúbico, en ningún caso se considerará el abundamiento; el resultado se redondeará a la unidad más próxima.
- Los volúmenes de material de banco de préstamo, se medirán seccionando las excavaciones y el volumen se cuantificará por el promedio de áreas extremas.
- La formación y reconstrucción terraplenes se medirá tomando como unidad el metro cúbico, el resultado se considerara redondeando a la unidad.

Bases de pago

- Los volúmenes de extracción de material de banco de préstamo se pagarán a los precios fijados en el contrato. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponde por: remoción, extracción, carga y acarreo del material al primer km y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte; así como los trabajos que se realicen para el desmonte y despalle del terreno.
- Los volúmenes para la formación y reconstrucción de talud en los precios fijados en el contrato. Estos precios incluyen lo que corresponda por: carga y descarga del material, extendido, homogeneizado y los tiempos de los vehículos empleados en su transporte.

CONSTRUCCIÓN DE MURO DE MAMPOSTERÍA

Medición

- Los volúmenes excavados se medirán tomando como unidad el metro cúbico, cuantificando las unidades realmente ejecutadas de acuerdo al proyecto.
- La medición se hará tomando como unidad el metro cúbico, como base se considerara el volumen fijado en el proyecto con las modificaciones en más o menos que sean autorizadas en el proyecto.
- Los volúmenes de mampostería se medirán como se indica a continuación: no se medirán los acarreos del cemento ni la cal, la plantilla construida sobre la superficie de desplante se medirá tomando como unidad el metro cuadrado de su superficie construida.
- Los materiales tendrán un acarreo libre, a partir del cual su transporte se considerará sobreacarreos. El acarreo libre se considerará en camión volteo hasta 500 metros y el sobre acarreo se considerará a partir de los 500 metros de distancia, hasta el banco de tiro autorizado por la supervisión, la unidad será el metro cúbico para los materiales sobrantes producto de la excavación, se considerará el volumen correspondiente a la excavación, determinando según las condiciones de la contratación descontando el volumen del material que se deposite dentro del límite del acarreo libre, ya sea porque se utilice en el relleno de la propia excavación.

Base de pago

- El pago por unidad de obra terminada para la excavación se hará al precio unitario fijado en el contrato para el metro cúbico; este precio incluye lo que corresponda por: remoción, extracción, afinamiento, carga, acarreo libre, descarga y depósito de material en el lugar y forma que se fije el proyecto.
- La mampostería de tercera clase se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Este precio incluye lo que corresponda por: extracción o adquisición de la piedra, de la arena y del agua; sus acarreos libres, adquisición y transporte del cemento al lugar de la obra, cargas, descargas y almacenamiento de los distintos materiales; desperdicios y mermas, rastreado y labrado de la piedra, limpieza y lastrado de la piedra, cribado y lavado de la arena, fabricación del mortero, elevación y colocación de la piedra y mortero, junteo y humedecimiento de parámetros, andamios y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante la carga y descarga.

- El pago de acarreo libre que queda incluido en el precio unitario del concepto de obra de que se trate.
- Los sobre acarreos para materiales sobrantes producto de la excavación se pagara al precio fijado en el contrato.

II.1.5. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MALLA TRIPLE TORSIÓN EN LA AUTOPISTA

Medición

El suministro y colocación de la malla triple torsión se cuantificará multiplicando la longitud por el ancho y considerando como unidad el metro cuadrado de talud cubierto.

Base de pago

El suministro y colocación de malla triple torsión se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cuadrado, estos precios incluyen lo que corresponda por el valor de la adquisición.

II.1.6. SUSTITUCIÓN DE ALCANTARILLAS FALLADAS DE LA AUTOPISTA

Medición

- La tubería se medirá ya colocada a lo largo de la clave, tomando como unidad el metro, para cada diámetro de acuerdo con el tipo y calibre de lámina.
- La medición del concreto inyectado se hará tomando como unidad el metro cúbico. Como base se tomará el volumen que fije el proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por los cambios autorizados.

Base de pago

- La tubería se pagará al precio fijado en el contrato para el metro de cada diámetro de tubo circular. Estos precios unitarios incluyen: valor de adquisición, materiales para troquelar y sus acarreos; cargas, descargas y almacenamientos para los distintos materiales, limpieza de superficie de desplante, armado, colocación, troquelado y su remoción.
- El concreto hidráulico inyectado, por unidad de obra terminada se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico del concreto con $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$. Estos precios incluyen lo que corresponda por: permisos de explotación de bancos; desmonte y despalme de bancos; extracción o adquisición de los agregados finos y gruesos, agua; los acarreos que sean necesarios; trituración y/o cribado; adquisición y transporte del cemento, aditivos, puzolanas, cloruro de calcio y agentes inclusores de aire, al lugar de la obra; cargas, descargas y el equipo necesario para la inyección del concreto.

REPARACIÓN DE ALCANTARILLAS			
UBICACIÓN Km.	DIÁMETRO ACTUAL (m).	DIAMETRO DE PROYECTO (m).	LONGITUD (m).
141+498	1.2	0.9	84
142+371	1.2	0.9	114
TOTAL			198

El asfalto deberá ser del tipo oxidado y aplicarse a una temperatura comprendida entre 92 °C y 96 °C. El espesor final del recubrimiento de doble capa asfáltica será como mínimo de 1.3 milímetros y como máximo de 1.7 milímetros.

II.1.7. CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE EMERGENCIA EN PLAZA DE COBRO "PLAN DE BARRANCAS" DE LA AUTOPISTA

TERRACERÍAS

DESPALME DEL TERRENO

Medición

Para los volúmenes de despalme se considerarán los volúmenes que se indique en el proyecto, haciendo las modificaciones por cambios autorizados y seccionando en obra la ejecución de los trabajos. Tomando como unidad el metro cúbico; en ningún caso se considerará el abundamiento.

Base de pago

Los volúmenes de despalme por unidad de obra terminada, se pagaran a los precios fijados en el contrato para el metro cubico; estos precios incluyen: carga y acarreo de material a un kilometro de distancia, los tiempos de la maquinaria y equipo que se utilicen.

EXCAVACIÓN EN CORTE

Medición

Para los volúmenes de cortes se considerarán los volúmenes que se indiquen en el proyecto, haciendo las modificaciones por cambios autorizados y seccionando en obra la ejecución de los trabajos. Tomando como unidad el metro cúbico; en ningún caso se considerará el abundamiento.

Base de pago

Los volúmenes de corte por unidad de obra terminada, se pagarán a los precios unitarios fijados en el contrato para el metro cúbico; estos precios incluyen: carga y acarreo del material a un kilómetro de distancia, los tiempos de la maquinaria y el equipo que se utilice.

FORMACIÓN DE TERRAPLENES

Medición

Para los volúmenes de formación de terraplén, se considerarán los volúmenes que se indiquen en el proyecto, haciendo las modificaciones por cambios autorizados y seccionando en obra la ejecución de los trabajos. Tomando como unidad el metro cúbico; en ningún caso se considerará el abundamiento.

Bases de pago

Los volúmenes de formación de terraplén, se pagarán a los precios unitarios fijados en el contrato para el metro cúbico; estos precios incluyen: carga y acarreo del material, extendido y compactación con equipo mecánico al 90% proctor y los tiempos de la maquinaria y equipo que se utilice.

RIEGO DE LIGA

(Ver Normas del Subcapítulo II.1.1. Emulsión Catiónica)

Medición

La unidad de medición del riego de liga será tomando como unidad el litro.

Base de pago

El riego de las emulsiones asfálticas se pagará al precio fijado en el contrato para el litro. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: suministro, operación de calentamiento o recalentamiento dentro de la petrolizadora de requerirse; precauciones o protección a las estructuras o partes de ellas para no mancharlas, aplicación o riego del material asfáltico en la forma que se fije, mermas, desperdicios, tiempos de la nodriza y de la petrolizadora durante las cargas y las descargas, incluye la limpieza de la superficie, el retiro producto de la limpieza, los fletes por acarreo al lugar de almacenamiento, a la planta, al lugar de utilización y los peajes necesarios.

MEZCLA ASFÁLTICA PARA CARPETA ESPESOR DE 6 CM.

(Ver Normas del Subcapítulo II.1.1.)

Medición

En las carpetas de concreto asfáltico que se pagarán por unidad de obra terminada, se considerará el volumen resultante del espesor y las secciones transversales de proyecto, con las modificaciones en más o menos ordenadas por el organismo y tomando como unidad el metro cúbico (m³) de material compactado en la carpeta, para cada banco en particular y según el grado de compactación.

Base de pago

Las carpetas de concreto asfáltico por unidad de obra terminada, se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta compactada. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: acarreos de los materiales pétreos de banco a la planta de producción de mezcla asfáltica, desmonte y despilme de los bancos; extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualquiera que sea la clasificación; instalación y desmantelamiento de las plantas; alimentación de las plantas; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado; cargas y descargas de los materiales; todos los acarreos locales necesarios para los tratamientos y de los desperdicios de ellos; formación de los almacenes; secado del material pétreo y clasificación, separándolo por tamaños; dosificación; calentamiento, mezclado de los materiales pétreos y cementos asfálticos; barrido de la superficie a renivelar; tendido; compactación al grado fijado; chaflanes en las orillas de la carpeta y acabado con rodillo liso; acarreos de la planta al lugar de utilización y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

CEMENTO ASFÁLTICO TIPO AC-20

(Ver Normas del Subcapítulo II.1.1.)

El suministro de los productos asfálticos podrá hacerse de manera indistinta de cualquiera de las refinерías que produzca ese tipo de cemento asfáltico, siempre y cuando cumpla con las

especificaciones marcadas. En cuanto a las emulsiones de rompimiento rápido, estas provendrán de alguna planta cuya calidad sea reconocida.

Acarreo de productos asfálticos.

Los acarreos serán considerados dentro del análisis de los precios unitarios de los materiales asfálticos por unidad de obra terminada.

Se aplicará la tarifa que el contratista proponga anexando a esta propuesta comprobando la vigencia de esas tarifas.

Medición

El cemento asfáltico que se emplea en las mezclas asfálticas se medirá tomando como medida el kilogramo, de acuerdo con la cantidad fijada en el proyecto.

Base de pago

El cemento asfáltico del tipo que se trate, que se emplee en la elaboración de concreto asfáltico, por unidad de obra terminada se pagará al precio fijado en el contrato para el kilogramo. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición, limpieza del tanque en que se transporte, arrastre en la planta de producción del material y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento fijado, descarga en este lugar, cargo por calentamiento, acarreo del depósito a la planta mezcladora e incorporación en esta a los materiales pétreos, todas las operaciones de calentamiento, bombeo requerido y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

EXCAVACIÓN

Medición

Los volúmenes excavados se medirán, tomando como unidad el metro cúbico, cuantificando las unidades realmente ejecutadas de acuerdo al proyecto.

Base de pago

El pago por unidad de obra terminada para la excavación, se hará al precio unitario fijado en el contrato para el metro cúbico; este precio incluye lo que corresponda por: remoción, extracción, afinamiento, carga, acarreo libre, descarga y depósito de material en el lugar y forma que se fije el proyecto.

MAMPOSTERÍA DE TERCERA

Medición

La medición se hará tomando como unidad el metro cúbico, como base se considerará el volumen fijado en el proyecto con las modificaciones en más o menos que sean autorizadas en el proyecto.

Los volúmenes de mampostería se medirán como se indica a continuación: no se medirán los acarreos del cemento ni la cal, la plantilla construida sobre la superficie de desplante se medirá tomando como unidad el metro cuadrado de su superficie construida.

Base de pago

La mampostería de tercera clase se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico.

Este precio unitario incluye lo que corresponda por: extracción o adquisición de la piedra, de la arena, agua y sus acarreos libres, adquisición y transporte del cemento al lugar de la obra, cargas, descargas y almacenamiento de los distintos materiales; desperdicios y mermas, rastreado y labrado de la piedra, limpieza y lastrado de la piedra, cribado y lavado de la arena, fabricación del mortero, elevación y colocación de la piedra y mortero, junteo y humedecimiento de parámetros, andamios y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante la carga y descarga.

CONSTRUCCIÓN DE DADO DE CONCRETO

Medición

La medición se hará tomando como unidad la pieza, como base se considerará el volumen fijado en el proyecto con las modificaciones en mas o en menos que sean autorizadas.

Base de pago

La construcción de dados de concreto $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$, se pagará al precio fijado en el contrato para la pieza.

Este precio incluye lo que corresponda por: extracción o adquisición de los materiales y sus acarreos libres, adquisición y transporte del cemento al lugar de la obra, cargas, descargas y almacenamiento de los distintos materiales; desperdicio y mermas, limpieza, cribado y lavado de la arena, fabricación del concreto, habilitado y armado del acero de refuerzo, cimbra y descimbra, colado, humedecimiento de parámetros; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante la carga y descarga.

CONSTRUCCIÓN DE CUNETA DE CONCRETO HIDRÁULICO

Medición

La cuneta de concreto hidráulico se medirá tomando como unidad el metro lineal. La medida se hará una vez ya colocada.

Base de pago

El pago por la unidad de obra terminada por la construcción de cuneta de concreto hidráulico, se hará al precio fijado en el contrato para el metro lineal.

Este precio unitario incluye lo que corresponda por: extracción o adquisición de los materiales y sus acarreos libres, adquisición y transporte del cemento al lugar de la obra, cargas, descargas y almacenamiento de los distintos materiales; desperdicio y mermas, limpieza, cribado y lavado de la arena, fabricación del concreto, habilitado y armado del acero de refuerzo, cimbra y descimbra, colado, humedecimiento de parámetros y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante la carga y descarga.

SEÑALAMIENTO

Medición

Se tomara como unidad la pieza de señalamiento correctamente colocada.

Base de pago

El pago por unidad de obra terminada de fabricación y colocación del señalamiento se hará al precio fijado en el contrato para la pieza de señalamiento correctamente colocado. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: la adquisición de los materiales e implementos necesarios para la fabricación e instalación del señalamiento, personal, acarreo, equipo, traslados, cargas, descargas, vehículos empleados, herramienta, andamiaje, limpieza del lugar al término de los trabajos y en general todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

APLICACIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

Medición

La aplicación de pintura de tránsito se medirá tomando como unidad el metro lineal, de acuerdo con la cantidad fijada en el proyecto.

Base de pago

La aplicación de pintura de tránsito por unidad de obra terminada se pagara al precio fijado en el contrato para el metro lineal. Estos precios incluyen lo que corresponda por: aplicación, carga, transporte de la pintura y micro esfera al lugar de aplicación, así como la descarga en ese lugar de aplicación.

II.1.8. REPOSICIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL DE LA AUTOPISTA

REQUISITOS

La micro esfera de vidrio para aplicación de pintura del tránsito debe, cumplir con las especificaciones siguientes, particulares de CAPUFE:

CLASE	AASHTO TIPO 1 GRADUACIÓN ESTANDAR	
RECUBRIMIENTO	RESISTENTE A LA HUMEDAD	
APARIENCIA	TRANSPARENTE, LIMPIA, INCOLORA, DE FORMA ESFERICA Y SIN GRUMOS.	
GRANULOMETRÍA		
MALLA ABERTURA mm	No. DE MALLA U.S. MESH	PORCENTAJE QUE PASA
0.850	20	100
0.600	30	75-95
0.300	50	15-35
0.150	100	0-5

RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO	El material retenido en la malla de abertura 0.425 mm. (u.s. mesh 40) debe resistir 133 newton (30 lbs) mínimo.
INDICE DE REFLECTIVIDAD	1.50 mcd/lx/m ² mínimo.
FLOTACIÓN	90% mínimo debe flotar en selenio.

Medición

La pintura de tránsito que se emplee se medirá tomando como unidad el metro lineal, de acuerdo con la cantidad fijada en el proyecto.

Base de pago

La pintura de tránsito que se emplee, por unidad de obra terminada se pagará al precio fijado en el contrato para el metro lineal. Estos precios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición, limpieza del tanque en que se transporte, transporte al lugar de almacenamiento fijado, descarga en ese lugar y los tiempos de los vehículos empleados en la aplicación de pintura.

II.2 DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS

II.2.1. DEFINICIÓN

Los dispositivos para protección en obras son las señales y otros medios que se usan para proporcionar seguridad a los usuarios, peatones, trabajadores y guiar el tránsito a través de calles y carreteras en construcción o conservación; tiene carácter transitorio.

Los motivos que obligan al uso de estos dispositivos son: entre otros, deshierbe, desrame de árboles, desmonte, desazolve de cunetas, derrumbes, reparación de pavimento, marcas en pavimentos, reducción y ampliación del número de carriles, desviaciones, etc. La longitud que se deberá cubrir con estos dispositivos dependerá del tipo de camino y características de la obra; y será de 150 m como mínimo y 1000 m como máximo, antes de la zona de trabajo.

Clasificación

En cuanto a su función, los dispositivos usados en el señalamiento transitorio para protección en obras de construcción y conservación de calles y carreteras, se clasifican en:

- A. SEÑALES
 - 1. Preventivas
 - 2. Restrictivas
 - 3. Informativas

- B. CANALIZADORES
 - 1. Barreras
 - 2. Conos
 - 3. Indicadores de alineamiento
 - 4. Marcas en el pavimento
 - 5. Dispositivos luminosos
 - 6. Indicadores de obstáculos

C. SEÑALES MANUALES

1. Banderas
2. Lámparas

Tiempo de empleo

El tiempo durante el cual hay que señalar una obra es variable y los dispositivos necesarios deberán ser colocados ANTES de iniciar cualquier trabajo y ser retirados inmediatamente DESPUÉS de haberse terminado este.

Responsabilidad

La responsabilidad en la colocación y retiro de este tipo de señalamiento, durante la construcción o conservación de una calle o carretera será de las dependencias gubernamentales y/o de las compañías constructoras encargadas de las obras.

Las obligaciones de los responsables del señalamiento para protección en obras serán entre otras, las siguientes:

- A. No iniciar ninguna reparación o construcción sin disponer de las señales necesarias para el tipo de obra que se va a ejecutar.
- B. Situar y conservar adecuadamente las señales.
- C. No obstruir la visibilidad de las señales.
- D. Retirar inmediatamente los dispositivos empleados, tan pronto haya terminado el motivo por el cual fueron colocados.

Los responsables deberán en todo tiempo mantener una supervisión adecuada, para que los dispositivos empleados sean los indicados para la protección de los usuarios, peatones, trabajadores y de las obras en sí.

Criterios para proyecto

En la construcción y conservación de calles y carreteras, se presenta una amplia variedad de situaciones para guiar al tránsito y proteger a los usuarios; por lo que, dar recomendaciones específicas para cada una de ellas sería muy complejo; por lo tanto, todos los conceptos generales especificados en el Manual De Dispositivos Para El Control Del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT, serán aplicables en el proyecto del señalamiento para protección de obras, ajustándose a los lineamientos particulares que sobre forma, tamaño, ubicación y principalmente color.

Color de los soportes y reverso de los tableros

Independientemente de los colores característicos de cada señal, todas llevarán el soporte y el reverso pintado en color gris mate.

II.2.2. SEÑALES PREVENTIVAS

Uso

Se utilizarán para prevenir a los usuarios sobre la existencia de una situación peligrosa y a la naturaleza de esta, motivada por la construcción o conservación de una calle o carretera, así como para proteger a peatones, trabajadores y equipo de posibles accidentes.

Forma

El tablero de las señales preventivas será de forma cuadrada con las esquinas redondeadas y se fijarán con una diagonal vertical en postes o bien sobre caballetes desmontables. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior para la curvatura del filete de 2 cm.

Tamaño

El tablero de estas señales será uniforme para calles y carreteras con dimensiones de 91 X 91 cm sin ceja cuando se coloquen sobre caballetes o de 86 X 86 cm con ceja cuando se fijen en postes.

El tablero adicional que servirá para formar un conjunto, será con o sin ceja y tendrá las dimensiones de la Tabla II.1.

DIMENSIONES DEL TABLERO ADICIONAL DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS

DIMENSIONES DE LA SEÑAL cm	DIMENSIONES DEL TABLERO, cm		ALTURA DE LA LETRA MAYUSCULA, cm	
	1 RENGLON	2 RENGLONES	1 RENGLON	2 RENGLONES
86 X 86 (CON CEJA)	30 X 117	56 X 117	15	15
91 X 91 (SIN CEJA)	30 X 122	61 X 122	15	15

TABLA II.1

UBICACIÓN:

Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que se trate de señalar, a una distancia que depende de la velocidad de acuerdo a la tabla II.2.

VELOCIDAD Km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110
DISTANCIA m	30	40	55	75	95	115	135	155	175

TABLA II.2

En carreteras se utilizará la velocidad de proyecto; cuando se desconozca este dato, se utilizará la velocidad de marcha. En calles se utilizará la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.

Cuando se coloque una señal de otro tipo entre la preventiva y el riesgo, aquella deberá colocarse a la distancia en que iría la preventiva y esta al doble; si son dos señales de otro tipo las que se vayan a colocar entre la preventiva y el riesgo, la primera de aquellas se colocará a la distancia de la preventiva, la segunda al doble de esta distancia, la preventiva al triple y así sucesivamente.

Lateral

La colocación de las señales será de tal forma que no obstaculicen la circulación de los vehículos, debiendo procurarse que al borde interior del tablero quede a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical de la orilla del carril en zona rural y de 30 cm en zona urbana.

Altura

En carreteras, el tablero de las señales se instalará de tal manera que su parte inferior quede a 1.50 m sobre la superficie de rodamiento y en zonas urbanas a 2.00 m. En donde haya equipo de construcción, materiales u otras obstrucciones, esta altura podrá aumentarse hasta 2.50 m.

Ángulo de colocación

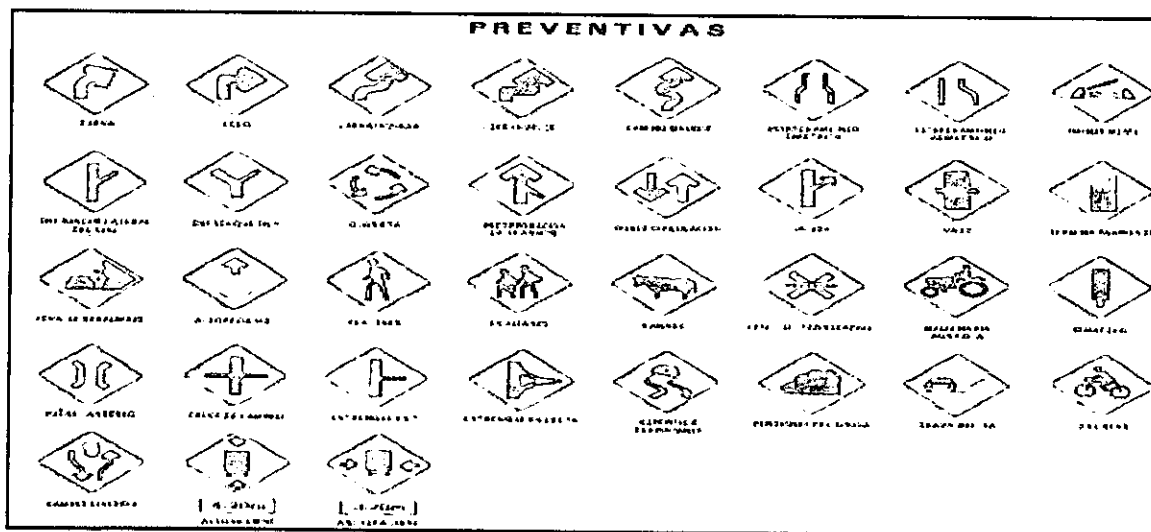
Las señales deberán quedar siempre en posición vertical a 90° con respecto al sentido del tránsito.

Color

El color del fondo del tablero de estas señales, así como del tablero adicional, será naranja en acabado reflejante y el color para estos símbolos, leyendas, caracteres y el filete será en negro.

Soportes

Los tableros se montarán sobre postes, como el caso de los permanentes o bien sobre caballetes desmontables.



II.2.3. SEÑALES RESTRICTIVAS

Uso

Se emplearán para indicar a los conductores ciertas restricciones y prohibiciones que regulan el uso de las vías de circulación en calles y carreteras que se encuentren en proceso de construcción o conservación.

Forma

El tablero de las señales restrictivas será de forma cuadrada con las esquinas redondeadas excepto las de ALTO y CEDA EL PASO.

- El tablero de la señal de ALTO, tendrá forma octagonal.
- El tablero de CEDA EL PASO, tendrá la forma de un triángulo equilátero, con un vértice hacia abajo.

Las señales que requieran una explicación complementaria, además de símbolo, llevarán un tablero adicional de forma rectangular para formar un conjunto.

El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior para la curvatura del filete de 2 cm, estas señales irán fijadas en postes o bien sobre caballetes desmontables.

Tamaño

El tablero de estas señales será uniforme para calles y carreteras con dimensiones de 91 X 91 cm sin ceja cuando se coloquen sobre caballetes o de 86 X 86 con ceja cuando se fijen en postes.

El tablero adicional que servirá para formar un conjunto, será con o sin ceja y tendrá las dimensiones de la tabla II.3.

DIMENSIONES DE LA SEÑAL cm	DIMENSIONES DEL TABLERO, cm		ALTURA DE LA LETRA MAYUSCULA, cm	
	1 RENGLON	2 RENGLONES	1 RENGLON	2 RENGLONES
86 X 86 (CON CEJA)	30 X 86	56 X 86	15	15
91 X 91 (SIN CEJA)	30 X 91	61 X 91	15	15

TABLA II.3

UBICACIÓN:

Longitudinal

Las señales restrictivas se colocarán en el punto mismo donde existe la restricción o prohibición.

Lateral

La colocación de las señales será de tal forma que no obstaculicen la circulación de los vehículos, debiendo procurarse que el borde interior del tablero quede a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical de la orilla del carril en zona rural y de 30 cm en zona urbana.

Altura

En carreteras, el tablero de las señales se instalará de tal manera que su parte inferior quede 1.50 m sobre la superficie de rodamiento y en zonas urbanas a 2.00 m. En donde haya equipo de construcción, materiales u otras obstrucciones, esta altura podrá aumentarse hasta 2.50 metros.

Ángulo de colocación

Las señales deberán quedar siempre en posición vertical, a 90° con respecto al sentido del tránsito.

Color

La señal de ALTO, llevará fondo rojo con letras y filete en blanco reflejante; la señal de CEDA EL PASO, llevará fondo blanco reflejante, franja perimetral roja y leyenda en negro. Las demás señales restrictivas y las que requieran una explicación adicional, serán de fondo blanco reflejante, excepto las correspondientes a caminos con corona menor de 6.00 m, que será en acabado mate, el anillo y la franja diametral en rojo; el filete, letras y símbolos en negro.

Soportes

Las señales se montarán sobre postes, como el caso de los permanentes o bien sobre caballetes desmontables.



II.2.4. SEÑALES INFORMATIVAS

Uso

Tendrán por objeto guiar a los conductores en forma ordenada y segura, de acuerdo con los cambios temporales necesarios durante la construcción o conservación de calles y carreteras.

Forma

El tablero de las señales informativas para protección en obras, será rectangular con las esquinas redondeadas, colocado con su mayor dimensión horizontal.

El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior de 2 cm para la curvatura del filete.

Tamaño

El tablero de las señales informativas para protección en obras, tendrá las dimensiones de la tabla II.4.

DIMENSIONES DEL TABLERO DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS

NÚMERO DE RENGLONES	ALTURA DE LAS LETRAS MAYUSCULAS, cm	ALTURA DEL TABLERO cm	LONGITUD DEL TABLERO cm
1	15	30	178
2	15	56	178

TABLA II.4

UBICACIÓN:

Longitudinal

En calles y carreteras, las señales informativas para protección en obras se colocarán dentro del área de influencia de la obra o construcción de que se trate.

De acuerdo a su ubicación longitudinal estas señales se clasifican en previas, decisivas y confortativas.

La distancia a la que se deberán colocarse las señales previas, dependerá de las condiciones geométricas y topográficas de la zona donde se ubique la obra o construcción, así como de las velocidades de operación, pero en ningún caso a una distancia menor de 150 m del inicio de la obra o construcción.

Las señales confirmativas se colocarán después de la zona de construcción o conservación en una distancia en la que ya no exista el efecto de la obra, pero en ningún caso a una distancia menor de 1000 m

Lateral

La colocación de las señales será de tal forma que no obstaculicen la circulación de los vehículos, debiendo procurarse que el borde interior del tablero quede a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical de la orilla del carril en zona rural y de 30 cm en zona urbana.

Altura

En carreteras, el tablero de las señales se instalará de tal manera que su parte inferior quede a 1.50 m sobre la superficie de rodamiento y en zonas urbanas a 2.00 m. En donde haya equipo de construcción, materiales u otras obstrucciones, esta altura podrá aumentarse hasta 2.50 metros.

Ángulo de colocación

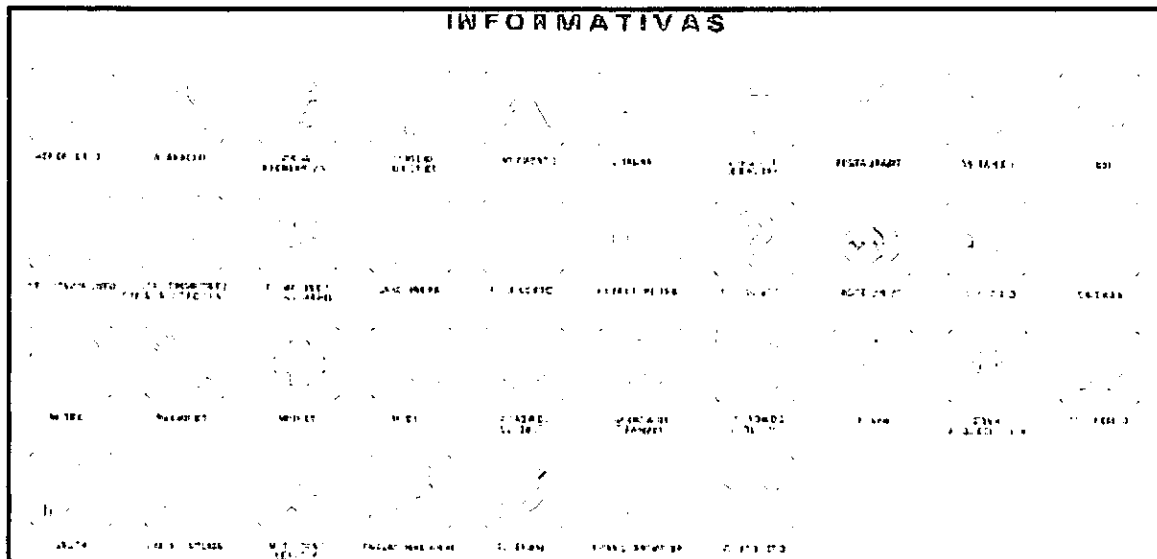
Las señales deberán quedar siempre en posición vertical, a 90° con respecto al sentido del tránsito.

Color

En color del fondo del tablero de estas señales será de color naranja en acabado reflejante y el color para leyendas, caracteres y filete será en negro.

Soportes

Las señales se montarán sobre postes, como el caso de los permanentes o bien sobre caballetes desmontables.



II.2.5. CANALIZADORES

Son elementos que se usan para encauzar al tránsito de vehículos y peatones a lo largo de un tramo en construcción o conservación, tanto en calles como carreteras para indicar cierres, estrechamientos y cambios de dirección de la ruta con motivo a la obra.

BARRERAS

Forma y tamaño

Las barreras consisten en dos tableros horizontales de 30 cm y 122 ó 244 cm de longitud montados en postes, firmemente hincadas cuando sean fijas y sobre caballetes cuando sean portátiles.

Las barreras también podrán ser levadizas cuando se utilicen exclusivamente para dar paso a determinados vehículos. Su forma será la de un tablero trapecoidal con la base menor de 15 cm y la mayor de 30 cm formando un ángulo de 90° con su lado inferior, para cubrir el ancho de carril.

Ubicación

Las barreras también se podrán colocar aisladas o en serie, en los límites y dentro de la zona de obras; con el objeto de prevenir al conductor del vehículo de un cierre o estrechamiento próximo de la calle o carretera.

Altura

Las barreras se colocarán de tal manera que la parte inferior del tablero más bajo quede a 60 cm sobre la superficie de rodamiento.

Ángulo de colocación

Las barreras se colocarán perpendiculares, diagonales o paralelas al sentido del tránsito de acuerdo a las necesidades de su uso, excepto las levadizas que siempre deberán colocarse perpendiculares a la trayectoria de los vehículos.

Color

Los tableros se pintarán con franjas alternadas en colores naranja reflejante y negro mate de 10 cm de ancho e inclinadas a 45° de tal manera que sean convergentes hacia el sentido del tránsito

Las barreras levadizas se pintarán con franjas alternadas en colores naranja reflejante y negro mate de 10 cm de ancho e inclinadas a 45° hacia la izquierda cuando estén en posición horizontal.

CONOS

Forma y tamaño

Son dispositivos en forma de cono truncado con la base de sustentación cuadrada, fabricados con material resistente al impacto de tal manera que no se deterioren ni causen daño a los vehículos.

Serán de 45 cm de altura con base de 30 X 30 cm o de 75 cm de altura con base de 40 X 40 cm.

Ubicación

Se colocarán en serie sobre superficies uniformes, para delimitar las zonas de trabajo y encauzar al tránsito hacia el carril adecuado, su número y ubicación dependerá del tipo de vía y de la obra que se esté realizando.

Color

Serán de color naranja mate, con una franja de color blanco reflejante de 10 cm de ancho, colocado a 5 cm del extremo superior.

INDICADORES DE ALINEAMIENTO

Se emplearán para delinear la orilla de una vía de circulación, en cambios de alineamiento horizontal, para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas y para marcar estrechamiento de una vía de circulación.

Consistirán en postes de color blanco de 1.00 m de longitud, sobresaliendo 75 cm del hombro del camino, con una franja reflejante de color naranja cerca de su extremo superior.

Se colocarán en las curvas horizontales en el lado exterior, desde el principio de la transición de entrada hasta el final de la transición de salida.

En los casos de estrechamiento del camino los indicadores de alineamiento se instalarán en ambas orillas, antes y después del estrechamiento a cada 5 m de distancia en una longitud de 50 metros.

En los tramos en tangente se ubicarán espaciados a 40 m en ambas orillas, no se colocarán en los lugares del camino que estén protegidos con defensas.

Estos dispositivos deberán situarse de manera que su orilla interior coincida con el hombro del camino.

Marcas en el pavimento

Deberán conservar las mismas características que se mencionaran en el subcapítulo de marcas.

DISPOSITIVOS LUMINOSOS

Son fuentes de luz que se utilizarán durante la noche o cuando la claridad y la distancia de visibilidad disminuyan y se haga necesario llamar la atención e indicar la existencia de obstrucciones o peligros. Podrán ser mecheros, linternas, lámparas de destello y luces eléctricas.

Mecheros y linternas

Los mecheros son elementos de flama libre y consisten en recipientes con combustible y una mecha de estopa. Debido a que proporcionan poca iluminación, deberán usarse solo como complemento de otros dispositivos de canalización y para delinear o hacer destacar las obstrucciones o peligros. Las linternas son de flama cautiva y su uso es similar al de los mecheros.

Lámparas de destello

Son elementos portátiles con luz intermitente de color ámbar que emiten destellos de corta duración. Sirven para prevenir al usuario de la existencia de un peligro y deberán colocarse anticipadamente al mismo.

Estos dispositivos se colocarán a una altura mínima de 1.20 m, sobre la superficie de rodamiento, pudiendo ubicarse también sobre las barreras.

Luces eléctricas

Son lámparas que emiten un haz luminoso de alta o baja intensidad. Sirven para iluminar la zona o tramo que se encuentre en reparación o construcción y se colocarán de tal manera que no deslumbren al conductor.

INDICADORES DE OBSTÁCULOS

Se emplearán en las bifurcaciones y frente a los obstáculos cuando estos tengan un ancho menor de 30 cm, para indicar su presencia y llamar la atención del conductor.

Un indicador de obstáculos consistirá en un tablero de 30 X 122 cm colocado en posición vertical, con franjas alternadas en color naranja, de 10 cm de ancho, inclinadas a 45 ° descendiendo hacia la derecha cuando se ubiquen a la derecha del tránsito y la inclinación bajando hacia la izquierda cuando se ubiquen a la izquierda del tránsito.

En bifurcaciones, se utilizará un tablero de 61 X 122 cm, con franjas alternadas en color naranja, de 10 cm de ancho, inclinadas a 45° subiendo en la dirección del tránsito a partir del eje vertical de simetría del tablero. La altura entre la parte inferior del tablero y la superficie de la isleta o del acotamiento será de 20 cm.

SEÑALES MANUALES

Son banderas y lámparas operadas manualmente que sirven para controlar el tránsito de vehículos y peatones en las zonas de trabajo.

A las personas encargadas de operar estos dispositivos se les denomina bandereros, quienes deberán estar equipados con camisa blanca y chaleco, casco de color naranja reflejante para hacerlos más visibles a los conductores.

Banderas

Las banderas se usarán durante el día y son elementos de tela de color rojo reflejante de 60 X 60 cm, sujetas a una asta de 100 cm de longitud.

Lámparas

Durante la noche o cuando la claridad o visibilidad disminuyan, se usarán lámparas que emitan un haz luminoso de color rojo.

CAPÍTULO III

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DE MECÁNICA DE SUELOS

III.1 GENERALIDADES

La autopista Guadalajara – Tepic parte de la ciudad de Guadalajara en el estado de Jalisco, propiamente del municipio del Arenal y llega hasta la ciudad de Tepic, en el estado de Nayarit. Cruza el eje neovolcánico, encontrándose en ella diferentes tipos de suelos y de materiales.

Cuenta con 170 Km totales de pista de los cuales los primeros 10 Km (0+000 – 10+000), así como los 11 Km. de la parte final, (km. 145+300 – 156+000) son de pavimento hidráulico y el resto en su totalidad se encuentra construida de pavimento asfáltico.

La autopista se encuentra ubicada en el límite de dos importantes Provincias geotectónicas y petrográficas que son: la Sierra Madre Occidental y la Sierra Volcánica Transversal.

En la primera su composición petrográfica es relativamente sencilla, se encuentra integrada en su totalidad por rocas eruptivas en series de andesitas, riolita y basalto; en la parte sur de esta son frecuentemente las riolitas y las tobas de roca; esta provincia es gran productora de sedimentos que son transportados hacia las planicies costeras. La segunda provincia se integra prácticamente por rocas efusivas tales como la andesita, riolita y grandes derrames basálticos.

A lo largo de la autopista se presentan tres tipos de rocas, ígneas sedimentarias metamórficas; siendo las primeras las de mayor preponderancia localizándose en la Sierra Madre Occidental, son originarias de la era cenozoica en su etapa media.

Se tienen, además, riolitas, andesitas, prófidos, riolíticos y andesíticos del eoceno probablemente.

El eje volcánico transversal esta formado por andesitas, riolitas, basaltos, tobas, riolíticas y basálticas, de la era cenozoica en su período superior; en la Sierra Vallejo se tienen rocas intrusivas de mesozoico principalmente del período cretáceo; las rocas graníticas, son predominantes en esta formación.

En la planicie costera los materiales son del pleistoceno, consisten en aluviones, depósitos de piamonte, arenas, gravas y suelos residuales; existen en la zona de transición hacia la serranía, materiales conglomerados, areniscas, lutitas y calizas que son rocas sedimentarias de la era cenozoica, del período terciario.

En los valles se tienen aluviones, depósitos de piamonte, suelos residuales y arenas. Con base en esto uno se puede dar una idea del estudio que se requiere para construir una carretera en cuanto al estudio de los suelos y el tipo de pruebas que se necesita realizar en los materiales para encontrar el mas adecuado para el tipo de terreno en el cual se va a desplantar la carretera.

III.1.1. TIPOS DE SUELOS

Los suelos se componen en gran parte de materiales minerales procedentes de la desintegración o la descomposición de las rocas. Las rocas pueden ser de tres clases: ígneas, formadas por la solidificación de materias fundidas; sedimentarias o estratificadas formadas por sedimentos

depositados principalmente por el agua o metamórficas, formadas por la acción del calor o la presión o de ambas cosas.

En la mayoría de las veces, los suelos son mezclas de partículas de muchos tamaños, formas y varios materiales. Una considerable variación de características se encontrará en estas muestras de suelos aparentemente iguales, tomados de lugares casi adyacentes. Por esta razón, el comportamiento del suelo es mucho más difícil de predecir mediante los principios de la química de suelos que lo que sería con respecto al comportamiento del acero cuya química se conoce. Mas aun, cambios completos en tipos de suelos a frecuentes intervalos son la regla mas que la excepción; es común encontrar de 5 a 10 tipos distintos de suelos a lo largo de una milla de camino.

Los granos de los que esta compuesto un suelo se han clasificado por su tamaño, como se observa en la tabla III.1.

Clase	Diámetro de las partículas (mm)	A través de (cm)	Retenidos por
Grava	76.2 a 2.0	7.62	No. 10
Arena gruesa	2.0 a 0.42	No. 10	No. 40
Arena fina	0.42 a 0.074	No. 40	No. 200
Sedimento	0.074 a 0.005	No. 200	-----
Arcilla	0.005 a 0.001	-----	-----
Arcilla coloidal	Menores de 0.001	-----	-----

TABLA III.1

Grava. Consiste en fragmentos de roca generalmente mas o menos redondos por la acción del agua o la abrasión. El cuarzo es el mas duro de los componentes minerales de las rocas, comúnmente incluyen otros minerales tales como granito, esquistos, basalto o piedra caliza.

Arena gruesa. Frecuentemente es redondeada como la grava y generalmente contiene los mismos minerales.

Arena fina. Las partículas de arena fina generalmente son más angulares que las partículas de la arena gruesa, debido a que la película de agua que generalmente rodea las partículas más finas ha servido como amortiguador para protegerlas contra la abrasión.

Sedimento. Los granos de sedimento generalmente son similares a la arena fina y tienen la misma composición mineral. Sin embargo, pueden ser producidos por descomposición química, ocasionalmente los sedimentos contienen pómez, marga u otros materiales extraños. La presencia de sedimentos en los suelos finos puede ser determinada por su consistencia si se coloca una cantidad ligera en la boca y se mastica entre los dientes.

Arcillas. Las arcillas se originan casi totalmente de la descomposición química por el medio ambiente y son frecuentemente de forma de placas o de escamas. Debido a su pequeño tamaño, sus características mecánicas se ven fuertemente influidas por la humedad y la química de la superficie.

Arcillas coloidales. Son partículas de arcillas más finas que permanecen en suspensión en el agua y no se sedimentan bajo la acción de la gravedad.

Para la mayoría de los fines de las carreteras son mucho más satisfactorios los materiales de grano grueso. Los suelos que contienen cualquier porcentaje grande de arcillas o coloides son

extremadamente perturbadores y pueden utilizarse solo con dificultad. Nunca deben colocarse inmediatamente bajo la superficie del camino. Los suelos de azolve también ocasionan dificultades en las áreas en donde las congelaciones de la tierra y en donde los movimientos de la humedad por acción capilar son objetables.

La forma de las más grandes partículas de suelo tal como se encuentran en la naturaleza, frecuentemente indica su resistencia y su rigidez. Las partículas redondeadas encontradas en los depósitos de las corrientes han sufrido un desgaste considerable y probablemente son muy fuertes. Por otra parte las partículas planas y escamosas probablemente no han estado sujetas a dicho tratamiento y pueden ser débiles, desmenuzables y no ser adecuadas para muchos usos en las carreteras.

Las mezclas granuladas de suelos, tales como las que se emplean para las capas de asiento contienen pocas arcillas, y las propiedades de las partículas más grandes del suelo tienen una influencia importante en sus propiedades. Una forma angular de partícula producida mediante la trituración de la roca o grava fuerte y rígida, aumenta la resistencia de la masa del suelo contra la deformación de la carga.

Las partículas de grano muy fino en el tamaño de la arcilla y los coloides, generalmente tienen la forma de barras o placas plásticas. En el caso extremo de la bentonita, la razón de longitud a ancho se ha reportado como de 250 a 1. Estas formas alargadas, combinadas con los efectos de carga superficial y humedad, originan algunos de los problemas y dificultades que presentan las arcillas.

En la tabla III.2 se pueden observar las pruebas de granulometría que se realizan en los suelos.

III.1.2. EFECTOS DE LA HUMEDAD EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS

Las propiedades de una mezcla de suelos se ven influidas más por las variaciones en el contenido de la humedad que por cualquier otra cosa. Los suelos que tienen una amplia resistencia soportadora bajo una serie de condiciones de humedad pueden ser enteramente insatisfactorios si el porcentaje de humedad cambia. Una dificultad con los suelos en las subrasantes de caminos es que están sujetos a tales cambios de humedad.

Aumentando el contenido de humedad de un suelo, su consistencia puede variarse desde semisólida hasta plástica y hasta líquida. La experiencia ha demostrado que el porcentaje de humedad en el cual estos cambios se efectúan puede ser directamente correlacionado con el comportamiento del material en servicio. Las pruebas sobre la porción de la muestra que pasa un tamiz del No. 40, denominada mortero de suelo, determina el porcentaje de humedad (basado en el peso seco) en el cual se efectúa cada cambio en la consistencia.

Límite líquido. El límite líquido (LL) significa el porcentaje de humedad en el cual una muestra cambia, con una disminución de humedad, de un estado viscoso o líquido a un estado plástico. Si el mortero del suelo está más húmedo que el límite líquido, una muestra de suelo en una taza normal fluirá cuando se sacuda ligeramente 25 veces.

Si la muestra está más seca que el límite líquido esta no cambiará su forma cuando la muestra se sacuda. En el límite líquido las partículas del suelo han sido separadas por el agua justamente lo suficiente para privar a la masa del suelo de su resistencia al esfuerzo cortante.

Un alto límite significa que están presentes minerales sujetos a la expansión al aumentar la humedad. Valores para suelos limosos, comúnmente varían de 25 a 50 golpes, y para arcillas de 40 a 60 golpes, sin embargo, se han registrado límites líquidos que pasan de los 100 golpes.

Límite plástico. El límite plástico (LP) representa el porcentaje de humedad, en el cual la muestra cambia con humedad, disminuyendo de un estado plástico a un estado semisólido. En esta condición, el mortero de suelo comienza a derrumbarse cuando se aplana en cordones de 3.17 mm de diámetro.

En él límite plástico, la humedad no separa las partículas del suelo, sino que producirá solamente la suficiente tensión superficial para dar presión de contacto entre los granos del suelo y así provocar que la masa actúe como un semisólido.

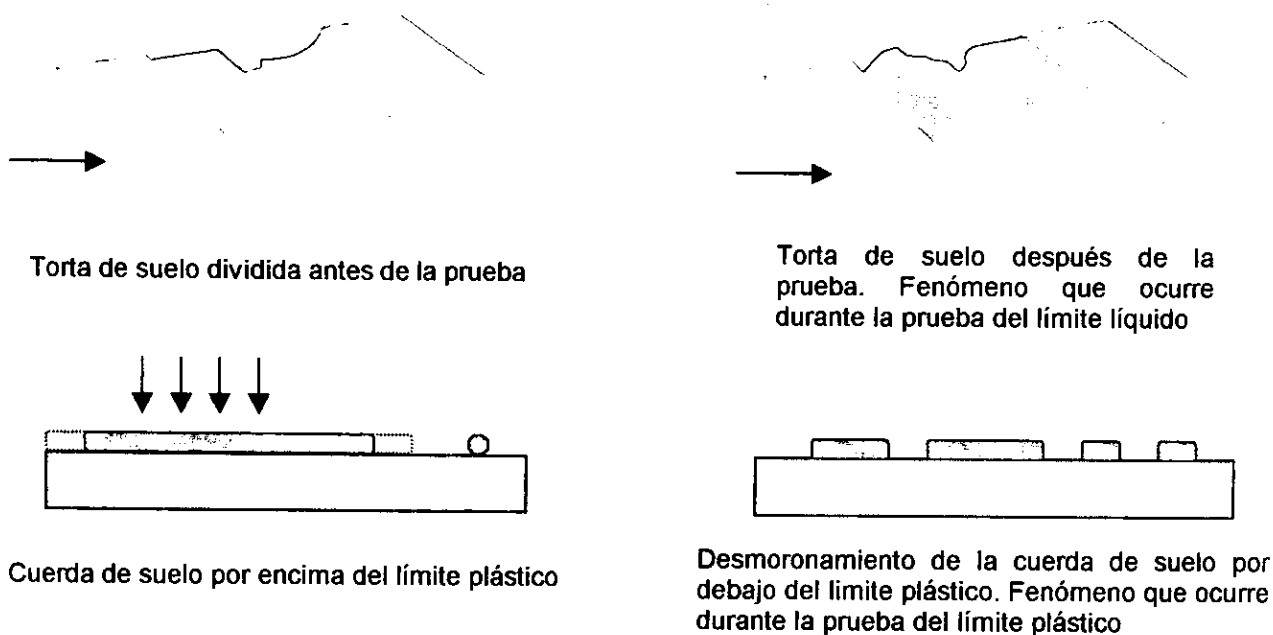


DIAGRAMA QUE ILUSTRAR LOS EFECTOS DE TENSION SUPERFICIAL EN UN SUELO SATURADO (ILUSTRANDO LAS PRUEBAS DE ATTERBERG PARA SUELOS)

Índice de plasticidad. El índice de plasticidad (IP) de la muestra se define como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico. También se establece como un porcentaje del peso seco. Mide, al mismo tiempo, la finura del mortero del suelo y la interrelación de las fuerzas de atracción, que tienden a mantener juntas las partículas de arcilla – mineral, el espesor y las propiedades lubricantes de la película de agua. Para un suelo de grano grueso o para un suelo de grano fino con pocas partículas de arcilla o de tamaño coloidal, un pequeño incremento en la humedad por encima del límite plástico proporciona suficiente separación de las partículas para destruir la cohesión y la resistencia al esfuerzo cortante.

III.1.3. PRUEBA DE RESISTENCIA PARA SUELOS

Las pruebas para determinar la resistencia o capacidad de carga de los suelos pueden dividirse en dos grupos. Uno de estos se utiliza en la investigación de los cimientos y esta relacionado con la medición de la capacidad portadora de carga y de la proporción, velocidad y cantidad de consolidación en los suelos que soportan cimientos. El segundo grupo de pruebas de resistencia

esta ideado para medir la capacidad sustentadora de cargas de los suelos alterados, tales como los apisonados por procedimientos normales.

Representan una de las aproximaciones empíricas al problema de establecer los espesores de las capas para el pavimento bituminoso, la capa base y las capas inferiores seleccionadas.

III.1.4. TEORÍA DE LA COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS

La capacidad sustentadora de los suelos aumenta con la densidad. Un camino construido en un suelo dado puede ser enteramente satisfactorio si el suelo se hace compacto adecuadamente. Por otra parte, el camino puede fallar si el suelo no se compacta suficientemente, en particular si los huecos se llenan con agua.

La densidad del suelo (peso por centímetro cúbico) varía con las peculiaridades del suelo mismo, con el contenido de humedad, con el dispositivo compactador y el método que se emplee. De tal modo un peso normalizado por metro cúbico no puede establecerse sino que debe determinarse en cada caso. Las variables principales en el suelo son:

1. Densidad relativa de las partículas del suelo. Puede variar de 2.0 a 3.3, pero usualmente se encuentra entre 2.6 y 2.7; por lo tanto el peso de un metro cúbico de suelo sin huecos (si pudiera existir) podría variar de aproximadamente 2.03 a 3.87 ton. El peso usual del suelo (sin huecos), se encuentra entre 2.6 y 2.71 ton.
2. La distribución del tamaño de partículas del suelo. Una masa compuesta enteramente de esferas de un tamaño es la condición más densa posible, que contendrán 74% de sólidos y 26% de huecos. Si se introducen esferas más pequeñas dentro de la masa, el porcentaje de sólidos aumentará. Esta idea extendida a los suelos, indica que la distribución del tamaño de partículas puede afectar en gran medida a la densidad.
3. Las formas del grano de las partículas del suelo. Las partículas angulares y afiladas resistirán el cambio desde un estado suelto hasta un estado más compacto. Las partículas en forma de escamas en el suelo ocasionarán una disminución en la densidad, ya que no pueden ser fácilmente compactadas.

III.1.5. PRUEBAS DE LABORATORIO DE LA DENSIDAD DE LOS SUELOS

Las pruebas de densidad pueden ser divididas en dos clases:

1. Pruebas de laboratorio para fijar una norma de densidad
2. Pruebas de campo para medir la densidad de un suelo empleado en la estructura del camino.

Las pruebas de laboratorio pueden a su vez subdividirse según la base del procedimiento de compactación "estático", "dinámico" o "de impacto".

Pruebas estáticas. Algunas agencias utilizan una prueba estática para determinar la densidad máxima de muestras de laboratorio. Una de tales pruebas se conduce como sigue: aproximadamente 4000 g de suelo que contienen un porcentaje designado de agua se colocan en un molde cilíndrico de 15.24 cm de diámetro y de 20.32 cm de altura. Esta muestra se comprime

bajo una carga de 140.6 kilogramos por centímetro cuadrado, aplicada a una velocidad de 0.127 cm/min. Cuando la carga total es alcanzada, se mantiene durante el periodo de un minuto y a continuación se disminuye gradualmente. Utilizando el peso seco conocido del suelo, el diámetro del molde y la altura medida, se calcula la densidad seca de la muestra. Se tratan suficientes muestras para delinear el máximo de la curva de humedad en función de la densidad. Este valor máximo representa la normalización.

Pruebas dinámicas o de impacto. Muchas agencias de carreteras y de aeropuertos, actualmente determinan el contenido de humedad óptimo y la densidad máxima como pruebas dinámicas o de impacto. Se compactan muestras de suelo, cada una conteniendo un porcentaje determinado de humedad, en capas colocadas en moldes de tamaño especificado. La compactación se obtiene con un cierto número de golpes dados con un martinete que cae libremente, que tiene una dimensión y un peso predeterminado. El máximo de la curva de humedad esta en función de la densidad representa la densidad normal.

III.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA CARRETERA

III.2.1. CAUSAS DE HUNDIMIENTO EN LAS CARRETERAS

El problema del diseño de carreteras son en cierto modo paralelos a los del diseño estructural. Un puente debe soportar un vehículo mediante la transmisión de su carga a través de sus miembros sucesivos al cimiento que se encuentra por debajo del mismo. Similamente, una estructura de camino debe soportar al vehículo con su carga sobre su superficie y debe transmitir esta carga a través de capas sucesivas de pavimento, capas de cimiento e infraestructura, al suelo no alterado sobre el cual descansa.

Las estructuras de puente, usualmente se construyen de acero, concreto o madera, cuyas propiedades son razonablemente predecibles. Sin embargo, los caminos se construyen de suelos cuyas propiedades varían ampliamente y a propósito de las cuales todavía se desconoce mucho.

A la estructura del camino se aplican las cargas de las ruedas de los vehículos motorizados que pueden alcanzar un número de varios millones durante un periodo de años. Cada vez que una carga pasa, ocurre alguna deformación de la superficie y de las capas inferiores.

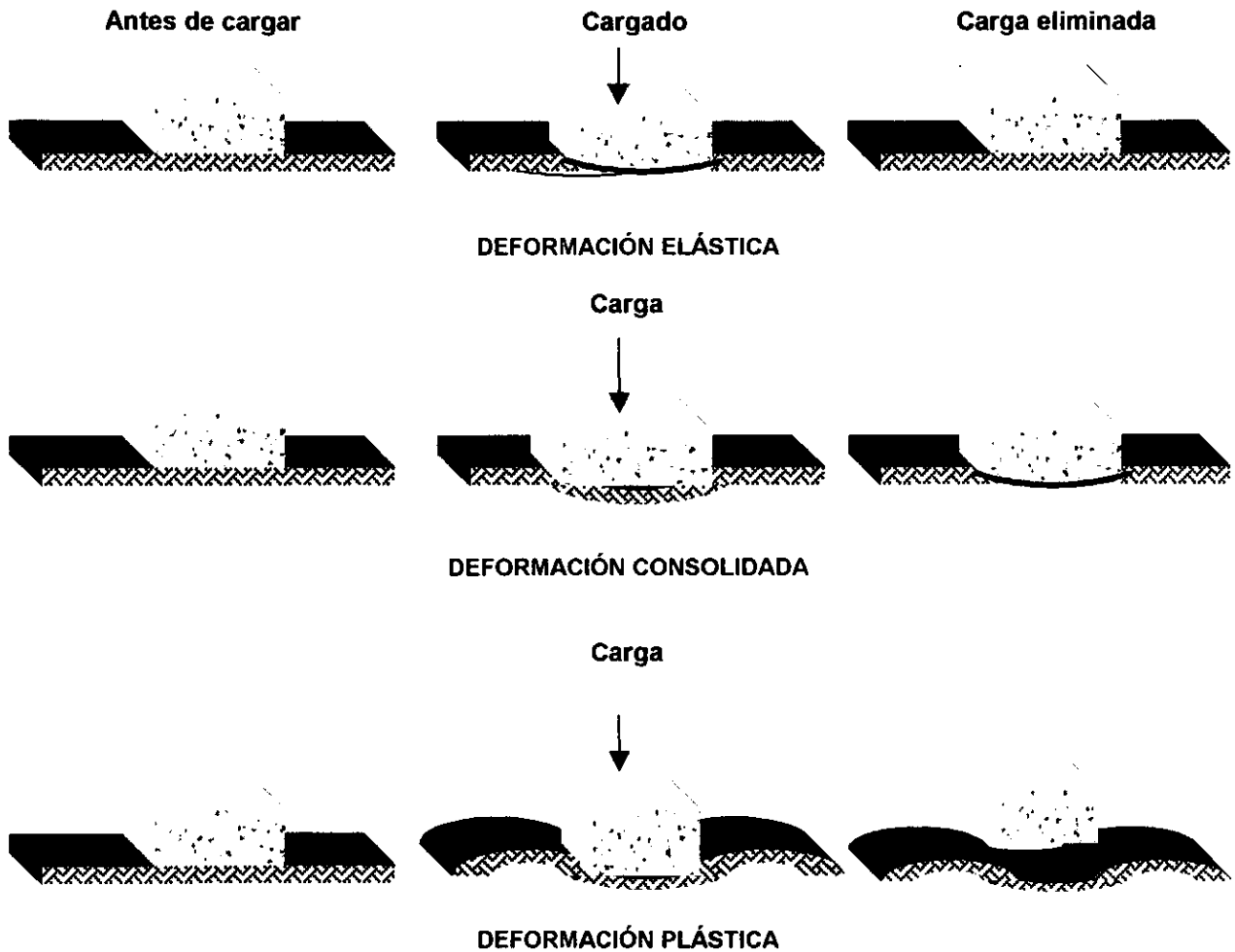
Si la carga es excesiva, sus aplicaciones repetidas ocasionarán asperezas y agrietamientos que finalmente conducen a un hundimiento total. Esta deformación del pavimento puede originarse por deformación elástica, por consolidación del cimiento y la infraestructura o por la combinación de deformación elástica y plástica.

La deformación elástica ocurre cuando la carga viva o de rueda deforma temporalmente los materiales de la cimentación y comprime el aire que llena los huecos de la base y subrasante. En la deformación verdaderamente elástica la superficie regresa a su posición original después de que la carga pasa, de modo que no se produce una falta de uniformidad permanente, aun bajo aplicaciones repetidas de las cargas.

La deformación elástica en la estructura de la subrasante ha sido observada a profundidades mayores a 6 m, aunque la mayor parte de ello ocurre a unos pocos decímetros de la superficie. Si estas deformaciones elásticas son pequeñas, no causaran daño al camino. Con suelos altamente compresibles, sin embargo, deflexiones bajo repetidas cargas pesadas de ruedas, pueden causar la falla de superficies bituminosas.

La deformación por consolidación ocurre cuando la carga produce una presión suficientemente elevada en los poros del suelo para expulsar parte del aire y del agua; y es así como se consolida el material. Aunque la consolidación que resulta de una aplicación de una carga móvil de rueda es pequeña, la deformación es permanente. Progresa con las repeticiones adicionales de carga hasta que las capas afectadas se consolidan; ya que los vehículos en los caminos transitan sobre las mismas huellas, las repeticiones de la carga son más numerosas en estas partes que en cualquier otro punto; pudiendo resultar entonces una consolidación excesiva originando así un bache.

La deformación plástica ocurre cuando la presión del fluido y del aire dentro de los poros de la infraestructura, material de cemento o de pavimento, se combina con fuerzas producidas por la carga para desplazar el material del camino.



III.2.2. PRINCIPIOS DE PROYECTOS DE CAMINOS

Básicamente el diseño de caminos comprende la medición de la resistencia y otras importantes propiedades del pavimento y las capas inferiores, fijando la distancia mínima segura desde la superficie del pavimento hasta la parte superior de cada capa de la estructura del camino. En otras palabras comprende fijar los espesores respectivos, capa de asiento, infraestructura y otros

materiales aportados que deben cubrir el suelo natural. Frecuentemente cualquiera de diversas combinaciones de materiales y espesores de capas satisfará los requerimientos del método de proyecto particular.

Entonces el problema es establecer cual de estos es el menos costoso a la larga. A veces, las variables tales como la intemperie y las condiciones de humedad del suelo dictan tratamientos mas conservadores que los usuales. Sin duda, el proyecto de caminos comprende mucho mas que sustituir datos en una formula o tomar valores de una gráfica de diseño.

Existen distintas clases de caminos que van desde terracerías hasta autopistas, los cuales tienen diferentes características tanto de materiales para su construcción como del procedimiento constructivo empleado. Obviamente, la elección de un tipo de camino se verá muy influenciada por razones de carácter económico.

La construcción de una vía terrestre requiere de diversos materiales para cada capa que la constituye. Las secciones transversales más comunes de carreteras se muestran en la figura III.1, incluyendo una sección transversal típica en donde se observan las capas que componen un camino.

A continuación se hace una breve descripción de las partes que constituyen una carretera:

- **Terraplén.** Es la estructura constituida sobre el terreno producto de un corte o préstamo e incluye las siguientes capas: carpeta, base y subbase, que constituyen el pavimento; subrasante y terracería. En ciertos casos puede faltar una de ellas si el terreno natural es propio para cumplir las funciones de la misma.

Los materiales usados con este objeto pueden obtenerse de suelos en los que predominen los fragmentos gruesos o medios con finos; también se pueden obtener de rocas como riolitas, andesitas, basaltos y tobas.

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

Las capas que forman al pavimento son:

- **Subbase.** Es la capa de material colocado sobre la subrasante, que tiene por función resistir los esfuerzos que transmite la base y distribuirlos a la subrasante. De preferencia los materiales usados con este objeto son aquellos que no necesitan trituración ni cribado, como las mezclas de arena, limo y grava con un porcentaje menor de 5 % en partículas mayores de 15 centímetros.
- **Base.** Es la capa es la capa construida sobre la subbase, cuyo objeto es soportar las cargas de los vehículos y distribuirlos a las capas subyacentes de manera que no se produzcan deformaciones perjudiciales. Los materiales comúnmente empleados para construir esta capa son en general arenas y gravas bien seleccionadas.
- **Carpeta.** Es la capa más superficial de la vía, constituida por fragmentos de roca y productos asfálticos.

- Subrasante. Es la capa de material colocado directamente sobre las terracerías, de menor calidad que la subbase.

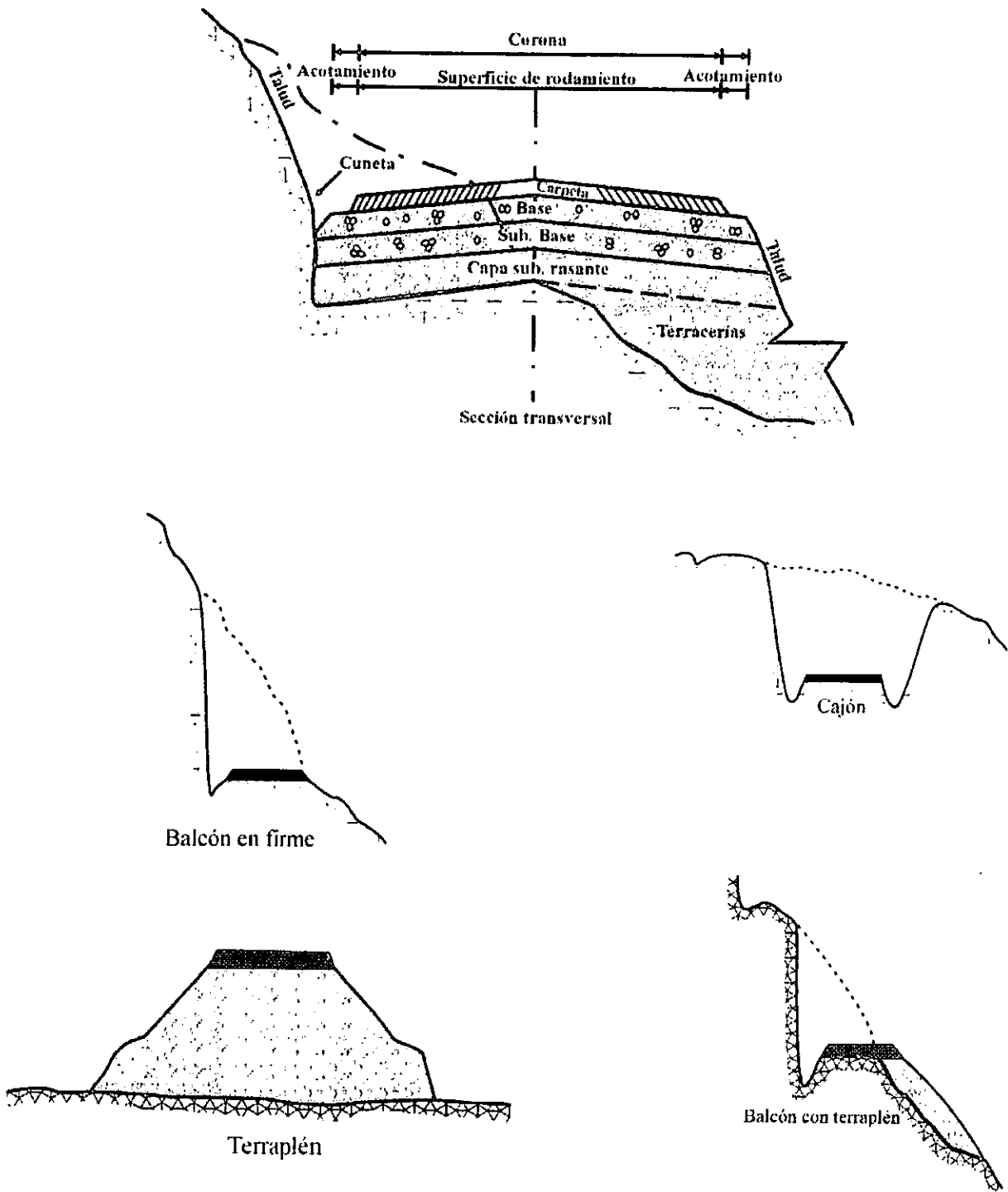


Figura III. 1. Secciones típicas de estructura de caminos

III.2.3. DISEÑO DE CAMINOS PARA CONDICIONES INUSITADAS DEL SUELO

Entre los problemas en el proyecto de caminos y en la construcción de los mismos se encuentran la estabilidad de los terraplenes y los taludes, la elasticidad, el cambio de volumen, la compresión y las heladas permanentes.

ESTABILIDAD DE LOS TERRAPLENES Y TALUDES

A veces los materiales en los desmontes se deslizan sobre el camino, además, algunas porciones de los terraplenes se deslizan hacia fuera y hacia abajo, llevándose frecuentemente partes del camino o de la banqueta con ellos.

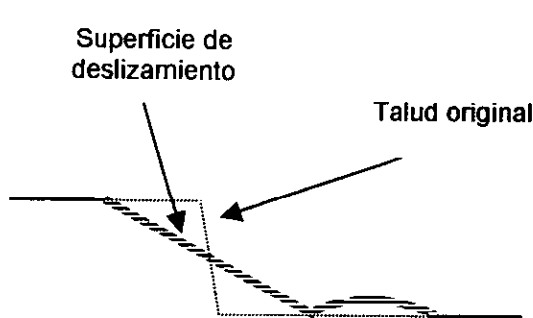


Figura III.2

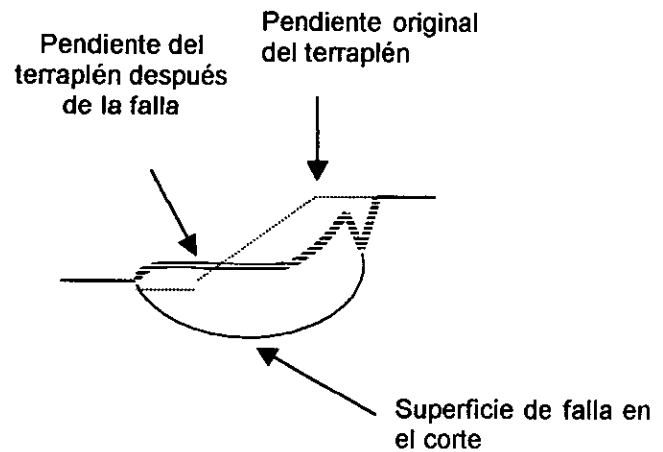


Figura III.3

La figura III.1 ilustra una falla común, en la cual el deslizamiento ocurre a lo largo de una veta de material húmedo o débil. La figura III.2 muestra el asentamiento de un terraplén. Nótese que la superficie de deslizamiento se aproxima a un arco de círculo. Este tipo de fallas es común en los terraplenes o desmontes de materiales no granulados.

III.3 EFECTOS GEOHIDROLÓGICOS EN LOS SUELOS

III.3.1. PERMEABILIDAD

La permeabilidad permite el paso de fluidos. Los suelos de grano grueso, tales como gravas o arenas, son altamente permeables y los suelos de arcillas y de grano fino son casi impermeables. En general, los suelos altamente permeables hacen un material excelente para base y sub-base, ya que los suelos de grano grueso son estables estén secos o saturados. Sin embargo, los suelos permeables pueden dejar pasar las aguas de escurrimiento y crear serios problemas de estabilidad proporcionando una fuente de suministro para la humedad capilar, produciendo la lubricación de las superficies de deslizamiento o produciendo deslizamientos en los taludes.

Los deslizamientos pueden resultar de flujos de lodo, ajustes en las pendientes o movimientos ocasionados por las aguas freáticas o por el corte inferior de un estrato rocoso.

Se originan muchos deslizamientos molestos cuando una superficie inclinada inferior de pizarra, jaboncillo, arcilla o un material similar es lubricada por el agua de filtraciones. Durante la estación de lluvias esta superficie puede lubricarse provocando que se mueva toda la masa que se encuentra sobre la superficie de resbalamiento.

III.3.2. CAPILARIDAD

La capilaridad permite el escurrimiento del agua libre a través de los poros y finos canales del suelo. En los materiales de grano grueso tales como arena y grava; el movimiento del agua tendera a buscar un nivel tal como si estuviera en un canal abierto. A medida que los tamaños de los granos se hacen más pequeños y los diámetros de los canales aumentan las fuerzas de la tensión superficial e influyen sobre la circulación del agua. Tal movimiento puede efectuarse en cualquier dirección, pero el movimiento ascendente generalmente crea los problemas más serios.

Existen evidencias de que pueden elevarse grandes cantidades de agua a distancias considerables por medio de los suelos capilares. Si la superficie del suelo esta descubierta y esta humedad se evapora tan aprisa como se eleva, pueden no resultar daños, pero si la evaporación es lenta o la superficie se encuentra tapada por el pavimento o por alguna cubierta impermeable, esta agua capilar se acumula y satura las capas infrasuperficiales provocando fallas superficiales.

III.3.3. ELASTICIDAD

Elasticidad significa que los suelos son elásticos y compresibles bajo la carga. Frecuentemente recuperan la forma o rebotan cuando la carga se elimina. La elasticidad es una propiedad de los suelos cuyos componentes finos consisten particularmente en partículas planas y escamas, tales como la mica.

Pueden descubrirse en el trabajo de construcción por una acción característica similar a la del hule con respecto a la compresión y al rebote bajo las cargas pesadas de las ruedas. Bajo manipulación repetida y trabajo del suelo, la elasticidad generalmente disminuye hasta que el suelo pierde casi toda su resistencia. La deformación permisible varia inversamente con la resistencia de viga de la superficie.

III.3.4. CONGELACIÓN PERMANENTE

En los distritos del norte del Canadá, en Alaska y en Siberia, una condición del suelo congelado, conocida como congelación permanente, presenta serios problemas. El terreno se congela permanentemente y frecuentemente a grandes profundidades. Durante el verano, algunos cuantos centímetros de la parte superior se deshíela a partir de la superficie hacia abajo, en el invierno el terreno se congela y se hace sólido nuevamente progresando la congelación hacia abajo a partir de la superficie. Cuando las primeras secciones de los caminos fueron construidas a través de áreas de congelación permanente en la carretera de Alaska, se siguieron los procedimientos convencionales. Se elimino el musgo grueso, otros crecimientos vegetales, el suelo descongelado por debajo de los mismos y el relleno se construyo sobre el material congelado.

Las secciones así construidas fallaron casi inmediatamente, ya que la cubierta de material de relleno relativamente caliente suministro calor que fundió el hielo que se encontraba por debajo y dejo el camino sin soporte. En la construcción subsecuente se tuvo cuidado de evitar la descongelación de la tierra.

La vegetación se dejó en su lugar y frecuentemente se añadieron arbustos y otros materiales para proporcionar aislamiento al suelo mismo.

III.4 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS DEL TERRENO

III.4.1. TRAZO DE UNA CARRETERA

Una investigación preliminar del terreno es parte integrante del reconocimiento de carreteras y de los estudios preliminares. Las condiciones del terreno, así como también la dirección, la topografía, los derechos de vía y otros factores que deben ser ponderados para fijar el trazo del camino.

La exploración del suelo a lo largo de la zona del camino se hace generalmente por medio de perforaciones y fosas de prueba. No existe ninguna regla general que pueda seguirse, excepto que debe realizarse el muestreo a intervalos suficientemente frecuentes para fijar los límites de cada tipo de suelo importante. Los orificios de prueba siempre deben extenderse a una profundidad significativa por debajo de la línea rasante propuesta, con un mínimo recomendado de 90 cm. Estas perforaciones sirven para localizar rocas, tierras adversas, etc.

Tradicionalmente, la práctica del trazo de carreteras ha estado bien orientado. El reconocimiento de la zona es el primer paso, el trazador valiéndose de mapas topográficos y en algunas ocasiones un avión recorre la zona con el objetivo de trazar e investigar las rutas más factibles el reconocimiento de las rutas accesibles viene después, esto se hace a pie o a caballo tomando medidas de longitud aproximadas.

Existen tantas variables que apreciar en un reconocimiento, que en cierto modo se considera un arte y se vuelve más refinado cuando elementos como la fotogrametría son incluidos en dicho estudio.

A continuación se enumeran los pasos a seguir en el trazo de una carretera:

Primera etapa

Levantamiento de reconocimiento sobre toda el área entre los puntos por los cuales se va a desplantar el camino:

1. Examen estereoscópico de fotografías aéreas a pequeña escala del área, complementado con mapas disponibles.
2. Determinación de los controles de la topografía y el uso de la tierra.
3. Localización de rutas fusionables sobre las fotografías y los mapas.

Segunda etapa

Levantamiento del reconocimiento de rutas fusionables:

1. Examen estereoscópico de fotografías aéreas a mayor escala de cada ruta.
2. Determinación de los controles detallados de la topografía y uso de la tierra.

3. Preparación de mapas de rutas por métodos fotogramétricos cuando sea necesario.
4. Localización y comparación de rutas fusionables sobre fotografías y mapas.
5. Selección de la mejor ruta.

Tercera etapa

Levantamiento preliminar de la mejor ruta:

1. Preparación de mapas topográficos de gran escala usando los métodos fotogramétricos y fotografías de ruta. Preparación de mapas topográficos a gran escala por levantamientos terrestres, guiados por la mejor ruta localizada en las fotografías.
2. Diseño de la localización preliminar:
 - a) Usando dimensiones topográficas del mapa a gran escala.
 - b) Mediante examen estereoscópico de las fotografías de ruta.
3. Preparación de planos para la construcción del camino.

Cuarta etapa

Estacado del levantamiento localizado del derecho de vía del camino y de las estructuras para su construcción.

ETAPA		ESTUDIO	DESARROLLO	
I	Reconocimiento preliminar	Topografía	Recopilación de la información disponible Fotogrametría	
		Geotecnia	Recopilación bibliográfica y cartográfica Estudios de sensores remotos Recorridos de campo	<ul style="list-style-type: none"> { Fotogeología { Otros
II	Exploración e investigación detallada	Topografía	fotogrametría Levantamientos topográficos	
		Geotecnia	Levantamientos geotécnicos	<ul style="list-style-type: none"> { Litología, estratigrafía y estructuras { Reconocimiento de Discontinuidades <ul style="list-style-type: none"> { Fallas { Fracturas y juntas { Estratificación { Discordancias { Fenómenos de Geodinámica <ul style="list-style-type: none"> { Externa <ul style="list-style-type: none"> { Estabilidad de taludes { Zona de alteración y erosión { Interna <ul style="list-style-type: none"> { Fallas activas { Vulcanismo y sismicidad { Tectónica

Desarrollo de las etapas de exploración Tabla III.3

II	Exploración e Investigación detallada	Geotecnia	Geofísica	Localización de roca sana Localización del nivel freático Estratigrafía Calidad de los materiales
			Perforaciones	Muestras de suelo alteradas e inalteradas Recuperación de núcleos de roca y muestreo integral Inspección de las paredes de los pozos (Televisión y fotografía)
			Excavaciones	Muestras cúbicas de suelos y rocas Estratigrafía Características estructurales de los macizos Observación de fallas y fracturas
			Pruebas de campo	Resistencia y deformabilidad Permeabilidad Estados de esfuerzo tectónicos
			Pruebas y estudios de laboratorio	Propiedades índice Propiedades mecánicas Mineralogía y petrografía
III	Construcción	Geotecnia	Localización y ubicación de bancos y ensayos de materiales	Obtención de materiales de construcción Definición de métodos constructivos
IV	Operación		Instrumentación y control	Piezometría Instrumentación de fallas y taludes Pruebas de inyección Influencia de la obra en los procesos geológicos

Desarrollo de las etapas de exploración Tabla III.3 (Continuación)

III.4.2. TRAZO DEFINITIVO

El trazo final consiste esencialmente en la colocación de estacas sobre la línea central del camino proyectado, esto ofrece oportunidades para correcciones menores, tales como pequeños cambios de alineación, ajustes de la pendiente y situación de las obras de arte, atarjeas y otros drenajes. Es usual hacer un nuevo perfil y obtener los perfiles transversales más exactos a partir de los cuales pueden calcularse la cantidad de excavación y de terraplén, con una exactitud aceptable. Durante el trazado final deben tomarse cuidadosamente los puntos de las curvas y de las tangentes para permitir en caso de ser necesario una relocalización sencilla durante todas las fases de la construcción. Así mismo deben establecerse marcas en bancos de nivel y en posiciones que no estorben a la construcción.

Las direcciones de todos los linderos de propiedades, las distancias a las esquinas de las propiedades y la situación de edificios, cercas y otras instalaciones deben establecerse con exactitud.

Frecuentemente el equipo de localización debe señalar los cauces de las corrientes de agua y de reunir otra información a partir de la cual se colocarán estructuras como puentes o represas a lo largo del camino. Los métodos fotogramétricos también tienen aplicación para los procedimientos del trazo final.

III.4.3. LOCALIZACIÓN DE PUENTES

Ya que el propósito de los puentes y de las carreteras es conducir el tránsito, la localización de los puentes y su colocación debe estar subordinada a las alineaciones y pendientes generales. Ha habido muchos casos en donde se originaron curvas pronunciadas en los accesos y la alineación resulto en general sinuoso, debido a que el sitio más favorable para el puente fue el único criterio para su localización.

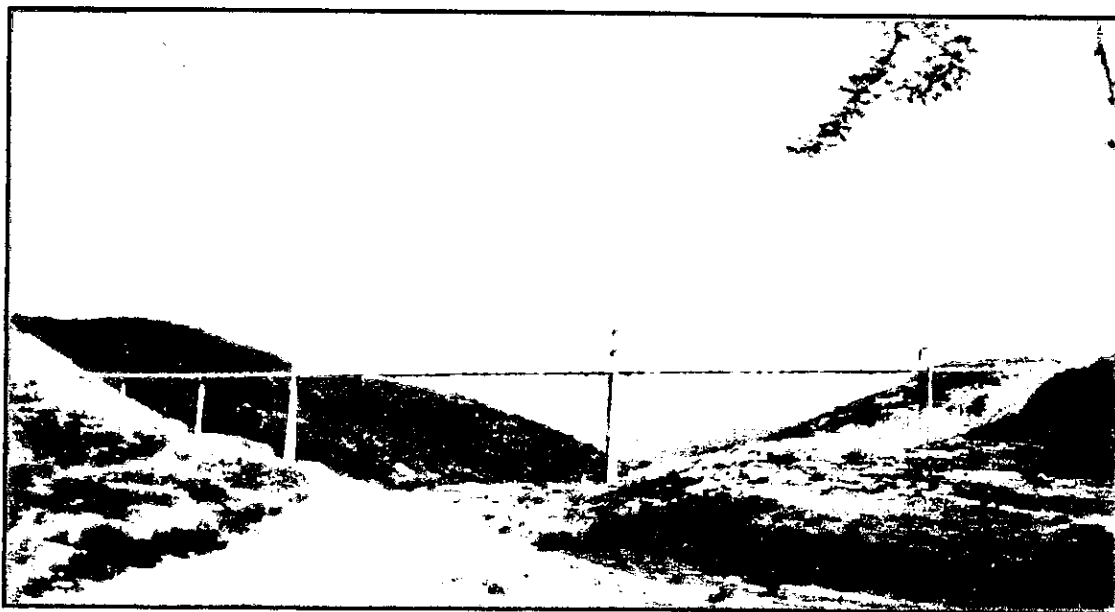


Figura III.4

Algunas veces se ha sacrificado la alineación favorable, solamente para proporcionar un cruce barato en ángulo recto para una pequeña corriente o barranco. Barato en el sentido de proyectar el camino por otro lado, generándonos con esto que el costo pueda ser mayor que utilizando un

PUENTE, además de que nos estaríamos ahorrando tiempo en acortar la distancia (como se puede observar en la figura III.3).

Actualmente la norma general es determinar el trazo apropiado de la carretera y exigir al ingeniero de puentes que suministre las estructuras para el mismo. Esto por supuesto origina un cruce más costoso, ya que los puentes oblicuos cuestan más que los puentes rectos, la construcción y proyecto de grandes puentes con rasante inclinada o curva, crea serios problemas, sin embargo, el resultado final es una mejor carretera.

Si el tránsito resulta aproximadamente igual para los dos emplazamientos, el costo determinará la localización del puente.

Las condiciones de la cimentación para pilas y estribos, afectará de manera importante a los costos, pero no siempre serán determinantes. Obviamente el costo de los accesos es importante y el costo combinado del puente y del total de sus accesos debe determinarse antes de que se seleccione el punto de cruce, cuando se fija la localización aproximada, debe existir un informe completo y amplio del sitio de estudio.

Para pequeñas estructuras, la localización del puente o de la alcantarilla misma es generalmente de importancia secundaria para la alineación general. Sin embargo, en ciertos casos, las condiciones de las corrientes de agua, aun para las estructuras menores, pueden mejorarse en gran medida por medio de una pequeña modificación en la localización. El alineamiento propuesto originalmente comprende un cruce de alcantarilla diagonal que en sí mismo es inconveniente desde el punto de vista de costo primario, debido a la longitud del puente. La construcción de una larga ala elimina la tendencia de la corriente de deslavar el relleno durante los períodos de inundación. Esta ala es otro elemento de adición al costo primario, la corriente rebasa tan cerca de la cota del camino que es muy posible que aun la longitud del ala pueda ser adecuada.

Esta protección es un elemento que no solo se añade al costo primario sino también añade costo a la conservación del puente.

En el CAPÍTULO IV se amplía más el tema de los puentes como estructuras primordiales en la construcción de carreteras.

CAPÍTULO IV

LOS PUENTES, COMO ESTRUCTURA PRIMORDIAL EN LAS VÍAS TERRESTRES

IV.1 GENERALIDADES

Los puentes son parte integral de una vía, ya sean para librar un cauce, una laguna, incluso otra misma vía o una zona topográficamente muy accidentada o adversa; como es el caso que se tiene en la Autopista Guadalajara – Tepic; principalmente la zona por la que cruza la autopista llamada PLAN DE BARRANCAS, (ubicada dentro de la Sierra Madre Occidental y la Sierra Volcánica Transversal). Los puentes que se tienen a lo largo de toda la autopista son principalmente para librar los cauces de los ríos o barrancos que existen; aunque también se cuentan con muchos PIV y PSV (Paso Inferior y Superior Vehicular), PIG y PSG (Paso Inferior y Superior Ganadero), PIF y PSF (Paso Inferior y Superior Ferrocarrilero), así como otros más que funcionan como alcantarillas y que por las dimensiones de estas se consideran puentes, sin embargo, son empleados para el paso del agua de algún cauce que fue alterado, en lugar de un cruce ganadero, peatonal o vehicular. Todos estos pasos inferiores y superiores que se tienen a lo largo de la autopista son los necesarios para el cruce de alguna vía o comunicación de una comunidad a otra, ya sea al caso.

En muchas ocasiones se desconoce lo importante que es un PUENTE, no podríamos pasar inadvertidos aquellos de gran magnitud como es el caso del Puente MEZCALA (Autopista del SOL), el Puente CALAPA de la Autopista Tehuacan – Puebla; o aquellos que nos impresionan por el hecho de que cruzan un gran cauce (Río Coatzacoalcos por ejemplo) el Puente COATZACOALCOS, el Puente SAN QUINTÍN en Chiapas o los mismos que se tienen en la Autopista Guadalajara – Tepic. Al ver este tipo de puentes pensamos como se realizaron, en su desarrollo y su origen; es por eso que a continuación se hace una breve reseña de como surgieron los PUENTES y su desarrollo.

IV.1.1. ANTECEDENTES

En el sentido más estricto el término PUENTE, significa una estructura que sirve para que un camino pueda cruzar un curso de agua y en un sentido todavía más amplio se refiere a la estructura que permite que una vía o un canal cruce otra u otras vías, un curso de agua, una laguna de agua natural o artificial, un tramo de mar, una cañada, una zona topográficamente adversa, una zona con especiales condiciones urbanísticas, quedando todos inalterados o por lo menos sin obstrucción.

Un puente por su misma definición analizándolo un poco más a fondo, debe reunir por lo menos tres condiciones para merecer ese nombre:

1. Que sirva de ENLACE entre dos puntos físicamente separados (natural o artificial).
2. Que ese algo siga sin modificar o que las modificaciones sean mínimas; si se trata de un curso de agua, ésta debe poder seguir fluyendo sin cambiar su régimen; si era una autopista, los carros deben seguir circulando sin mermar su velocidad.
3. Que el enlace sea tal que no se modifiquen sustancialmente ni los criterios generales ni las especificaciones que tiene la vía antes de haber efectuado el cruce.

Los puentes tienen su origen desde que el hombre se dio cuenta que podía cruzar un arroyo más rápidamente, por un sitio donde había un árbol caído enlazando accidentalmente las dos orillas; Fue así como se empezó a producir artificialmente la caída de árboles y luego a juntar varios troncos hasta formar un verdadero puente.

Paralelamente con este proceso que utilizaban elementos resistentes a la flexión, el hombre descubrió la utilización de bejucos y lianas, primero en su estado natural y luego artificialmente trenzadas y entorchadas; finalmente apareadas y amarradas de una a otra orilla de un río o de un cañón y atravesadas con pequeños troncos por donde podía caminar, es así como nacieron los puentes de viga y los puentes colgantes.

Pero las necesidades del hombre fueron creciendo y en su expansión necesitó cruzar cauces cada vez más anchos. Empezó a construir puentes con apoyos intermedios, clavando palos dentro del lecho del río, con este sistema llegamos a obras de la envergadura del puente que construyó Julio César sobre el Rin.

El gran descubrimiento del hombre (ciertamente el más grande dentro de la construcción) fue la forma estructural del arco, hecho independientemente por varias civilizaciones. Mediante el arco se podían construir puentes de sillares de piedra pegados con argamasa, materiales prácticamente indestructibles.

Indudablemente las grandes civilizaciones no hubieran sido tales sin el puente de arco; el de mampostería fue una estructura tan buena que prácticamente copó la imaginación del hombre para inventar cosas nuevas durante siglos. Hasta el año de 1779 en que fue construido el primer puente metálico del mundo en Coalbrookdale, sobre el río Severn en Reino Unido (arco de hierro fundido). Entre los años de 1851 y 1855 Jhon Roebling construyó un puente colgante en la proximidad de las Cataratas del Niagara, utilizando cables construido por él mismo con alambre de acero. Posteriormente construyó el puente de Brooklin.

El concreto presforzado, data de menos de hace medio siglo; aunque realmente la primera propuesta para aplicar el preesforzado al concreto se hizo desde 1886 en los Estados Unidos, no fue sino hasta los años treinta que, como resultado de los estudios del renombrado ingeniero francés Eugene Freyssinet, el concreto preesforzado llegó a ser una realidad práctica. En Europa, en el período de aguda escasez de materiales que siguió a la Segunda Guerra Mundial, Freyssinet y otros pioneros como Finsterwalder y Magnel, demostraron las notables posibilidades de este nuevo concepto de diseño y establecieron la etapa de desarrollo que había de tener lugar en los años siguientes.

Principalmente por razones económicas la evolución del concreto presforzado ha tenido lugar en los Estados Unidos, siguiendo líneas muy diferentes en comparación con Europa. Hasta tiempos recientes, el interés principal había estado en las unidades precoladas pretensadas de claro corto a mediano, que podía llevarse a producción en masa con grandes economías en los costos de mano de obra. Habiéndose usado para pisos, techos y muros, estas unidades han dado cuenta de una fracción significativa de las nuevas construcciones e indudablemente continuarán dándola. Sin embargo, las condiciones económicas cambiantes están dando origen a cambios importantes en la práctica en los Estados Unidos. La mano de obra de construcción no es tan escasa como antes, los costos de los materiales están aumentando constantemente y existe una seria preocupación por la conservación de los recursos. En tales circunstancias, es natural que los ingenieros consideren la adecuabilidad de diseños más elaborados, que exploten en forma más completa la capacidad del presforzado; se ha encontrado que el concreto preesforzado compite en la actualidad, con éxito con otras formas de construcción en puentes de claro mediano y grande, edificios altos, techos de gran claro y otros tipos de construcción.

Los éxitos más notables obtenidos con el concreto presforzado se relacionan con la construcción de superestructuras para puentes. Su utilización ofrece las ventajas de bajo costo inicial, poco mantenimiento, gran durabilidad y estética.

El concreto presforzado se ha empleado con éxito en puentes tanto de claros cortos como de claros grandes, en todos los climas del trópico al subártico y del desierto a la selva lluviosa; también se han empleado en viaductos de ciudades atestadas y para estructuras aisladas en países subdesarrollados.

Los puentes presforzados pueden ser colados en sitio; los elementos y los segmentos precolados pueden unirse a otros elementos o a concreto colado en sitio, para formar una sección compuesta, monolítica.

Aunque en una menor frecuencia, el concreto también se usa en pilas, columnas, contrafuertes, puntales, elementos de suspensión, etc. Dentro del preesfuerzo existen diferentes sistemas de preesforzado, como es el caso del preesfuerzo exterior, que se utiliza básicamente para la reparación de puentes.

A continuación se mencionan algunos de los puentes más importantes, desarrollados con los diversos sistemas, que se tienen a lo largo de toda la red carretera de México:

Puente Coatzacoalcos I.- Cuenta con una longitud total de 966 m de dos carriles de circulación para vehículos, una vía de ferrocarril y una banqueta para peatones, uno de sus tramos es levadizo de 66 m de claro de armadura metálica, por lo que se da paso a las embarcaciones que se dirigen a Minatitlán. Con 27 tramos de 31 y 32 m de claro de concreto preesforzado, una vez al día durante 30 minutos el tramo levadizo es operado. Las torres tienen cables que sostienen la armadura levadiza y se efectúa con la fricción de un malacate, auxiliados por 2 contrapesos de concreto, cuyo peso es semejante al de la armadura levadiza.

Puente San Carlos.- Ubicado en el camino costero del Golfo, construido en las inmediaciones de la población de Villa Cardel, Veracruz, es un arco metálico atirantado de 80 m de claro, de paso inferior, que cuenta con un ancho de calzada de 6.70 m.

Puente Río Blanco.- Se localiza en la carretera de Tinajas a Ciudad Alemán, a pocos metros de su entronque con el camino Córdoba Veracruz, sobre el río Blanco. Es un arco metálico de 76 m de claro y 16 m de flecha, atirantado y sin contraventeo; cuenta con una calzada de tres bandas para cargas.

Puente El Remolino.- Dentro del predio de San Andrés, situado al sur del río Tecolutla; consta de 3 claros: el central tiene 177.154 m y los extremos tienen 85.164 m cada uno; el ancho de calzada es de 8.0 m.

Puente Tampico.- Es del tipo atirantado, se encuentra cerca de los límites municipales de Tampico y Madero. El tablero principal es de 360 m, se compone de dos partes laterales de concreto preesforzado de 33 m y una central de estructura de acero soldado de 293.5 m.

Puente Ing. Antonio Dovalí Jaime (Coatzacoalcos II).- Es de tipo atirantado, su longitud total es de 1170 m, de lado izquierdo esta compuesto por tramos de 60 m de claro con pendiente de 5.28 %, el tramo principal es de 698 m atirantado compuesto de 7 claros.

Puente Mezcala.- Ubicado en el tramo Chilpancingo – Puente de Ixtla y cuenta con una superestructura de seis tramos con tablero formado por dos traveses laterales longitudinales metálicas de sección I con puentes de acero y losa de concreto reforzado, los cuatro primeros con

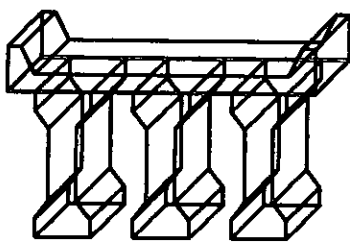
atirantamiento lateral tipo abanico, con tres pilones de concreto en forma de H. Tiene una longitud de 881.91 m, su ancho total es de 19.60 m y su altura máxima sobre la barranca es de 160 m. La subestructura está formada por dos estribos y cinco pilas de concreto reforzado.

IV.2 CLASIFICACIÓN DE PUENTES

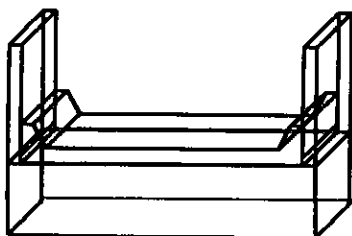
En términos generales la clasificación de los puentes se puede hacer de la siguiente manera, atendiendo a la posición relativa del piso con respecto a los elementos principales de soporte y según la solución estructural que se adopte.

Dentro de la primera tenemos los puentes:

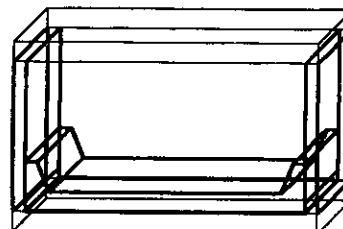
1. De Paso Superior.- El sistema de piso se apoya directamente sobre las traveses o armaduras principales.
2. De Paso Inferior.- Cuando el piso descansa en la parte inferior de los elementos principales.
3. De Paso a Través.- Este sistema de piso se apoya en una posición intermedia con respecto a los elementos principales.



1. PASO SUPERIOR



2. PASO INFERIOR



3. PASO A TRAVES

Atendiendo al tipo de solución estructural tenemos dos grupos:

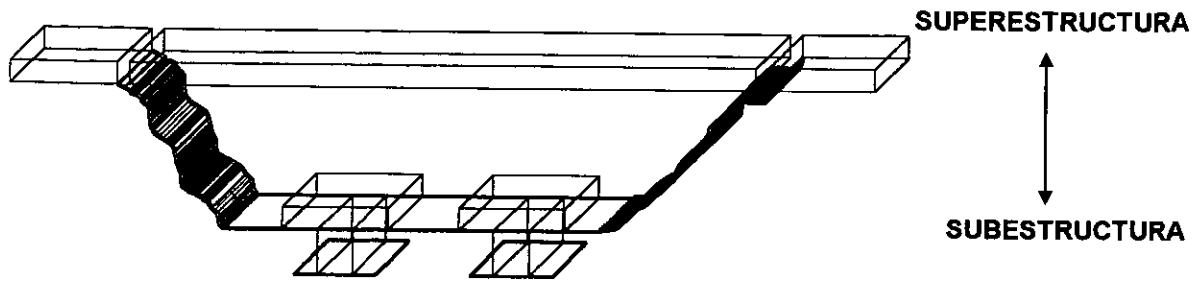
1. Puentes simplemente apoyados que pueden ser de uno o varios claros
2. Puentes continuos que incluyen desde los puentes con continuidad solamente en la losa, hasta los puentes colgantes.

Intermedio a estos sistemas estructurales, se encuentra la solución tipo Gerber.

La estructura de un puente esta compuesta fundamentalmente por tres partes:

1. **TABLERO**.- El cual recibe directamente las cargas del tráfico o tránsito
2. **SISTEMA ESTRUCTURAL PRIMARIO (SUPERESTRUCTURA)**.- Soporta el tablero y salva las cargas entre apoyos. Este sistema junto con el tablero forma el sistema de piso del puente (SUPERESTRUCTURA).
3. **SUBESTRUCTURA**.- Formada fundamentalmente por pilas, estribos y sus correspondientes cimentaciones. Realiza la operación estructural de dispersión de las fuerzas en los apoyos sobre el terreno de cimentación.

ESTRUCTURA DEL PUENTE



En ocasiones resulta difícil esta descomposición estructural del puente, como es el caso de puentes de losas en donde el tablero y el sistema primario se confunden.

Entre los sistemas de piso para PUENTES de concreto tenemos:

- Losas planas macizas.
- Losas planas aligeradas.
- Losas apoyadas sobre traveses coladas en sitio.
- Losas apoyadas sobre traveses prefabricadas.
- Vigas T prefabricadas y presforzadas.
- Losas apoyadas en vigas de acero.
- Vigas de sección cajón. (De una sola pieza o en dovelas), pretensadas y/o postensadas.

Las losas planas macizas, constituyen la forma más simple de la sección transversal de un puente y consisten en una sección de espesor constante que salva el claro entre apoyos. El peso propio del tablero es importante, de ahí la necesidad de aminorar sus efectos, una forma es la variación transversal del espesor incrementando en la cercanía de los ejes de apoyo, obteniendo así la transición hacia el puente de vigas. La otra posibilidad es el uso de losas aligeradas, ya sea mediante cimbra perdida o bien con espuma de poliestireno.

Un paso más en el aligeramiento del tablero del puente, que consiste en el empleo de losas apoyadas en vigas que pueden ser construidas, coladas en sitio o ser prefabricadas ya sean de acero o concreto.

Un avance mayor corresponde a la sección cajón, donde la proporción de aligeramiento a la sección total es elevada, produciendo una sección adecuada para claros medios y grandes con una fuerte rigidez a la torsión.

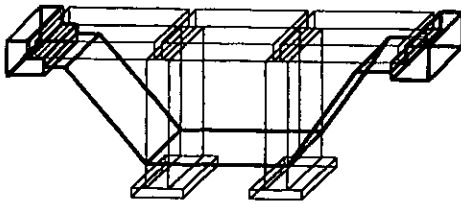
IV.2.1. PUENTES CONTINUOS

Se forman con varios claros donde las traveses longitudinales se extienden sobre dos o más soportes, permitiendo aumentar el claro entre los mismos, reduciendo al mismo tiempo la magnitud del momento flexionante; esta reducción es importante en el caso de la carga muerta y un poco menor para carga viva. Los peraltes mayores se requieren en los apoyos.

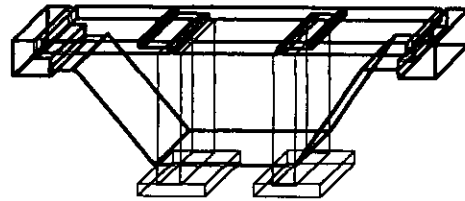
La continuidad se puede dar solo en el tablero, con traveses continuas apoyadas en apoyos libres o bien utilizando la formación de marcos rígidos, que se pueden usar incluso para puentes de un claro.

TIPO DE PUENTES

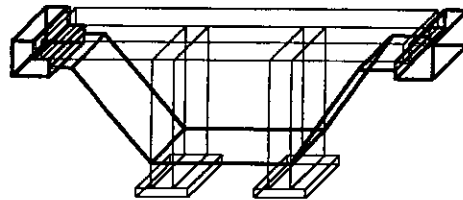
SIMPLEMENTE APOYADO



EN VOLADIZO



CONTINUO



VENTAJAS DE LOS PUENTES CONTINUOS.

1. Requieren menor cantidad de concreto y acero que los puentes simplemente apoyados.
2. El peralte en el centro de los claros se puede reducir.
3. Se requiere menor numero de apoyos
4. No se necesitan tantas juntas de expansión, ya que solo se ponen en los extremos de cada grupo de claros.
5. Al ser estructuras hiperestáticas permiten una redistribución de esfuerzos.
6. La definición y la vibración son menores que los simples.

Al mismo tiempo, los puentes continuos tienen las siguientes desventajas:

1. Los asentamientos diferenciales causan efectos importantes, por lo que es conveniente que se encuentren cimentados en terreno firme.
2. La colocación del refuerzo es mas complicada que en los simples.
3. Requieren de un análisis y diseño más complejo.

Una solución mixta es la formada con articulaciones semejantes a una viga tipo GERBER. En esta solución las articulaciones se hacen en los puntos de momento nulo en lo que respecta a la carga muerta ya que en general no coincidirán con las distintas variaciones de la carga viva.

Como ventajas y desventajas formadas con las articulaciones tenemos las siguientes:

Ventajas

1. Pueden emplearse en suelos donde se presenten asentamientos diferenciales.
2. Se facilita el montaje de la estructura

Desventajas

1. Son menos rígidos que los puentes continuos.
2. Puede presentarse inversión en la magnitud y dirección de las reacciones.

IV.2.2. PUENTES DE ARCO

El arco permite salvar grandes claros y el consumo de material es menor. El problema en este tipo de solución son los apoyos, que deben de absorber los empujes de los arranques del arco. El tablero puede encontrarse apoyado sobre arco, suspendido del mismo o bien situado a una altura intermedia.

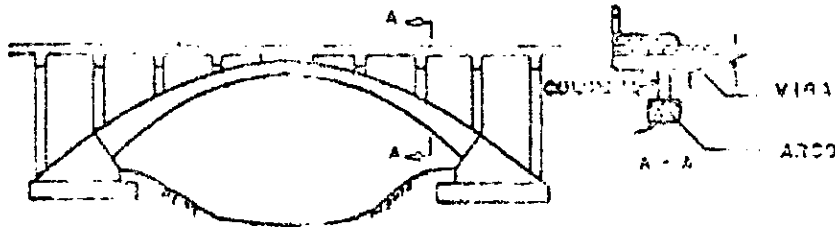
Los empujes horizontales en los apoyos aumentan al reducir la flecha del arco, por lo que es conveniente que esta dimensión sea lo más grande posible, los esfuerzos de compresión que se presentan son altos y esto requiere de contraventeo que ligen los dos arcos colocados a ambos lados de la calzada. Por lo anterior es conveniente que el sistema de piso se encuentre en la parte superior de los arcos.

Para mejorar la rigidez transversal de los arcos se ha propuesto muchas veces, a pesar de las dificultades de montaje, inclinar los arcos en el sentido transversal hasta que hagan contacto por su parte superior y se apoyan mutuamente.

La construcción de arcos puede hacerse de concreto colado en el lugar o con segmentos prefabricados, los puentes de arco pueden ser de los siguientes tipos:

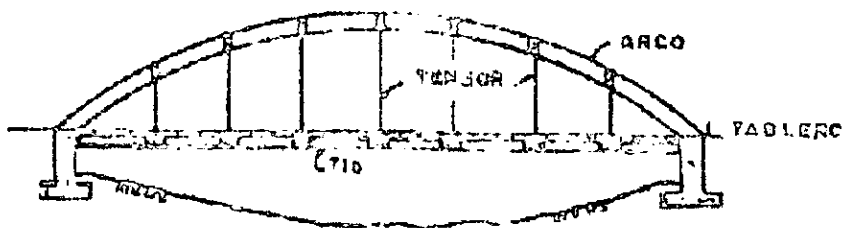
A. ARCOS DE PASO SUPERIOR

El tablero es soportado por vigas y columnas, estas se apoyan sobre el arco de concreto, que puede formarse con dos o más costillas o ser una losa maciza. Con este tipo de puente se han construido arcos hasta de 300 m de claro.



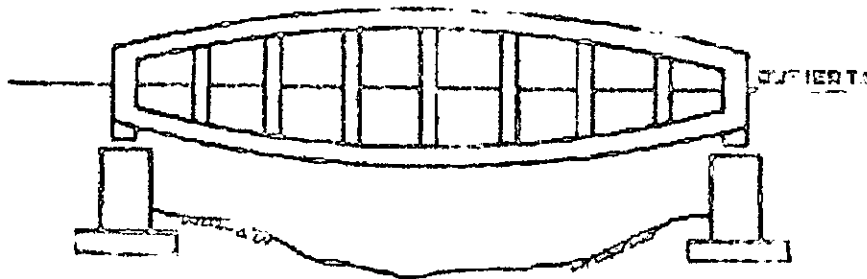
B. ARCOS ATIRANTADOS

Este tipo de arco es usado donde el material del suelo de apoyo es considerado inadecuado para resistir el empuje del arco, los arcos atirantados son siempre del tipo de paso a través o paso inferior con tirantes que soportan las vigas de piso. Se han construido arcos atirantados con claros de 30 a 120 m



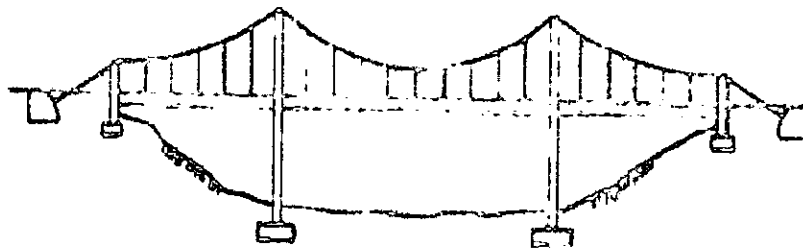
C. PUENTES DE VIGA VIERENDEL

Ofrece algunas cualidades estéticas, los miembros que forman la viga pueden ser prefabricados. El gran peralte que necesitan para su uso eficiente, implica que el puente sea de paso a través. Es adecuado para claros simples de hasta 150 m.



D. PUENTES COLGANTES

El puente de suspensión o colgante ofrece un aspecto agradable. El sistema de piso cuelga de cables que pasan por torres de apoyo y que se anclan en los extremos de la calzada. La viga longitudinal que coincide con el piso se utiliza para rigidizar el sistema de cables contra vibraciones producidas por variaciones de carga viva y para mantener la forma original del puente. Mediante este sistema se reducen los momentos flexionantes que se producen en otros tipos de puentes del mismo claro.



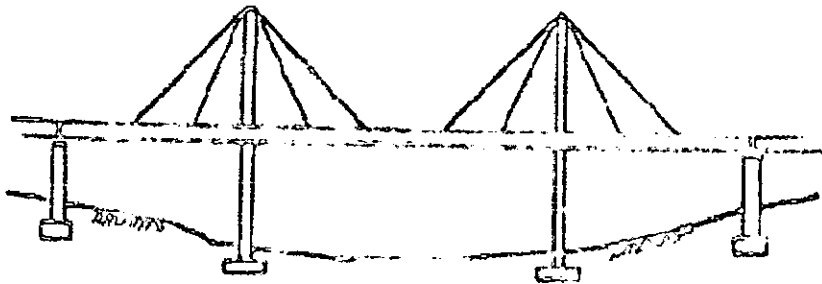
Los cables consisten en haces de alambre de acero de alta calidad, paralelos, estirados en frío. La carga del cable y por tanto su sección, depende esencialmente de la carga suspendida, del claro y de la flecha del cable entre pilas.

Los efectos dinámicos producidos por viento son muy importantes y requieren de un análisis muy cuidadoso. En ocasiones se han anclado los cables en los extremos del puente, logrando un postensado longitudinal de la viga del tablero, debido al empuje horizontal. Debido a que la carga muerta es un factor muy importante, los puentes colgantes de concreto alcanzan claros cortos en comparación con los de acero.

E. PUENTES ATIRANTADOS

Consisten en un sistema de piso, que se encuentra colgado de una torre que coincide con alguna de las pilas, mediante tirantes inclinados formados con perfiles laminados o cables. Se les considera económicos para claros comprendidos entre 100 y 350 m aunque su aspecto no es tan agradable como los puentes colgantes, ofrecen la ventaja de su economía y el no requerir de un peralte muy grande para el sistema de piso. El análisis de este tipo de estructuras es

complicado ya que el sistema de piso se encuentra soportado en varios puntos en apoyos elásticos. Los cimientos tienen que transmitir con seguridad las cargas, a veces enormes hacia el suelo, por lo que a menudo alcanzan grandes profundidades; generando grandes dificultades durante la construcción.



En los puentes colgantes se suspende la viga de rigidez del cable sustentante por tramos parciales prefabricados partiendo del centro y avanzando hacia ambos lados, de modo que al alcanzar la pila, la flecha del cable esta ajustada ya al peso de la obra. Por el contrario, en los puentes de cables inclinados se efectúa la colocación de la viga en voladizo, partiendo de las pilas hacia el centro del claro, con lo que los cables ya anclados constituyen un auxilio para soportar el peso de la obra, incluso durante la construcción.

La distribución uniforme de los cuales proporcionan grandes ventajas para el montaje, porque el peso de un elemento de montaje es absorbido directamente por el nuevo cable colocado, con lo que el esfuerzo de flexión de la viga puede mantenerse pequeño durante la construcción. La distribución uniforme de los cables proporciona grandes ventajas para el montaje por que el peso de un elemento de montaje es absorbido directamente por el nuevo cable colocado, con lo que el esfuerzo de flexión de la viga puede mantenerse pequeño durante el montaje. Las vigas del sistema de piso actúan como miembros sometidos a compresión horizontal.

VI.2.3. SECCIONES DE SUPERESTRUCTURA

PUENTES DE CONCRETO

Los tipos principales de elementos de soporte colados en sitio son la losa reforzada longitudinalmente, la viga o la trabe "T" y las trabes cajón. En la construcción con elementos prefabricados presforzados, se emplean las vigas "I", trabes "T" o trabes cajón. En construcciones de claro largo es común el uso de trabes cajón postensadas.

Los puentes preesforzados pueden ser precolados o colados en sitio, los elementos y los segmentos precolados pueden unirse a otros elementos con colados en sitios para formar secciones compuestas.

PUENTES DE LOSA

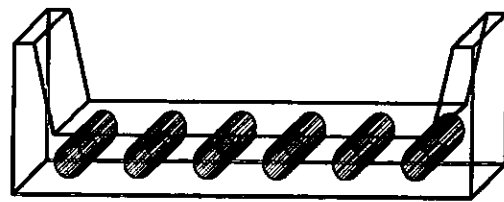
Los puentes de losas de concreto reforzado longitudinalmente, pueden ser apoyados sobre pilas o estribos monolíticos con apoyos de pared o muro o ser continuos sobre los apoyos. La losa puede ser de espesor constante o bien aligerada. Las losas también deben reforzarse transversalmente para distribuir las cargas vivas en forma lateral.

El refuerzo longitudinal puede ser presforzado o no presforzado. Si se usan losas prefabricadas, es común usar una losa cubierta colada en sitio, donde se puede dar continuidad con acero de refuerzo sobre los apoyos.

SECCIONES DE LOSA



LOSA MACIZA



LOSA ALIGERADA

PUENTES DE VIGAS "T"

Este tipo de puente, consiste en una losa de concreto soportada sobre traveses e integrada a ellas. Si las traveses son paralelas al tránsito, el refuerzo principal en una losa es perpendicular a este. Las traveses pueden ser simplemente apoyadas o continuas, incluso formando marcos en la dirección del puente. La construcción de estos puentes se hace sobre obra falsa y se usa para claros cortos. Pueden ser reforzados o bien aplicarse una fuerza de presfuerzo que se utiliza en ocasiones para dar continuidad.

PUENTES DE TRABES CAJÓN

Las traveses de caja o ahuecadas, son preferidas debido al plano suave de la superficie de fondo. Las celdas permiten el paso de instalaciones que se apoyan en la losa de fondo y pueden disponerse de accesos para la instalación. El uso de esta trabe se extiende desde claros cortos, hasta los grandes claros (arriba de 240 m).

Se han construido puentes de sección cajón con concreto reforzado con claros entre 9 y 72 m, el rango general para este tipo de puente es usualmente entre 15 y 46 m, la longitud de claros simplemente apoyados se limita a longitudes cercanas a 35 m debido a las excesivas deflexiones por carga muerta. Los claros más grandes deber ser resueltos con concreto presforzado. La construcción de puentes cajón presforzados es adecuada para claros mayores de 18 m se han construido puentes colados en sitio con claros arriba de 14 m y usando la construcción con segmentos en voladizo claros arriba de 240 m

PUENTES DE CONCRETO REFORZADO

En la construcción con concreto presforzado el concreto esta sujeto a esfuerzos de compresión permanentes, permitiendo un menor aprovechamiento del concreto que el sistema tradicional colado en el sitio. El presfuerzo permite reducir la carga muerta, lo cual permite salvar claros más largos, (como se menciona en la sección IV.3.1.).

Se han estandarizado unidades para la superestructura de puentes de claro corto; en estos elementos se incluyen traveses "I", traveses "T", losas planas macizas y aligeradas, secciones cajón y canales. Por lo general son simplemente apoyadas y diseñadas para actuar en sección compuesta con una losa colada en sitio, puede dárseles continuidad sobre los apoyos reforzando la losa colada en sitio, puede dárseles continuidad sobre los apoyos reforzando la losa de cubierta ya sea con acero ordinario o acero de presfuerzo.

Para puentes de claro mediano (hasta 75 m o más), es posible emplear las mismas secciones usando estructuraciones en voladizo o bien puntales inclinados.

Los puentes colados en sitio se construyen sobre obra falsa, postensandose posteriormente. Las secciones usadas generalmente son traveses cajón, aunque es posible utilizar secciones "T". Las traveses cajón son especialmente resistentes a la torsión, sobre todo en puentes curvos.

Los puentes de claros mayores (mas de 100 m), se han construido con concreto colado en sitio o con segmentos prefabricados, colocándolos en voladizo segmento por segmento, presforzando cada uno de ellos contra los bloques anteriores.

El concreto preesforzado colado en sitio tiene las siguientes desventajas:

1. Menor cantidad de juntas
2. Facilita la construcción de curvas horizontales y verticales
3. Se pueden obtener secciones transversales grandes y complejas.

Por otra parte, el concreto prefabricado ofrece las siguientes ventajas:

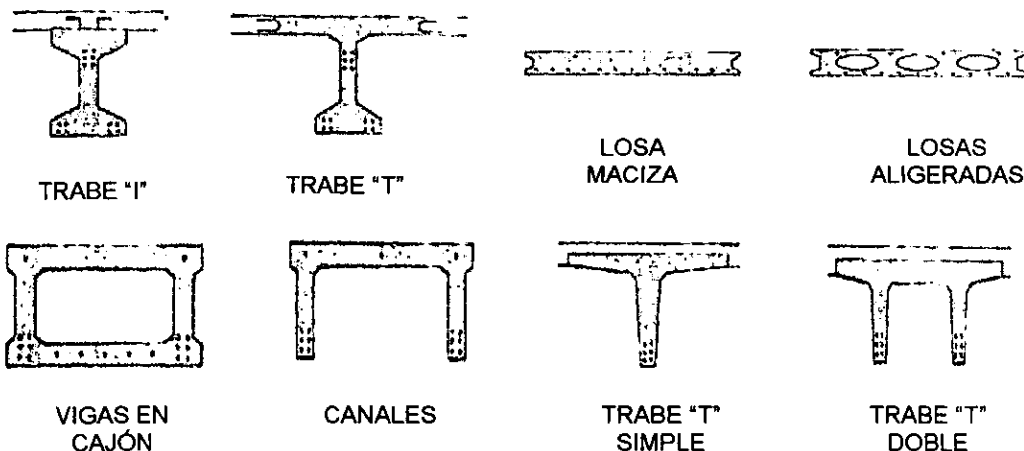
1. Secciones más esbeltas
2. Gran parte de la contracción ocurre durante el montaje
3. Menor flujo plástico, ya que el preesfuerzo se aplica a mayor edad
4. Reduce al mínimo la obra falsa. Esto es importante cuando no se tiene facilidad para la colocación de la cimbra.

PUENTE CON TRABES PREFABRICADAS

Las secciones transversales típicas son similares a las usadas en concreto reforzado, excepto que el preesforzado permite diseños con paredes más delgadas.

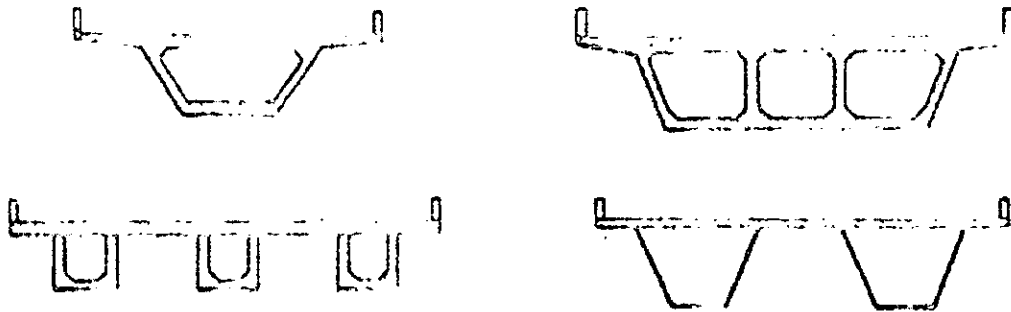
La estructura primaria consiste en elementos de concreto prefabricado, pueden ser vigas "I", canales, vigas "T", o traveses cajón. Estas a su vez pueden ser pretensadas y/o postensadas. Las vigas I prefabricadas se combina con cubiertas coladas de modo total o parcial, en el sitio. En ocasiones se usan losas precoladas, que sirven de cimbra cuando la accesibilidad es mala. Las vigas "T" tienen la ventaja de no usar cimbra para la losa colada en sitio, si la separación de las traveses así lo permite, en caso contrario es más eficiente el uso de las vigas "I".

TIPOS DE SECCIONES DE CONCRETO



Las secciones de caja prefabricadas, pueden colocarse una al lado de la otra, a fin de formar un claro de puente, tienen una gran rigidez a la torsión y son estéticamente agradables. El concreto presforzado compite con otros materiales en claros de 45 a 75 m o mayores, las técnicas de construcción y el avance en el equipo de preesfuerzo, como ductos lisos que reducen las pérdidas por fricción, han logrado que los puentes de concreto preesforzado compitan en forma directa con el estructural, el cual era preponderante en los claros medios y largos.

TIPOS DE SECCION CELULAR PARA PUENTES



PUENTES CON SEGMENTOS PREFABRICADOS

La construcción con segmentos tanto prefabricada como colada en sitio, ha eliminado la necesidad de obra falsa costosa, lo que anteriormente convertía los puentes de concreto en antieconómicos.

En la construcción colada en sitio la cimbra desplazable se apoya en una estructura que se desplaza en voladizo, desde una sección adyacente ya terminada de la superestructura. Conforme la sección es colada, curada y postensada, la obra falsa se desplaza y el proceso se repite. En la construcción prefabricada el procedimiento es similar, excepto que las secciones son precoladas.

En toda la construcción se debe evaluar con cuidado el procedimiento del montaje, los esfuerzos transitorios y el equilibrio durante el montaje y al cerrar el claro. También es importante predecir el flujo plástico y las deflexiones, con objeto de lograr el comportamiento conveniente de la estructura y los niveles que requiere la cubierta en la obra ya terminada.

Los segmentos prefabricados pueden combinarse con secciones coladas en sitio, para actuar en sección compuesta como una estructura monolítica.

Los puentes donde se usan segmentos prefabricados pueden ser del tipo:

- Librementes apoyados
- Trabe continua
- Claros con voladizos suspendidos
- Doble voladizo
- Arco
- Suspensión flexible (colgante)
- Suspensión rígida (atirantado)

Los segmentos prefabricados pueden dividirse longitudinal o transversalmente. La sección transversal se selecciona de tal manera que sea estable, puede ser la sección total de puente. Con las secciones longitudinales se obtienen traveses, las que se usan por medio de una cubierta o bien pueden presforzarse transversalmente entre sí. Las traveses formadas pueden ser de sección "I, T o cajón".

IV.3 PRESFUERZO

El preesforzado puede definirse en termino generales como: el precargado de una estructura antes de una aplicación de las cargas de diseño requeridas, hecho en forma tal que mejore su comportamiento general. Aunque los principios y las técnicas del preesforzado se han aplicado a estructuras de muchos tipos y materiales, la aplicación más común ha tenido lugar en el diseño del concreto estructural.

En esencia el concreto es un material que trabaja a compresión. Su resistencia a la tensión es mucho más baja que a la compresión y en muchos de los casos, al diseñar se deja fuera de consideración aquélla. Por tanto, el preesforzado del concreto implica naturalmente la aplicación de una carga compresiva, previa a la aplicación de las cargas anticipadas de diseño en forma tal, que se reduzcan o eliminen los esfuerzos de tensión que de otra forma ocurrirían.

En efecto, el concepto original del concreto preesforzado consistió en introducir en vigas suficiente precompresión axial para que se eliminaran en el miembro cargado todos los posibles esfuerzos de tensión que obraran en el concreto. Sin embargo, a medida que se ha desarrollado el conocimiento de esta forma de construcción, se ha visto claramente que esta concepción es innecesariamente restrictiva y en la práctica actual de diseño se permite que haya esfuerzos de tensión en el concreto y hasta cierto agrietamiento limitado. Haciendo variar la magnitud del preesfuerzo compresivo puede limitarse al grado deseado el número y ancho de las grietas, igualmente puede controlarse la deflexión del miembro. Desde el punto de vista de las condiciones de servicio, tal preesforzado parcial presenta una mejoría substancial, no solo en la construcción convencional de concreto armado sino también en la forma original del preesforzado completo, el cual, si bien eliminaba el agrietamiento bajo las cargas de servicio, producía a menudo una combadura hacia arriba que causaba problemas.

El concreto es un material ideal para el preesforzado, porque es muy fuerte cuando esta comprimido; además, se puede conseguir fácilmente en cualquier lugar, es barato, fácil de moldear en la forma deseada y protege al acero contra la corrosión.

Sin embargo el preesfuerzo puede aplicarse y se ha aplicado a otros materiales como: armaduras de acero, piedra, mamposterías de cerámica y tabique, madera, rocas y suelos naturales.

Generalmente el preesfuerzo se induce por medio de tendones de acero internos, los cuales se tensan (o presfuerzan) y a continuación se anclan; aunque en la actualidad el acero de alta resistencia es el material utilizado universalmente para los tendones, se continúa investigando y desarrollando materiales para tendones tan prometedores como la fibra de vidrio, la cual ya se ha permitido su uso.

El diseño de elementos de concreto preesforzado consiste en proponer un elemento que sea funcional y económicamente óptimo, para determinadas acciones y características geométricas de la obra; una vez escogido el elemento, el diseño consiste en proporcionar presfuerzo y refuerzo para que tenga un comportamiento adecuado durante todas sus etapas ante cargas de servicio y cargas últimas, dentro del marco de un reglamento vigente. Es claro que ante esta perspectiva, que el elemento o sección típica a utilizar no es una incógnita sino un dato que el diseñador de acuerdo a sus conocimientos y experiencia debe proporcionar.

ETAPAS DE DISEÑO DE UN ELEMENTO PRESFORZADO

Un elemento preesforzado, y en general cualquier elemento prefabricado, está sometido a distintos estados de carga. Estos estados pueden representar condiciones críticas para el elemento en su conjunto o para alguna de sus secciones.

En general, existirán dos etapas importantes de revisión, de transferencia y final, aunque para muchos elementos existen etapas intermedias que resultan críticas.

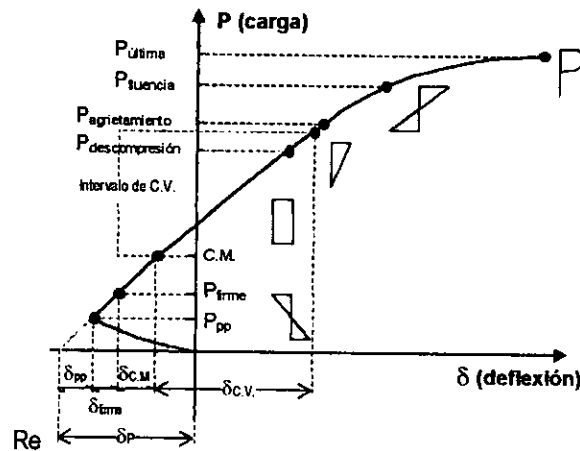


Figura 4.1
ESTADO DE ESFUERZOS

1. Etapa inicial o de transferencia

Esta tiene lugar cuando se cortan los tendones en elementos pretensados o cuando se libera la presión en el gato hacia los anclajes en concreto postensado. Es decir cuando se transfieren las fuerzas al concreto que comúnmente ha alcanzado el 80 por ciento de su resistencia. Aquí ocurren las pérdidas instantáneas y las acciones a considerar, que son el preesfuerzo que actúa en ese instante y el peso propio del elemento. Esta etapa puede ser crítica en los extremos del elemento donde el preesfuerzo es excesivo.

2. Etapa final o de servicio

El diseñador debe considerar las distintas combinaciones de cargas en la estructura en general y en cada elemento en particular para garantizar el comportamiento adecuado de los elementos. Se considerarán las condiciones de servicio tomando en cuenta esfuerzos permisibles, deformaciones, agrietamientos y las condiciones de resistencia última de tal manera que además de alcanzar la resistencia adecuada se obtenga en la ruptura una falla dúctil. En esta etapa ocurren todas las pérdidas de preesfuerzo y en la mayoría de los casos el elemento preesforzado se encuentra trabajando en conjunto con el firme colado in situ, lo que incrementa notablemente su inercia y resistencia.

3. Estado intermedio

Dentro de esta etapa se presenta el transporte y montaje del elemento, muchos elementos preesforzados tienen un comportamiento en etapas intermedias distinto al que tienen en transferencia o en el estado final. Tal es el caso de algunas vigas, traveses y losa que por así convenir al diseñador, requieren de cimbrado temporal que generalmente removido cuando los colados in situ y la losa o el firme han fraguado. Otro tipo de elementos son las vigas que fueron fabricadas, transportadas y montadas como simplemente apoyadas pero en la etapa final formarán parte de un sistema hiperestático. Algunas vigas para puente son tan largas que es necesario dejar volado uno de los extremos para que se puedan transportar.

ESTADO DE ESFUERZOS

En cada una de las etapas anteriormente mencionadas, deben revisarse los esfuerzos que actúan en el elemento (Figura 4.1). La siguiente expresión engloba las distintas acciones y las características geométricas de la sección en las distintas etapas.

El esfuerzo en cada fibra de cada sección, f , está dado por:

$$f = f_{pp} + f_{firme} + f_{SCM} + f_{CV+I} + f_{P\ ax} + f_{P\ ex}$$

Y de manera explícita, en la fibras superior e inferior:

$$f_{s,j} = \pm \frac{M_{pp}}{S_{SS\ s,j}} \pm \frac{M_{firme}}{S_{SS\ s,j}} \pm \frac{M_{CV}}{S_{SC\ s,j}} + \frac{P}{A_{SS}} \mu \frac{P \cdot e}{S_{SS\ s,j}}$$

donde las acciones están dadas por:

M_{pp}	=	Momento Debido al Peso Propio
M_{firme}	=	Momento Debido al Firme
M_{CV}	=	Momento Debido a la Carga Viva
P	=	Fuerza de Presfuerzo

y las propiedades geométricas son:

A	=	Área De La Sección
S	=	Módulo de Sección Elástico
e	=	Excentricidad del Centroide del Acero de Presfuerzo

Los subíndices SS y SC se refieren a sección simple y sección compuesta, respectivamente.

ESFUERZOS PERMISIBLES

Los esfuerzos permisibles en el concreto se muestran en la Tabla 4.1, donde f'_c es la resistencia a compresión del concreto a la edad en que ocurre la transferencia. El esfuerzo de tensión permisible en la transferencia es para concreto sin acero de refuerzo. Cuando se llegue a exceder este valor, se suministrará acero de refuerzo para que resista la fuerza total de tensión del concreto, valuada en la sección sin agrietar.

Esfuerzo	Inmediatamente después de la transferencia	Bajo cargas de servicio
Compresión	$0.60 f'_c$	$0.45 f'_c$
Tensión	$\sqrt{f'_c}$	$1.6 \sqrt{f'_c}$

Tabla 4.1

ESFUERZOS PERMISIBLES EN EL CONCRETO (NTC-C)

Los esfuerzos de tensión bajo cargas de servicio pueden excederse, sin que el esfuerzo de tensión llegue a ser mayor que $3.2\sqrt{f'_c}$, si se justifica que el comportamiento estructural del elemento es adecuado. Si el esfuerzo calculado de tensión resulta mayor puede usarse acero de refuerzo y tratar al elemento como parcialmente preesforzado.

Cuando la estructura está en un ambiente corrosivo, el ingeniero juzgará si es necesario obligar a que no haya tensiones en condiciones de servicio, aunque debe tomar en cuenta que esto originará grandes pérdidas por flujo plástico.

Con respecto a los esfuerzos permisibles en el acero de preesfuerzo, el esfuerzo máximo al que se puede tensar un torón debe ser 0.80 fsr, donde fsr es el esfuerzo resistente del acero de preesfuerzo; este esfuerzo es conocido en el reglamento como el debido a la fuerza aplicada por el gato. Por supuesto, aplicar una fuerza que produzca en el torón un esfuerzo por arriba de 0.8 fsr es llevarlo al rango no lineal y provocarle deformaciones que pueden ser irreversibles. El esfuerzo permisible inmediatamente después de la transferencia, 0.70 fsr, es decir, una vez que el preesfuerzo está actuando sobre el concreto, ya se presentó las pérdidas instantáneas y la carga vertical es sólo la del peso propio.

Esta diferencia entre 0.7 y 0.8 de fsr nos permite tensar el torón por arriba de 0.7 fsr de tal manera que al cortar los torones y después de que se presenten las pérdidas instantáneas se llegue al esfuerzo permisible de 0.7fsr. Una recomendación es tensar los torones a 0.75fsr, considerando que las pérdidas instantáneas son del orden del 10% (0.90fsi)

PÉRDIDAS DE PRESFUERZO

Como se ha mencionado anteriormente, existen varias razones por las que la fuerza de preesfuerzo efectiva que actuará en el elemento es menor que la fuerza aplicada por el gato. Estas pérdidas pueden llegar a ser mayores al 30 por ciento en elementos comúnmente empleados. Por ello, estimar las pérdidas asignando un porcentaje como lo permiten las normas vigentes para el Distrito Federal puede resultar un diseño poco conservador y el resultado se reflejará a largo plazo, una vez que todas las pérdidas se presenten.

Las pérdidas totales en kg/cm² más comunes en elementos preesforzados son:

$$\Delta f_s = DA + DT + FR + ES + SH + CRC + CRS$$

donde:

Δf_s	=	Pérdida Total
DA	=	Pérdida Debido al Deslizamiento del Anclaje
DT	=	Pérdida Debido al Desvío de Torones
FR	=	Pérdida Debido a Fricción
ES	=	Pérdida Debido al Acortamiento Elástico del Concreto
SH	=	Pérdida Debido a la Contracción del Concreto
CRC	=	Pérdida Debido al Flujo Plástico del Concreto
CRS	=	Pérdida Debido a la Relajación del Acero

Por consiguiente el esfuerzo efectivo del acero de preesfuerzo, es decir una vez que se han presentado todas las pérdidas será:

$$f_{se} = f_{sj} - \Delta f_s$$

IV.3.1. MÉTODOS DE PRESFUERZO

Aunque se han empleado muchos métodos para producir el estado deseado de precompresión en los miembros de concreto, todos los miembros de concreto preesforzado pueden considerarse dentro de dos categorías: **PRETENSADO Y POSTENSADO**. Los miembros de concreto preesforzado pretensado se producen restirando o tensando los tendones entre anclajes externos antes de vaciar el concreto; al endurecerse el concreto fresco se adhiere al acero. Cuando el concreto alcanza la resistencia requerida, se retira la fuerza presforzante aplicada por gatos y esa misma fuerza es transmitida por adherencia del acero al concreto. En el caso de los miembros de concreto preesforzados y postensados, se esfuerzan los tendones después de que se ha endurecido el concreto y de que se ha alcanzado suficiente resistencia aplicando la acción de los gatos contra el miembro de concreto mismo.

A. PRETENSADO

El pretensado como su nombre lo indica, primero se tensa el acero entre los apoyos (o muertos) de anclaje y posteriormente el concreto es colocado alrededor del acero y en moldes que dan forma al elemento.

Los tendones que generalmente son de cable torcido con varios torones de varios alambres cada uno, se restiran o se tensan entre apoyos que forman parte permanente de las instalaciones de la planta. Se mide el alargamiento de los tendones, así como la fuerza de tensión aplicada con los gatos.

Con la cimbra en su lugar, se vacía el concreto en torno al tendón esforzado. A menudo se usa concreto de alta resistencia a corto tiempo, a la vez que es curado con vapor de agua, para acelerar el endurecimiento del concreto, después de haber logrado suficiente resistencia, se alivia la presión de los gatos. Los torones tienden a acortarse, pero no lo hacen por estar ligados por adherencia al concreto. En esta forma, la fuerza de preesfuerzo es transferida al concreto por adherencia, en su mayor parte cerca de los extremos de la viga y no se necesita ningún anclaje especial.

En resumen las etapas constructivas de un elemento pretensado son:

1. Colocación, anclado y tensado de los cables de preesfuerzo entre los apoyos (muertos).
2. Colocación del refuerzo y fijación de los moldes a cada lado de los cables.
3. Colado continuo de las piezas de una misma mesa.
4. Curado (generalmente con vapor de agua).
5. Corte de los cables.

En el pretensado existen tres métodos que son:

1. Viga con tendón recto.
2. Viga con excentricidad variable del tendón.
3. Esforzado y vaciado de línea larga.

B. POSTENSADO

A diferencia del pretensado, en el postensado los cables son tensados después de haber sido colocado el concreto. Cuando se hace el preesforzado por postensado se colocan en los moldes o formas de la viga conductos huecos que contienen a los tendones no esforzados y que siguen el perfil deseado antes de vaciar el concreto. Los tendones pueden ser alambres paralelos atados en haces, cables torcidos en torones o varillas de acero.

El conducto se amarra con alambres de refuerzo auxiliar de la viga (estribos sin esforzar) para prevenir su desplazamiento accidental y luego se vacía el concreto. Cuando éste ha adquirido suficiente resistencia se usa la viga de concreto, misma para proporcionar la reacción para el gato esforzado, se retira y luego se ancla en el extremo de aplicación del gato por medio de accesorios similares y se quita el gato. La tensión se evalúa midiendo tanto la presión del gato como la elongación del acero. Los tendones se tensan normalmente uno a la vez, aunque cada tendón puede constar de varios torones o alambres.

Normalmente se rellenan de mortero los conductos de los tendones después de que éstos han sido esforzados. Se forza el mortero al interior del conducto en uno de los extremos a alta presión y se continúa el bombeo hasta que la pasta aparece en el otro extremo del tubo. Cuando se endurece la pasta se une al tendón con la pared interior del conducto, permitiendo la transmisión de fuerza; aunque los accesorios de anclaje permanecen en su lugar para transmitir la fuerza principal de preesforzado al concreto, la aplicación del mortero mejora al comportamiento del miembro por si éste fuera sobrecargado y así aumente su resistencia máxima a la flexión. Las etapas de ejecución del postensado se resumen en:

1. Colocación de la cimbra.
2. Colocación del refuerzo complementario y de los cables de preesfuerzo.
3. Fijación de los anclajes a las cimbras.
4. Colado y curado del concreto.
5. Tensado de los cables.
6. Inyección de mortero en los ductos y sellado de los anclajes.

Sin embargo según las características de la obra, la secuencia de la ejecución puede variar y el tensado aplicarse en etapas como: la primera lo más rápido posible para evitar fisuras por contracción, la segunda al retirar la obra falsa y la tercera después de la carga muerta adicional. También otra variante es colocar únicamente los ductos en las cimbras antes del colado del concreto e insertar los cables posteriormente.

Existe gran cantidad de sistemas de patentados de postensado que incluye todos los herrajes necesarios. Una ventaja significativa de postensado es la facilidad con la cual pueden variarse la excentricidad de los tendones a lo largo del claro para proporcionar el contra momento deseado:

- Viga a conducto hueco embebido en el concreto.
- Viga celular hueca con diafragmas intermedios.
- Losa continua con tendones envueltos, revestidos con asfalto.

C. DIFERENCIAS DEL PRETENSADO Y POSTENSADO

La diferencia entre el pretensado y el postensado es únicamente la etapa en la que se tensen los cables de preesfuerzo. Si los cables son tensados antes del colado del concreto lo denominamos preesfuerzo pretensado y si el tensado es posterior al colado se le denomina preesfuerzo postensado. Sin embargo, aunque se reconozca como única a esta diferencia existen ventajas y desventajas del pretensado con respecto al postensado como son:

PRETENSADO

Ventajas:

- En el preesfuerzo pretensado la ventaja de esta técnica es esencialmente la fabricación a gran escala.

- Adecuado control de calidad sobre la mano de obra, materiales y operaciones.
- Características de las plantas con un ciclo de producción perfectamente definido e independiente de las condiciones atmosféricas.

Desventajas:

- Solamente se pueden elaborar elementos unidireccionales tales como vigas.
- Problema de transporte, montaje y colocación (o sea no poder utilizar piezas de gran tamaño, con gran peso y longitud).

POSTENSADO

El postensado evita el problema de transporte, montaje y colocación por lo que se puede elaborar piezas de mayores dimensiones y pesos, pudiendo darles a cada una de ellas la forma, en una, dos o tres direcciones, que sea necesaria según el problema a resolver.

IV.3.2. PRESFUERZO EXTERIOR

En algunas ocasiones resulta no conveniente utilizar cables dentro del concreto sino aplicar el preesfuerzo por algún **medio externo**. El PRESFUERZO EXTERNO es el que se aplica por medio de fuerzas como las suministradas por gatos apoyados sobre salientes localizados en los extremos del miembro de concreto o en puntos intermedios cuando los extremos están restringidos por los apoyos; además de aplicarse en puentes y su reparación se aplica a pavimentos, arcos y pedestales.

Los tendones *exteriores* son los que permanecen fuera de la sección transversal del miembro de concreto al tiempo de colarlo, pueden ligarse después a dicho miembro por medio de concreto adicional o relleno de una lechada de cemento. Los tendones exteriores pueden colocarse en ranuras o canales en los lados del miembro del concreto, en una trabe cajón se pueden colocar dentro del hueco de ésta.

El **preesfuerzo exterior** apareció con la idea de colocar los cables en el exterior de las estructuras; sin embargo la falta de reconocer la excepcionalidad de este sistema, cerca de la mayor parte de las obras realizadas en los años 30 y 50 se realizaron con presfuerzo interior.

Durante los años 50 en el seno del grupo Freyssinet, apareció el uso de reforzamiento de estructuras de concreto armado o preesforzado, con la idea de colocar los cables de preesfuerzo al exterior de la estructura de concreto o la estructura que fuese a ser reparada.

En las siguientes décadas siguió aplicándose este sistema, en los años 80 un gran número de construcciones de caminos nuevos, se utilizó un cableado longitudinal totalmente exterior, pero con las características nuevas de que estos cables serían intercambiables.

Los primeros puentes construidos de concreto preesforzado fueron elaborados usando tendones externos al concreto. Estos fueron los puentes sobre el Saale en Alsleben en 1928 y sobre el Aue en 1936 ambos construidos por Karl Dischinger.

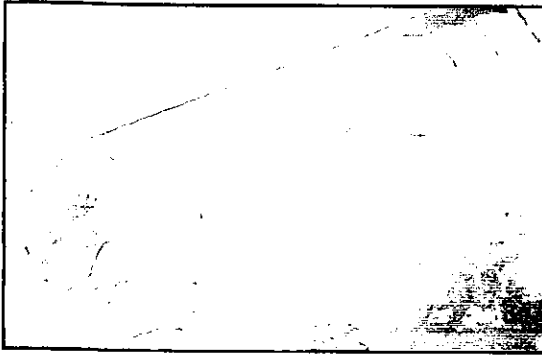
A causa de la circulación internacional las ideas de Eugene Freyssinet acerca del preesfuerzo exterior no se desarrollaron grandemente. De cualquier modo, algunas construcciones grandes entre los años cincuenta y setenta pueden ser mencionadas:

- En Bélgica, bajo la impulsión del Profesor Magnel: Puente Sclayn en 1950 y una serie de autopistas de paso superior construidas entre 1960 y 1970.
- En Francia entre 1950 y 1952, Freyssinet obtuvo las patentes: el puente de Villeneuve - Saint - Georges, Vaux - Sur - Seine, un Puerto en Binson y Can Bia.

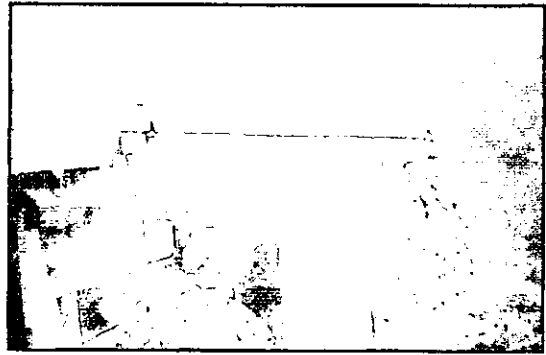
IV.4 LOS PUENTES DE LA AUTOPISTA GUADALAJARA - TEPIC

Los diferentes tipos de PUENTES que se tienen a todo lo largo de la autopista fueron desarrollados de diferente forma, de acuerdo a la topografía en la cual están ubicados estos mismos; conservando y respetando de igual forma para cada uno de estos las normas, técnicas y procedimiento de construcción que se utilizaron.

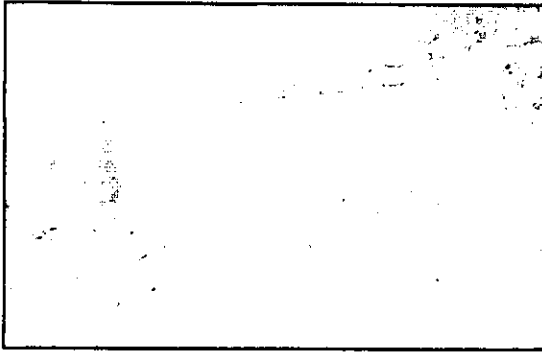
PUENTE	KM	SUBESTRUCTURA	SUPERESTRUCTURA
Atizcoa	35+100	Pilas rectangulares de concreto reforzado y travesaños metálicas tipo "I"	Losas apoyadas sobre vigas de acero
Gorriones	36+800	Pilas rectangulares de concreto reforzado y travesaños metálicas tipo "I"	Losas apoyadas sobre vigas de acero
Barranca del Agua	61+600	Pilas rectangulares de concreto reforzado y travesaños presforzadas tipo "I"	Losas apoyadas sobre travesaños prefabricadas
Manantiales	61+800	Pilas rectangulares de concreto reforzado y travesaños presforzadas tipo "I"	Losas apoyadas sobre travesaños prefabricadas
Salsipuedes	72+700	Pilas rectangulares de concreto reforzado y travesaños presforzadas tipo "I"	Losas apoyadas sobre travesaños prefabricadas
El Nogal	73+200	Pilas rectangulares de concreto reforzado y travesaños presforzadas tipo "I"	Losas apoyadas sobre travesaños prefabricadas
El Platanar (Puente curvo)	72+700	A base de marcos rectangulares de concreto reforzado y vigas de estructura espacial tridimensional metálica	Losas apoyadas sobre travesaños prefabricadas
Ferrocarril Pacífico (Puente curvo)	85+200	A base de marcos rectangulares de concreto reforzado y travesaños de concreto presforzado tipo "I"	Losas apoyadas sobre travesaños prefabricadas
Viaducto el Nayar	100+700	A base de marcos rectangulares de concreto reforzado y vigas metálicas tipo "I"	Losas apoyadas sobre vigas de acero



PUENTE ATIZCOA (KM 35+100)
SUBESTRUCTURA BASADO EN PILAS RECTANGULARES DE CONCRETO REFORZADO Y TRABES METÁLICAS TIPO "I"; SUPERESTRUCTURA LOSAS APOYADAS SOBRE VIGAS DE ACERO (SISTEMA DE PISO).



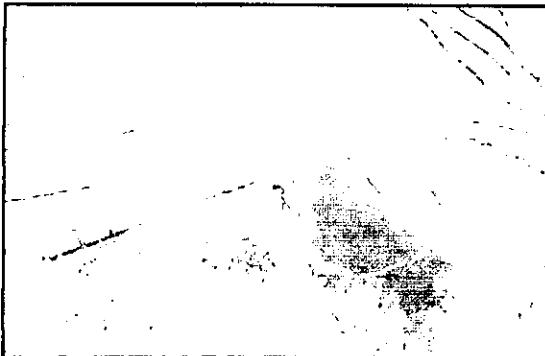
PUENTE GORRIONES (KM 36+800)
SUBESTRUCTURA BASADO EN PILAS RECTANGULARES DE CONCRETO REFORZADO Y TRABES METÁLICAS TIPO "I"; SUPERESTRUCTURA LOSAS APOYADAS SOBRE VIGAS DE ACERO (SISTEMA DE PISO).



PUENTE BARRANCA DEL AGUA (KM 61+600)
SUBESTRUCTURA BASADO EN PILAS RECTANGULARES DE CONCRETO REFORZADO Y TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO TIPO "I"; SUPERESTRUCTURA LOSAS APOYADAS SOBRE TRABES PREFABRICADAS (SISTEMA DE PISO).



PUENTE MANANTIALES (KM 61+800)
SUBESTRUCTURA BASADO EN PILAS RECTANGULARES DE CONCRETO REFORZADO Y TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO TIPO "I"; SUPERESTRUCTURA LOSAS APOYADAS SOBRE TRABES PREFABRICADAS (SISTEMA DE PISO).



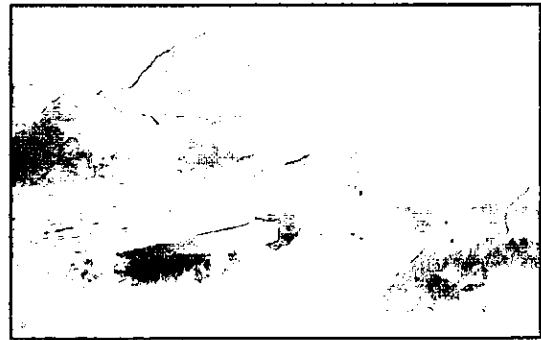
PUENTE SALSIPUEDES (KM 72+700)
SUBESTRUCTURA BASADO EN MARCOS RECTANGULARES DE CONCRETO REFORZADO Y TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO TIPO "I"; SUPERESTRUCTURA LOSAS APOYADAS SOBRE TRABES PREFABRICADAS (SISTEMA DE PISO).



PUENTE EL NOGAL (KM 73+200)
SUBESTRUCTURA BASADO EN PILAS RECTANGULARES DE CONCRETO REFORZADO Y TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO TIPO "I"; SUPERESTRUCTURA LOSAS APOYADAS SOBRE TRABES PREFABRICADAS (SISTEMA DE PISO).



PUENTE EL PLATANAR (CURVO, KM 72+700)
 SUBESTRUCTURA BASADO EN MARCOS RECTANGULARES DE CONCRETO REFORZADO Y VIGAS ESTRUCTURA ESPACIAL TRIDIMENSIONAL METÁLICA; SUPERESTRUCTURA LOSAS APOYADAS SOBRE TRABES PREFABRICADAS (SISTEMA DE PISO).



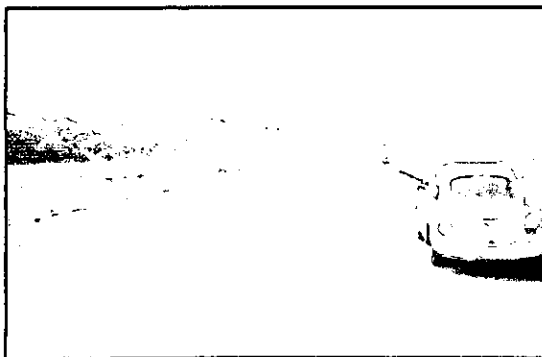
PUENTE FERROCARRIL PACÍFICO (CURVO, KM 85+200)
 SUBESTRUCTURA BASADO EN MARCOS RECTANGULARES DE CONCRETO REFORZADO Y TRABES DE CONCRETO PRESFORZADO TIPO "I"; SUPERESTRUCTURA LOSAS APOYADAS SOBRE TRABES PREFABRICADAS (SISTEMA DE PISO).



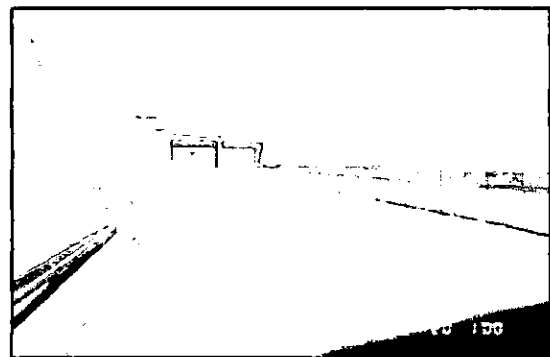
PUENTE VIADUCTO EL NAYAR (KM 100+700)
 SUBESTRUCTURA REALIZADA BASADO EN MARCOS RECTANGULARES DE CONCRETO REFORZADO Y VIGAS METÁLICAS; SUPERESTRUCTURA LOSAS APOYADAS SOBRE VIGAS DE ACERO (SISTEMA DE PISO).



ACCESOS, ENTRONQUES O SALIDAS QUE SE TIENEN EN LA AUTOPISTA



ENTRONQUE A MAGDALENA JAL. (KM 46+000)



ENTRONQUE A IXTLAN DEL RIO NAY. (KM 97+100)

Dentro del resto de los entronques que se tiene en la autopista son:

- Ramal a Tequila Jal. Km 34+600
- Entronque a Jala Nay. Km 108+000
- Ramal a Chapalilla y Puerto Vallarta Km 139+000
- Entronque a Sta. María del Oro Nay. Km 145 +145

Cabe hacer mencionar que los pasos superiores e inferiores ya sea el caso (vehiculares, ganaderos, ferrocarrileros) su estructura es básicamente la misma, solo que en estos varían de pilas rectangulares a circulares, prácticamente la mayoría en la zona de los terraplenes están protegidos mediante sus conos de derrame.

El estado en general en el que se encuentran todos los Puentes y Pasos Superiores e Inferiores son buenos; sin embargo, a todos sin excepción se les tiene que dar mantenimiento, el cual consiste en la limpieza de sus drenajes, limpieza de los parapetos metálicos a base de carda mecánica (para evitar su oxidamiento) y aplicación de pintura de estos mismos, los que lo necesiten, ya sea el caso será de calafateo y sellado de juntas, la revisión de los apoyos de neopreno, la soldadura de las estructuras metálicas, la cimentación principalmente las que se encuentran sobre algún cauce para ver si no se ha presentado socavación en esta.

CAPÍTULO V

SUPERVISIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

V.1 GENERALIDADES DE LA SUPERVISIÓN

A. OBJETIVOS

1. Atender los diferentes requerimientos de la empresa operativa, referentes entre otros, a caídos, semovientes, señalización, etc., mediante procedimientos que señale el cliente, manteniendo comunicación constante con la empresa operativa.
2. Atender cualquier necesidad que se presente en la carretera mediante recorridos diarios e informar de su estado y ejecución inmediata de las obras de conservación menor (rutinaria).
3. Verificación y control de las obras de drenaje, estructuras, superficie de rodamiento, taludes, terraplenes, etc.,.
4. Elaboración de los presupuestos anuales de conservación menor y mayor de acuerdo a las especificaciones diarias y a la propia experiencia, con análisis de precio unitario, volúmenes, conceptos, estudios, etc.

B. ACTIVIDADES

Para el logro de los objetivos planeados, se realizarán las siguientes actividades de supervisión:

1. Se atenderán con la mayor prontitud los informes de la empresa operativa, auxiliándose de las cuadrillas de mantenimiento que se contraten para tal efecto, cuya misión será entre otros aspectos, la atención de acontecimientos emergentes que sucedan en la superficie de rodamiento, tales como: retiro de animales, derrumbes, caídos, señalamiento preventivo en accidentes, etc.
2. Se efectuarán las siguientes actividades de reparación del cercado y supervisión de los trabajos correspondientes.
 - a. Inspección del derecho de vía, detección de necesidades de reparación del cercado y supervisión de los trabajos correspondientes.
 - b. Retiro oportuno de caídos eventuales y semovientes.
 - c. Limpieza de cunetas, contracunetas y lavaderos.
 - d. Desazolves de alcantarillas y otras estructuras y dispositivos hidráulicos.
 - e. Bacheos y calafateos.
 - f. Deshierbe de acotamientos y estructuras, así como para permitir una buena visión del señalamiento preventivo e informativo.
 - g. Reposición y retoque de señalamiento de pintura.
 - h. Jardinería en casetas u otros lugares que brinden un mejor ambiente para el usuario.
 - i. Renivelaciones aisladas.

C. OTRAS ACTIVIDADES

Adicionalmente a lo anterior, se efectuarán las siguientes actividades:

1. Verificación y seguimiento de obras de drenaje, mediante la elaboración de inventarios e inspección directa.
2. Control de estructuras.
3. Recabar información que permita elaborar el presupuesto de conservación mayor y menor que cubra las necesidades de la autopista, para lo cual se realizarán los análisis de precios unitarios, las mediciones y los estudios que sean necesarios.
4. Detección de accesos no controlados en la carretera, así como las labores pertinentes para lograr su clausura definitiva.
5. Detección y reportes a la empresa fiduciaria y operativa de los accidentes automovilísticos o de otra índole que ocurra y avisar con mayor oportunidad posible a los encargados de las cuadrillas contratadas por el fiduciario.
6. Reporte a la empresa fiduciaria y operativa de derrumbes y otros daños visibles que se pudieran presentar en cortes de la autopista.
7. Reporte al cliente de situaciones que a su juicio deban ser conocidas sobre los terraplenes.
8. Reporte a la empresa fiduciaria sobre el estado de la carpeta asfáltica, lavaderos, etc., particularmente cuando se detecten degradaciones u otros factores que afecten su funcionamiento.

Para todo lo anterior, se presentará mensualmente la información del avance de las obras y el reporte de hechos ocurridos en la autopista, utilizando los formatos establecidos, sin que ello impida la elaboración de reportes u otro tipo de formatos que convengan el área técnica de la empresa fiduciaria.

Para el cumplimiento de estas actividades, se integra en la propuesta económica del pago de los pasos por casetas de peaje que se requieran.

D. REPORTES

A fin de mantener debidamente informado a la empresa fiduciaria sobre el estado de la autopista, así como de los hechos de relevancia que afecten su buen funcionamiento, la SUPERVISIÓN efectuará reportes diarios y mensuales:

1. REPORTES DIARIOS

- 1.1 Estado de la autopista por Km o subtramos.
- 1.2 Actividades relacionadas con el cliente (en este caso CAPUFE).
- 1.3 Trabajos realizados por las cuadrillas.
- 1.4 Accidentes u otros hechos no previsibles que hayan ocurrido.

2. REPORTES MENSUALES

- 2.1 Estado de las obras de drenaje.
- 2.2 Inspección del derecho de vía.
- 2.3 Azolves y en su caso, desazolves de alcantarillas y otros dispositivos hidráulicos.
- 2.4 Control del estado de las estructuras.
- 2.5 Entradas y pasos clandestinos u otras afectaciones del derecho de vía que afecten la operación óptima de la autopista.
- 2.6 Otras tareas que le sean encomendadas a la supervisora.

V.2 SUPERVISIÓN DE LA AUTOPISTA

A. OBJETIVO

Que las obras que sean ejecutadas por las contratistas se realicen en tiempo y forma conforme al contrato, calendario de obras, programa, especificaciones, volúmenes y demás compromisos pactados.

B. ACTIVIDADES

En lo que se refiere a los trabajos contratados por la empresa fiduciaria (BANOBRAS) para la conservación menor y mayor, la SUPERVISIÓN efectuara las siguientes acciones:

1. Comprobación de la fecha de inicio contractual y la fecha de inicio real.
2. Abrir y llevar la bitácora de obra
3. Comprobación de que los recursos humanos se utilicen de manera adecuada y en apego a lo ofrecido por el contratista en los análisis y rendimientos tomados como base para su contratación.
4. Verificación de que el material que utiliza el contratista, cumpla con la calidad solicitada por las especificaciones, mediante los muestreos aleatorios que procedan.
5. Solucionar o proponer su solución cuando no este a su alcance, de los problemas que ocurran durante el desarrollo de los trabajos que puedan influir en el cumplimiento del programa, tales como:
 - Entrega de planos
 - Modificaciones al proyecto
 - Dificultades para obtener los materiales
 - Certificación de las condiciones climáticas
 - Tenencia de la tierra
 - Dificultades con los sindicatos
 - Otras situaciones no previstas
6. Verificar que la contratista instale las señales preventivas e informativas necesarias para la ejecución de las obras, de acuerdo con el manual de dispositivos para el control en calles y carreteras de la SCT.

7. Inspeccionar que la obra ejecutada haya cumplido con los trabajos encomendados y que estuvieron considerados en el programa.
8. Verificar la necesidad para realizar volúmenes excedentes de conceptos programados, para obtener antes de iniciar los trabajos la autorización del fiduciario.
9. Verificar la necesidad para realizar obra extraordinaria, a fin de obtener antes de iniciar los trabajos, la autorización del fiduciario.
10. Identificar la situación que deben guardar los programas, considerando entre otros aspectos los siguientes:
 - Actividades atrasadas
 - Actividades dentro del programa
 - Actividades adelantadas
11. Llevar a cabo la comparación de lo realizado con lo que deba realizarse y en caso de que haya demoras imputables al contratista o trabajos fuera de programa, evaluar dicha acción a fin de aplicar las acciones o sanciones procedentes.
12. Realizar el informe de avance quincenal, a fin de comprobar si se cumplió con el programa preestablecido.
13. Asistir a juntas de trabajo, de Subcomité o de Comité, que se programen durante el período de ejecución de las obras.

C. REPORTE

La SUPERVISIÓN entregará a la empresa fiduciaria al menos un informe mensual de las actividades, sobre el avance de las obras, comprendiendo entre otros aspectos relevantes lo siguiente:

- Gráficas de avance de obra
- Gráficas comparativas de avance
- Gráficas de avance financiero
- Concentrado de estimaciones
- Reporte de fuerza de trabajo de la contratista, incluyendo al personal y al equipo
- Informe del control de calidad de los materiales utilizados
- Resumen de las notas de Bitácora más importantes
- Reporte fotográfico
- Comentarios y conclusiones

A continuación se muestran algunos de los formatos empleados en la supervisión de la autopista Guadalajara – Tepic.

FORMATO DE GRÁFICAS DE AVANCE DE OBRA

OBRA: FABRICACION Y COLOCACION DE MEZCLA ASFALTICA DE LA AUTOPISTA GUADALAJARA - TEPIC.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

LOCALIZACION: AUTOPISTA GUADALAJARA - TEPIC.

CONTRATISTA: ASFALTOS GUADALAJARA SA DE CV.

CONCENTRADO DE AVANCE DE OBRA POR CONCEPTO

Clave	CONCEPTO Descripción del Concepto	Unidad	PRESUPUESTO			ESTIMADO AL 30 DE NOV. 99		FALTANTE POR EJECUTAR		
			VOLUMEN	P. UNITARIO	IMPORTE	VOLUMEN	IMPORTE	VOLUMEN	IMPORTE	
1	RENVELACION									
001	RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA RR-2K/A RAZON DE 0.5 Lit/m ²	MB	5,865.00	1.82	10,674.30	5,865.00	10,674.30	0.00	0.00	
002	MEZCLA ASFALTICA PARA RENVELACION ELABORADA EN CALIENTE CON CEMENTO ASFALTICO AC-20 EN UN ESPESOR VARIABLE COMPACTADA AL 98% DE SU P.V.M. MARSHALL INCLUYE SUMINISTRO DE MATERIALES PETRECO TAMAÑO MAXIMO DE 3/4" Y ACARREOS (P.U.O.T.).	LTS	355.40	659.97	234,553.34	355.40	234,553.34	0.00	0.00	
003	SUMINISTRO DE CEMENTO ASFALTICO TIPO AC-20 PARA LA ELABORACION DE MEZCLA ASFALTICA INCLUYE SUMINISTRO, ACARREO, CALENTAMIENTO Y APLICACION (P.U.O.T.).	MB	48,912.80	1.55	72,714.84	48,912.80	72,714.84	0.00	0.00	
IMPORTES DE PARTIDA						317,942.48		317,942.48		0.00
2	BACHEO DE CALIA									
001	FRESADO DE LA CARPETA ASFALTICA EXISTENTE EN ESPESOR DE 6 cm DESPERDIJANDO EL MATERIAL PRODUCTO DEL FRESADO (P.U.O.T.).	MB	141.02	242.24	34,160.68	0.00	0.00	141.02	34,160.68	
002	RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA RR-2K/A RAZON DE 0.5 Lit/m ² , INCLUYE LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE, SUMINISTRO, FLETE Y APLICACION (P.U.O.T.).	LT	705.10	2.12	1,494.81	0.00	0.00	705.10	1,494.81	
003	MEZCLA ASFALTICA PARA BACHEO ELABORADA EN CALIENTE CON CEMENTO ASFALTICO AC-20 EN UN ESPESOR DE DIEZ (10) cm COMPACTADA AL 98% DE SU P.V.M. MARSHALL, INCLUYE SUMINISTRO DE MATERIALES PETRECO TAMAÑO 3/4" Y ACARREOS (P.U.O.T.).	MB	141.02	500.44	70,572.05	0.00	0.00	141.02	70,572.05	
004	SUMINISTRO DE CEMENTO ASFALTICO TIPO AC-20 PARA LA ELABORACION DE MEZCLA ASFALTICA INCLUYE SUMINISTRO, ACARREO, CALENTAMIENTO Y APLICACION (P.U.O.T.).	KG	18,615.00	1.80	33,507.00	0.00	0.00	18,615.00	33,507.00	
IMPORTES DE PARTIDA						139,734.55		0.00		139,734.55
3	RENVELACIONES ASFALTICAS									
001	RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA RR-2K/A RAZON DE 0.5 Lit/m ² , INCLUYE LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE, SUMINISTRO, FLETE Y APLICACION (P.U.O.T.), DESPERDICIOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y EQUIPO PARA TENDIDO Y COMPACTACION (P.U.O.T.).	LT	10,275.95	2.12	21,785.01	0.00	0.00	10,275.95	21,785.01	
002	MEZCLA ASFALTICA PARA RENVELACION ELABORADA EN CALIENTE CON CEMENTO ASFALTICO AC-20 EN UN ESPESOR DE DIEZ (10) cm COMPACTADA AL 98% DE SU P.V.M. MARSHALL INCLUYE SUMINISTRO, DE MATERIALES PETRECO TAMAÑO MAXIMO 3/4" Y ACARREOS (P.U.O.T.).	MB	822.08	500.44	411,401.72	0.00	0.00	822.08	411,401.72	
003	SUMINISTRO DE CEMENTO ASFALTICO TIPO AC-20 PARA LA ELABORACION DE MEZCLA ASFALTICA INCLUYE SUMINISTRO, ACARREO, CALENTAMIENTO Y APLICACION (P.U.O.T.).	KG	108,514.00	1.80	195,325.20	0.00	0.00	108,514.00	195,325.20	

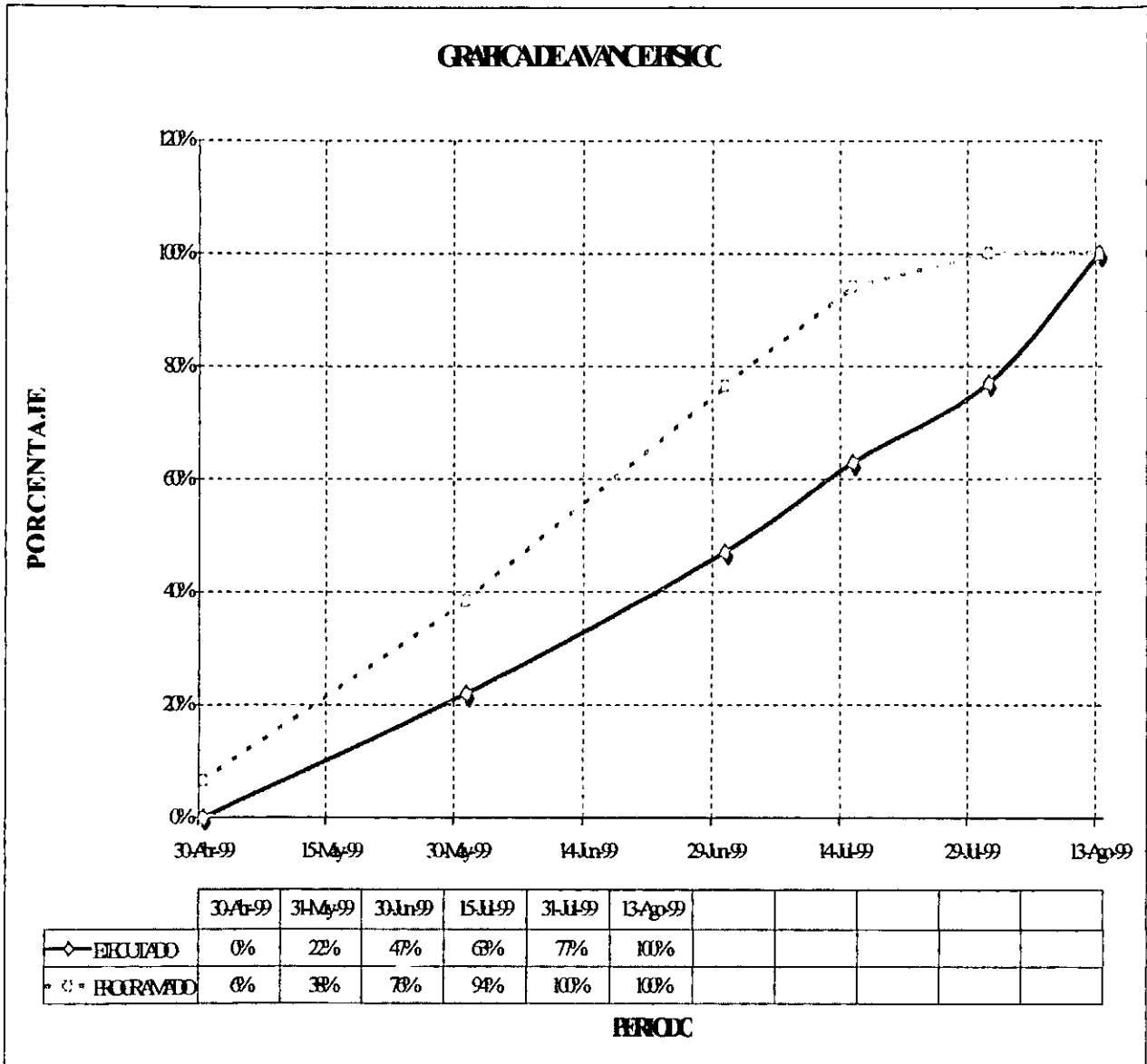
FORMATO DE GRÁFICA COMPARATIVA DE AVANCE FÍSICO

LOCALIZACIÓN: AURKESIA GUADALAJARA-TEPEC

CONTRATISTA: ASFALTOS GUADALAJARA SA CV

OBRA: FABRICACION Y COLOCACION DE MEZCLA ASFALTICA
DE LA AURKESIA GUADALAJARA-TEPEC

FECHA DE CORTE: 30 DE NOVIEMBRE DE 1999



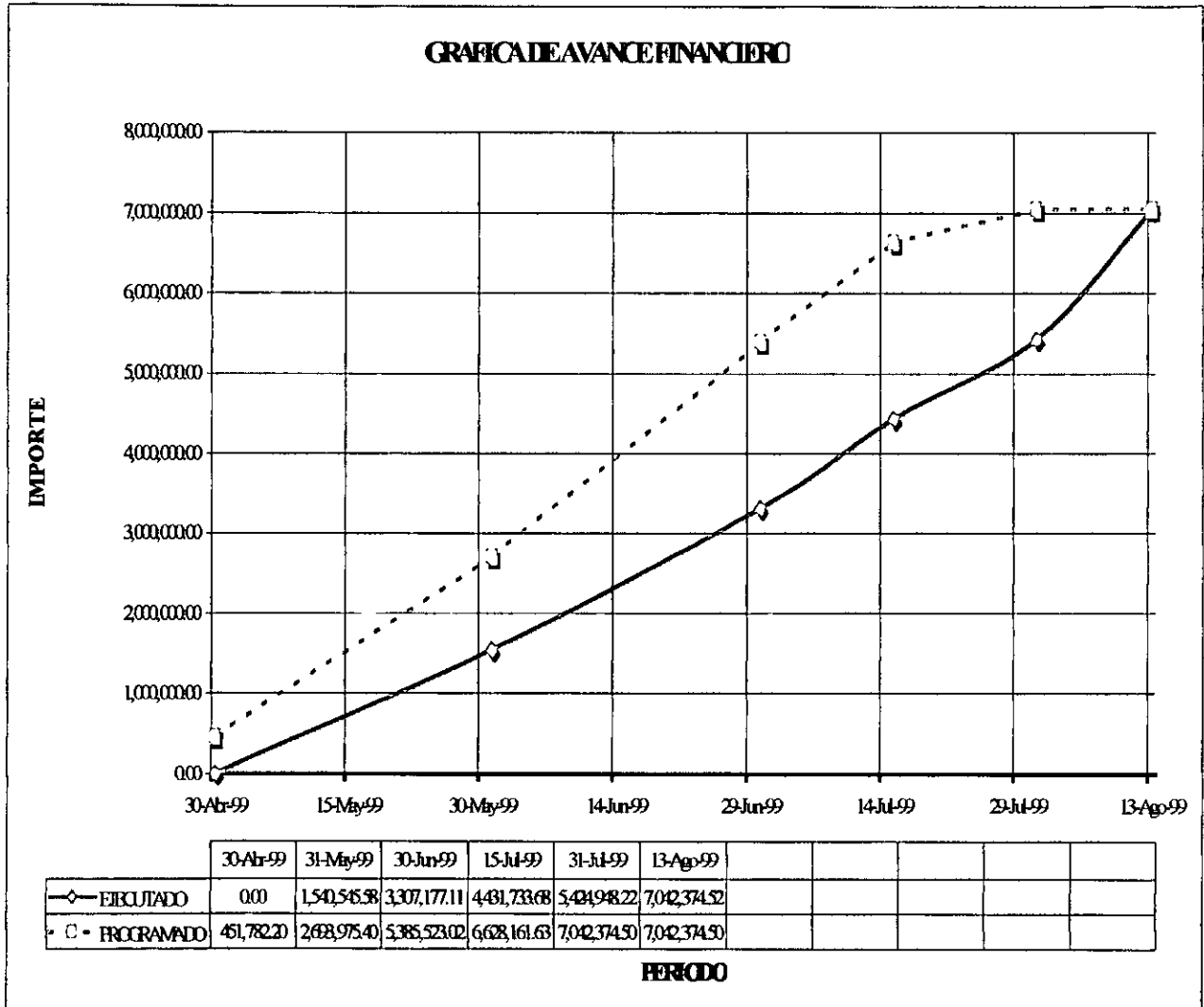
FORMATO DE GRÁFICA DE AVANCE FINANCIERO

LOCALIZACION: AUTOPISTA GUADALAJARA-TEPEC

CONTRATISTA: ASFALTOS GUADALAJARASA DE CV.

OBRA: FABRICACION Y COLOCACION DE MEZCLA ASFALTICA
DE LA AUTOPISTA GUADALAJARA-TEPEC

FECHA DE CORTE: 30 DE NOVIEMBRE DE 1999



FORMATO DE INFORME DEL CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

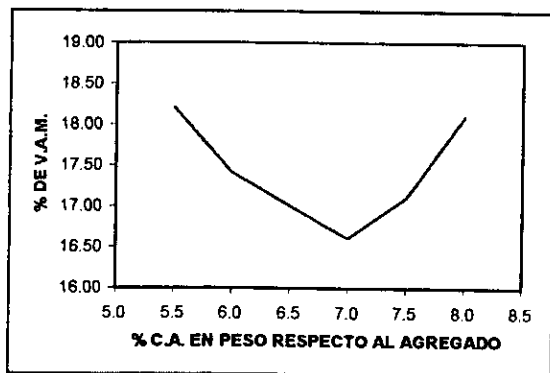
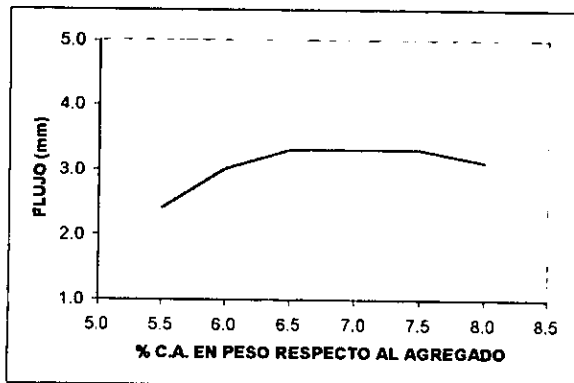
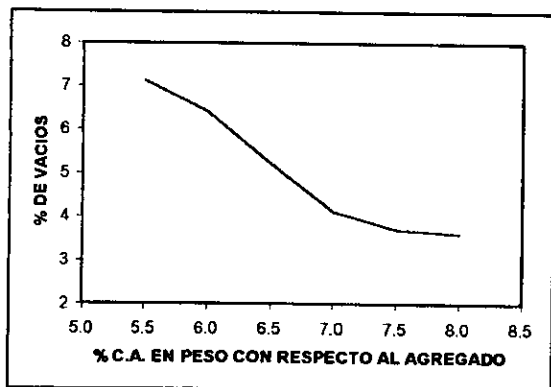
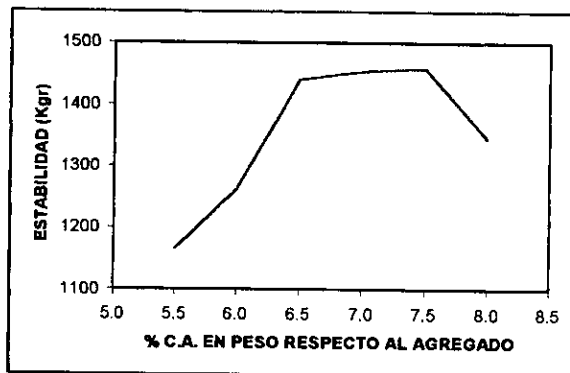
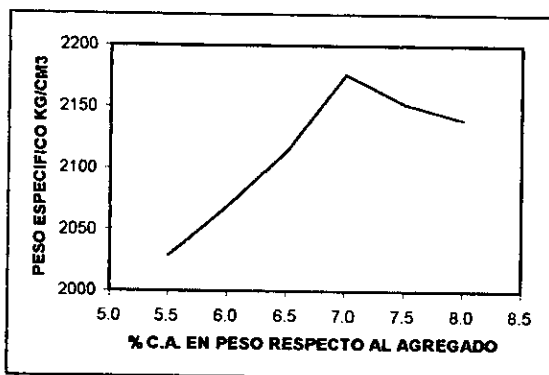
SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN MAYOR EN LA AUTOPISTA:
GUADALAJARA A TEPIC

TRAMO: ZONA DE LAS MAGDALENAS

PRUEBA MARSHALL

MATERIAL: PARA RENIVELACION
 ENSAYE NUM: 98-11
 ENVIADA POR: _____
 PROCEDENCIA: TOMADA DEL CAMION

MUESTRA Nº _____
 EXPEDIENTE: _____
 FECHA DE RECIBO: 7-Ene-00
 FECHA DE INFORME: 14-Ene-00



CARACTERISTICAS	DATOS OBTENIDOS	ESPECIFICACIONES
CONT. OPTIMO DE C.A. (%)	7.1	
PESO ESPECIFICO (kg/cm3)	2150	
VACIOS (%)	4.2	3 a 5
V.A.M. (%)	16.6	14 min
ESTABILIDAD	1458	800 min
FLUJO (mm)	3.3	2 a 4
ESPECIMEN COMPACTADO CON <u>75</u> GOLPES DEL PISON POR CARA A LA TEMPERATURA DE <u>140 °C</u>		

EL LABORATORISTA

EL JEFE DE LABORATORIO

Vo.Bo.

D. ACCIONES PARA LA ELABORACIÓN DE ESTIMACIONES

Para la correcta estimación de los trabajos ejecutados por las contratistas, la SUPERVISIÓN efectuará entre otras, las siguientes acciones:

1. Revisión de los avances de obra realizados, elaboración de los números generadores e integración de la estimación.
2. Verificación de que las cantidades de obra consignadas en las estimaciones correspondan a las de concurso y en caso de encontrar diferencias a la alza, explicar su causa y en su caso su procedencia.
3. Comprobación de que los precios unitarios aplicados en la formulación de las estimaciones, sean los autorizados.
4. Se cerciorará de que el monto total de las estimaciones no sobrepase al importe contratado.
5. Se asegurará que en las facturas que amparen el cobro de las estimaciones, se realicen los descuentos de ley y la amortización del anticipo en el contrato.
6. Comprobación de que la ejecución de los trabajos se realizó de acuerdo con las especificaciones y pruebas de laboratorio con base en la inspección ocular.
7. Verificación de que la periodicidad en cuanto a la presentación de las estimaciones, se ajuste a los calendarios autorizados.
8. Comprobación y recomendación, en caso de haberse concluido el plazo de terminación de la obra, de las sanciones y penas que estipula el contrato.

E. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON CONVENIOS

La SUPERVISIÓN enviará al cliente los comentarios correspondientes y las solicitudes presentadas por el contratista en cuanto a:

1. Ampliación del plazo de ejecución y entrega de las obras
2. Volúmenes excedentes del contrato original

Lo anterior, a fin de que en caso de proceder, esa institución cuente con los elementos necesarios para su presentación al Comité o Subcomité Técnico.

Cuando se trate de solicitudes para ampliación en el plazo de entrega de la obra, se verificara que las causas no sean imputables al contratista.

F. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LOS ANTICIPOS

La SUPERVISIÓN realizará las actividades siguientes relacionadas con la correcta amortización del anticipo:

- Verificar que se efectúe la amortización del anticipo en cada una de las estimaciones
- Se asegurara que al final del ejercicio la contratista amortice el total del anticipo.

- En caso de que la contratista no amortice el anticipo en el periodo señalado, se apoyara al cliente o a quien se designe, para exigir la devolución por cualquier medio legal.

ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL ACTA DE ENTREGA DE RECEPCIÓN

Al concluir la obra o en caso de que se de una suspensión anticipada de los trabajos por parte de la fiduciaria, la SUPERVISIÓN efectuara las siguientes actividades:

- Realizara la recepción de la obra.
- Elaborará una memoria descriptiva de la obra.
- Preparará el inventario de los materiales y equipos de instalaciones permanentes e instalados.

V.3 SUPERVISIÓN DE OBRAS ESPECIALES REQUERIDAS PARA LA OPERACIÓN DE LA AUTOPISTA

La SUPERVISIÓN efectuará las labores de supervisar las obras especiales que se requieran para la optima operación de la autopista, incluyendo los reportes que considere necesarios para que la empresa fiduciaria se mantenga bien informada sobre su desarrollo.

Entre dichas obras se puede mencionar las de conservación de puentes de estructura espacial, tales como trabajos de pintura y otros.

El compromiso de la SUPERVISIÓN es el de responder con oportunidad a todas las necesidades de información y dar el apoyo que se requiera para la correcta elaboración y desempeño de las obras que la fiduciaria contrate; adicionales a las relativas de la conservación mayor y menor de la autopista.

METODOLOGÍA

Para el eficaz desempeño de los trabajos de LA SUPERVISIÓN, se propone una metodología similar a la utilizada en la mayoría de obras públicas relacionadas con carreteras, pero con mayor dinámica puesto que es de esperarse mayor fluidez en el flujo de recursos financieros por los trabajos que vaya concluyendo la contratista.

De manera general y de ninguna forma limitativa, se señalan los siguientes puntos a convenir con el cliente según su propia experiencia y las características particulares que se vayan presentando en el desarrollo de sus proyectos:

- A. La SUPERVISIÓN recopilará en campo toda la información que considere conveniente para la marcha adecuada de las labores de supervisión.
- B. La información recopilada será procesada en equipo de computo de la supervisora preferentemente en las oficinas de campo, con el soporte informático necesario; tanto en equipo como software sin que ello impida el apoyo en todo momento de las oficinas en la ciudad de México.
- C. La información procesada, alimentará de manera sistemática los reportes convenidos que se deberán entregar a la fiduciaria, así como a los diferentes controles de obra que sean acordados y de comprobación de generadores de estimaciones, a fin de que entre otros

aspectos, al concurrir la contratista a las oficinas de la supervisora para conciliación de las estimaciones en las fechas determinadas, se cuente con todos los elementos necesarios.

- D. La totalidad de la información procesada estará disponible para el cliente en todo momento, pues en la propuesta económica sería posible interconectar a la fiduciaria con las oficinas de la SUPERVISIÓN en el sitio de proyecto y en sus oficinas de la Cd. de México, sin que ello represente costo para el cliente.
- E. Para una adecuada labor de supervisión, es conveniente que la contratista corrobore con la supervisora los trabajos que pretenda llevar a cabo y su ubicación, de acuerdo con el programa establecido, al menos una semana antes notificando asimismo, las modificaciones que pretenda efectuar con suficiente anticipación.
- F. En los libros de bitácora respectivos se asentarán todos los datos que normalmente se contemplan para este tipo de obras, tales como: nombre de los responsables por parte de la contratista y de supervisión; las modificaciones que se presenten, los trabajos a ejecutar no contemplados en el contrato, los comentarios u observaciones de ambas partes o de la fiduciaria, etc. Lo anterior no limita la posibilidad de efectuar otro tipo de comunicaciones directas, tales como oficios, memorándums u otros elementos que se consideren apropiados para el efectivo desarrollo de las obras.
- G. Se buscará que la comunicación entre el cliente, la empresa operativa, la contratista y la SUPERVISIÓN, se efectúe de manera expedita. Por ello, la supervisora dispondrá de equipo de comunicación disponible las 24 horas del día.
- H. Como se menciona anteriormente, la determinación de volúmenes, los controles de calidad y demás elementos de supervisión se apegarán en lo posible a las especificaciones que sobre el particular ha dispuesto la SCT, que en todos los casos regirán las normas para construcción e instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; las Normas y procedimientos de Conservación y reconstrucción de carreteras (complemento de las especificaciones generales), y El manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).

En especial el de alcantarillas falladas regirán las especificaciones generales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) y las normas para la construcción e instalaciones, de la misma secretaría libro: 3, parte 01, título 02 (estructuras y obras de drenaje) capítulo 3.01.02.027 (concreto hidráulico); capítulo 3.01.02.030 (alcantarillas de lámina corrugada de acero) y capítulo 3.01.02.045 (acarreo para estructuras y obras de drenaje), manual de dispositivo para el control de tránsito; en calles y carreteras, capítulo VI (dispositivos para protección de obra). Así como las instrucciones giradas por la fiduciaria.

ACTIVIDADES DE LA SUPERVISIÓN.

Las actividades de la supervisión consisten en reportes de avances físico y financiero de las diferentes empresas que se encuentren laborando en el tramo en estudio.

Las actividades consisten en los siguientes conceptos:

1. CAPTURA DE INFORMACIÓN EN SISTEMA COMPUTARIZADO

Sé debe integrar en sistemas computarizados la información correspondiente a las actividades de la supervisión las cuales consisten en conocer y supervisar el: estado actual de terracerías, obras de drenaje, pavimentos, obras complementarias, señalamiento y puentes, durante los meses que

duren los trabajos de las empresas, los cuales incluyen larguillos, cuadros, gráficas físico y financiero y el reporte fotográfico de lo más relevante todos estos trabajos realizados por las diferentes empresas.

2. CONTROL DE PROYECTOS

Se debe mantener una atención permanente del desarrollo de los diversos tramos que componen el proyecto del tramo carretero en estudio, es decir se deberá llevar un control de los contratos, alcances y montos de estos, se pondrá un gran énfasis en las propuestas señaladas por la empresa operativa, como pueden ser reprogramaciones de los contratos, aumento de metas, etc.

3. CONTROL DE PRESUPUESTO DE OBRA Y PRECIOS UNITARIOS.

Con base en los tramos marcados y señalados por el cliente (CAPUFE), se deberán establecer los controles necesarios que permitan en forma rápida y confiable conocer los avances físicos y financieros de las diferentes empresas que se encuentren laborando en el tramo en estudio.

4. CONTROL DE PROGRAMAS DE OBRA.

Este inciso se refiere a las reprogramaciones que pueden sufrir las empresas por atraso de obra los cuales pueden deberse a:

- Falta de suministro de los materiales requeridos para la elaboración de mezclas o materiales necesarios para estas.
- Condiciones meteorológicas extremas.
- Falta de los pagos oportunos en los anticipos de obra.
- Falta de personal o maquinaria.

5. CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN

Se deberá cuidar que las empresas que se encuentren laborando en la autopista tengan las medidas de seguridad que marcan las normas y que sus señalamientos tanto preventivos como normativos cumplan con las especificaciones requeridas por el cliente (CAPUFE), norma EC-4, EC-5 y EC-6.

Se debe de llevar a cabo un control de calidad de los diversos materiales usados en la obra, para lo cual se deberá contar con un laboratorio ya sea propio o externo para realizar dichas pruebas.

6. CONTROL DE ESTIMACIONES

La supervisión deberá ejecutar el control de estimaciones en la ultima semana de cada mes, conciliando cada supervisor de tramo con los avances físicos registrados por los residentes de obra, revisando la documentación de las estimaciones así como, sus generadores, verificando que tanto las cantidades como las operaciones sean las correctas, también se verificará que no exista duplicidad de pagos y la correcta aplicación de sanciones, en su caso.

7. APERTURA Y CIERRE DE OBRA

Se deberá establecer contacto con la Subdelegación regional del cliente (CAPUFE) de la zona en la cual se este laborando, con el fin de recibir toda la información correspondiente a las diversas obras que se deberán supervisar.

A la apertura de una obra la supervisión deberá presentarse con cada uno de los contratistas informándoles del trabajo que se realizará, en cuanto a supervisión, los cuales deberán estar asentados en notas de bitácora.

Al cierre de una obra se deberán realizar finiquitos de esta y se procederá a realizar el cierre de trabajos y de bitácora.

8. CANALES DE COMUNICACIÓN

Se deberán llevar bitácoras para reportar los avances o problemas que surjan durante la realización de la obra.

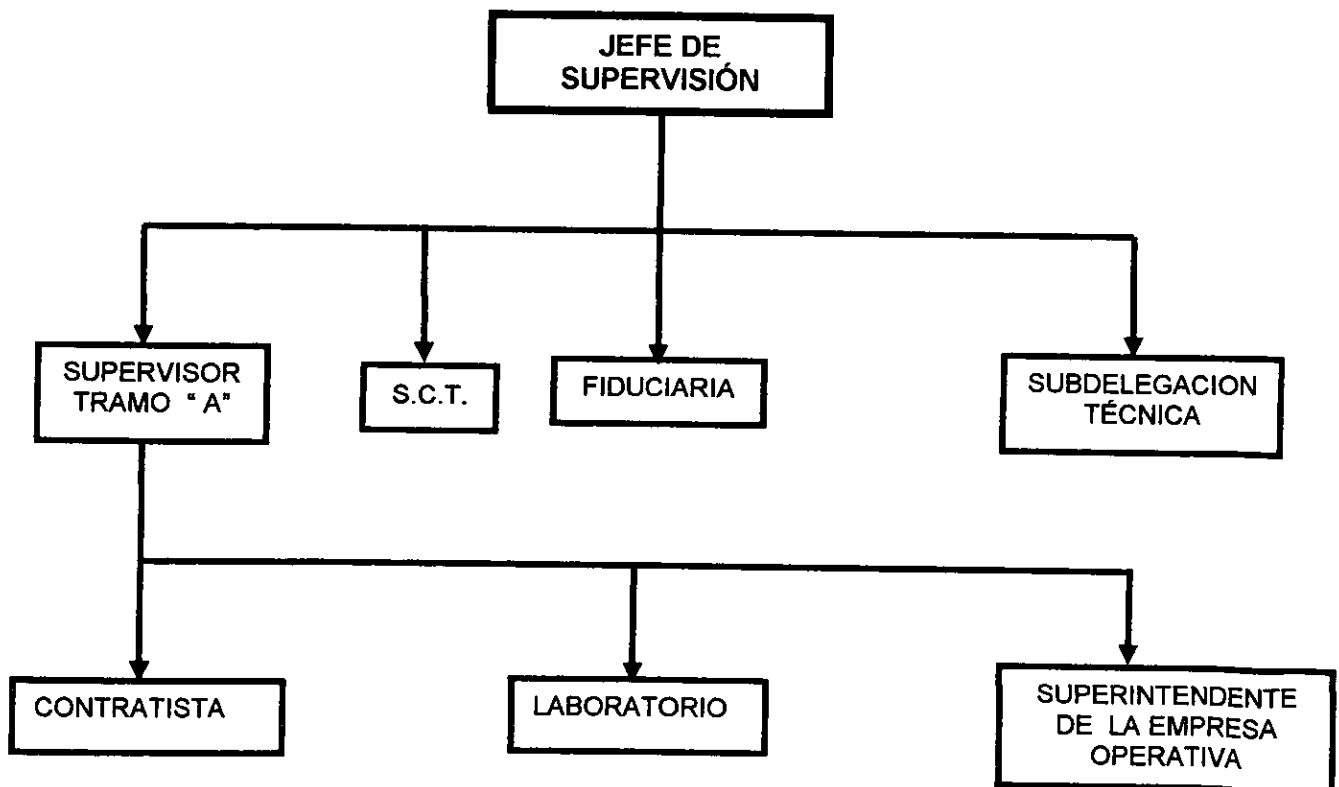
En el caso del cliente (CAPUFE) se deberán girar oficios para asentar la información que se considere importante para el organismo.

9. IMPACTO AMBIENTAL

En relación con esta actividad se le solicitará a las diversas empresas que se encuentren laborando en el tramo en estudio, que sus áreas de trabajo deberán mantenerse limpias y libres de desechos industriales y orgánicos durante y después de sus actividades.

V.4 RESUMEN DE ACTIVIDADES

La SUPERVISION para la correcta ejecución de los trabajos anteriormente mencionados, así como las relaciones y los lazos de comunicación con las diferentes dependencias; quedara integrada como se muestra en el flujoograma siguiente:



Donde las actividades principales de acuerdo al flujograma son las siguientes:

En la Supervisión se tendrá un JEFE DE SUPERVISIÓN, el cual traerá además de el uno o varios supervisores de tramo, que se encargarán de supervisar la correcta ejecución de los trabajos de mantenimiento y conservación de la autopista, ejecutados por las contratistas que lo estén realizando.

El Supervisor de Tramo se encargara de revisar los trabajos de la contratista, por ejemplo:

- **Sustitución de alcantarillas falladas.**- El fin que se persigue en este trabajo es el de reparar los problemas que se tienen en las alcantarillas debido a las filtraciones que existen, por consiguiente se reviso que el encamisado que se coloco fuese el marcado en el proyecto, el cual nos indica que la alcantarilla estará formada por secciones de lamina acanalada, armadas y unidas entre sí, con pernos galvanizados de gancho y ojo de diámetro mm. Los tubos se colocaron de manera que, los traslapes queden hacia aguas arriba, para evitar posibles filtraciones y obstrucciones al flujo de agua. Para la inyección del concreto se reviso que el concreto que era traído de la planta contara con las especificaciones marcadas como: su f_c fuera de 150 kg/cm^2 , su tamaño máximo de agregado fuera de 19 mm, que el concreto no tuviera mas de una hora de haber salido de la planta y en la colocación del concreto se tuviera el cuidado necesario para evitar una segregación en el concreto dado que se tenía un desnivel muy grande. Y sobre todo que las especificaciones sean las marcadas por la S.C.T, que se mencionan en el Capítulo II.

También se encargara de cotejar números generadores con los representantes o Residentes de las contratistas, para el pago correspondiente de sus estimaciones. Todas estas actividades se llevaran a cabo en conjunto o por separado para posteriormente ser cotejadas y revisadas por el Superintendente y la gente de la empresa operativa, tanto en el campo, como en las oficinas de la Supervisión, de la empresa operativa o la Subdelegación Técnica.

Así como también se tendrá un estricto control en la calidad de los materiales, que estos cumplan con las Normas y Especificaciones marcadas que se mencionan en el Capítulo II, para esto se tendrá un laboratorio por parte de la empresa supervisora y las pruebas realizadas por este deberán ser próximas o prácticamente iguales a las realizadas por el laboratorio de la contratista y la empresa operativa. En caso de no cumplir algunas de las Normas o Especificaciones se tendrá que realizar nuevamente el trabajo quitando y desechando los materiales que no cumplan con las especificaciones.

El Jefe de Supervisión, a su vez tendrá lazos de comunicación con la S.C.T; con la empresa fiduciaria (BANOBRAS), a la cual se le estará informando mensualmente o semanalmente de los trabajos realizados por las contratistas, así como del estado actual en que se encuentra la autopista y todas las obras que comprenden a esta como son: las obras de drenaje, puentes, zona de cortes, terraplenes, etc. y con la Subdelegación Técnica donde se encargara de revisar y acordar todos los trabajos realizados en conjunto (Supervisión – CAPUFE) por las contratistas, así como de las nuevas obras a realizar y de la programación de las obras de conservación mayor y menor próximas a realizarse.

En los reportes que se entregarán a la empresa fiduciaria se anexaran de forma simplificada un conjunto de cuadros resúmenes de las actividades en general llevadas a cabo por la empresa supervisora, los cuales se anexarán en el reporte mensual de todas las actividades; así como del o de los supervisores de tramo que se encuentren laborando en la autopista. Para el caso de los reportes de actividades de supervisor o supervisores de tramo, se realizarán por cada semana del mes en curso, anotando las actividades realizadas de esta. Esto es para llevar el control de la Supervisión de cada uno de los supervisores de tramo que se tengan. Dichos cuadros resúmenes

serán de la forma mas explicita y sencilla que se pueda realizar, como en el ejemplo del resumen de actividades de la Autopista Guadalajara – Tepic y de las actividades llevadas a cabo por el o los supervisores de tramo que se tengan en la autopista, que se muestra a continuación:

RESUMEN DE ACTIVIDADES DE LA SUPERVISION

CONCEPTO	ACTIVIDADES REALIZADAS
1. Captura de información en sistema computarizado.	Sé continua integrando en sistemas computarizados la información correspondiente a las actividades de la supervisión las cuales consisten en: estado actual de terracerías, obras de drenaje, pavimentos, obras complementarias, señalamiento y puentes, durante el mes de noviembre, el cual incluye cuadros, gráficos físico y financiero y el reporte fotográfico de lo más relevante todo esto de la autopista Guadalajara - Tepic.
2. Control de proyectos.	Sé registro sobre la superficie de pavimento del Km. 138+800 una grieta de aproximadamente 0.5 cm. La corresponde a uno de los tramos renivelados por la empresa SANCCO. Sé termino los trabajos de ampliación, colocación de señalamiento vertical, construcción de cuneta lateral, instalación de alcantarilla de lámina, correspondientes a la rampa de emergencia ubicada en la Caseta de Plan de Barrancas por la empresa MOVI Construcciones. Sé continuo de manera inconstante la renivelación por parte de la empresa SANCCO en la zona de las Magdalenas.
3. Control de presupuesto de obra y precios unitarios.	La supervisión lleva a cabo el control de que la contratista no rebase los montos establecidos en el contrato; así como sus precios sean los marcados en sus licitaciones.
4. Control de programas de obra.	Continua revisándose las fechas de terminación de obra según contrato de las empresas SANCCO y MOVI debido al retraso de su anticipo y los días que se suspendieron actividades por exceso de tráfico por vacacionistas.
5. Control de la construcción.	Se están revisando las pruebas de laboratorio de la mezcla asfáltica que esta utilizando SANCCO.
6. Control de estimaciones.	Esta supervisión revisando los volúmenes de obra que se autorizaron en la estimación # 2 de las empresas SANCCO y MOVI.
7. Apertura y cierre de obra.	La supervisión inicio la recopilación de todos los documentos necesarios para los finiquitos de las empresas: <ul style="list-style-type: none"> • SANCCO • MOVI CONSTRUCCIONES
8. Señalamiento.	Falta realizar la pintura de los tramos renivelados del Km 130 en adelante ambos cuerpos. Del Km. 56 + 000 AL 102+000 se termino la aplicación de las rayas lateral amarilla en un ancho de 15 cm.
9. Impacto ambiental	En relación con esta actividad se le ha solicitado a las diversas empresas que sus áreas de trabajo deberán mantenerse limpias y libres de desechos industriales y orgánicos durante y después de sus actividades.

REPORTE DE ACTIVIDADES DEL SUPERVISOR DE TRAMO

NOMBRE ING. RAÚL LÓPEZ JIMÉNEZ

CUARTO (1°) (2°) (3°)  DEL MES DE OCTUBRE DE 1999

FECHA	HORARIO	HORAS	PROYECTO (T.C.)	ACTIVIDAD
25/10/99	9:00 – 17:00	8	GDL-TEPIC	REVISIÓN DE LA COLOCACIÓN DE LA DEFENSA METALICA, LA CUAL FUE RETIRADA PARA COLOCAR EL MATERIAL CEMENTANTE PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD UBICADO EN EL Km 140+000. REVISIÓN DE LA LIMPIEZA DEL AREA DE TRABAJO DE LA CONTRATISTA RIVAS CONSTRUCCIONES.
26/10/99	9:00 – 17:00	8	GDL-TEPIC	SUPERVISIÓN DE LA CONTINUACIÓN DEL RIEGO DE SEMILLA EN EL TALUD UBICADO EN EL KM 141+000; ASI COMO EL RIEGO DE AGUA EN EL TALUD UBICADO EN EL KM 138+000, SE INFORMA QUE DEBIDO A FALLAS MECANICAS DEL CAMION-BOMBA NO SE LLEVO A CABO EL RIEGO DE AGUA EN EL TALUD ANTES MENCIONADO.
27/10/99	9:00 – 17:00	8	GDL-TEPIC	REALIZACIÓN DE LOS INFORMES DE AVANCE DE OBRA DIVERSOS TRAMOS. LEVANTAMIENTO DE LAS CONDICIONES EN LAS CUALES SE DEJARON LOS TRABAJOS DE RENIVELACION, REALIZADOS POR LA EMPRESA SANNCO
28/10/99	9:00 – 17:00	8	GDL-TEPIC	REVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE MAMPOSTERÍA UBICADO EN EL KM 100+200. SUPERVISIÓN DE LA SIEMBRA DE SEMILLA EN EL TALUD UBICADO EN EL KM 141+000
29/10/99	9:00 – 17:00	8	GDL-TEPIC	REVISIÓN Y CORRECCION DE LOS INFORMES DE AVANCE DE OBRA DIVERSOS TRAMOS. REVISIÓN DE LA LIMPIEZA DE LOS CAMPAMENTOS Y AREAS DE TRABAJO DE LA CONTRATISTA SANCCO. REVISIÓN DEL RIEGO DE AGUA EN EL TALUD DEL KM 141+000, CON EL OBJETO DE EVITAR LA EROSION, YA QUE SI NO TENDRA QUE REPARAR LAS ZONAS QUE SE LLEGUEN A EROSIONAR.
30/10/99	9:00 – 17:00	8	GDL-TEPIC	REVISIÓN DEL INFORME CORRESPONDIENTE AL MES DE OCTUBRE DIVERSOS REALIZADOS POR LAS CONTRATISTAS SANCCO, RIVAS CONSTRUCCIONES Y GR-EXPRESS. REVISIÓN DEL RIEGO EN EL TALUD UBICADO EN EL KM 141+000
	TOTAL	48		

V.5 EVALUACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

Para la evaluación del tramo en estudio se realizara contemplando la vida útil con la cual fue proyectada la autopista o camino, la cual se proyecta y construye para que este un determinado número de años en servicio. Al estar en servicio u operación el camino se va deteriorando poco a poco y va presentando diferentes condiciones de servicio a través de los años; estos deterioros pueden ser pequeños al principio, pero más adelante seguramente pueden ser más grandes lo que puede provocar que prácticamente ya no se pueda circular sobre estos.

Para conocer el estado de la sección estructural de una carretera es necesario realizarle una evaluación, para conocer los materiales con que está construido, como está construido y como se comporta. El grado en que estos conceptos son adecuados, se refleja en las condiciones de la superficie de rodamiento y por consiguiente en la capacidad de servicio de pavimento.

Para calificar un camino se utiliza el método visual, donde se toman en cuenta la cantidad de grietas que hay en la superficie de rodamiento; el número de baches, cajetes o calaveras, estado de los cuerpos de terraplén, la zona de corte en los taludes, la condición en que se encuentran las obras de drenaje, la señalización del camino y la magnitud de las deformaciones que presenta el pavimento.

Las fallas de las secciones estructurales con pavimento flexible, se pueden originar por varias razones, como son: mal diseño, mala construcción, empleo de materiales inadecuados (específicamente por consolidación o esfuerzos cortantes en las terracerías, subrasante o alguna capa del pavimento)

Dentro de los pavimentos flexibles y rígidos se presentan diversos tipos de fallas, las cuales son las siguientes:

A. PAVIMENTOS FLEXIBLES

- **FALLA DE CONSOLIDACIÓN.**- Se puede producir en una o varias capas del pavimento y se debe a deficiencias de compactación o a materiales degradables.
- **FALLA POR CORTANTE.**- Tiene su origen en la falta de cohesión y fricción interna en la subestructura, se les conoce por el bufamiento a los lados de la rodada; cuando los acotamientos no están bien contruidos o diseñados, esta falla ocurre en la rodada exterior.
- **FALLA LONGITUDINAL.**- Son grietas paralelas al eje del camino que aparecen a poca distancia del borde del pavimento y que suelen acompañarse con ramificaciones transversales hacia los acotamientos; se originan por falta de soporte lateral, asentamiento de los terraplenes, cambios de humedad y temperatura o uso de materiales con alta contracción-lineal.
- **FALLA DE ADHERENCIA.**- Esta falla se manifiesta por corrimientos en el sentido del tránsito y/o desprendimientos de la capa superior, que pueden ocurrir entre la base y la carpeta o la carpeta y la sobre carpeta, debidos a falta de liga entre las capas.
- **RODERAS.**- Deformaciones longitudinales que se presentan en la superficie de rodamiento, en la zona de mayor incidencia de las ruedas de los vehiculos.

- **SUPERFICIE DE RODAMIENTO LISA.**- Defecto que se debe a un exceso de asfalto en el riego de liga, en la mezcla asfáltica o en el riego de sello y pulido de los pétreos de la superficie.
- **PEQUEÑAS DEFORMACIONES TRANSVERSALES RITMICAS.**- Esta falla se presenta cuando la base no esta bien cementada o cuando se construyo se utilizaron materiales inertes, producidas por la vibración que provocan los vehículos.
- **GRIETAS LONGITUDINALES A LA ORILLA DE LA CARPETA.**- Se presenta en las terracerías, ya sea por contracciones que ocurran en ellas o por estar construidas sobre terrenos blandos.
- **CALAVERAS.**- Huecos que se forman en la superficie de rodamiento, se deben a zonas débiles por falta de asfalto, superficies de desgaste delgadas, exceso o falta de finos, mal drenaje, mala construcción, uso de materiales degradables, poca afinidad de los pétreos y el asfalto y falta de limpieza de los agregados.
- **BACHES.**- Se debe a la desintegración de la carpeta y de la base por mala calidad de los materiales inferiores, incluidas las terracerías con alto contenido de agua, ocurren también por la presencia de baches y calaveras que no se trataron adecuadamente.
- **AGRIETAMIENTO EN FORMA DE PIEL DE COCODRILO.**- Se debe a una carpeta de mala calidad o colocada sobre una base con rebote.
- **CORRIMIENTO DE CARPETA.**- Ocurre cuando la mezcla es de baja estabilidad, ya sea por exceso de asfalto o por usarse asfalto blando en zonas de alta temperatura.
- **DESCARNADO DE LA CARPETA.**- Resulta de usar aditivos inadecuados en las mezclas y se presenta en zonas de grandes esfuerzos horizontales provocados por el tránsito, como en la zona de arranque y frenado.

B. PAVIMENTOS RÍGIDOS

- **DESCARNADO DE LAS ORILLAS.**- Se debe a la presencia de partículas duras introducidas en las juntas por calafateo insuficiente y que producen esfuerzos concentrados muy grandes.
- **GRIETAS LONGITUDINALES O TRANSVERSALES CERCANAS A LA ORILLA O EN LAS ESQUINAS DE LA LOSA.**- Se deben a que la losa se construyo sobre material fino, lo que ocasiono el fenómeno de bombeo porque se carece de sub-base; a raíz de la mala compactación de las capas inferiores, incluida esta última.
- **FALLA ESTRUCTURAL.**- Ocurre cuando concluye la vida útil del pavimento, la falla se presenta después de 25 años de construido.
- **DESCARNADO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO.**- Se debe a que durante la construcción, se proporcionó un fuerte vibrado al concreto fresco, lo cual propicio un ascenso de la lechada, la cual forma una película que más tarde se agrieta y se desgasta con el tránsito, dejando a los agregados sin protección superficial.

Estas son principalmente las fallas que tenemos en cuanto a los pavimentos flexibles y rígidos; en el caso de la zona de corte se deben de tener cierta vigilancia sobre estos procurando tener bien

ubicados los que presentan descame sobre el concreto lanzado en los taludes que están protegidos, en el caso de los que no lo están proponerles un sistema de estabilización ya sea el caso (como las formas de estabilización que se hablan en el Capítulo III), para el caso de las obras de drenaje se tienen que revisar todas o las más representativas que se tengan a todo lo largo de la autopista, esto con la finalidad de que en alguna se presenten fallas estructurales (ya sea para el diferente tipo de alcantarilla que se tenga), provocando con esto posibles asentamiento sobre el cuerpo de terraplén y principalmente sobre la superficie de rodamiento, o que si estas se encuentran azolvadas provoquen un encharcamiento de agua provocando con esto el erosionamiento de la terracerías o cuerpo de terraplén; en cuanto al señalamiento horizontal y vertical este tiene que ser el adecuado y encontrarse en buenas condiciones, sino en caso contrario reponerlo lo mas rápido posible; al igual que el resto de las obras complementarias (limpieza de cunetas, reposición de malla sobre la barrera central, reposición de fantasmas, etc.)

Aunado y resumiendo lo anterior para realizar la evaluación, podremos resumirlo revisando lo siguiente:

- A. Estado actual de la superficie de rodamiento.- Se evalúa por medio del Índice de Servicio o la Calificación Actual
- B. Estado y comportamiento de la sección estructural.- Este estado se valora por medio de pruebas en el lugar y pruebas de laboratorio para determinar deflexiones, espesores, grados de compactación, calidad y resistencia de las diferentes capas.
- C. Estado y comportamiento de las obras de drenaje.- Este estado se evalúa por medio de observaciones hechas en el lugar, preguntando a la gente que habita en la zona, además si se requiere por estudio topohidráulicos (en el caso de las obras de drenaje).

Todo esto es lo que se tiene que tomar en cuenta en la evaluación del tramo en estudio, para que una vez realizado el levantamiento del estado actual en el que se encuentra la autopista o camino en evaluación se realice la programación adecuada para la reparación, reposición y mantenimiento de las partes que se encuentran afectadas del camino o autopista. Estas obras de mantenimiento entran dentro de las obras de conservación mayor y conservación menor, obras que se deben realizar cada tres años como mínimo las primeras, mientras que las segundas se deben realizar a lo largo de toda su vida útil.

Valorado todo lo anterior se puede determinar lo siguiente:

- 1. Si el nivel de servicio es aceptable o de rechazo
- 2. El nivel de seguridad
- 3. El grado de deterioro
- 4. Si la capacidad estructural es o no adecuada
- 5. Los costos que gravan al usuario
- 6. Cuales son los costos de conservación rutinaria y si estos son aceptables

En el caso de la **Autopista Guadalajara – Tepic** la evaluación del tramo en estudio se lleva a cabo por la empresa operativa (en este caso CAPUFE) y por la empresa supervisora contratada por la empresa fiduciaria que tiene la concesión de la autopista (en este caso la empresa fiduciaria es BANOBRAS). La empresa supervisora tendrá a su cargo la tarea de supervisar las obras de mantenimiento que se llevan a cabo en la autopista, así como también realizará la evaluación del tramo en estudio el cual contendrá todas las posibles fallas que pudiesen tener a lo largo de la autopista, como también brindar apoyo a los usuarios que llegue a tener problemas con sus vehículos automotores y apoyar a las cuadrillas de la empresa operativa en caso de algún percance o accidente.

Para esto la empresa supervisora se encargara de realizar el levantamiento del estado de la autopista y registrar la evaluación del tramo en un reporte que se entregará mensualmente (estos reportes también pueden ser diarios ya sea la necesidad o la problemática que se este reportando), estos reportes contendrán formatos en los que se registrarán las diversas actividades que desempeñara la empresa supervisora descritas al inicio del Capítulo, los cuales serán aprobados por la empresa fiduciaria. En los formatos se registrará el levantamiento del estado actual del camino o autopista que puede ser de la siguiente forma:

FORMATO PARA EL REPORTE DE TERRACERIAS, PAVIMENTOS, OBRAS COMPLEMENTARIAS, PUENTES Y SEÑALAMIENTO, QUE FORMARÁN PARTE DEL REPORTE MENSUAL QUE SE ENTREGARÁ A LA EMPRESA

AUTOPISTA : GUADALAJARA - TEPIC		ESTADO ACTUAL DE TERRACERIAS		
SUB-TRAMO : KM. 0+000 -84+60		FECHA DE CORTE ENERO 2000		
CONCEPTO	CADENAMIENTO	CUERPO		OBSERVACIONES
		IZQ.	DER.	
CORTE EN CAJON	13+950	X		CAIDOS AISLADOS
CORTE EN CAJON	17+900	X		EN BUEN ESTADO
CORTE EN CAJON	21+400		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	25+000		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	28+000		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	33+300		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	34+100		X	CAIDOS AISLADOS
CORTE EN CAJON	35+000		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	36+100		X	DESGRANAMIENTOS
CORTE EN CAJON	36+200		X	GRANEO Y AZOLVE
CUNETAS	43+350	X		AZOLVE EN CUNETAS
CORTE EN CAJON	58+600		X	CAIDOS AISLADOS
CORTE EN CAJON	60+800	X		CAIDOS AISLADOS
CORTE EN CAJON	65+950	X		CAIDOS AISLADOS
CORTE EN CAJON	68+900	X		EN BUEN ESTADO
CORTE EN CAJON	74+400		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	75+000		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	82+000		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	84+300		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	88+100		X	CAIDOS AISLADOS
CORTE EN CAJON	89+000		X	TALUD INESTABLE
CORTE EN CAJON	90+100		X	DESGRANAMIENTOS
CORTE EN CAJON	91+200		X	GRANEO Y AZOLVE
CUNETAS	92+350	X		AZOLVE EN CUNETAS
CORTE EN CAJON	92+600		X	CAIDOS AISLADOS
CORTE EN CAJON	93+800	X		CAIDOS AISLADOS
CORTE EN CAJON	95+950	X		CAIDOS AISLADOS

FORMATO PARA EL INFORME DE OBRAS DE DRENAJE

AUTOPISTA : GUADALAJARA -TEPIC SUB-TRAMO : KM. 0+000 - 84+600	ESTADO ACTUAL DE OBRAS DE DRENAJE FECHA DE CORTE ENERO 2000
--	--

NUM	CADENAMIENTO	CUERPO		TIPO DE OBRA	DIMENSIÓN	ESTADO FÍSICO	OBSERVACIONES
		IZQ	DER				
1	1+100	UNICO		LOSA	4.7 X 5.00		ALEROS Y MUROS DE CONCRETO, HIERBA A LA ENTRADA Y LA SALIDA
2	1+450	UNICO		TUBO DE LAMINA	3.10		CABEZAL DE MAMPOSTERIA, AZOLVE A LA ENTRADA CON TRONCOS Y PIEDRAS DE ARRASTRE.
3	1+800	UNICO		TUBO DE CONCRETO	1.00		CABEZAL DE MAMPOSTERIA , CON HIERBA A LA ENTRADA Y A LA SALIDA
4	3+100	UNICO		DOBLE TUBO DE CONCRETO	1.20		CABEZAL DE MAMPOSTERIA, AZOLVADA A LA SALIDA
5	3+650	UNICO		LOSA	3.75 X 2.57		ALEROS Y MUROS DE MAMP.
6	5+700	UNICO		TUBO DE CONCRETO	1.60		ESVIAJADA, CON CABEZAL DE MAMPOSTERIA, AZOLVE A LA ENTRADA Y A LA SALIDA
7	6+046	UNICO		TUBO DE LAMINA	2.20		CABEZAL DE MAMPOSTERIA, TRONCOS A LA ENTRADA
8	6+400	UNICO		DOBLE TUBO DE CONCRETO	0.90		CABEZAL DE MAMPOSTERIA, AZOLVADA
9	6+681	UNICO		TUBO DE CONCRETO	1.00		CABEZAL DE MAMPOSTERIA EN MAL ESTADO, AZOLVE A LA ENTRADA; PRESENTA ASENTAMIENTOS
10	7+700	UNICO		DOBLE TUBO DE CONCRETO	1.00		CABEZAL DE MAMPOSTERIA, AZOLVE A LA ENTRADA Y A LA SALIDA

SIMBOLOGÍA :	LOSA			BOVEDA			TUBO		
		LIMPIA	AZOLVADA		LIMPIA	AZOLVADA		LIMPIO	AZOLVADO

Estos son los formatos principales donde se registrará el levantamiento del estado actual de la autopista o el camino, así como estos se tendrán para pavimentos, obras complementarias, puentes y señalamiento, que serán parte del reporte mensual que se entregará a la empresa fiduciaria con el cual se podrán determinar las programaciones de las obras que se requerirán para la conservación y mantenimiento de la autopista o el camino junto con la empresa operativa.

CAPÍTULO VI

PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACIÓN

VI.1 CONSERVACIÓN EN LAS VÍAS TERRESTRES

Las vías terrestres se proyectan y construyen para que estén en servicio por un determinado número de años, llamado horizonte o vida útil de la obra. Al concluir este tiempo, los caminos se abandonan, rescatan, reconstruyen o modernizan con objeto de aumentar su servicio por más tiempo, que comúnmente es lo que sucede.

Al entrar en operación, una vía se deteriora poco a poco y presenta diferentes condiciones de servicio a través de los años. Los deterioros pueden ser pequeños al principio; pero más adelante probablemente sean más serios y aceleren la falla de la vía; por esta razón una vía requiere mantenimiento o conservación periódica, para cuando menos asegurar su vida de proyecto y proporcionar un servicio adecuado.

El deterioro se califica a través del llamado **ÍNDICE DE SERVICIO (I.S.)** con un valor del 1 al 5, este índice de servicio esta ligado al concepto de falla funcional, que es aquella que tienen los caminos cuando las deformaciones superficiales son mayores que las tolerables y provocan ciertas incomodidades al tránsito, de acuerdo con el tipo de camino del cual se trate, pues se puede tener una superficie de rodamiento con deformaciones que son aceptables para caminos secundarios; pero inconvenientes para vías rápidas. Este índice se estima en función del estado físico de la superficie de rodamiento y es resultado de la cantidad de baches (ya sean superficiales o profundos), deformaciones y grietas que presenta el camino o bien de acuerdo a la opinión de los usuarios. Cuando un camino comienza a operar (recién construido), debe tener cuando menos una calificación de 4.0 a 4.5, que va disminuyendo con el tiempo, el volumen y el peso del tránsito. En caminos de primer orden se requiere que el valor de su calificación sea como mínimo de 2.5 a 3.0 (el cual ya es un valor de rechazo) para estar en condiciones de reacondicionarlos; para caminos secundarios, estas condiciones su calificación es de 2.

Cuando el camino de primer orden o vía rápida llega a un valor de rechazo, el tránsito tiene bastantes problemas y la comodidad del viaje llega al punto mínimo. En este momento, la vía alcanza su falla funcional. Si el camino sigue en servicio, logra la falla estructural y prácticamente se debe abandonar el camino o reconstruirlo a un alto costo.

Debido a un mal diseño de la estructura en cuanto a los materiales o sus espesores, o a que no se pronostico el tránsito en forma adecuada, una obra vial puede llegar a la falla estructural al estar casi destruido antes de terminar la vida útil de proyecto sin que se hubiese presentado la falla funcional, pues el deterioro habría sido rápido.

Para que una obra deteriorada con el tiempo no llegue a la falla estructural, es necesario rehabilitar la vía cuando alcance la falla funcional y su calificación este próxima al rechazo.

Por lo que es necesario llevar un registro de la historia del camino obteniendo año con año los índices de servicios y trazando curvas como las que se observan en la figura VI.1, con la que se conoce aproximadamente el tiempo en que la vía llegará a su falla estructural. Sin embargo esto no es una condición pues se deben realizar diferentes rehabilitaciones, para mantener su servicio o aumentar su vida útil; claro, después de varios trabajos de este tipo habrá un momento en que la estructura este tan fatigada que necesite reconstrucción.

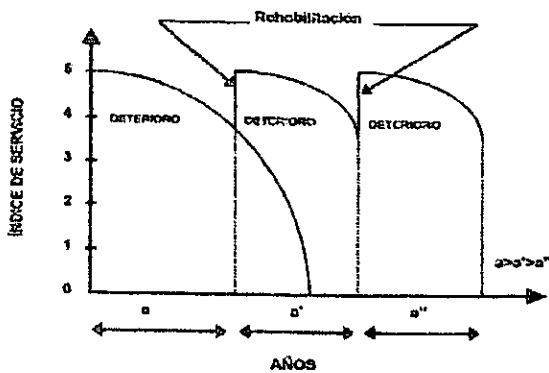


FIGURA VI.1

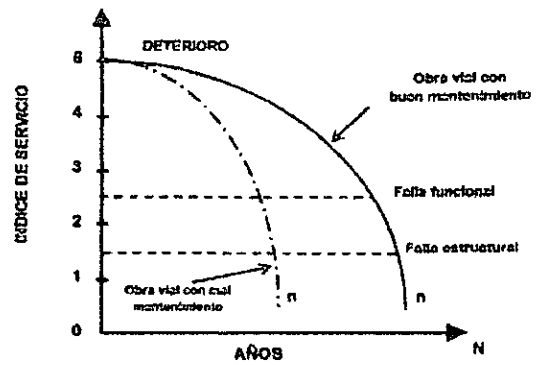


FIGURA VI.2

Lo anterior se puede observar en la figura VI.2 , donde se indica que después de entrar en servicio, una vía se va deteriorando hasta en llegar "N años" a su falla estructural; sin embargo, si cuando se tiene una calificación cercana al rechazo se rehabilita, se mejora o aumenta su vida útil en N años más. Este ciclo se puede repetir en varias ocasiones; aunque después de 4 ó 5 rehabilitaciones, el daño causado a la obra es tal que lo más conveniente es una reconstrucción, pues la eficacia de la rehabilitación es cada vez menor.

Si las deformaciones y los baches son numerosos y constantes, el estado de la superficie del pavimento analizado será irregular y proporcionará un tránsito incómodo e inseguro, lo que quiere decir que este índice valora el estado de la superficie de rodamiento desde el punto de vista comodidad y seguridad.

Una manera de valorar el estado de la superficie de rodamiento en forma subjetiva, esto es, el grado de comodidad de viaje que tiene el pavimento, es por medio de la **CALIFICACIÓN ACTUAL**.

Esta calificación se basa en el principio de que un grupo determinado de personas circule por algún camino, dividiéndolo en tramos de condiciones homogéneas o si hay algún tramo especial tomar un subtramo y calificarlo considerando que se tuvieran que recorrer Km. de carretera con el mismo estado superficial de la que se analiza.

La escala de calificación de la superficie del pavimento es similar a la que se asigna en el Índice de Servicio, esta calificación es la siguiente:

CALIFICACIÓN	ESTADO DEL PAVIMENTO
4 A 5	Excelente o muy bueno
3 A 4	Bueno
2 A 3	Regular
1 A 2	Malo
0 A 1	Muy malo

TABLA VI.1

Se considera que el juicio de las personas que realicen la calificación es representativo de los usuarios en general y de acuerdo a las experiencias se ha visto que en un grupo de cinco personas calificadoras es apropiado, con un error de +/- 0.5. lo cual es aceptable, no obstante, si se requiere mayor precisión hay que aumentar el número de personas calificadoras o usar un método directo o cuantitativo.

El resultado obtenido de manera subjetiva se le puede equiparar con el **ÍNDICE DE SERVICIO** antes mencionado; que al contrario de este no es tan caro y complicado.

Por otra parte, como el recorrido lo debe efectuar el grupo de personas en una vez, por cuestión económica, se debe procurar que el criterio de un calificador no se influenciado por la opinión de otro y se recomienda que cada calificador lleve su propio registro. Una vez que los calificadores realicen el recorrido, se tomarán todos los resultados y se sacará el promedio para cada tramo de la siguiente manera:

$$CA = \bar{X} = \sum x / n$$

Donde:

X	=	C.A. Calificación Actual
x	=	Valores de las calificaciones individuales de cada integrante del grupo
n	=	Número de integrantes del grupo

de esta manera se puede establecer el nivel de servicio en el que se encuentra la superficie del pavimento y si es aceptable o no. Respecto a este se ha establecido un límite en el cual un pavimento tiene que ser reparado, a este límite se le llama **DE RECHAZO** cuyo valor es de 2.5 en la escala antes mencionada y ningún pavimento debe tener una calificación menor a este límite.

Existen formas que se pueden usar para calificar a un pavimento, en estas formas, además de anotar las calificaciones de un tramo, se pueden anotar si el pavimento es aceptable, dudoso o inaceptable y un levantamiento superficial de las fallas.

Cabe aclarar que para calificar a un pavimento solo debe intervenir la sensación de comodidad de viajar sobre el, sin realizar la calificación en función de las fallas que se le aprecien al pavimento.

Como su nombre lo dice, el concepto de Calificación Actual solo es la calificación del pavimento en el momento de realizarla. Si se realizara esta calificación periódicamente, se tendrá información del estado de la superficie de rodamiento a través del tiempo, o sea, se tendría el "comportamiento del pavimento", lo cual en un momento dado puede influir mucho en la toma de decisiones con respecto a solamente realizarle un mantenimiento menor, mayor o ninguno.

Por otra parte, tanto el Índice de Servicio como el de Calificación Actual se basan principalmente en lo deformado de la superficie de rodamiento, es decir, en la comodidad que se sienta al circular sobre ella.

De esta manera se derivan dos tipos de conservación:

CONSERVACIÓN MENOR
CONSERVACIÓN MAYOR

La Conservación Menor se tiene que realizar a todo lo largo de su vida útil de la vía, mientras que en la Conservación Mayor se tiene que llevar a cabo cada tres años como mínimo; esto dependiendo el estado que guarda la vía, la calidad en que se encuentre, lo cual esta en función de los materiales que se hayan ocupado en la construcción de los caminos, que hayan sido de buena calidad, así como el proceso de construcción.

Algunos de los trabajos de **conservación menor** son los siguientes:

- Chapoleo (deshierbe a todo lo largo de la autopista, derecho de vía y donde se requiera).
- Limpieza de las obras de drenaje (alcantarillas, cunetas, lavaderos, etc.)
- Reposición y reparación de las obras de señalamiento (defensas metálicas, malla sobre la barrera central, fantasmas, señales informativas, preventivas y correctivas, etc.).

Algunos de los principales trabajos de **conservación mayor** son los siguientes:

Caso de Pavimentos Flexibles:

- Bacheos de caja
- Renivelaciones ligeras
- Riegos de sello (deben de durar en promedio tres años)
- Señalamiento (rayas que se pintan en la superficie de rodamiento para marcar los carriles e indicar las zonas donde se permite el rebase de vehículos).

Caso de Pavimentos Rígidos:

- Efectuar inyecciones de mortero fluido para llenar los huecos, provocados por una fractura en la losa que quedo sin apoyo al salir el material que la sustentaba.
- Calafateo de los agrietamientos provocados por el fenómeno mencionado anteriormente, para evitar la introducción de materias extrañas o de agua.
- Limpieza de juntas (esto es debido a que los productos utilizados para sellar las juntas longitudinales y transversales se endurecen y se agrietan con el tiempo)

VI.2 PROGRAMACIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Los organismos encargados de administrar las vías terrestres de un país cuentan con oficinas centrales, regionales y subregionales para conservar estas obras.

En las oficinas centrales se revisan los proyectos y los trabajos en todo el país que pueden ser de conservación mayor o menor, que se programan en forma adecuada.

Después se gestionan ante las autoridades hacendarías, las asignaciones monetarias que requiere cada región; en las oficinas centrales también se revisan mecanismos para controlar la calidad, las finanzas y el avance de las obras.

En las oficinas regionales que están a cargo de un residente general; se realizan las mismas funciones de proyecto y control que se explicaron anteriormente y se controlan los gastos realizados en las subregiones; asimismo, se realizan actividades de supervisión a las obras.

Las oficinas subregionales a cuyo frente se encuentran un residente de conservación, se encargan de realizar los trabajos por administración o de vigilar que estos se efectúen de acuerdo a la calidad y el programa, cuando se dan por contrato a compañías especializadas; además, en las oficinas subregionales se estiman los costos de las obras realizadas para que, previa revisión en las oficinas de mas jerarquía se efectúen los pagos en su oportunidad.

En todas las oficinas existe una organización tal que es posible proyectar las obras con la anticipación debida para que, después de transmitir la suficiencia presupuestal, esta se ejerza con toda oportunidad.

En todas las oficinas existe una organización tal que es posible proyectar las obras con la anticipación debida para que después de transmitir la suficiencia presupuestal, esta se ejerza con toda oportunidad. En todas esas oficinas según el volumen de obras, se cuenta con una organización para controlar la calidad (laboratorios), el avance y las finanzas. Los planes de las obras de conservación pueden ser de aplicación inmediata o a largo plazo.

Las actividades incluidas automáticamente en esos planes son las de conservación mayor, a las que es posible dar un costo anual más o menos constante (se tiene que tomar en cuenta la inflación). En los planes a largo plazo se considera reconstruir y rehabilitar tramos importantes de la red.

En nuestro país se toma gran importancia la planeación a largo plazo, pues una gran parte de la red debe ser rehabilitada y reconstruida; a causa del gran incremento de tránsito en los últimos años. En esto ha influido notablemente la construcción en la última década, de 80,000 Km de caminos de bajo costo (caminos rurales).

Estos planes de conservación a largo plazo deben atender a que toda la red solo requiera la conservación normal o la rehabilitación cuando las condiciones del tránsito lo exigen.

RECOMENDACIONES FRANCESAS

La organización francesa Laboratoire Des Ponts et Chaussées recomienda dividir los caminos en cuatro categorías, de la 1 a la 4, para conservarlos.

Estado 1.- Caminos en buen estado, con características adaptadas al tránsito y buen alineamiento geométrico, que ofrezca comodidad y seguridad a los usuarios.

Estado 2.- Caminos con pequeños problemas superficiales y muy pocos problemas de drenaje y zonas laterales.

Estado 3.- Caminos con problemas de deterioro en la calzada, caracterizados principalmente por agrietamientos y pequeñas deformaciones superficiales, debidas sobre todo al agua filtrada de la superficie de las capas inferiores, que hace que estas disminuyan su capacidad de soporte. Defectos medianos en el drenaje y zonas laterales.

Estado 4.- Caminos con fuertes problemas de deterioro superficial, caracterizados por fallas de todo tipo que incomodan al usuario hasta presentar riesgos para su seguridad; zonas laterales de drenaje con problemas. Este estado del camino provoca grandes pérdidas de tiempo y altos costos de operación a los usuarios.

La conservación normal se realizará en los caminos en estados 1 y 2; la rehabilitación, en los que estén en estado 3 y la reconstrucción, en los que se encuentren en estado 4.

Las características para que una obra este en alguno de los estados indicados, son diferentes para los distintos tipos de caminos, como autopistas y caminos de tipos A, B, C y D por lo que se deben enlistar aparte, para planear la conservación.

También es necesario tener un informe anual del residente de conservación (subregión), donde indique las condiciones y el estado (1 a 4) en que se encuentre cada tramo, así como los procedimientos que se requieran para colocarlo al nivel 1 y el antepresupuesto correspondiente.

También, de cada tramo se debe contar con un documento denominado Esquema de seguimiento, en donde se incluya la historia de su construcción y conservación, con perfiles de espesores, bancos utilizados, procedimientos de construcción seguidos y las fechas probables en las que, por el incremento del tránsito, requiera rehabilitación. En este documento, se deben registrar también todas las actividades de conservación a que ha estado sujeto. Para caminos antiguos, el primer informe anual necesita contener todos estos datos; en los siguientes informes, se actualizará este Esquema de seguimiento, que puede almacenarse en computadora (historia de las obras). Para facilitar la redacción de los informes anuales de los residentes, es conveniente que haya proyectos de conservación con actualización anual, por regiones, de los costos.

A continuación se dan algunos ejemplos de cómo programar la conservación de caminos:

CARRETERA NUEVA

El estado de esta obra debe ser el 1 (más de 3000 Veh./día)

1. Los encargados de la construcción entregan a los de conservación el esquema de seguimiento inicial de la obra.
2. Cada año se actualiza el esquema de seguimiento.
3. Cuando en este se detecta el momento oportuno (estado 2) para realizar la rehabilitación, las oficinas regional y nacional lo programan y lo realizan. En todo este tiempo, se proporciona mantenimiento normal de la obra. Al realizarse la rehabilitación, la obra sigue en el estado 1.

CARRETERA ANTIGUA EN BUEN ESTADO PREDOMINANTE

El estado de este camino puede ser el 3.

1. Se elabora el esquema de seguimiento del año de entrada de la carretera al estado 3.
2. Se elabora el "proyecto" detallado de las obras de rehabilitación.
3. Se rehabilita el camino para quedar en el estado 1 y se actualiza el esquema de seguimiento.
4. Se analiza al año el esquema de seguimiento y se sigue el ciclo.

CARRETERA ANTIGUA EN MAL ESTADO PREDOMINANTE

El estado de este camino puede ser el 4.

1. Se cuenta con el formato de seguimiento, las oficinas regionales y nacionales lo programan para reconstruirlo.
2. Se establece el programa detallado de las obras por ejecutarse.
3. Se realizan las obras quedando el camino en estado 1 y se actualiza el formato de seguimiento.
4. Se actualiza anualmente el esquema de seguimiento, hasta detectar el momento de rehabilitarlo y se sigue con el ciclo.

En el esquema de la Figura VI.3 se muestra un diagrama de flujo que puede utilizarse para la programación de la conservación de caminos, según su estado.

Para calificar un camino se utiliza el método visual (como el que se describe en el CAPÍTULO V) donde se toman en cuenta la cantidad de grietas que hay en la superficie de rodamiento; el número de baches, calaveras, y la magnitud de las deformaciones.

DIAGRAMA DE FLUJO

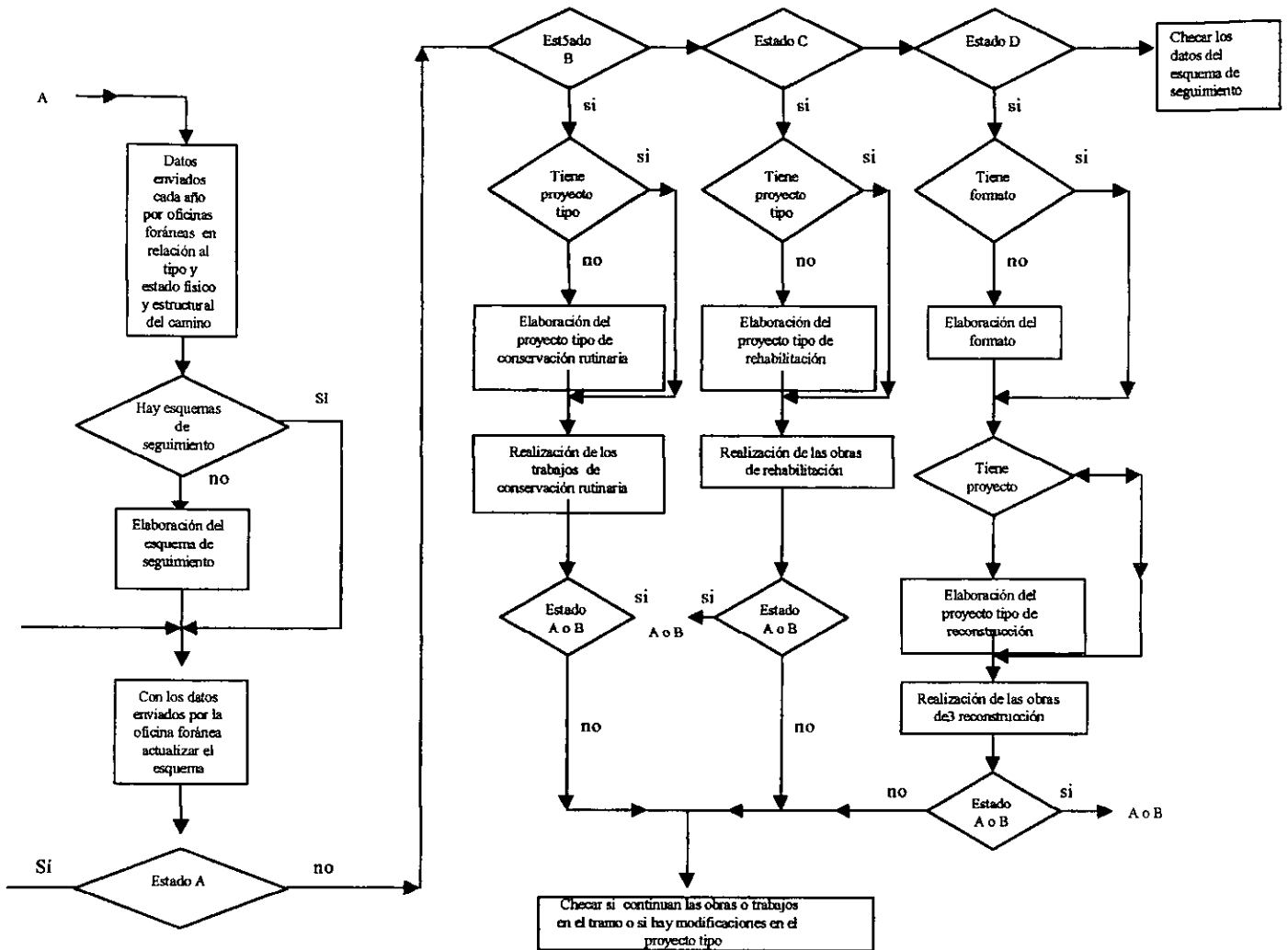


FIGURA VI.3

METODOLOGÍA ADMINISTRATIVA PARA PLANIFICAR LA CONSERVACIÓN

Para programar de manera adecuada las actividades de conservación, con base en el esquema de seguimiento de los tramos que conforman la red nacional, se proponen los siguientes programas administrativos, cada uno de los cuales durará tres años y abarcará un cierto número de tramos; cada año se iniciará un ciclo para abarcar la totalidad de los tramos.

- A. En Enero del año N – 2, se elaborará un anteproyecto de programa en las oficinas centrales, para realizarse en el año N, cuando se tomen en cuenta los tramos de rehabilitación y reconstrucción. La conservación normal no requiere programación previa.
- B. A mas tardar en Abril del año N – 2, las oficinas foráneas recibirán el anteproyecto de programa, realizarán los estudios necesarios de trazo y solicitarán a los laboratorios los estudios para la nueva estructuración de los pavimentos, con los cuales efectuarán un

anteproyecto que enviarán a las oficinas centrales y regionales, a mas tardar el primero de Diciembre del año N – 2.

- C. Durante el año N – 1, las oficinas centrales elaborarán la programación definitiva y solicitarán a las autoridades hacendarias, los fondos necesarios para realizar las obras, con gastos actualizados al año N. Es preciso tomar en cuenta también la conservación normal.
- D. Entre Noviembre y Diciembre del año N – 1, las oficinas centrales enviarán los programas definitivos a las oficinas regionales de obra y canalizarán en cada región los fondos necesarios.
- E. Durante el año N, se realizarán las obras programadas.

		Año N-2 Enero - Mar.	Abril - Dic.	Año N-1 Enero - Oct.	Nov. - Dic.	Año N Enero - Dic.
Oficinas centrales nivel ministro				afine del anteproyecto de obras que se ejecutaran en la red Nat. En el año N se solicita a la autoridad los fondos necesarios		
Oficinas centrales encargadas de la planeacion y ejecucion de obras de conservacion	Formato de seguimiento	Anteproyecto de obras para el año N y comunicación de oficinas foraneas				Supervision
Oficinas foraneas de conservacion			Estudio de proyecto geometrico y estructural de las obras del anteproyecto. Se comunica a oficinas centrales incluyendo antepresupuesto.	afinamiento de estudios de trazo y estructuracion para las obras del año N.		Realizacion de obras y supervision

Tabla VI.2

VI.3 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN MAYOR Y CONSERVACIÓN MENOR DE LA AUTOPISTA.

VI.3.1 CORRECCIÓN DE ASENTAMIENTOS Y AGRIETAMIENTOS DE LA AUTOPISTA.

El proyecto deberá considerar las fallas debidas a erosión en terraplenes, asentamientos de estos mismos causados por las obras de drenaje, que tienen fallas estructurales las cuales presentan fuertes filtraciones de agua en el temporal de lluvias y en el caso de haber desplazamientos; proponer la solución a los mismos.

A. TRATAMIENTO DE LAS CAPAS DE SUB-BASE, BASE Y CARPETA.

De acuerdo al tipo de falla o deformaciones que se tienen a todo lo largo de la autopista se procederá al tratamiento de las capas sub-base, base y carpeta; aislado y en conjunto ya sea el caso. Para el caso del tratamiento de todas las capas estas se realizará cuando se tengan asentamientos fuertes debido a las filtraciones de agua, causadas por alcantarillas que se encuentran dañadas que están provocando filtraciones, erosión en el cuerpo del terraplén; debido al tipo y acomodo de material que se tiene, provocando con esto asentamientos fuertes.

En el caso del tratamiento de la capa de la carpeta se llevara a cabo cuando se presentan deformaciones superficiales, corrimientos de carpeta, roderas o pequeños agrietamientos. En los sitios que expresamente marque el proyecto se efectuará, la recuperación de las capas sub-base, base y carpeta; para formar una capa homogénea estabilizándola con asfalto, cemento hidráulico, cal o algún producto químico de base negra.

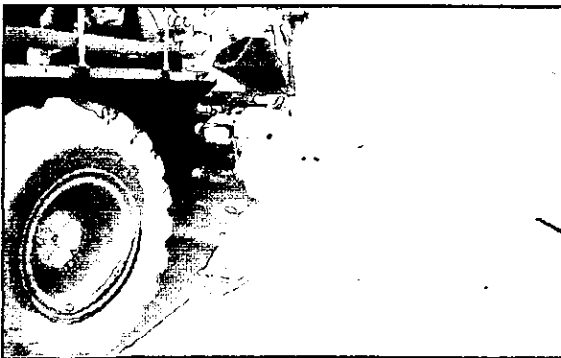
El tratamiento de las capas se realizará mediante una maquina recicladora RR-250B; esta tratara las capas de acuerdo a la profundidad que se trate (10 cm para la capa de la carpeta, 25 cm para las demás capas), una vez hecho este proceso se procederá a realizar la estabilización del material reciclado, inicialmente se regara con agua para que contenga una humedad optima, para después aplicar un riego del producto estabilizado que se recomiende, en este caso se ocupo un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido RR-2K; este riego de liga se realizará mediante una petrolizadora; la mezcla del material tanto del agua y el riego de emulsión se realizara con una motoconformadora tipo 12H, al igual que el proceso de extender todo el material. Una vez extendido este sobre el área que sé este trabajando se compactará con un compactador de rodillo vibratorio tipo CB-534C de 9.155 ton o similar, una vez compactado se le aplicará el riego de liga.

El riego de liga se aplicara con emulsión asfáltica de rompimiento rápido RR-2K a razón de cero punto cinco litros por metro cuadrado (0.5 lt/m²) sobre la superficie existente donde se coloque la carpeta con concreto. La aplicación del riego de liga se hará usando una petrolizadora con los aspersores abiertos al mínimo requerido, la temperatura del riego deberá estar entre 54° C y 71° C. El ancho para el riego deberá ser el adecuado para garantizar un riego uniforme, de tal forma que no queden zonas sin cubrirse. El suministro de la mezcla asfáltica se hará de su planta fija o móvil lo más cercana al sitio de la obra, siempre y cuando cumplan con las especificaciones marcadas. En cuanto a las emulsiones de rompimiento rápido estas provendrán de la misma planta.

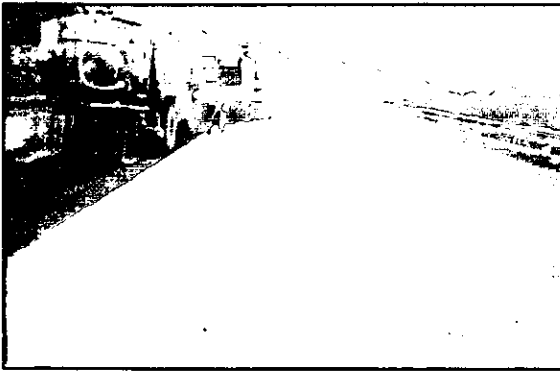
La carpeta se realizará con mezcla asfáltica elaborada en caliente, esta mezcla será transportada desde su planta de producción en camión volteo de 7 y 14 m³ respectivamente hasta la zona de trabajo, donde el camión irá descargando la mezcla en la parte delantera de una máquina extendedora autopropulsada, la que irá formando la carpeta ligeramente compactada, una vez tendida la carpeta asfáltica se compactará primeramente con el compactador de rodillo liso y posteriormente con un compactador de neumático, terminándose así el proceso de estabilización de las capas mencionadas, a continuación se muestra todo este proceso:

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

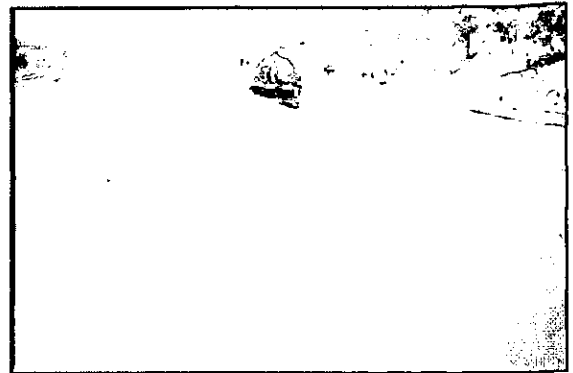
REHABILITACIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS CAPAS SUB-BASE BASE Y CARPETA



MÁQUINA RECICLADORA RR-250, TRATA CAPAS DE PROFUNDIDADES DE HASTA 25 CM, FOTOGRAFÍA DE LA DERECHA; FRESADO DE LA CARPETA EXISTENTE HASTA 10 CM DE PROFUNDIDAD DE UNA SOLA PASADA, MEDIANTE UNA MAQUINA PERFILADORA TIPO PR500C, CONOCIDA TAMBIEN COMO LA ROTOMIL FOTOGRAFÍA DE LA IZQUIERDA. SE UTILIZA CUALQUIERA YA SEA EL CASO A TRATAR.



APLICACIÓN DE AGUA AL MATERIAL TRATADO POR LA MÁQUINA RR-250B, PARA QUE ESTE CONTENGA UNA HUMEDAD OPTIMA AL SER COMPACTADO.



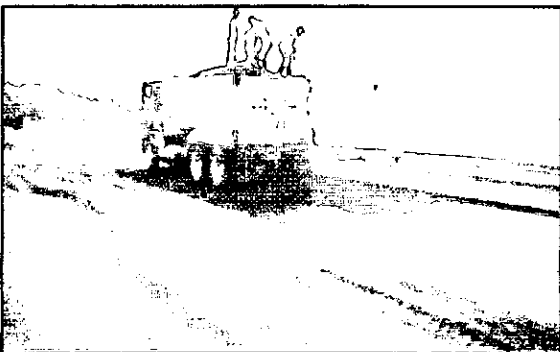
APLICACIÓN DEL RIEGO DE LIGA MEDIANTE UNA PETROLIZADORA. RIEGO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROMPIMIENTO RÁPIDO RR-2K.



TRABAJOS DE LA MEZCLA DE MATERIAL TRATADO, ASÍ COMO EL EXTENDIDO DE DICHO MATERIAL Y DE MEZCLA ASFÁLTICA REALIZADO POR UNA MÁQUINA MOTOCONFORMADORA



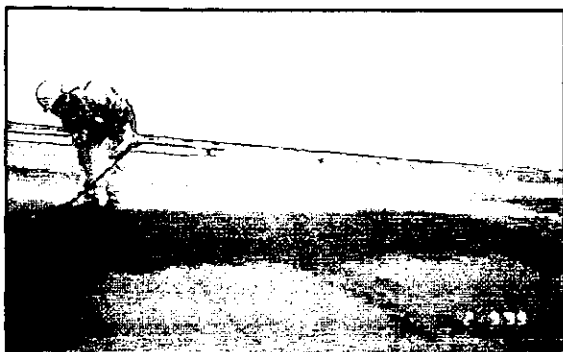
TRABAJOS DE COMPACTACIÓN DEL MATERIAL TRATADO, ASÍ COMO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA REALIZADO POR UN CAMPACTADOR DE RODILLO



POREO DE LA MEZCLA, DESDE EL CAMIÓN QUE TRAE LA MEZCLA ASFÁLTICA Y QUE POSTERIORMENTE SERA COLOCADA.



TENDIDO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA POR MEDIO DE UNA MÁQUINA EXTENDEDORA AUTOPROPULSADA (FINISHER).



TRABAJOS REALIZADOS PARA CUIDAR LA TEXTURA DE LA CARPETA Y EVITAR LAS JUNTAS EN LA CARPETA, UNA VEZ QUE LAS HA EXTENDIDO LA MÁQUINA



COMPACTACIÓN POR MEDIO DE RODILLO NEUMÁTICO, ETAPA FINAL ANTES DE SER ABIERTA AL TRÁNSITO NUEVAMENTE.

VI.3.2. REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO, MEDIANTE BACHEO Y RENIVELACIONES EN TRAMOS AISLADOS

A. FRESADO DE LA CARPETA EXISTENTE

El proceso de fresado del pavimento se realizará en zonas que se requiera, las cuales serán indicadas o marcadas en los reportes de supervisión o en la evaluación del tramo, en todo el ancho de la corona (10 m) incluyendo acotamientos (3 m), preferentemente con una máquina perfiladora que permita fresar en una sola pasada diez centímetros (10 cm) de espesor del pavimento existente y un ancho de fresado acorde con el número de franjas que se planea atacar y que permite siempre dejar libres dos carriles de circulación; tal como una maquina perfiladora tipo PR500C o similar. El material recuperado será tratado o desperdiciado al banco de tiro indicado, también podrá ser utilizado para la construcción del cuerpo de terraplén de la rampa de emergencia en la caseta de cobro de Plan de Barrancas; así como también se podrá utilizar para ser colocado en las áreas de estacionamientos y miradores que se tienen a lo largo de la autopista.

El procedimiento que se lleva a cabo en el resto del proceso, para la colocación de la carpeta es similar a la del punto VI.3.1., a diferencia que en este proceso solamente se fresa la carpeta en espesores de 10 cm.

B. RIEGO DE LIGA

El riego de liga se aplicará con emulsión asfáltica de rompimiento rápido RR-2K, a razón de 0.5 lt/m² sobre la base estabilizada e impregnada (fresado) y sobre la superficie existente (bache y renivelación).

C. MEZCLA ASFÁLTICA PARA BACHEO DE ESPESOR DE 10 CM

Una vez aplicado el riego de liga se construirá una carpeta a todo lo ancho de la corona, se compactará al noventa y cinco por ciento (95%) de su Peso Volumétrico Marshall. Se utilizará en el proceso de tendido una máquina extendidora BLAW-KNOX PF-172 o similar que garantice buena distribución y compactación inicial de la mezcla asfáltica, esta debe contar con sistema de sensores automáticos, para el control de espesores y niveles. En caso de iniciar lluvia el tendido deberá de suspenderse de inmediato, sin argumentar que se tiende bajo riesgo de la constructora.

La superficie de rodamiento deberá tener textura y acabado en forma, sin cambios bruscos en las pendientes longitudinales.

La carpeta se construirá con mezcla asfáltica elaborada en caliente con planta estacionaria. Se utilizará material pétreo triturado a un tamaño máximo de diecinueve milímetros (19 mm), estos materiales además de cumplir ampliamente con las especificaciones generales que marca la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y las particulares que aquí se marcan. Deben tener un noventa (90 %) de material producto de trituración y solo se autorizará hasta un máximo del diez por ciento (10%) de arena procedente de banco.

Para el suministro de la mezcla asfáltica, se deberá tomar en cuenta las siguientes alternativas:

1. Planta propia en operación en las proximidades de la obra. Si el contratista cuenta con una planta propia y en operación, este deberá acreditar la propiedad de la planta de asfalto, producción diaria y mensual de su planta con una producción mínima comprobable de 120 ton/hr y la calidad de la mezcla asfáltica producida para lo cual se deberá contar en planta con un laboratorio de control. Deberá presentar croquis de localización de la planta asfáltica y distancias al centro de gravedad del área de trabajo, así como al banco de materiales.
2. Si el contratista propone una planta instalada en la región que no sea de su propiedad deberá presentar en su propuesta técnica, carta compromiso en original del proveedor de la mezcla asfáltica garantizando calidad y producción mínima comprobada de 120 ton/hr, para garantizar la continuidad del programa de obra. Anexar también croquis de localización y las distancias al centro de gravedad.
3. Planta de asfaltos propia y disponible para ser instalada en un plazo no mayor de 30 días naturales contados a partir de la fecha en que le sean entregados los importes de los anticipos.

VI.3.3. RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO

Una vez que se hayan tratado las capas de sub-base, base o carpeta, se hayan hecho rehabilitaciones en el pavimento y renivelaciones; así como donde se determine que la superficie de rodamiento se encuentra muy pulimentada (o lisa), se procederá a la colocación de un riego de sello con material pétreo tipo 3-A premezclado en una proporción de 11 lts/m².

EJECUCIÓN

Antes de aplicar el riego de sello, la superficie por tratar deberá estar seca y ser barrida para ser exenta de materias extrañas y polvo. El contratista deberá realizar esta labor mediante el uso de un esparcidor autopropulsado. Se recomienda hacer mosaicos de prueba en cada tramo.

El contratista estará obligado a retirar las máquinas defectuosas, remplazándolas por otras en buenas condiciones. No deberá regarse con material asfáltico, tramos mayores de los que puedan ser cubiertos de inmediato con material pétreo; si el material pétreo con que se cubrirá el riego contiene una humedad mayor a la absorción o tiene agua superficial.

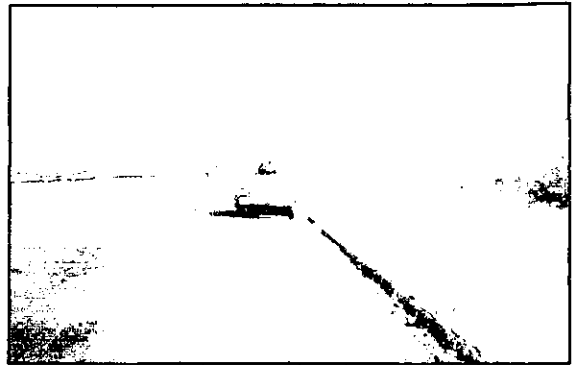
Se rastreará pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz las veces que se considere necesario para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones. Para lograr la compactación inmediatamente después del tendido, se acomodará el material pétreo mediante el uso de rodillo liso ligero y rodillo neumático, actuando en forma

combinada con peso de 4500 a 7500 Kg, como el material pétreo contiene asfalto en su superficie, es posible que algunas partículas se adhieran a los rodillos, por lo que se recomienda humedecerlos y ajustarlos convenientemente a la cuchilla. En el reposo y barrido de la superficie es preferible proteger el sello por 24 horas por lo menos, aun cuando estos materiales precubiertos presentan buen anclaje y por lo tanto, mayor resistencia a ser desprendidos por el tránsito. Antes de abrir la circulación, se deberá barrer mediante equipo mecánico el material suelto.

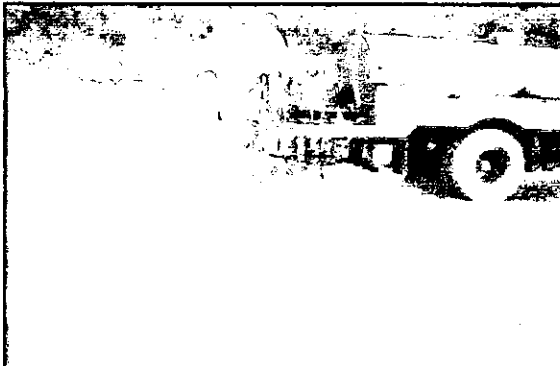
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO



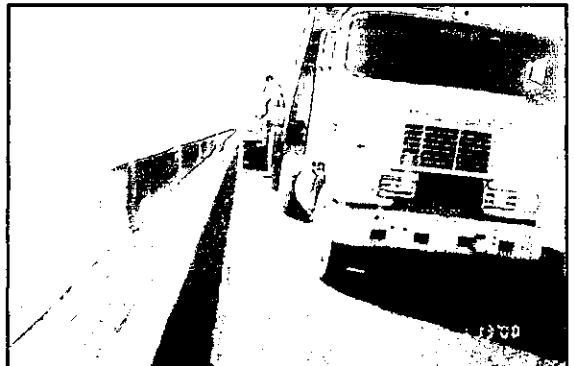
ZONA QUE FUE RENIVELADA Y A LA CUAL SE LE APLICARA SU RIEGO DE SELLO



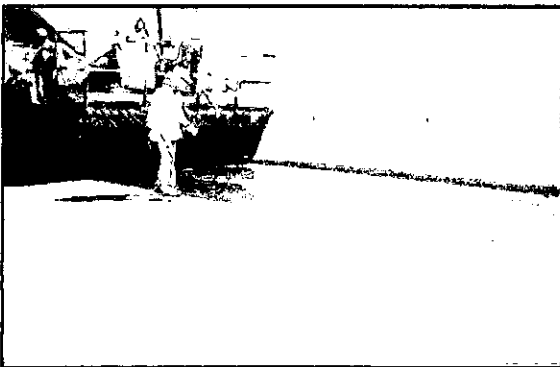
LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE POR TRATAR; OPERACIÓN DE BARRIDO DE MATERIAS EXTRAÑAS Y POLVO, ANTES DE LA APLICACIÓN DEL RIEGO DE EMULSIÓN.



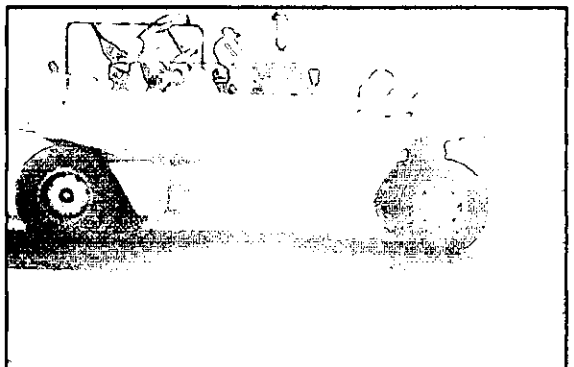
APLICACIÓN DEL RIEGO DE LIGA EN LA ZONA RENIVELADA O TRATADA PARA LA COLOCACIÓN DEL RIEGO DE SELLO.



VISTA DE FRENTE EN LA CARGA DEL MATERIAL PÉTREO EN EL ESPARCIDOR AUTO PROPULSADO.



VISTA POSTERIOR DONDE SE OBSERVA LA COLOCACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO CON EL ESPARCIDOR SOBRE EL CARRIL, EN EL CUAL TAMBIÉN SE OBSERVA SU RIEGO DE LIGA



COMPACTACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO MEDIANTE UN RODILLO NEUMÁTICO

UNA VEZ TERMINADA TODA ESTA OPERACIÓN SE RECOMIENDA PROTEGER EL SELLO POR LO MENOS 24 HORAS, EL BARRIDO DEL MATERIAL SOBRENTE SÉ HARA UNA VEZ QUE HAYA PASADO TODO SU PROCESO DE ANCLAJE Y DESPRENDIMIENTO DEL MATERIAL AL SER ABIERTO A LA CIRCULACIÓN (EL CUAL TIENE QUE SER UN MINIMO, DE 3 DIAS A UNA SEMANA MÁXIMO).

VI.3.4. RECONSTRUCCIÓN DE TALUDES DE TERRAPLENES EROSIONADOS

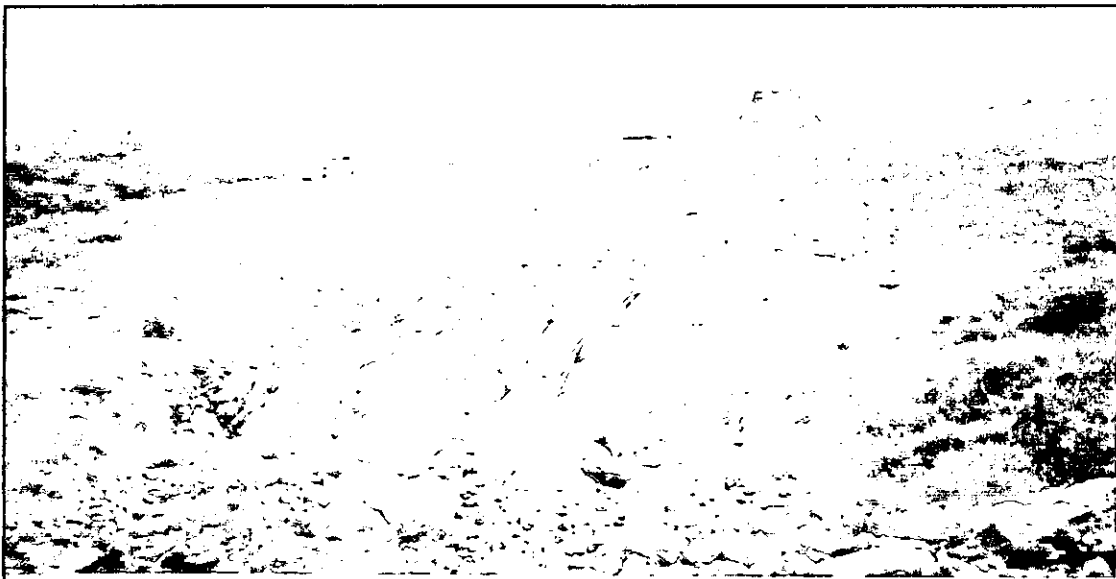
Para la ejecución de los trabajos objeto de proyecto, se deberá llevar a cabo las siguientes actividades:

Levantamiento topográfico de las condiciones actuales del corte, que consta de:

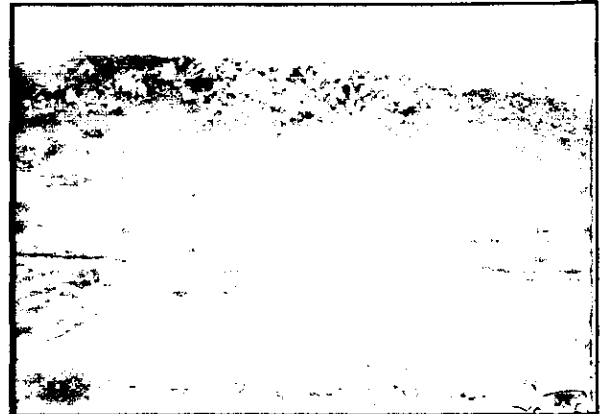
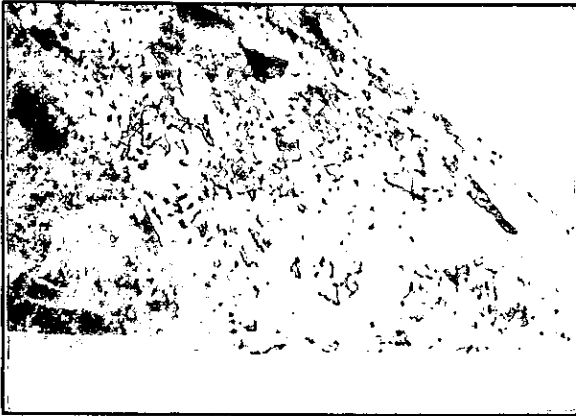
- Construcción de bancos de nivel y referencia.
- Libreta de tránsito.
- Libreta de nivel.
- Libreta de secciones.
- Plano de levantamiento con curvas de nivel.
- Ubicación y referencias de bancos de nivel y estaciones de trabajo.

La reconstrucción de taludes se llevará a cabo con material granular y cementante en proporción 70 % - 30 % y se realizará a volteo. Esta solución por la que se opto fue de tantas que se tienen a lo largo de toda la autopista. Dado los problemas de erosión que se tienen en estos cuerpos de terraplén se decidió por esta forma de estabilización, aunque hay que hacer mención de los demás sistemas de estabilización de cuerpos de terraplén y taludes, que son los siguientes:

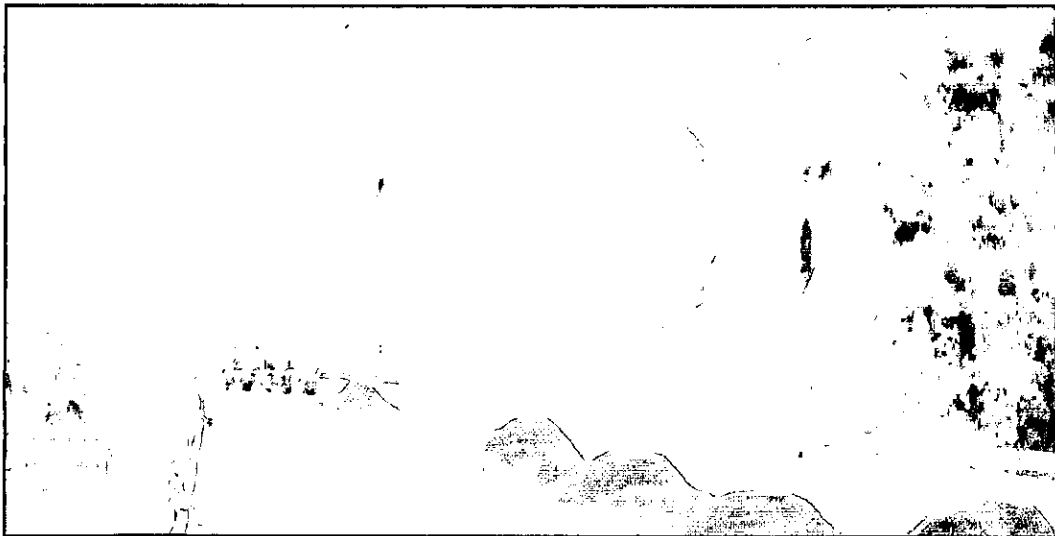
- Estabilización del cuerpo de terraplén por medio de *muros gaviones*, esto es para seguir evitando el corrimiento de cuerpo del terraplén, debido a las grandes dimensiones de estos mismos como se muestra en la fotografía siguiente:



- Estabilización de taludes mediante *concreto lanzado*, en la cual se coloca una malla de gallinero generalmente y posteriormente se arroja concreto lanzado de $f'_c=150$ kg/cm², mediante una bomba telescópica, esta solución se tiene principalmente en zona de cortes que son muy inestables y que se tienen constantes derrumbes.



TALUDES EN LOS QUE SE PRESENTAN INESTABILIDAD EN SU MATERIAL, LOS CUALES LA MEJOR SOLUCIÓN ES LA DE ESTABILIZACIÓN MEDIANTE CONCRETO LANZADO

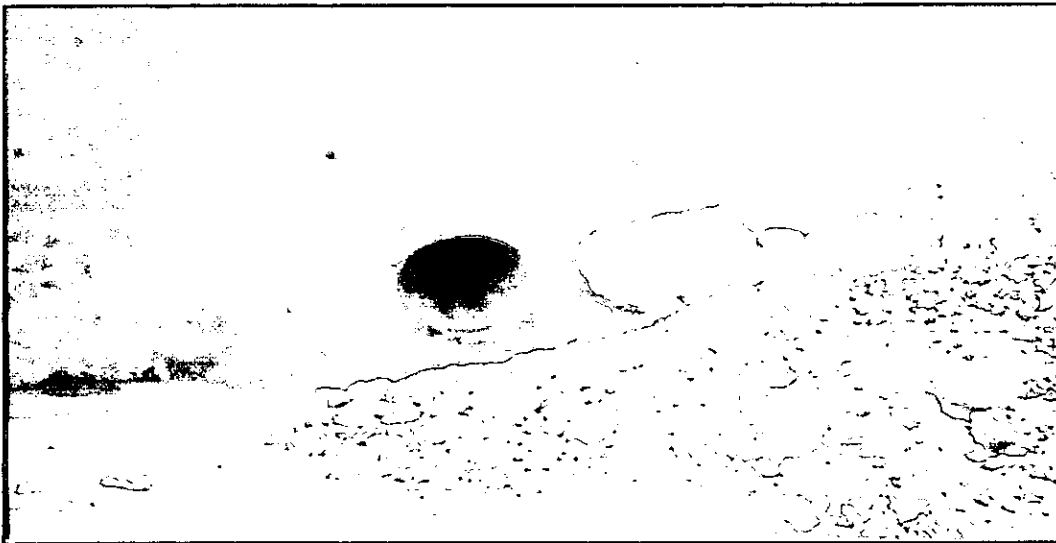


VISTA DE ZONA DE CORTE ESTABILIZADO MEDIANTE CONCRETO LANZADO

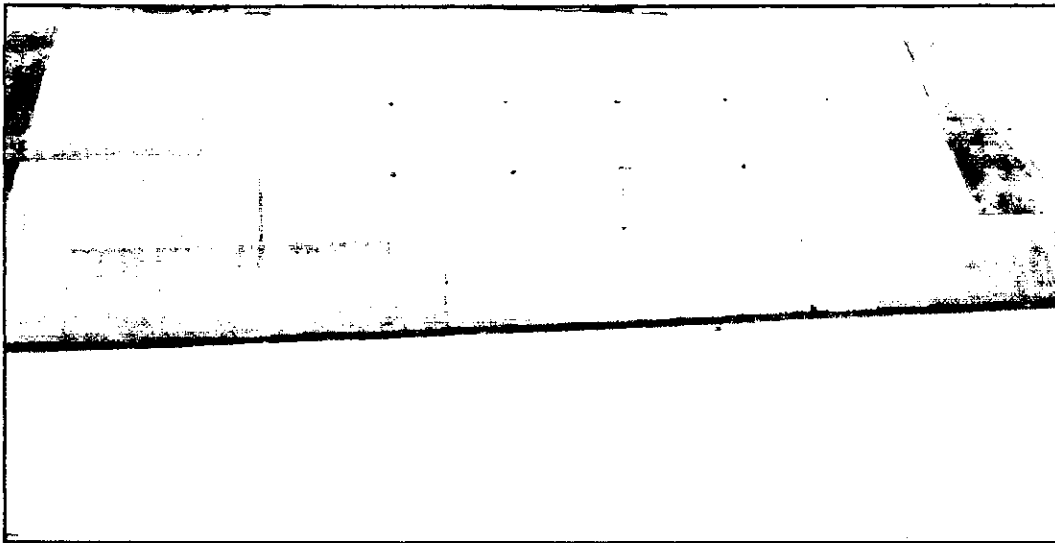
- Estabilización mediante *malla triple torsión*, esto básicamente sobre taludes que presentan constante graneo y desprendimientos desde pequeños trozos de rocas hasta trozos de gran tamaño (este procedimiento se describe mas adelante).



- Estabilización mediante *muros de mampostería de tercera*, estos son con la finalidad de contener el material de un corte o el cuerpo de terraplén. Se tiene el caso de muros drenantes donde además de contener el material, el muro tiene una serie de drenes que tienen la función de drenar toda el agua de esa zona; ya que en un principio se tenía una zona fuerte de filtraciones naturales, (hay que mencionar que en la mayoría de todos los demás sistemas de estabilización se requiere de la colocación de drenes, ya que se está alterando hidrológicamente toda la zona por la cual está construida la autopista, además de que en la construcción de los muros de mampostería para la contención del terreno o terraplén se deben colocar los drenes que generalmente son de PVC que va desde diámetros de 2", 3" y 4", para desalojar el agua del temporal de lluvia que se filtra, ya que si no en el muro se tendrían empujes debidos al agua y empezarían a tener filtraciones (como se observa en la fotografía) por sus juntas causando el deterioro de estos mismos; además de que fallarían por volteo.



- Estabilización de taludes mediante el *sistema de anclaje*, por medio de anclas mecánicas y anclas formadas por placas y varilla de 3/8 de pulgada de ϕ



A. EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE PRESTAMO

EJECUCIÓN

En los bancos de material que expresamente marque el proyecto, se efectuará, la excavación, extracción y carga por medios mecánicos, para la reconstrucción de taludes en terraplenes medidos en secciones.

La excavación y extracción de material se llevara a cabo en:

- Banco de préstamo cementante (Km. 135+600). Foto A
- Banco de préstamo granular el Gavilán (Km. 130+000, D/D 300 m). Foto B

La extracción y excavación de dichos bancos se llevo a cabo mediante un tractor D6, un cargador frontal (payloader), camión volteo y una motoconformadora

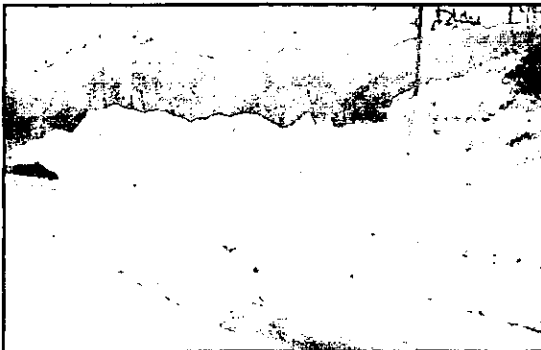


FOTO A

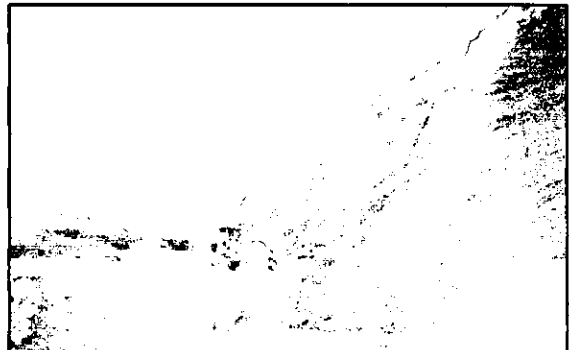


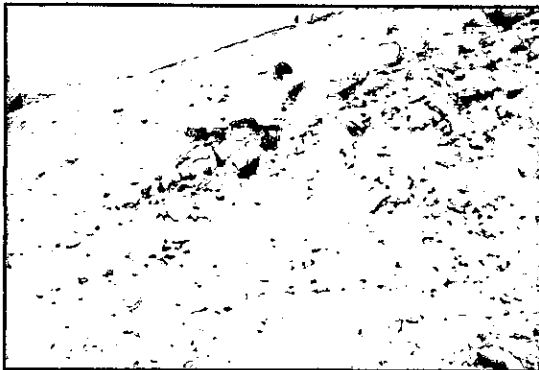
FOTO B

El contratista será el responsable de que durante la operación de despalme y/o excavación para obtener los materiales de bancos de préstamo, no se obstruyan o alteren las referencias y bancos de nivel del seccionamiento.

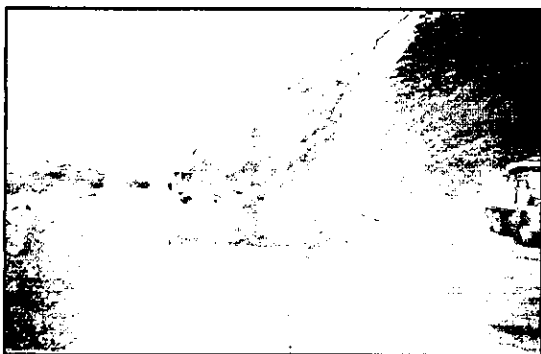
B. FORMACIÓN DEL TALUD EN TERRAPLEN

La formación y reconstrucción del talud en terraplén será con material granular y material cementante en proporción 70 % y 30 % de banco de préstamo, que se realizara a volteo, extendido y homogeneizado con equipo mecánico.

Para la homogeneización del material, inicialmente se traslado el material cementante del banco ubicado en el Km. 135+600 mediante camión volteo de 7 y 14 m³ de capacidad, hacia el banco el Gavilán ubicado en el Km. 130+000 D/D 300 m, donde se estaba llevando a cabo la extracción del material granular y que además en una plataforma del banco se realizó la mezcla del material cementante con el granular ocupándose para esto una motoconformadora y un cargador frontal.



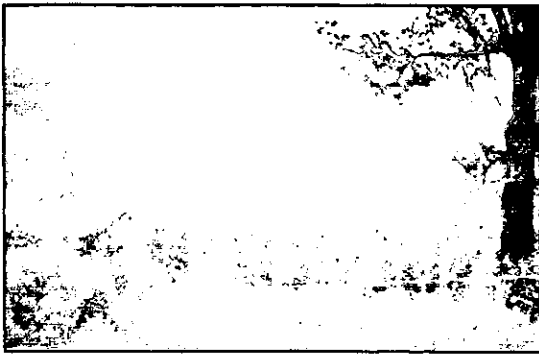
VISTA DEL CUERPO DE TERRAPLEN EROSIONADO, QUE SERÁ RECONSTRUIDO CON MATERIAL CEMENTANTE Y GRANULAR EN PROPORCION 70 % - 30 % RESPECTIVAMENTE.



MEZCLA DEL MATERIAL CEMENTANTE Y GRANULAR, LLEVADO A CABO EN EL BANCO EL GAVILÁN DONDE SE TRASLADO EL MATERIAL CEMENTANTE Y SE LLEVO A CABO LA EXTRACCIÓN DEL MATERIAL GRANULAR



FORMACIÓN DEL TALUD EN TERRAPLEN PARA SU RECONSTRUCCIÓN, FORMACIÓN A VOLTEO.



VISTA DE LA TERMINACIÓN DEL DELANTAL DE PROTECCIÓN EN LA RECONSTRUCCIÓN DE TALUDES, TALUD UBICADO EN EL KM 141+000 FOTOFRAFÍA DE LA DERECHA, TALUD UBICADO EN EL KM 138+000 FOTOGRAFÍA DE LA IZQUIERDA, AMBOS SOBRE EL LADO IZQUIERDO DE LA AUTOPISTA

C. CONSTRUCCIÓN DE MURO DE MAMPOSTERÍA PARA EVITAR LA EROSIÓN Y CORRIMIENTO DE CUERPO DE TERRAPLEN.

EXCAVACIÓN.

La remoción y la extracción de materiales se realizarán por medios mecánicos; así como la excavación se realizará también por medios mecánicos y a mano en cualquier tipo de material.

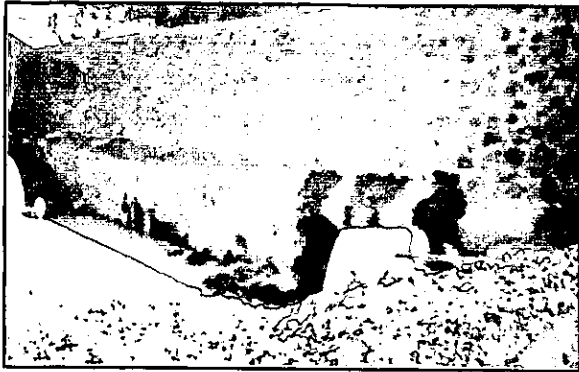
MAMPOSTERÍA DE TERCERA

Para la elaboración de la mampostería de tercera, los morteros de cemento, deberán elaborarse clasificando los materiales en volumen, tomando una parte de cemento y cuatro partes de arena. Se considera un consumo de cemento de 350 Kg. por m³ de mortero.

El mortero podrá hacerse a mano o con máquina, según convenga o de acuerdo al volumen.

Una vez terminada y afinada la superficie de desplante se tenderá una plantilla de concreto f'c = 150 Kg/ m² con espesor de 5 cm. Las mamposterías de tercera clase se construirán colocando en el desplante las piedras de mayores dimensiones; las mejores caras de las piedras se aprovecharán para los paramentos rostreandolas, ligeramente en caso necesario. En los paramentos visibles no se admitirán salientes iguales a 4 cm, con relación al plano teórico. Además se colocara tubería de PVC hidráulico de 4" de ϕ como dren, con objeto de drenar el agua que se llegue a filtrar en la temporada de lluvias.

Antes de asentar una piedra esta deberá humedecerse bien, así mismo deberá humedecerse los desplantes, las plantillas y las piedras sobre las que se coloque el mortero, las piedras se juntarán con mortero de cemento según lo fijado en el proyecto, llenando completamente los espacios que queden entre las piedras contiguas se acomodara cada piedra a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las piedras contiguas. Los vacíos que resulten deberán llenarse con mortero y piedra chica.



MURO DE MAMPOSTERÍA DE TERCERA TERMINADO, UBICADO EN EL KM 138+000, FOTOGRAFÍA DE LA IZQUIERDA; DESPLANTE DE MURO DE MAMPOSTERÍA UBICADO EN EL KM 100+000, FOTOGRAFÍA DE LA DERACHA; AMBOS PARA EVITAR EL CORRIMIENTO DEL CUERPO DE TERRAPLEN SOBRE EL LADO IZQUIERDO DE LA AUTOPISTA.

Las piedras se asentarán teniendo cuidado de no aflojar las ya colocadas en caso de que una piedra se afloje, quede mal asentada o provoque que se abran una de las juntas, será retirada y después de quitar el mortero del lecho y de las juntas, se volverá a sentar con mortero nuevo, humedeciendo nuevamente el sitio de asiento. Al asentar las piedras se procurará que las caras de mayor dimensión queden normales a la dirección de la resultante de las fuerzas, asegurando el cuatrapeado de unas con otras para obtener el mejor amarre posible.

ACARREO DE MATERIALES

En el banco el Gavilán se llevo a cabo la extracción del material granular y la homogeneización del material, para posteriormente transportarlo a los taludes que se estabilizaron, el primero localizado en el Km 141+000 donde el acarreo de dicho material será del banco el Gavilán hasta el talud del Km antes mencionado, siendo el recorrido del banco, dando la vuelta por la caseta de cobro de Sta. María del Oro ubicada en el Km 145+300 para llegar al talud del Km 141+000 esto fue inicialmente, posteriormente se procedió a quitar unas secciones de la barrera central para llevar a cabo de una manera más directa y económica el tiro del material; de la misma forma se realizo el acarreo del material para la reconstrucción del talud en el Km 138+000.

VI.3.5. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MALLA TRIPLE TORSIÓN DE LA AUTOPISTA.

Se utilizará malla metálica triple torsión para estabilizar los taludes producto de cortes; fabricada en alambre de acero bajo carbón, galvanizada clase III calibre No. 12 y reforzada con calibre No. 10 con escuadría de 8 X 10 cm. Incluye anclas de $\frac{3}{4}$ " de ϕ y resistencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ sobre cara del corte colocada en tresbolillos a cada 3 mts. En ambos sentidos y anclajes en cuadrícula de 1 X 1 con varilla corrugada de $\frac{3}{4}$ " de ϕ y resistencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ sobre cara parte superior del corte colocados en tresbolillos, ahogados en mortero de cemento proporción 1:4 con resistencia $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ y con un gancho de 10 cm. para fijar la malla en la superficie de la pared. Se colocará cable de acero de $\frac{3}{4}$ " en la parte superior del corte y cable de $\frac{1}{4}$ " en la parte inferior; cosiendo, uniendo la malla y sus orillas con alambre galvanizado clase III, calibre 13.5.

La inyección del mortero en los barrenos donde se colocarán las anclas se realizará mediante el equipo adecuado (Planta de Inyección), que permita garantizar la homogeneidad de la mezcla. Se inyectará la lechada hasta que salga por la boca del barreno y posteriormente se esperará unos

minutos para que en caso de que baje el nivel del mortero se pueda completar la inyección, asegurándose de que el barreno quede completamente lleno.



TRABAJOS DE COLOCACIÓN DE MALLA TRIPLE TORSIÓN EN TALUDES PRODUCTO DE CORTES, PARA EVITAR QUE LOS DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS Y EL GRANEO DE ESTOS MISMOS LLEGUEN A AFECTAR ALGÚN VEHICULO AUTOMOTOR O QUEDEN DISGREGADOS SOBRE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO.



VISTA DE ANCLA, VARILLA CORRUGADA DE $\frac{3}{8}$ " DE DIAMETRO.



VISTA FINAL DEL TALUD PROTEGIDO CON LA MALLA, EVITANDO DE ESTA FORMA LOS CAIDOS SOBRE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO Y EL AZOLVE DE ESTOS MISMOS SOBRE LAS CUNETAS

VI.3.6. CONSTRUCCIÓN DE RAMPA DE EMERGENCIA EN PLAZA DE COBRO "PLAN DE BARRANCAS"

Debido a la ubicación de la caseta de cobro y a las fuertes pendientes que se tienen en la zona de Plan de Barrancas, que en algunos casos son mayores a la pendiente máxima de proyecto que es del 3 %, se tiene la necesidad de construir una **Rampa de Emergencia**, que servirá para que los vehículos automotores de mayor peso y longitud específicamente los T3-S2, T3-S2-R4 y los HS-20, que debido a la combinación de carga y pendiente prolongada se queden sin frenos; y cuando llegue a suceder esto se puedan detener en la rampa evitando con esto un accidente en la caseta de cobro.

A. TERRACERÍAS

DESPALME DEL TERRENO

En los sitios que expresamente marque el proyecto se efectuará el despalme con espesor de 20 cm, en las áreas de cortes y/o desplante de los terraplenes desalojando la capa superficial del

terreno natural para eliminar el material que se considere inadecuado. Realizando la carga y acarreo a un kilómetro de distancia; donde lo indique la supervisión.

EXCAVACIÓN EN CORTE

En los sitios que expresamente marque el proyecto se efectuará, la excavación en corte para el desplante de los terraplenes.

Realizando la carga, acarreo y descarga del material producto del corte a un kilómetro de distancia; donde lo indique supervisión.

B. FORMACIÓN DE TERRAPLENES

En los sitios que expresamente marque el proyecto se efectuará, la formación de terraplén compactado al 90% proctor, con material producto del fresado de carpeta asfáltica de los trabajos realizados anteriormente.

C. RIEGO DE LIGA

El riego de liga se aplicará con emulsión asfáltica de rompimiento rápido RR-2K a razón de cero punto cinco litros por metro cuadrado (0.5 lt/m²) sobre la base estabilizada e impregnada (fresado) y sobre la superficie existente (bacheo y renivelación, (este proceso es el mismo que se llevo a cabo en los trabajos de recuperación, renivelaciones y fresado de carpeta).

D. MEZCLA ASFÁLTICA PARA CARPETA, ESPESOR DE 6 CM.

Una vez aplicado el riego de liga se construirá una carpeta a todo lo ancho de la corona, se compactará al noventa y cinco por ciento (95%) de su Peso Volumétrico Marshall. Se utilizará en el proceso de tendido una máquina extendedora BLAW-KNOX PF-172 o similar que garantice buena distribución y compactación inicial de la mezcla asfáltica, además debe contar con sistema de sensores automáticos para el control de espesores y niveles. En caso de iniciar lluvia el tendido deberá de suspenderse de inmediato, sin argumentar que se tiende bajo riesgo de la constructora.

La superficie de rodamiento deberá tener textura y acabado en forma, sin cambios bruscos en las pendientes longitudinales.

La carpeta se construirá con mezcla asfáltica elaborada en caliente con planta estacionaria. Se utilizará material pétreo triturado a un tamaño máximo de diecinueve milímetros (19 mm), estos materiales además de cumplir ampliamente con las especificaciones generales que marca la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y las particulares que aquí se marcan. Deben tener, un noventa (90 %) de material producto de trituración y solo se autorizará hasta un máximo del diez por ciento (10%) de arena procedente de banco.

E. EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS PERIMETRALES DE LA RAMPA DE EMERGENCIA.

La remoción y la extracción; así como la excavación se realizará por medios mecánicos en cualquier tipo de material y cualquier profundidad.

Los materiales producto de la excavación será de desperdicios y se transportarán al banco de tiro indicado.

I. SEÑALAMIENTO

FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTO

DEFINICIÓN

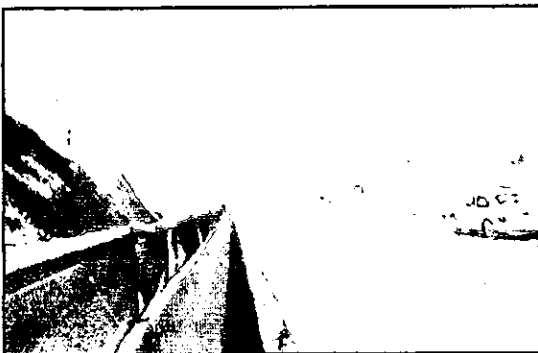
Es el conjunto de operaciones necesarias para fabricar y colocar señales, con el fin de complementar las señales preventivas y tipo puente que se proporciona a los usuarios de la autopista para darle mayor seguridad y confianza. Este señalamiento será para proporcionar información e indicar donde se ubica la Rampa de Emergencia, este será de tipo preventivo y alusivos a la rampa con las leyendas siguientes:

1. Tipo SP-29 (Pendiente peligrosa) con tablero adicional "FRENE CON MOTOR"
2. Tipo tablero "CEDA EL PASO A VEHICULOS SIN FRENOS"
3. Tipo tablero "NO SE ESTACIONE A LA ENTRADA DE LA RAMPA"
4. Tipo puente "RAMPA DE FRENADO"
5. Tipo puente "VEHÍCULOS SIN FRENOS SIGA LA RAYA ROJA"
6. Tipo puente con dos tableros "SALIDA A RAMPA DE FRENADO Y CEDA EL PASO A VEHÍCULOS SIN FRENOS"

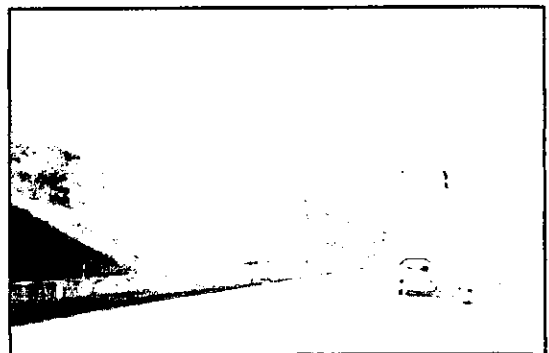
En la colocación del señalamiento se debe considerar el suministro de materiales, fabricación y colocación de postes y estructuras metálicas ancladas al terreno.

Se colocarán en los lugares previamente establecidos por la supervisión: todo esto incluirá la fijación correcta de la estructura y tablero, así como evitar dañarlos, ya que de hacerlo la contratista será responsable de suministrar otra señal de iguales características.

Los señalamientos deben de cumplir con las normas de la S.C.T. en cuanto a dimensiones, materiales, acabados, etc.



SEÑALAMIENTO TIPO PUENTE CON
LEYENDA DE "RAMPA DE FRENADO A 1
KM"

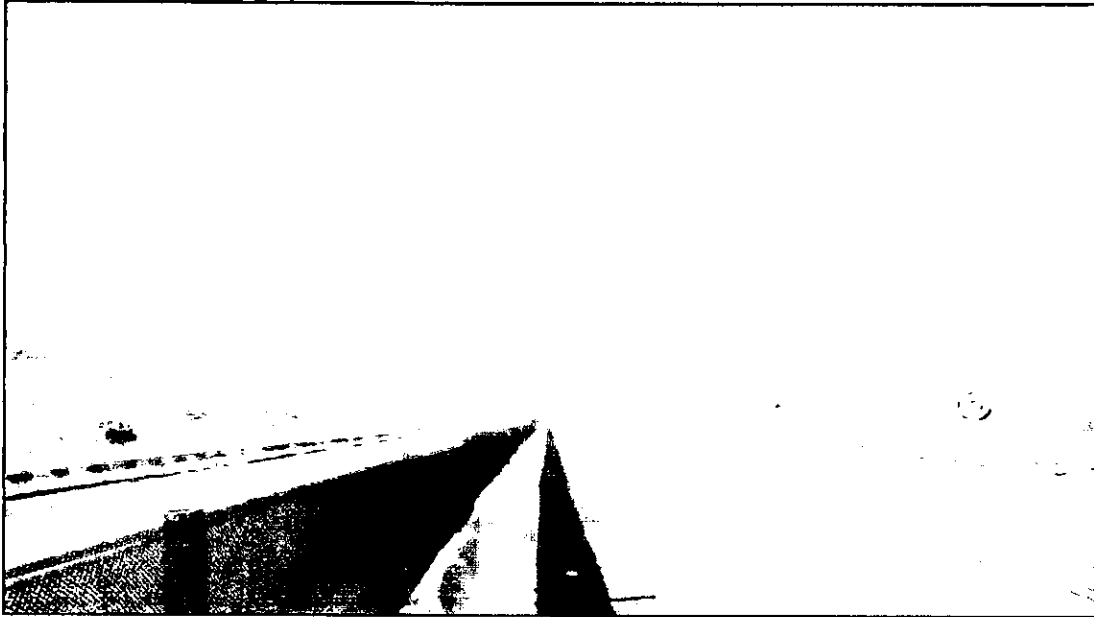


SEÑALAMIENTO TIPO PUENTE CON
LEYENDA DE "VEHICULOS SIN FRENOS
SIGA LA RAYA ROJA."

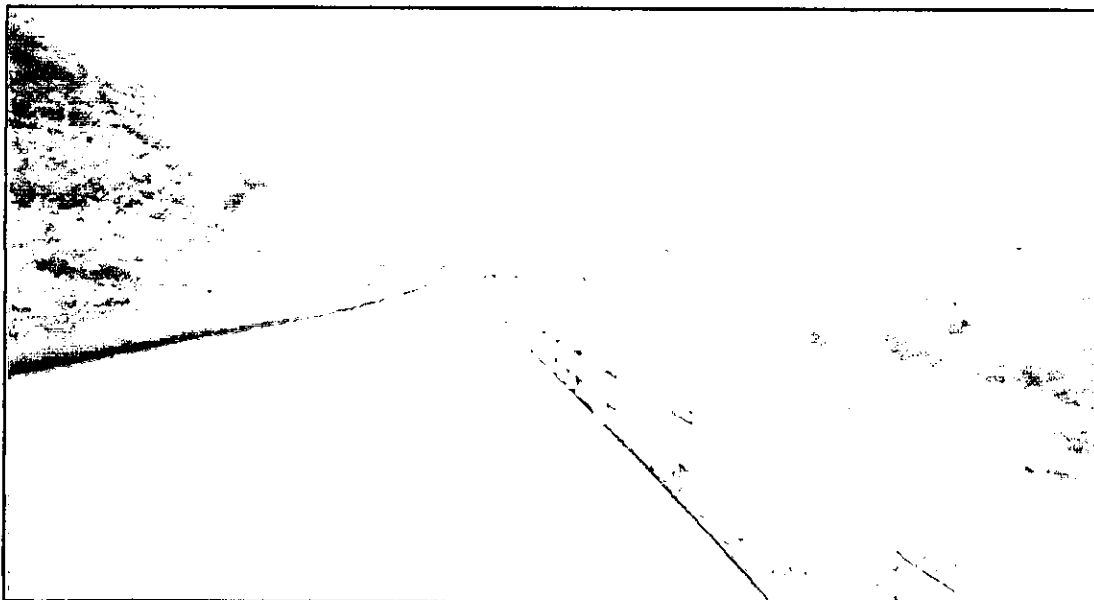
I.2 APLICACIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

El señalamiento horizontal consta de:

- Una raya de color roja de 0.40 m. de ancho, la cual fue aplicada en el carril de emergencia, esta con la finalidad de guiar los vehículos automotores que lleguen a quedar sin frenos hasta la rampa de frenado.



- Rayas con espaciamiento logarítmico de 0.60 m. de ancho y de color blanco reflejante, las cuales se colocarán en forma transversal al eje de la carretera las cuales y para producir una ilusión óptica al conductor, con objeto de que disminuya su velocidad. La distancia longitudinal y el número de líneas requeridas estarán en función de la diferencia entre la velocidad de proyecto o de operación del camino y la velocidad requerida para la restricción.



La superficie de aplicación deberá estar libre de excesos de polvo, aceite o materias extrañas, antes de la aplicación de la pintura y no deberá aplicarse la pintura sobre pavimentos húmedos.

La pintura deberá ser agitada vigorosamente con remo o pala de madera limpios, por tiempo de 5 a 7 minutos, hasta quedar completamente incorporada. La pintura se encuentra lista para utilizarse directamente del envase, una vez que ha sido agitada por lo que no deberá rebajarse ni disolverse con ningún solvente.

Por ningún motivo se deberá destapado el recipiente que contiene la pintura por tiempos mayores de 10 minutos.

RENDIMIENTO PRÁCTICO

El rendimiento de la pintura es de 2.63 metros cuadrados por litro y un espesor húmedo de 0.015 pulgadas.

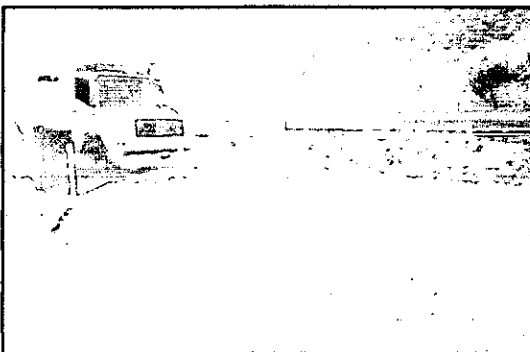
La cantidad adecuada de microesfera que se debe adicionar sobre pavimento es de 700 gramos, por cada litro de pintura.



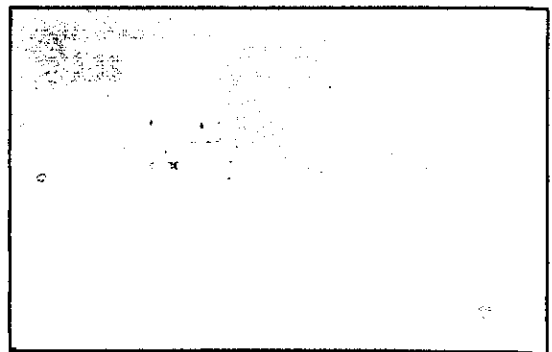
CASETA DE COBRO PLAZA PLAN DE BARRANCAS, DONDE SE OBSERVA LA CONCENTRACIÓN DE VEHÍCULOS Y EL PELIGRO QUE PUEDE REPRESENTAR QUE UN VEHÍCULO LLEGARA A QUEDARSE SIN FRENOS



VISTA DE LA RAMPA DE FRENADO UBICADA EN LA PLAZA DE COBRO PLAN DE BARRANCAS EN EL KM 69+200, LADO DERECHO DE LA AUTOPISTA.



PRUEBA REALIZADA A LA RAMPA DE EMERGENCIA Y FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO DE LA RAMPA DE EMERGENCIA, TRACTOCAMIÓN (T3-S3), QUE TRANSPORTABA UNA TOLBA DE CEMENTO QUE SE QUEDO SIN FRENOS, FRENÁNDOSE EN LA RAMPA SIN PROVOCAR NINGUN ACCIDENTE Y NINGUN DAÑO A SU OPERADOR.



VI.3.7. SUSTITUCIÓN DE ALCANTARILLAS FALLADAS

El objetivo que se persigue en la sustitución de las alcantarillas falladas es el de reparar los problemas de filtraciones que se tienen en estas, para evitar con esto los problemas del erosionamiento interno que se tiene en esta zona del cuerpo del terraplén, provocando con esto asentamientos fuertes en el cuerpo del terraplén, reflejándose principalmente en la superficie de rodamiento. La solución del problema de alcantarillas falladas se realizará mediante refuerzo basado en un encamisado, para así sellar las fisuras y grietas que se tienen en las alcantarillas.



ALCANTARILLA QUE PRESENTA PROBLEMAS DE FILTRACIONES DE AGUA POR LA PARTE INFERIOR DE ESTA, PROVOCANDO CON ESTO EL ASENTAMIENTO DEL CUERPO DE TERRAPLÉN, AFECTANDO PRINCIPALMENTE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO; SE OBSERVA UN PAR DE GUANTES COMO REFERENCIA POR DONDE ESCURRE EL AGUA.

Hablando en un sentido estricto la correcta solución al problema de alcantarillas falladas, ya sean de arco, mampostería, tubo de lamina corrugada, concreto hidráulico, es abrir todo el cuerpo del terraplén donde se encuentre la alcantarilla y hacer la sustitución y/o reparación ya sea el caso, evitando así la reducción del área hidráulica ya que las alcantarillas de la autopista fueron diseñadas de acuerdo a las cuencas hidrológicas que se tienen a lo largo de toda la región.

Sin embargo por el flujo vehicular que se tiene, la profundidad y los volúmenes de los cuerpos de terraplenes que existen a lo largo de la autopista es imposible llevar a cabo dicha tarea, por lo que la solución que se plantea es la más viable y factible, teniendo cuidado en que trabaje adecuadamente la alcantarilla, una vez que sea reducida su área hidráulica y que esta le siga siendo suficiente.

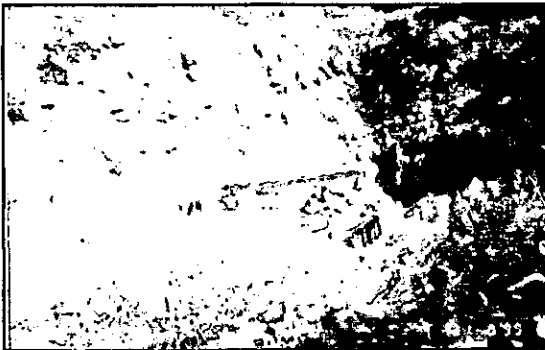
Estos trabajos no provocarán la interrupción del tránsito, asegurando también que el área hidráulica sea suficiente para los arrastres en las obras mencionadas.

A. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE LAMINA CORRUGADA DE ACERO, CALIBRE NO 12.

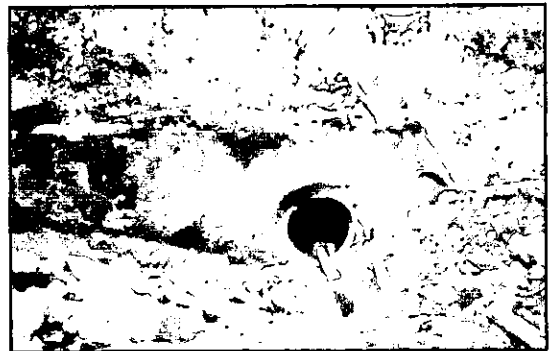
En las obras de drenaje que expresamente marque el proyecto de reparación o sustitución de alcantarillas falladas, los tubos que se empleen en la construcción de las alcantarillas estarán formados por secciones armadas y unidas entre sí, con pernos galvanizados de gancho y ojo de diámetro mínimo de 9.5 mm, de acuerdo a los diámetros indicados en el proyecto. Las alcantarillas que fueron reparadas son dos:

1. Ubicada en el Km 141+498
 2. Ubicada en el Km 142+271
- Ambas alcantarillas eran de tubo de concreto hidráulico reforzado de un diámetro de 1.20 m. Las cuales se encamisaron y serán reducidas a 0.90 m. en su nuevo diámetro.

Los tubos se colocarán de manera que, en sus traslapes transversales el extremo del tubo al que le corresponda la parte exterior del traslape, quede hacia aguas arriba, para evitar filtraciones y obstrucciones al flujo del agua. Los tramos del tubo se colocarán sobre la superficie en tal forma que los traslapes longitudinales queden en los costados y nunca en la parte superior, ni en la inferior.



VISTA DE LAS SECCIONES DE LAMINA CORRUGADA QUE FORMARÁN EL TUBO DE LA ALCANTARILLA PARA SU ENCAMISADO.



VISTA DEL ENCAMISADO QUE SE LLEVO A CABO EN LA ALCANTARILLA, SE OBSERVA PARTE DE LA TUBERÍA CON QUE SE COLOCÓ EL CONCRETO.

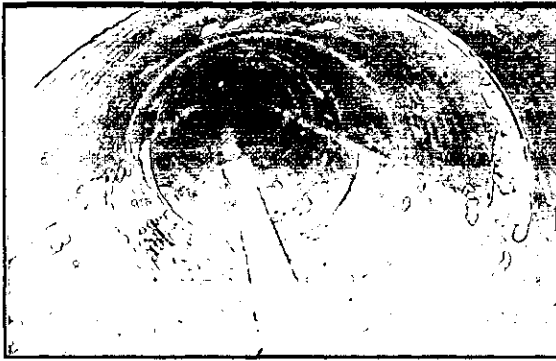
La realización de los trabajos antes mencionados se llevó a cabo con dos cuadrillas de trabajo integrada por cinco trabajadores cada una respectivamente, siendo la primera la encargada de armar las secciones de media caña para formar el tubo; y la segunda se encargó de colocar el tubo armado dentro de la alcantarilla fallada, sujetando el tubo mediante un malacate y un tirford para evitar el deslizamiento de este mismo fuera de la alcantarilla.

B. INYECCIÓN DE CONCRETO $f'_c = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

El almacenamiento y manejo de los agregados pétreos deberá hacerse de manera que no se altere su composición granulométrica, por segregación o clasificación de los distintos tamaños que los forman, ni se contaminen con polvo u otras materias extrañas.

La dosificación de los materiales requeridos en la elaboración del concreto para $f'_c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ será determinada por el contratista bajo su exclusiva responsabilidad.

Dicha ejecución se llevó a cabo mediante una bomba telescópica, que estará conectada a una tubería que se encargara de conducir el concreto hidráulico inyectado por la bomba hacia el interior de dicha alcantarilla, como se muestra en la fotografías.



VISTA DE LA TUBERÍA CON LA CUAL SE COLOCO EL CONCRETO EN EL ENCAMISADO DE LA ALCANTARILLA.



VISTA DE LA BOMBA CONECTADA A UNA TUBERÍA QUE CONDUCE EL CONCRETO HACIA LA ALCANTARILLA

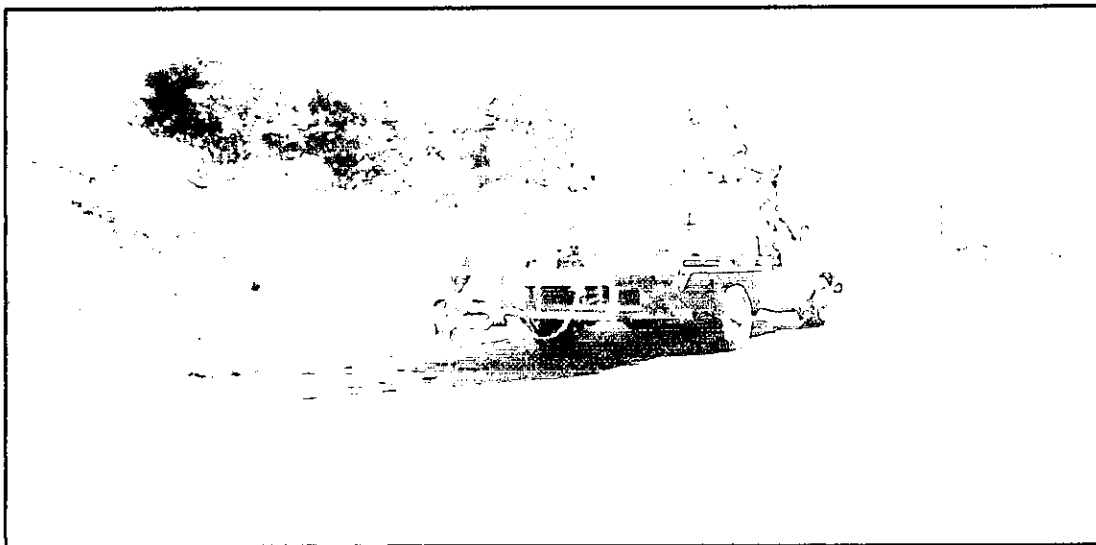
VI.3.8. REPOSICIÓN DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

Las marcas son rayas que se colocan en el pavimento para canalizar o regular el tránsito de vehículos y peatones en la autopista, se elaboran con:

- Pintura de tránsito amarillo reflejante en el caso de pavimento hidráulico y a su vez en color blanco y amarillo reflejante en el caso del pavimento asfáltico, ancho de 15 cm; en rayas laterales continuas, para indicar las orillas exteriores e interiores de la calzada y delimitar al mismo tiempo los acotamientos.

La superficie de aplicación deberá estar libre de excesos de polvo, aceite o materias extrañas, antes de la aplicación de la pintura. No deberá aplicarse la pintura sobre pavimentos húmedos.

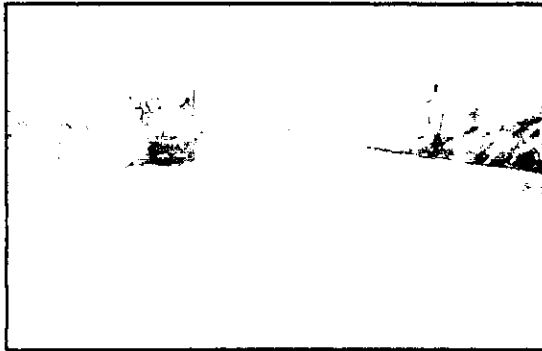
La pintura deberá ser agitada vigorosamente con remo o pala de madera limpios, por tiempo de 5 a 7 minutos, hasta quedar completamente incorporada. La pintura se encuentra lista para utilizarse directamente del envase, una vez que ha sido agitada, por lo que no deberá rebajarse ni disolverse con ningún solvente. La aplicación de la pintura se lleva a cabo mediante un pintarrayas montado sobre una camioneta ford, como se observa en la fotografía siguiente



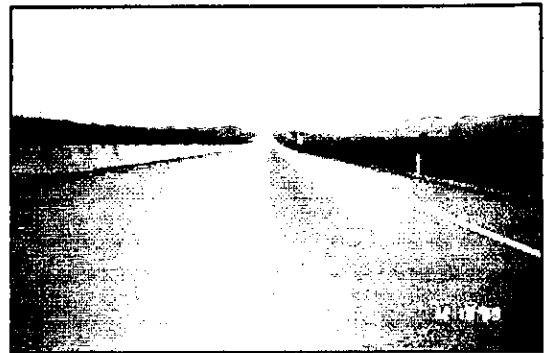
Las rayas centrales discontinuas tienen una longitud de 6 m. y un ancho de 15 cm. con un espaciamiento de 9 a 10 m. en promedio, las rayas laterales que delimitan el acotamiento y la barrera central con la autopista son continuas a todo lo largo, con un ancho de 15 cm, siendo la raya que delimita la barrera central con la autopista en color amarillo en el caso de pavimento asfáltico, y todo el señalamiento horizontal de color amarillo en el caso de pavimento hidráulico.

Por ningún motivo se deberá mantener destapado el recipiente que contiene la pintura por tiempos mayores de 10 minutos.

Los trabajos de reposición de señalamiento horizontal se llevan a cabo con dos cuadrillas de trabajadores; una esta integrada por seis personas las que se encargan de realizar el trabajo de puntear la raya sobre la cual se guiaran y la otra esta formada por cuatro trabajadores que son los encargados de la aplicación de la pintura utilizando el pintarrayas.



VISTA DE LA APLICACIÓN DE LA PINTURA DE TRÁNSITO COLOR BLANCO, SOBRE PAVIMENTO FLEXIBLE



VISTA FINAL DE LA APLICACION DE LA PINTURA DE TRÁNSITO COLOR AMARILLO, SOBRE PAVIMENTO HIDRÁULICO

RENDIMIENTO PRÁCTICO

El rendimiento de la pintura es de 2.63 metros cuadrados por litro equivalente a 57 litros de pintura para un kilómetro de raya continua de 15 cm de ancho y un espesor húmedo de 0.015 pulgadas.

$$R = 1000 / (2.63 / 0.015) = 57 \text{ lts.}$$

Las esferas de vidrio (micro esfera) deben cumplir con las especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la cantidad adecuada de micro esfera que se debe adicionar sobre pavimento es de 700 gramos por cada litro de pintura.

ANEXO 1

EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN Y ESPECIFICACIONES QUE SE UTILIZARON EN LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN DE LA AUTOPISTA.

I. FRESADORA

Se utiliza para restaurar la superficie de pavimento dañado especificando el grado de desgaste, remueve deformaciones, corrimientos, agrietamientos; y otras imperfecciones dejando una superficie de fresado que será rellenada con mezcla asfáltica nueva y que puede ser abierta al tráfico inmediatamente.

Cuando la carpeta presenta serios problemas como son calavereo, desprendimientos y agrietamientos se recomienda fresar la superficie existente de la carpeta y adicionar material asfáltico, esta aplicación es particularmente usada cuando la base y sub-base están en buenas condiciones o cuando varias capas han sido añadidas a la autopista a través de los años.

- ROTOMIL

Reciclado de asfalto:

Esta técnica se utiliza cuando la base y sub-base se encuentran dañadas. Esta aplicación convierte el asfalto deteriorado en asfalto rejuvenecido mezclándolo con la propia base del material fresado y aditivos, esto es usado en calles y autopistas.

ROTOMIL	
POTENCIA	400 HP
PESO DE OPERACIÓN	28308 KG.
MODELO	3408
RPM	2100
CILINDROS	8
DESPLAZAMIENTOS	18 LTS
ALTURA	4813 MM.
ANCHO	2870 MM.
LARGO	13.28 M.
NÚMERO DE DIENTES	155
PROFUNDIDAD DE CORTE MÁXIMO	10 PLG.
VELOCIDAD DE OPERACIÓN MÁXIMA	53.6 M/MIN
TANQUE LLENO (COMBUSTIBLE)	757.1 LTS
TANQUE LLENO (AGUA)	2653 LTS



La bomba de líquidos pesados que sirve para la carga del tanque por medio de mangueras y para la recirculación de la mezcla asfáltica dentro del mismo, es esencialmente el componente más importante de esta máquina, ya que el riego del asfalto que se hace a cierta temperatura producida por los quemadores y a través de la barra de riego, es llevado a cabo mediante presión que produce dicha bomba. Debajo del tanque de estas máquinas se lleva una 5ª rueda articulada al chasis, cuya finalidad es la de accionar un tacómetro que marca la distancia regada e indica la velocidad en m/seg. La colocación del motor, la bomba y los controles del operador entre la cabina y la parte delantera del tanque reducen el peligro de incendio, ya que la bomba queda al frente muy lejos de los quemadores, así como el trabajo insalubre del operador evitándole que se exponga a los vapores del asfalto, al calor de los quemadores, los escapes humeantes y calientes de las chimeneas.

PETROLIZADORA	
POTENCIA	149 HP
PESO DE OPERACIÓN	13381 KG.
MODELO	3056 T
RPM	2200
CILINDROS	6
DESPLAZAMIENTO	6.0 LTS
VEL. DE PAVIMENTACIÓN	0-98 MPH%
VEL. DE VIAJE	0-241 KM/HR
MÁX. CAPACIDAD TEORICA	2113 TON/HR
LLANTAS ESTANDAR	15.00 X 22.5
LARGO	7820 MM
ALTURA DE OPERACIÓN	2991 MM
RADIO DE GIRO	3962 MM
BASE DE RODAMIENTO	4572 MM
CAPACIDAD DE LA PIPA	10 M3
TANQUE DE ACEITE	151.4 LTS
TANQUE LLENO (COMBUSTIBLE)	151.4 LTS

IV. COMPACTADOR DE RODILLO O PLANCHA

Sirve para compactar terracerías y pavimentos asfálticos, cuenta con un vibrador para compactar al 80 %, 90 % y 100 %; dependiendo del número de veces que pase con lo cual se consigue la mejor densidad de la capa tratada.

Este equipo es diseñado exclusivamente para la compactación y confinamiento de materiales sueltos, expulsando agua y aire de su interior; y mediante el constante golpeo o apisonamiento de la máquina sobre el terreno. Gracias a este equipo es posible obtener una compactación rápida y efectiva en cada una de sus aplicaciones, ya que de otra forma tardaría de dos a tres años para lograrse de manera natural. En general la acción producida por estas máquinas sobre el terreno se reduce el apisonado, que se realiza mediante el repetido tránsito de los rodillos sobre la misma franja; al confinamiento por golpeo que se logra por medio del efecto vibratorio de las ruedas o rodillo de la máquina.

Son máquinas proyectadas principalmente para el acabado terso de las carpetas asfálticas de primer orden y con la característica de tener de dos a tres rodillos en tandem. Así mismo el ancho

de los rodillos de guía (traseros) como el eje de impulsión (delantero) es semejante entre sí y tan largo como su propio eje, aunque el tamaño y la compresión de los primeros son mayor.

COMPACTADOR DE RODILLO (PLANCHA)	
POTENCIA	80 HP
PESO DE OPERACIÓN	6585 KG.
MODELO	3054
RPM	2200
CILINDROS	4
DESPLAZAMIENTO	4.0 LTS
NÚM. DE VEL. HACIA DELANTE	1
NÚM. DE VEL. HACIA ATRÁS	1
VEL. MÁX. HACIA ADELANTE	11.46 KM/HR
VEL. MÁX. HACIA ATRÁS	11.46 KM/HR
ANCHO	1200 MM
LARGO	2430 MM
TANQUE DE AGUA	160 LTS
TANQUE HIDRÁULICO	29 LTS
TANQUE LLENO (COMBUSTIBLE)	53 LTS



V. PAVIMENTADORA (FINISHER)

Sirve para renivelar y pavimentar las zonas fresadas, recicladas o que requieran renivelación, cuenta con un mecanismo para colocar el espesor que se desee de carpeta, estos van desde 2 cm hasta 10 cm. La pavimentadora moderna que es una máquina altamente especializada, esta formada por una caja rectangular sobre la cual va el motor, el tanque de combustible, la tolva alimentadora y los controles para su operación. El funcionamiento de estas máquinas que es generalmente hidráulico, comienza cuando la mezcla asfáltica es desalojada sobre la tolva principal a través de un equipo auxiliar, como puede ser un camión de volteo, para que posteriormente la mezcla sea dirigida por medio de una banda transportadora a base de placas metálicas hacia una tolva de menor tamaño, donde existe un gusano helicoidal que hace reciclar la mezcla hasta una plataforma inferior, en el que por medio de quemadores de gas o aceite se evita que el asfalto se enfríe. Finalmente desde la plataforma inferior es distribuido el pavimento, que se controla y se limita mediante unas reglas vibratorias que dimensionan el espesor de la carpeta. En general la mayoría de estas máquinas, cuentan con un tanque de agua con capacidad suficiente para permitir que la máquina funcione durante un periodo ininterrumpido de 15 a 20 minutos, así como un sinfín de elementos optativos que aumentan su producción. Las pavimentadoras se clasifican en: pavimentadora sobre neumático y pavimentadora sobre orugas. Generalmente las máquinas más pequeñas son las que van montadas sobre neumáticos, mientras que los modelos mayores están dotados de orugas de cara ancha, cuya finalidad es la de reducir la presión sobre el camino y la tendencia de la máquina a romper la subrasante, pero tanto en uno como en otro las características antes descritas son las mismas.

COMPACTADOR NEUMÁTICO

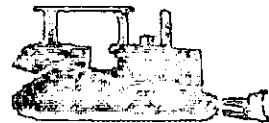


POTENCIA	77 HP
PESO DE OPERACIÓN SIN BALASTRO	4133 KG.
PESO DE OPERACIÓN CON BALASTRO	11860 KG.
MODELO	PERKINS 4236
RPM	2300
CILINDROS	4
NÚM. DE VEL. HACIA DELANTE	4
NÚM. DE VEL. HACIA ATRÁS	4
VEL. MÁX. HACIA DELANTE	38.6 KM/HR
VEL. MÁX. HACIA ATRÁS	38.6 KM/HR
DESPLAZAMIENTO	3.9 LTS
CONFIGURACIÓN DE LAS LLANTAS	5 DEL. Y 4 TRASERAS
LLANTAS	7.5 PLG X 15 PLG 6 PLY
PESO MÁXIMO POR LLANTA	1381 KG
BASE DE RODAMIENTO	3353 MM
TANQUE DE AGUA	380 LTS
TANQUE LLENO (COMBUSTIBLE)	128 LTS

VII. BULLDOZER D6 MXL

El bulldozer o tractor son máquinas que se requieren básicamente para maximizar la producción, sus problemas radican en que tienen las limitaciones de un tractor en cuanto a potencia y peso del material que se requiera mover. El peso y los caballos de fuerza de la maquina determinan la habilidad para empujar el material.

BULLDOZER D6 MXL



PESO DE OPERACIÓN SIN BALASTRO	4133 KG.
PESO DE OPERACIÓN CON BALASTRO	D6 MXL
MODELO	SEMI-UNIVERSAL (AL TIPO DE PALA)
TIPO	4.28 M3
CAPACIDAD DE LA PALA	2427 KG
CAPACIDAD DE LA CARGA	4.92 MTS
LONGITUD	3.19 MTS
LONGITUD DE LA PALA	3.19 M MM
ALTURA DE LA PALA	1244 MM
ANCHO DE LA PALA	433 MM
CLARO DE TIERRA	1024 MM
ÁNGULO DE LA PALA	25°

VIII. RETROEXCAVADORA

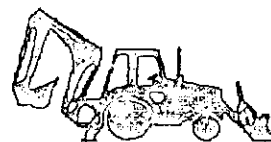
Este equipo debido a que cuenta con una pala para excavar y otra para cargar, sirve para múltiples propósitos como son cargar, limpiar, excavar zanjas o trincheras, levantar, etc. Sirve por lo general para hacer zanjas al tamaño de la pala y para remover el material y colocarlo en camiones de volteo. Actualmente estas máquinas pueden ir montadas tanto en orugas como en camiones o llantas; son de control y funcionamiento hidráulico, excelentes para trabajos de excavación abajo del nivel en que se apoyan.

Constan principalmente de una pluma o aguilón de forma recta o de cuello de ganso y llevan articulados un brazo o vigueta con un cucharón adaptado en su extremo superior. La pluma como el brazo son vigas de acero a base de tubos o placas, de sección tubular o en caja respectivamente.

El cucharón que va reforzado en uno de sus extremos por una hilera de dientes y un par de cortadores laterales para facilitar la penetración es de ataque invertido de una pala, tiene un giro de 180° para óptima retención de la carga y fácil excavación bajo tubos transversales; son de gran resistencia y tratadas térmicamente en las zonas propensas al desgaste.

Complementan a esta máquina un par de puntales estabilizadores, que llevan únicamente los camiones o las plataformas de llantas, una cabina de operación totalmente cerrada, pero con amplia visibilidad gracias a los vidrios protectores, techos y puertas corredizas.

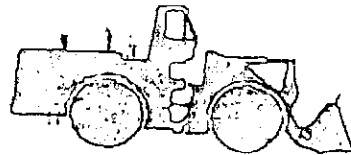
RETROEXCAVADORA	
MODELO	446 B
PALA TRASERA EXCAVADORA ALTURA	4310 MM
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN	5219 MM
ALTURA DE OPERACIÓN DEL BRAZO EXT.	6337 MM
CAPACIDAD DE LA PALA DELANTERA	1.1 M3
CAPACIDAD DE CARGA	3701 KG
PESO DE LA PALA	553 KG



IX. CARGADOR NEUMÁTICO

Generalmente es usado para cargar y transportar material, se recomienda para superficies macizas con salientes no mayores de 30 cm, ya que cuenta con neumáticos y fácilmente se hunde o atasca.

CARGADOR NEUMATICO (PAYLOADER)



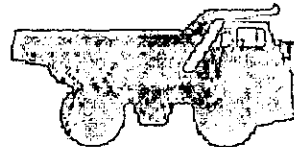
POTENCIA	625 HP
MODELO	3412 ETA
RPM	2000
CILINDROS	12
PESO DE OPERACIÓN	73453 KG
DESPLAZAMIENTO	2.7 LTS
NÚM. DE VEL. HACIA DELANTE	PRIMERA 8.7 KM/HR, SEGUNDA 14.2 KM/HR, TERCERA 22.5 KM/HR
CAPACIDAD DE PALA CON DIENTES	8.4 M3
RADIO DE LA LLANTA	1.03 M
ALTURA HASTA LA CABINA	4.14 M
ALTURA HASTA EL COMPARTIMIENTO	2.98 M
LONGITUD	10.99 M
TANQUE LLENO (COMBUSTIBLE)	970 LTS

X. CAMIÓN VOLTEO

Equipo exclusivo para el transporte o acarreo del material extraído, diseñado para circular dentro y fuera de las carreteras tanto por los camiones de tipo ligero como pesado.

Estas máquinas, que son las que con mas frecuencia se utiliza en los trabajos de excavación, constan principalmente de:

- Una caja metálica o volteo
- Cabina de control
- Chasis
- Varias llantas para desplazarse



La caja o volteo, que es adicionalmente hidráulico y descarga trasera, puede ser del tipo ordinario o del que se usa para rocas y canteras, aunque también las hay para equipos desmontables, donde la caja o recipiente que se deposita sobre el suelo para la carga, es levantada dentro del camión y devuelta a este mediante un sistema elevador ya sea hidráulico o mecánico y donde un solo camión es capaz de trabajar con varios recipientes a la vez acomodándolos uno encima del otro.

La cabina, que es de aspecto semejante a la de un automóvil, excepto en que termina inmediatamente después del asiento del conductor, es el lugar donde se encuentran todos los controles para el funcionamiento del camión como de su caja y puede ir montada sobre el motor accionante cubriéndolo totalmente o colocarse atrás de este como el caso de los automóviles.

El número de llantas que se emplean para este tipo de camiones es variable, ya que consta de dos llantas delanteras y de cuatro a ocho traseras. En general los camiones grandes que se utilizan fuera de las carreteras son de proyecto muy semejantes a los del tipo ligero, excepto en que todas sus partes deberán ser más fuertes, gruesas y robustas.

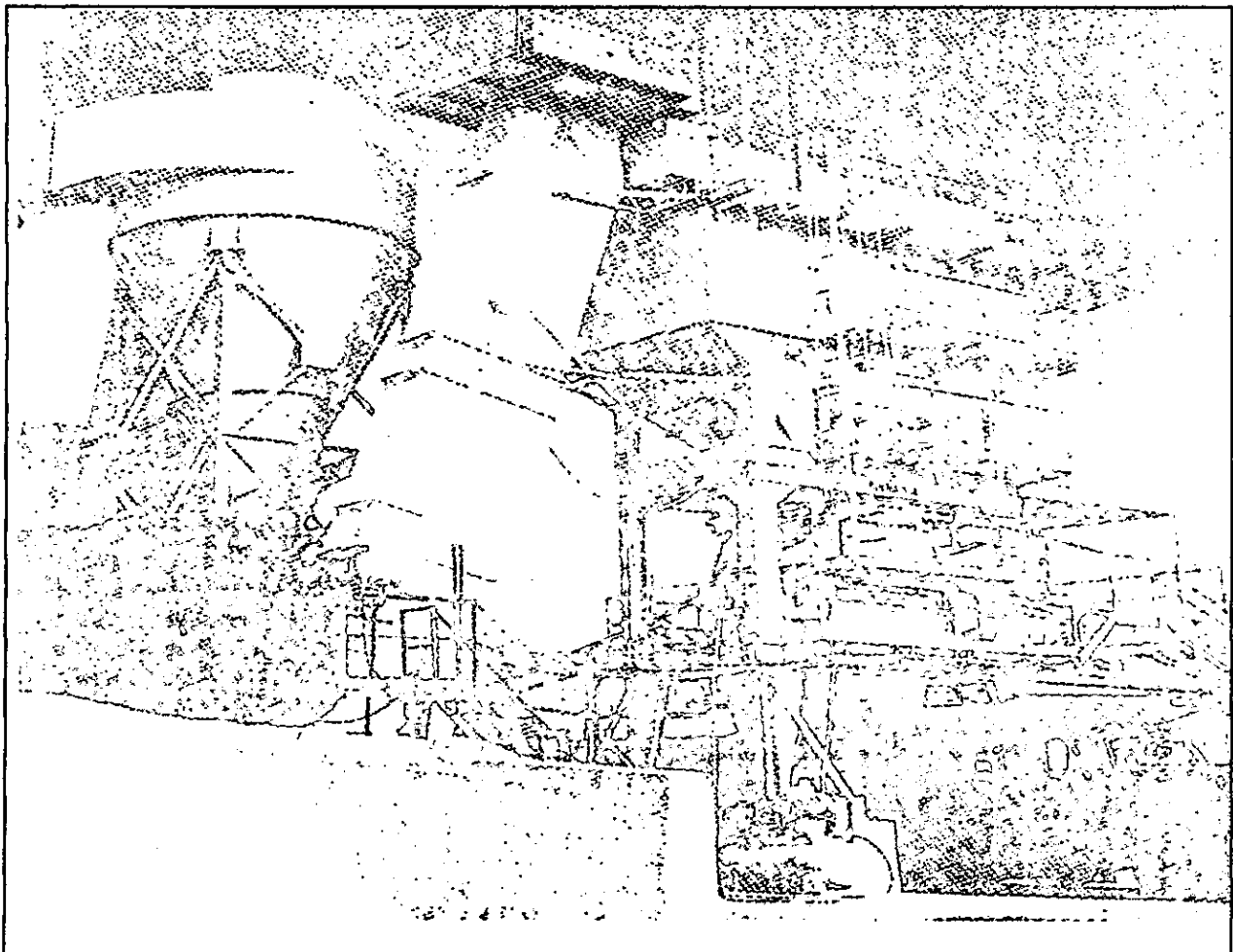
otro extremo un elevador circular, para que los agregados ya calientes sean dirigidos hacia el colector de polvos.

Este último elemento que es otro dispositivo cilíndrico cuya función es la de retirar el polvo adherido a los agregados, por medio de la fuerza centrífuga y de aire inyectado a presión. Posteriormente las cribas que se encargan de clasificar los agregados por medio de bandas a los compartimentos de la tolva alimentadora, la cual se encuentra por medio de medidor automático, que permite depositar sobre su balanza la proporción necesaria de agregados y asfalto en función de su peso.

Finalmente los agregados provenientes de la tolva alimentadora, al igual que el asfalto proporcionado mediante una bomba y a una temperatura elevada, son recibidos en una caja mezcladora, que por medio de una serie de aspas realiza el mezclado, para que de ahí sea depositada en los camiones que la distribuyen; estas se clasifican en:

1. FIJAS
PERMANENTES
DESMONTABLES
2. MOVILES
MÁQUINAS MONTADAS SOBRE NEUMATICOS QUE SE MUEVEN SOBRE EL EJE DEL CAMIÓN

VISTA DE UNA PLANTA DE ASFALTO



CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

Las vías terrestres forman parte importante de la infraestructura de un país, ya que estas contribuyen a su desarrollo político, económico, social y cultural. Dentro de las vías terrestres podemos decir que los caminos sobresalen con respecto a las vías férreas y a los aeropuertos; dado que las primeras han entrado en decadencia debido al desconocimiento de la utilidad del ferrocarril como medio de transporte, mientras que el uso de los aeropuertos (avión, que ha sido de gran importancia no solo para el país si no para todo el mundo en el presente siglo) es cada día mayor y aunque es el medio de transporte más rápido, también es el mas caro. La importancia del uso del avión se puede constatar en el numero de aeropuertos con que se cuenta en el país, sin embargo el uso de este medio genera un costo mucho mayor que el sistema férreo o por medio de las vías terrestres.

Por el contrario, en el caso de las vías terrestres los caminos tienen su origen desde que el hombre apareció en la tierra, caminos que formaban los hombres de las tribus al deambular por las regiones donde estas se establecían en busca de alimentos. Estos caminos fueron vías de tipo peatonal (veredas) que posteriormente estos tuvieron finalidades religiosas, comerciales y de conquista, en América y en México se tuvieron este tipo de caminos con el florecimiento de las civilizaciones Mayas, Aztecas y la de los Incas.

Con la invención de la rueda y la aparición de los primeros medios de transporte terrestres (carretas que eran jaladas por hombres o por animales de carga), se tuvo la necesidad de mejorar y acondicionar los caminos para que al transitar por estos caminos se desarrollaran lo más rápido y cómodamente posible.

Es de esta forma como se inician los grandes caminos en el mundo, pasando por los caminos en el viejo mundo construidos por los persas, los espartanos y los fenicios, a los grandes caminos de los romanos que construyeron para extender su dominio en la Península Itálica y en varios puntos de Europa, Africa y Asia.

El desarrollo de los caminos en nuestro país estuvo afectado y tuvo que ver con circunstancias muy especiales de carácter político - social, por mencionar alguna o la más importante de nuestro país se tiene la colonización de la Nueva España. En esa época se requería de comunicación del centro de la Nueva España con los puertos marítimos y que las rutas que se requerían para responder a las necesidades de explotación minera, agrícola o de intercambio comercial, contaran con las necesidades para el traslado a los puertos y además fueran las suficientes y mejores a los que se tenían entonces, es así como consecuencia lógica trajo el mejoramiento de los caminos existentes y la apertura de otros muchos.

Es afines del siglo XIX con la invención del automóvil, medio por el cual se ha tenido un rápido desarrollo en el tránsito, en primer lugar se acondicionaron los antiguos caminos de carretas, los cuales sufrirían grandes transformaciones en su geometría y estructura, pues los vehículos se han multiplicado en tanto en número como en peso.

Aunque en México la transformación de sus caminos de carretas debido a la aparición de los vehículos no fue sino hasta el año de 1925, con la creación de la Comisión Nacional de Caminos creada por el entonces Presidente de la República Plutarco Elías Calles (como se menciona en el Capítulo I), estando consciente de la gran necesidad que se requería para la construcción de caminos, es así como se inicia la construcción de los primeros grandes caminos de México.

En los primeros años de vida de la Comisión Nacional de Caminos se habían logrado 247 kilómetros petrolizados, 332 kilómetros revestidos (una superficie de rodamiento que permitía el tránsito en todo el tiempo) y 700 kilómetros en proceso de construcción, todo esto en los caminos:

- México – Nuevo Laredo (Pavimentado con tres riegos)
- México – Pachuca (Pavimentado con dos riegos)
- Ramal Montemorelos – General Terán
- México – Puebla (terminado hasta petrolización con tres riegos)
- México – Acapulco
- México – Cuernavaca (petrolizado)
- Venta de Carpió – Pirámides de Teotihuacan
- Santa Barbara – Cuautla (sobre revestimiento aun incompleto)
- Alpuyecá – Grutas de Cacahuamilpa (sobre revestimiento aun incompleto)

Estos son solo por mencionar algunos de los primeros caminos que se tuvieron en el país, con lo que se inicio la infraestructura de las vías terrestres, pasando de 1420 kilómetros en los años treinta, a 45000 kilómetros en los años sesenta, teniendo en la actualidad una red de caminos pavimentados de 85000 kilómetros y 120000 kilómetros de caminos secundarios, con superficie de rodamiento revestida.

Ahora no solo se trato de hablar de la infraestructura de los caminos, sino también del desarrollo de los sistemas, procedimientos, técnicas y equipos empleados para la construcción de estos caminos, comparándolos con respecto a los que se tenían a principio de siglo y con los que se cuentan en la actualidad son de gran importancia para el desarrollo de la infraestructura de las vías terrestres.

Al inicio de estas primeras obras el empleo de mano de obra era en forma intensiva, era mucho mayor con respecto a la que se utiliza hoy en día, las terracerías en aquel entonces no se compactaban, sino que usaban la practica de dejarlas revestidas durante varios años, sujetas al tránsito y las lluvias, para que estas tuvieran los asentamientos considerados naturales antes de pensar en una petrolización (un ejemplo o una receta practica indicaba que un camino debía pasar cuando menos dos temporadas de lluvias, para que se asentara); los puentes tenían un ancho de calzada de 5.70 m y eran proyectados para cargas tipo H-10; los espesores de sub - base y base se fijaban por los ingenieros encargados de la construcción de estos, de acuerdo con su experiencia; las carpetas asfálticas se construían por los sistemas de dos y tres riegos; y sobre todo el equipo de construcción o la maquinaria empleada era poca y sin mucha tecnología, además de que esta se ocupaba incipientemente como consecuencia natural de la época.

Al contrario de la actualidad, la infraestructura con la que se cuenta hoy en día es mucho mayor, así como los materiales que se utilizan están regidos por normas de calidad y proceso; por mencionar solo algunos tenemos: a los materiales que constituyen los pavimentos los cuales deben tener calidad suficiente para resistir las cargas y un número de vehículos automotores que transitan por estos; los materiales que constituyen o forman las terracerías deben cubrir con un cierto número de normas; la calidad y espesores de las capas de los pavimentos deben estar íntimamente relacionados con los materiales de las capas interiores; en las autopistas hoy en día se exigen velocidades altas, mayores a los 80 km./h, alineamiento vertical y horizontal que brinde seguridad y comodidad; así como también hoy en día contamos además de los pavimentos flexibles con los pavimentos rígidos, los cuales son superficies de rodamiento formados por losas de concreto apoyadas sobre las capas de sub - base y base respectivamente, pavimento que no tiene mucho tiempo de aplicarse en comparación con el pavimento flexible.

BIBLIOGRAFÍA

ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES

FERNANDO OLIVERA BUSTAMANTE

SEGUNDA EDICIÓN, MÉXICO 1996

CECSA

CAMINOS ALIMENTADORES

RENÉ ETCHARREN G.

REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERÍA

MÉXICO 1982

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SEGUNDA EDICIÓN (TERCERA REIMPRESIÓN)

MÉXICO 1979

MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA)

DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS

QUINTA EDICIÓN, MÉXICO 1986

REVISTA DE INGENIERÍA

ORGANO OFICIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

NÚM. 2, MÉXICO 1984

INGENIERÍA DE CARRETERAS, CALLES VIADUCTOS Y PASOS A DESNIVEL.

CLARKSON H. OGLESBY

2ª EDICIÓN

COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A., MÉXICO.

CATERPILLAR HANDBOOK

CATERPILLAR

48ª EDICIÓN

CATERPILLAR U.S.A.

GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERÍA CIVIL

RUIZ VAZQUEZ MARIANO

GONZALEZ HUESCA SILVIA

EDITORIAL LIMUSA

PRIMERA EDICIÓN

[http: www.capufe.com.mx](http://www.capufe.com.mx)

[http: www.sct.gob.mx](http://www.sct.gob.mx)