



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERIA
CIVIL**

PRESENTACION DE TESIS PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

TESIS

***PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL ENTRONQUE
AUTOPISTA MEXICO-QUERETARO DEL TRAMO CARRETERO
LIBRAMIENTO NORTE DE LA CD. DE MEXICO, EN EL EDO. DE
MEXICO.***

PRESENTA : ***P.I.C. CECILIO MENDOZA RODRIGUEZ***

ASESOR : ***M.A. RAMIRO SILVA OROZCO.***



MORELIA, MICHOACAN AGOSTO 2008



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL
102/06-07

SE DESIGNA MESA SINODAL

**C. MA. GUADALUPE RANGEL SUÁREZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN
P R E S E N T E.-**

El **C. M.A. RAMIRO SILVA OROZCO**, catedrático de la Facultad de Ingeniería Civil, en escrito de fecha 17 de Noviembre de 2006, dice a esta Dirección lo siguiente:

"...Por la presente, me permito comunicar a Usted que el **P.I.C. CECILIO MENDOZA RODRÍGUEZ**, me entregó su trabajo de tesis titulado "**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL ENTRONQUE AUTOPISTA MÉXICO - QUERÉTARO DEL TRAMO CARRETERO LIBRAMIENTO NORTE DE LA CD. DE MÉXICO, EN EL EDO. DE MÉXICO**" para la presentación de su examen recepcional, el cual considero listo para su impresión..."

Lo que comunico a Usted para su conocimiento y fines consiguientes. Asimismo, le hago saber que el tema anterior corresponde al Departamento de **Construcción** y es conveniente que se le designe la siguiente mesa.

PRESIDENTE:	M.A. Ramiro Silva Orozco	8700315-5
VOCAL:	M.I. Luis H. Sotomayor Ballesteros	8800033-8
VOCAL:	M.I. Enrique Villalobos Velázquez	8700320-1
SUPLENTE:	Ing. Martín Sánchez González	8700289-2
SUPLENTE:	Ing. Rogelio Equihua Villagomez	8700430-5

ATENTAMENTE
Morelia, Mich., a 22 de Noviembre de 2006


ING. FELIPE SÁNCHEZ RAMOS
DIRECTOR

**FACULTAD
DE INGENIERIA
CIVIL
U. M. S. N. H.**



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL
184/05-06

SE LE DESIGNA ASESOR DE TESIS

Morelia, Mich., 14 de marzo de 2006

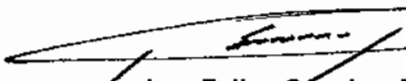
C. M.A. RAMIRO SILVA OROZCO
P R E S E N T E.-


Estimado profesor:

Por este conducto tengo el agrado de informarle que esta Dirección a mi cargo ha tenido a bien designarlo asesor de la tesis "**Procedimiento constructivo del entronque autopista México-Querétaro del tamo carretero libramiento norte de la cd. de México, en el edo. de México**", que presentará el **C. Cecilio Mendoza Rodríguez**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Lo que comunico a usted para su conocimiento y fines consiguientes.

ATENTAMENTE


Ing. Felipe Sanchez Ramirez
Director de la Facultad de Ingeniería Civil


FACULTAD
DE INGENIERIA
CIVIL
U. M. S. N. H.

FSR*JCM*del



FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL
183/05-06

UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO

SE ACEPTA DE
TEMA TESIS

Morelia, Mich., a 14 de Marzo de 2006

C. P.I.C. CECILIO MENDOZA RODRÍGUEZ
PRESENTE.-

En contestación a su atenta solicitud de fecha 10 de marzo de 2006, respecto a la propuesta de tesis para sustentar examen profesional de **Ingeniero Civil**, me es grato comunicarle que se acepta el tema:

“Procedimiento constructivo del entronque autopista México-Querétaro del tramo carretero libramiento norte de la cd. de México, en el edo. de México” el cual deberá desarrollar con el índice siguiente:

Introducción.

1. Generalidades del proyecto.
2. Terracerías.
3. Obras de drenaje.
4. Pavimentos.
5. Puentes.
6. Señalamientos.
7. Conclusiones.

Bibliografía.

De igual manera se le comunica que el **M.A. Ramiro Silva Orozco**, ha sido designado asesor de su tesis.

Sírvase tomar en cuenta que, en cumplimiento a lo especificado por la Ley de profesiones, deberá prestar su servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen recepcional.

ATENTAMENTE

Ing. Felipe Sánchez Ramos
Director de la Facultad de Ingeniería Civil

FACULTAD
DE INGENIERIA
CIVIL

U. M. S. N. H.

FSR*JCM*delc



AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios, por darme vida y haberme permitido culminar esta meta profesional importante para mí.

Agradezco a mi familia, por el apoyo incondicional que me han brindado desde mis estudios primarios hasta concluir mi carrera universitaria, ya que sin ellos no hubiese sido posible llegar a este momento.

Agradezco a mis amigos, que gracias a sus consejos y a su aliento para que siguiera esforzándome, me ayudaron para terminar este trabajo.

Agradezco a mi asesor por su paciencia y su aportación de conocimientos para que pudiera realizar la tesis de la mejor manera.

A todas las personas que de alguna forma han contribuido para mi formación tanto personal como profesional.



CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	
1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	3
1.2 CARACTERISTICAS DE LA ZONA	3
1.4 BANCOS DE MATERIALES	5
1.5 PLANOS GENERALES DEL PROYECTO	8
CAPITULO 2 TERRACERIAS	
2.1 DESMONTE	24
2.2 DESPALME	25
2.3 CORTES	28
2.4 TERRAPLENES	30
2.5 ARROPE DE TALUDES Y PLANTACIÓN DE TEPES	38
CAPITULO 3 OBRAS DE DRENAJE	
3.1 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	40
3.2 ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO	44
3.3 CUNETAS	47
3.4 LAVADEROS	48
3.5 BORDILLOS	51
CAPITULO 4 PAVIMENTOS	
4.1 CARACTERISTICAS Y TIPOS	53
4.2 SUB-BASE Y BASE	54
4.3 CARPETA ASFÁLTICA	60



<i>CAPITULO 5</i>	<i>PUENTE</i>	
5.1	<i>INFRAESTRUCTURA</i>	67
5.2	<i>SUBESTRUCTURA</i>	72
5.3	<i>SUPERESTRUCTURA</i>	75
<i>CAPITULO 6</i>	<i>SEÑALAMIENTOS</i>	
6.1	<i>SEÑALAMIENTO HORIZONTAL</i>	83
6.2	<i>SEÑALAMIENTO VERTICAL EN CARRETERAS</i>	92
<i>CAPITULO 7</i>	<i>CONCLUSIONES</i>	99
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>		101



INTRODUCCION

El Gobierno de México a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de México y por conducto de la Dirección General de Carreteras Federales, su Dependencia encargada de Estudios y Proyectos, y con el objeto de analizar para mejorar la vialidad y comunicación entre el poblado de Atlacomulco y Tula, así como de las comunidades cercanas, propone el proyecto con número de contrato de obra pública a precio unitario: 5-Ø –CE-A-557-W-0-5 la “Construcción del Entronque autopista México-Querétaro, con sus estructuras y accesos. En el kilómetro 0+851, del tramo: Jilotepec-Atlacomulco del libramiento norte de la ciudad de México, en el Estado de México.”

El proyecto del entronque contempla, trece ramas o ejes que distribuirán el tránsito de tal forma que exista una incorporación y circulación de los vehículos en la zona; el proyecto contempla así, un Paso Superior Vehicular (PSV) en el cual la circulación de la Autopista México–Querétaro sea continua, misma que cuenta con dos cuerpos, que a su vez tiene tres carriles de circulación. Con la construcción del entronque se permitirá la incorporación a la autopista México-Tula, Tula-México, Tula-Querétaro, Querétaro-Tula, México-Atlacomulco, Atlacomulco-México, Atlacomulco-Querétaro, Querétaro-Atlacomulco, Tula-Atlacomulco, Atlacomulco-Tula.

El presente trabajo explica de manera general el procedimiento de construcción del proyecto en cuestión, el cual esta comprendido en siete capítulos, los cuales se desarrollan de tal manera que puedan mostrar cada uno de los trabajos que implican el realizar una obra de esta magnitud siguiendo las normas de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, así como las especificaciones generales y particulares del proyecto mismo.



El primer capítulo contiene las generalidades del proyecto tales como; planos de proyecto, ubicación geográfica, datos topográficos, geológicos, y el informe geotécnico.

El segundo capítulo se refiere a los trabajos que se realizan en la etapa de terracerías, que, entre otros son: desmonte, despalmes, cortes, arroje de taludes, formación de los cuerpos de terraplén, subyacente y subrasante.

El tercer capítulo tiene que ver con las diversas obras de drenaje necesarias para el buen funcionamiento de la obra como son las alcantarillas tubulares de concreto, ampliaciones de las alcantarillas ya existentes, cunetas, bordillos y lavaderos.

El cuarto capítulo contiene lo referente a los pavimentos, los cuales consisten en las sub-bases, bases y la carpeta de concreto asfáltico.

El quinto capítulo se refiere a la construcción del puente el cual será construido a base de pilotes colados en sitio, trabes pretensadas y sobre estas se coloca finalmente la losa, adicionalmente se construirán guarniciones y parapetos.

El sexto capítulo trata sobre los señalamientos que se colocan en esta obra, los cuales son necesarios para que esta funcione adecuadamente, estos refieren a las señales tanto horizontales como verticales, además de colocar barrera central y defensa metálica. Finalmente el séptimo capítulo son las conclusiones finales obtenidas después de desarrollar este trabajo.

Cabe hacer mención que la secuencia de los trabajos se harán en forma programada y secuencial, de tal forma que no necesariamente se tendrá que concluir al 100% una fase para poder iniciar con la siguiente, es decir que se pueden estar realizando trabajos de despalme en un ramal y al mismo tiempo trabajos de pavimentación en otro ramal.



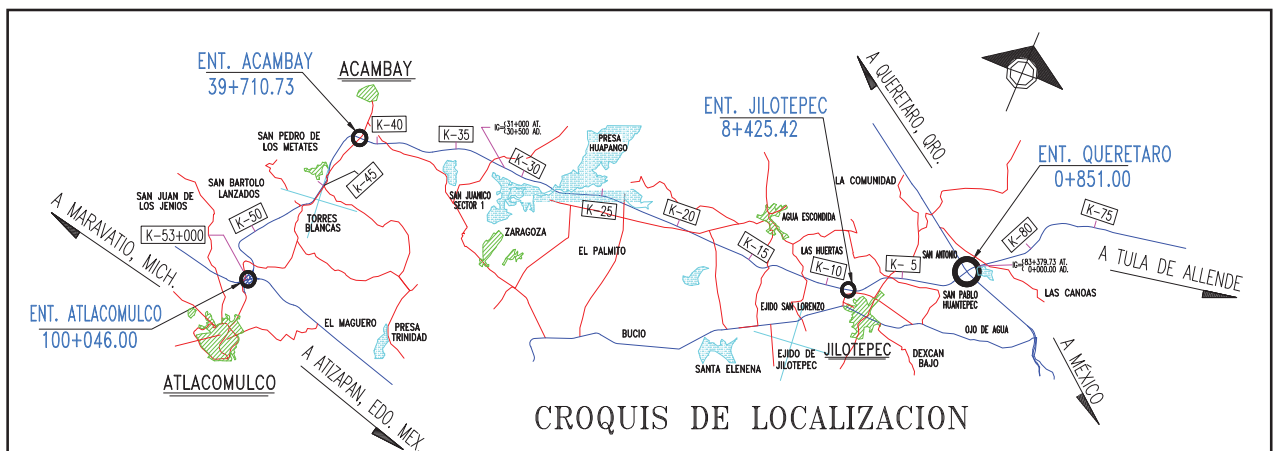
CAPITULO 1

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 - UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Para poder ubicar más específicamente el lugar en donde se encuentra la obra, se anexa un croquis de localización, en el cual se indica la zona en la que se desarrolla el trazo del entronque en proyecto.

La zona en estudio se encuentra en la porción Norte del Estado de México, y geográficamente se localiza en los 99° 30' de Longitud Oeste y 19° 59' de Latitud Norte para la zona correspondiente al entronque en proyecto.



1.2 - CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

Topografía;

Para la zona en la cual se va a construir el entronque, es del clasificado como semiplano.



Geología;

La litología del estado de México está constituida por afloramientos de rocas de origen ígneo, sedimentario y metamórfico, siendo las rocas ígneas extrusivas las que ocupan una mayor extensión. Las rocas de esta entidad datan desde el Triásico (las metamórficas) hasta el Cuaternario (representado por rocas ígneas de composición basáltica, así como por depósitos lacustres y aluviales).

Las principales estructuras geológicas que se presentan son aparatos volcánicos, algunos de los cuales se cuentan entre los más notables del país: el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl y el Nevado de Toluca. Además existen fracturas y fallas regionales, asociadas a los fenómenos de vulcanismo y mineralización. Los aspectos de geología económica más importantes están relacionados con las rocas que por su naturaleza primaria y las estructuras que las han afectado, constituyen zonas favorables para la explotación de acuíferos, de yacimientos minerales y de bancos de materiales para la construcción.

El estado de México está comprendido dentro de dos provincias geológicas que son: el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur.

Eje Neovolcánico

Esta provincia cubre la mayor parte del estado en su porción norte. Limita al sur con la Sierra Madre del Sur. Está caracterizada geológicamente por el predominio de rocas volcánicas cenozoicas que datan del Terciario y del Cuaternario.

Estratigrafía

En esta provincia hay algunos afloramientos de rocas triásicas, litológicamente clasificadas como filitas y pizarras. Dichos afloramientos están cartografiados en el noroeste, en el distrito minero de El Oro. Del Cretácico, afloran rocas sedimentarias



marinas, de composición carbonatada; en Apaxco, éstas son explotadas para la industria de la construcción.

También existen rocas sedimentarias clásticas, asociadas con piro clásticas (tobas) que afloran extensamente desde Atlacomulco hasta Toluca y en otras regiones como las de Chiconcuac y Coatepec de Harinas.

Del cuaternario existen depósitos lacustres y aluviales que rellenan antiguos lagos de la cuenca de México y los valles de la cuenca del Lerma.

Las principales estructuras de esta provincia son los aparatos volcánicos formados por conos cineríticos y derrames de lavas. De entre estos sobresalen el Popocatepetl, el Iztaccihuatl y el Nevado de Toluca, que son los volcanes más notables del país, todos ellos formados por rocas andesíticas.

Drenaje

El drenaje de la zona de estudio es el conocido como dendrítico.

1.3 - BANCOS DE MATERIALES

Por los requerimientos del proyecto geométrico, será necesario emplear material producto de banco, por lo cual se realizó el análisis geológico de la zona y se procedió a ubicar los sitios potencialmente adecuados en cuanto a tipo de material y cercanía se refiere, en todos los casos se procedió a realizar su exploración y muestreo respectivo, con el objeto de analizar las propiedades de los materiales, así como delimitar la zona de explotación, determinando con esto su capacidad, a continuación se anexan las características de los materiales de los bancos , así como su localización.

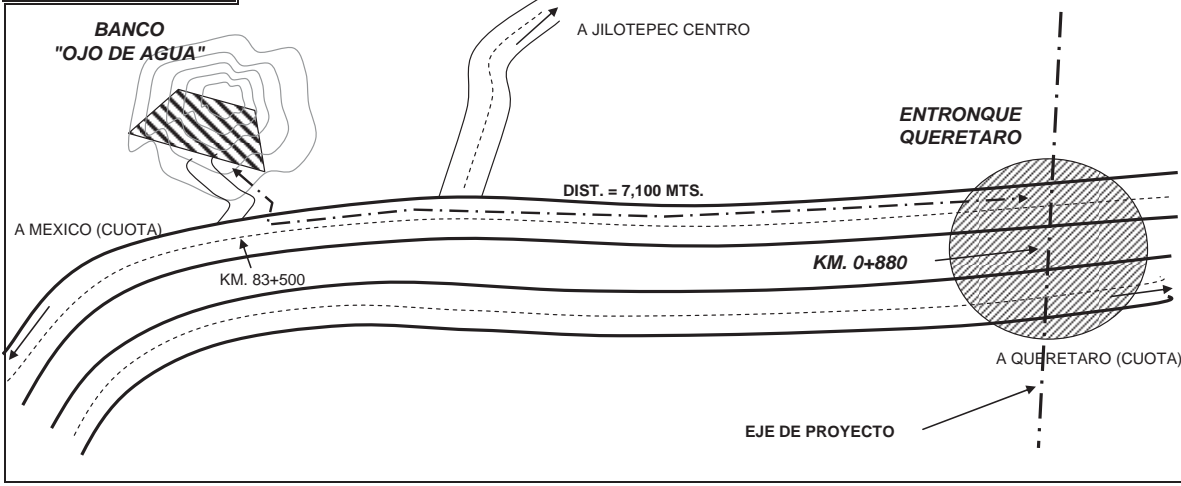


CARRETERA: TULA - JILOTEPEC - ATLACOMULCO TRAMO: LIM. EDOS. MEX./HGO. - ATLACOMULCO ENTRONQUE: " QUERETARO " ESTADO: MEXICO	 INGENIERIA VIAL Y TRANSPORTE, S.A. DE C.V.
--	---

PRESTAMO DE MATERIALES PARA:				SUBRASANTE Y CUERPO DE TERRAPLEN		DENOMINACION				" OJO DE AGUA "		
UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION S.U.C.S.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO			
	No.	ESPOSOR			0.9	0.95	1	BANDEADO	A	B	C	
KM. 0+880 DES.V. IZQUIERDA CON 7,100 MTS. Y/O KM 83.5 IZQUIERDA CON 1,000 MTS. AUT. MEXICO - QUERETARO	1	15	Arena color café medianamente compacta y poco humeda (SM)	COMPACTADO	1.03	0.98	0.93			60	40	00

LARGO	ANCHO	ALTURA	VOLUMEN PROVECHABLE M ³	OBSERVACIONES
150	150	15	337500	

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN





**INGENIERIA VIAL Y
TRANSPORTE, S.A. DE C.V.**

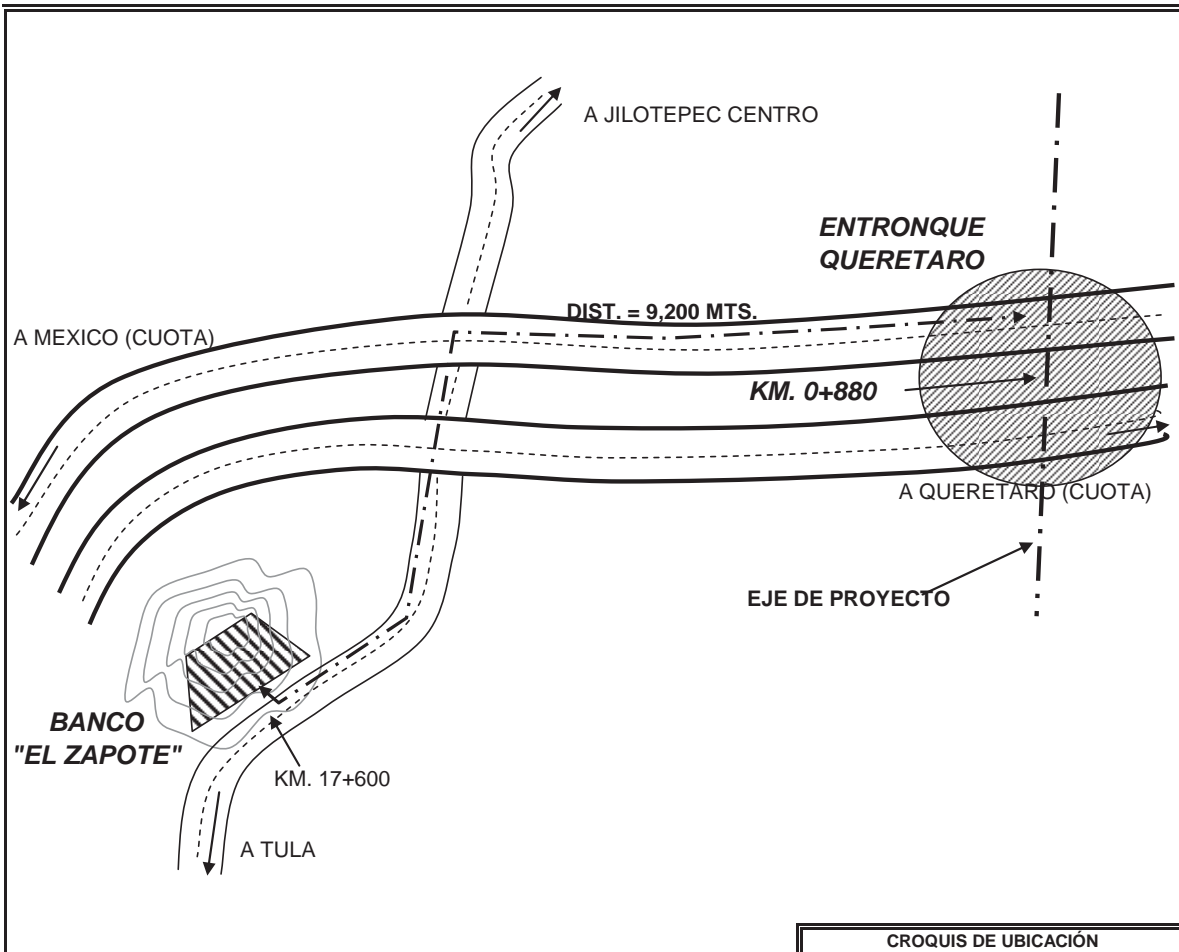
CARRETERA: TULA - JILOTEPEC - ATLACOMULCO
TRAMO: LIM. EDOS. MEX./HGO. - ATLACOMULCO
ENTRONQUE: " QUERETARO "
ESTADO: MEXICO

ESTRATIGRAFIA

ESTRATO		CLASIFICACION	
NO.	ESPEJOR	GEOLOGICA	PRESUP.
1		Fragmentos grandes y medianos de roca de origen calizo poco alterados y fracturados	00-40-60

DATOS GENERALES

BANCO: " EL ZAPOTE "
LOCALIZACIÓN: KM. 0+880 DESV. IZQ. CON 9,200 M. Y/O KM. 17+600 DESV. IZQ. CON 200 M. CARR. LIBRE TULA - JILOTEPEC
VOLUMEN UTILIZABLE: 200,000 M³
UTILIZACIÓN: SUB- BASE, BASE HID. Y CARPETA
TRATAMIENTO: TRITURADO TOTAL Y CRIBADO
OBSERVACIONES: Actualmente, cuenta con planta trituradora y de Asfalto

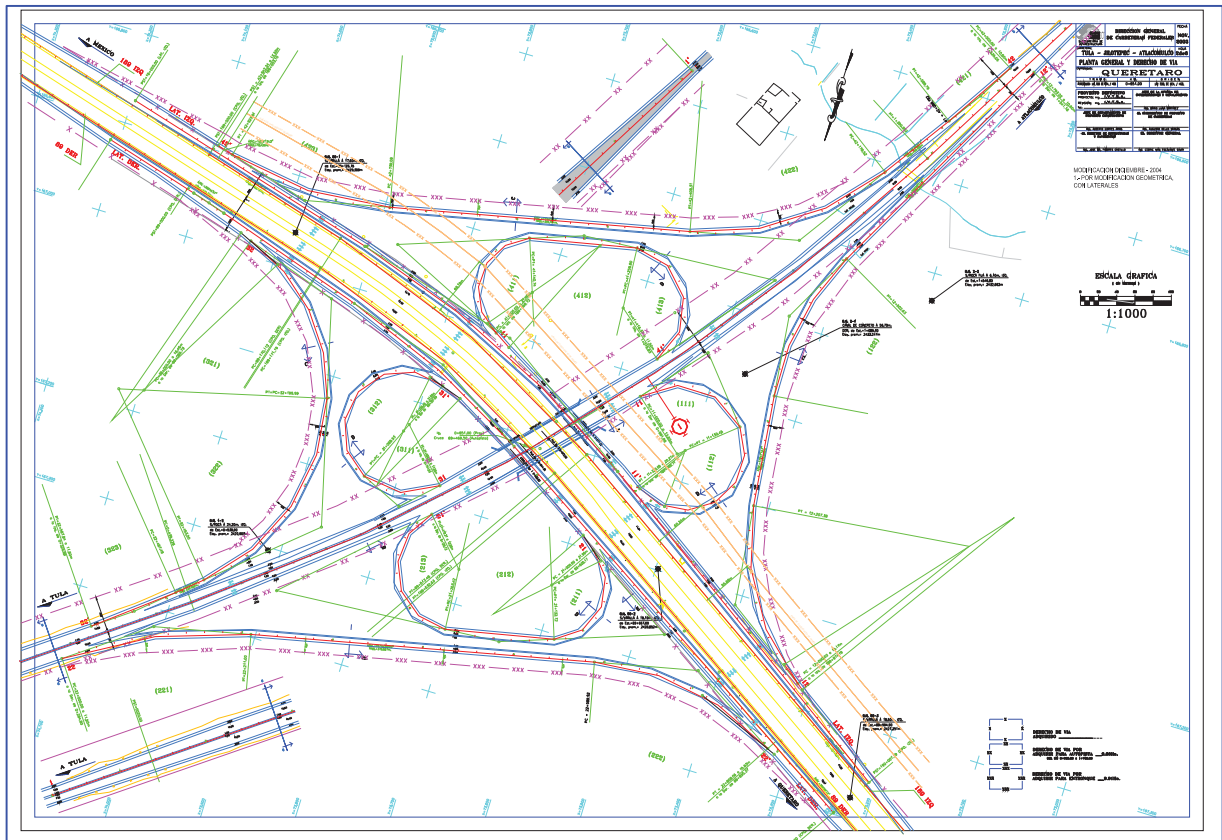


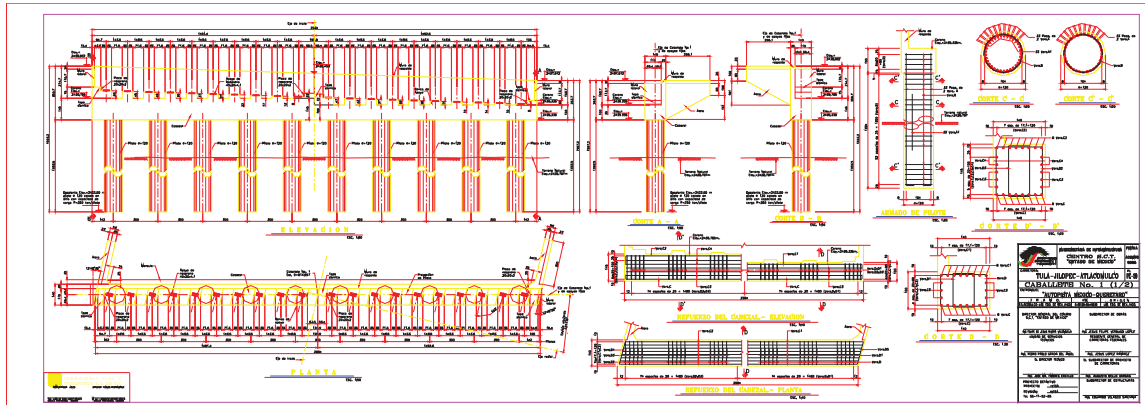
CROQUIS DE UBICACIÓN

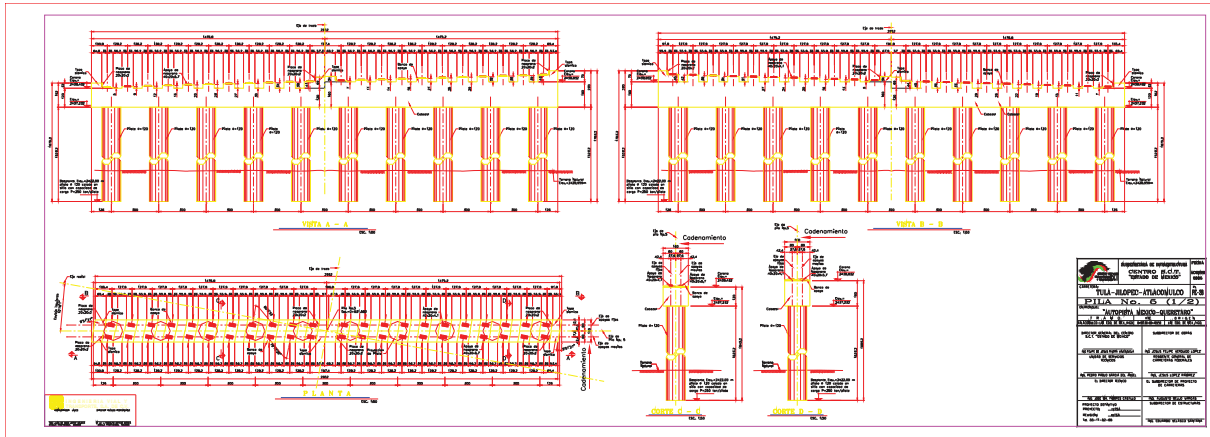


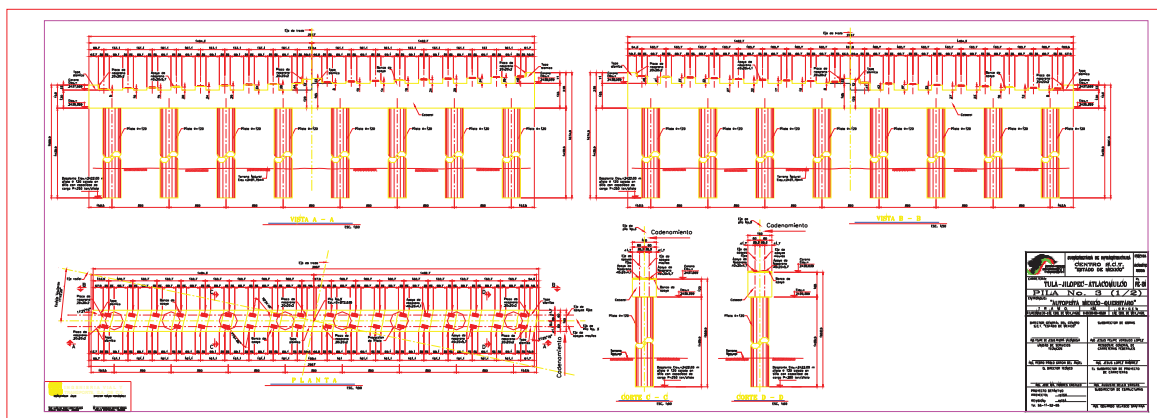
1.4 – PLANOS GENERALES DEL PROYECTO

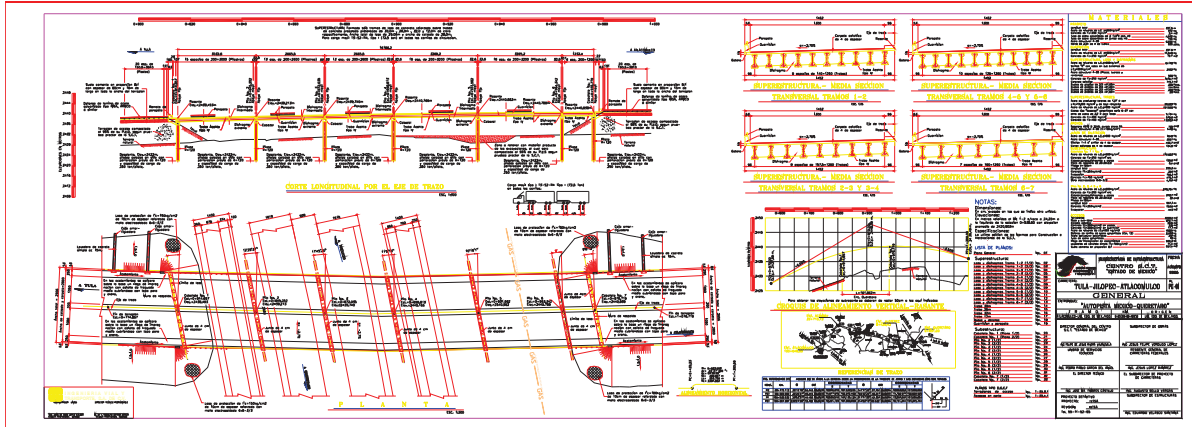
- 1_ PLANTA GENERAL Y DERECHO DE VIA
- 2_ PLANTA CONSTRUCTIVA COMPLEMENTARIA
- 3_ PLANTA DE SEÑALAMIENTO
- 4_ PLANTA GENERAL (PUENTE)
- 5_ CABALLETE N° 1
- 6_ PILA N° 2
- 7_ PILA N° 3
- 8_ PILA N° 4
- 9_ PILA N° 5
- 10_ PILA N°6
- 11_ CABALLETE N°7
- 12_ TRABE DE 12 MTS.
- 13_ TRABE DE 26 MTS.
- 14_ TRABE DE 30 MTS.
- 15_ TRABE DE **32 MTS.**

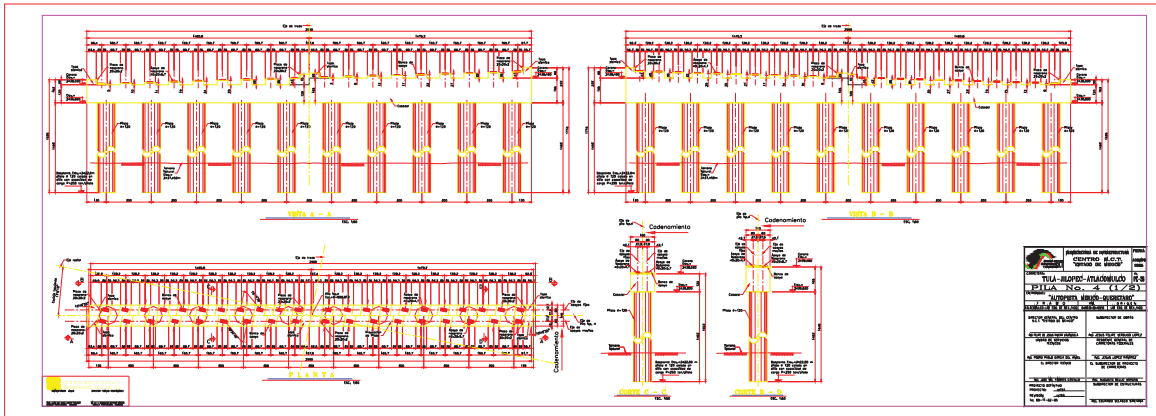


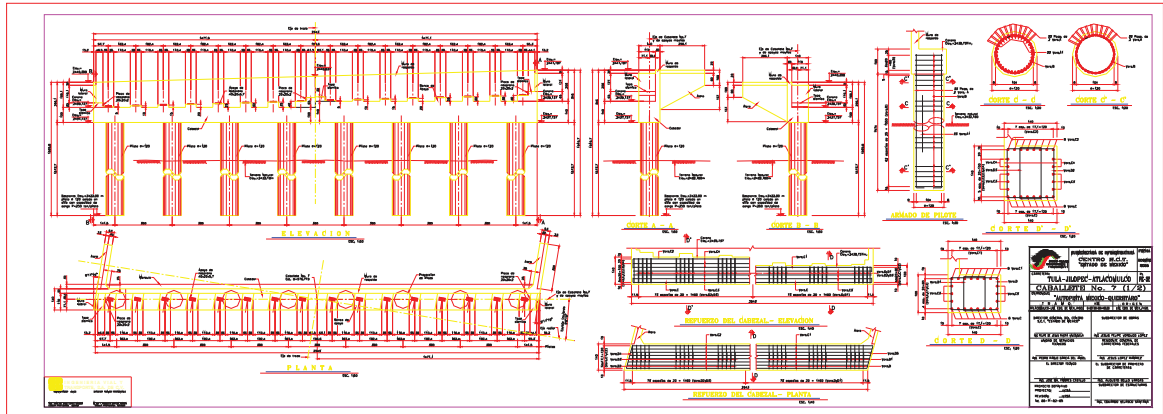


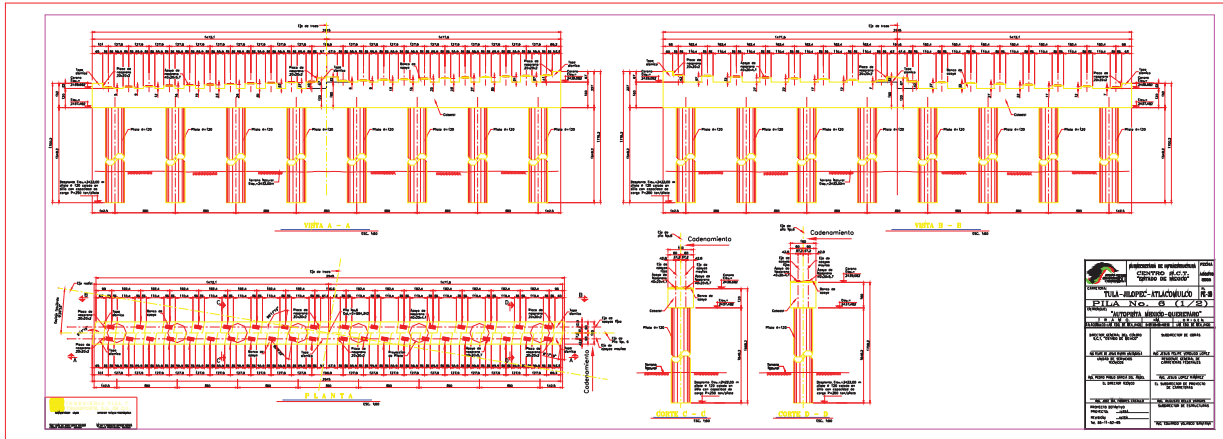










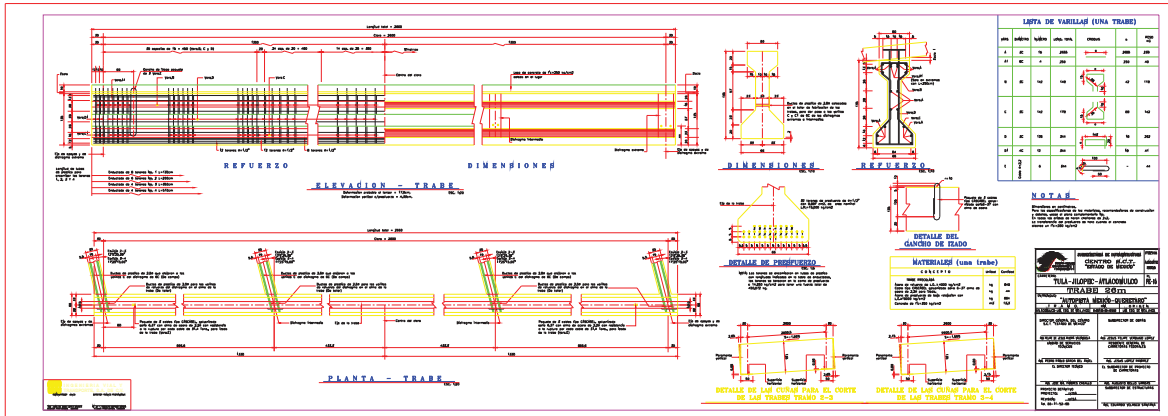


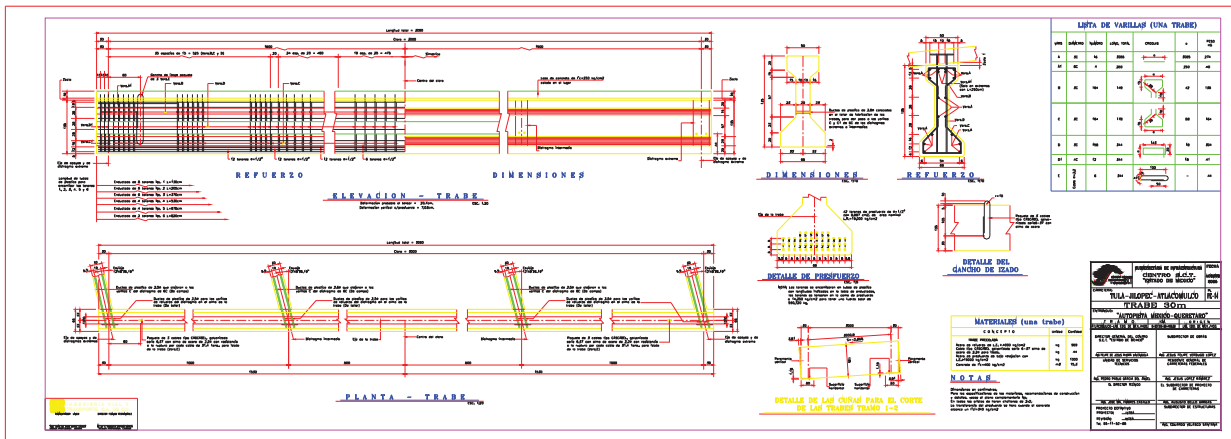


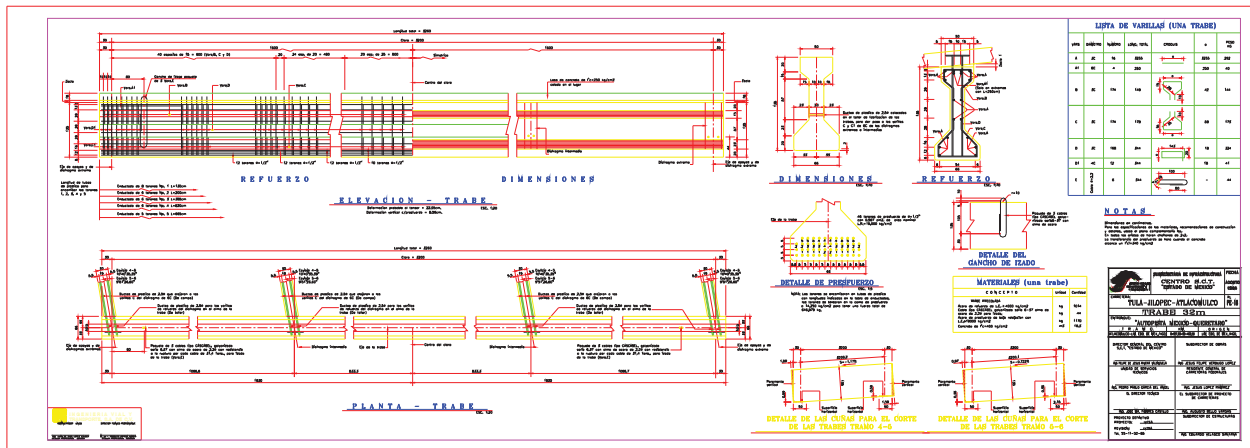
The drawing set includes the following elements:

- ELEVACION - TRASE:** Elevation view of the roof structure showing reinforcement (REFUERZO) and dimensions (DIMENSIONES).
- PLANTA - TRASE:** Plan view of the roof structure showing reinforcement (REFUERZO) and dimensions (DIMENSIONES).
- REFUERZO:** Reinforcement details for the roof structure.
- DIMENSIONES:** Dimension lines and values for the roof structure.
- DETALLE DE PERFORACION:** Detail of a hole in the roof structure.
- DETALLE DEL GANCHO DE ELAJO:** Detail of a hook in the roof structure.
- MATERIALES (con trebe):** Materials list (with trebe).
- NOTAS:** Notes regarding the roof structure.
- LISTA DE VARELLAS (UNA TRASE):** List of reinforcement bars (one side).

NO.	DIAM.	LARG.	ANCHO	ALTO	NO.	DIAM.	LARG.	ANCHO	ALTO
1	10	4.00	0.20	0.20	1	10	4.00	0.20	0.20
2	10	4.00	0.20	0.20	2	10	4.00	0.20	0.20
3	10	4.00	0.20	0.20	3	10	4.00	0.20	0.20
4	10	4.00	0.20	0.20	4	10	4.00	0.20	0.20
5	10	4.00	0.20	0.20	5	10	4.00	0.20	0.20
6	10	4.00	0.20	0.20	6	10	4.00	0.20	0.20
7	10	4.00	0.20	0.20	7	10	4.00	0.20	0.20
8	10	4.00	0.20	0.20	8	10	4.00	0.20	0.20
9	10	4.00	0.20	0.20	9	10	4.00	0.20	0.20
10	10	4.00	0.20	0.20	10	10	4.00	0.20	0.20









CAPITULO 2

TERRACERÍAS

DEFINICIÓN

Se llama terracería al conjunto de obras compuestas de cortes y terraplenes, formadas principalmente por la sub-rasante y el cuerpo del terraplén, constituida generalmente por materiales no seleccionados y se dice que es la subestructura del pavimento. Cuando se va a construir un camino que presente un TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) mayor a 5000 vehículos, es necesario que se construya bajo la sub-rasante una capa conocida como sub-yacente. Los trabajos de terracerías se complementan con el desmonte, el despalme y el recubrimiento de taludes.

2.1 – DESMONTE

2.1.1 - Definición y clasificación

El desmonte es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de banco, de canales y en las áreas que se destinen a las instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Cuando así lo indique el proyecto o lo ordene la secretaria, el desmonte se complementa con el trasplante de especies vegetales, que se refieren al traslado de un sitio a otro del individuo vegetal vivo. El desmonte comprende:

- 1.- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- 2.- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- 3.- Desenraíce, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- 4.- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto.



2.1.2 - Ejecución

- _ El desmante se hará en el derecho de vía según lo establecido en el proyecto.
- _ En canales y contra cunetas el desmante se hará en la superficie limitada por las líneas trazadas a lo largo de los cerros de estas.
- _ En el caso de zonas de bancos u otras fuera del derecho de vía el desmante se hará por lo menos hasta un (1) metro fuera del límite de dichas zonas.
- _ Los trabajos se realizarán asegurando que toda la materia vegetal quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando dañar árboles fuera del área indicada.
- _ El desenraíce se ejecutará, por lo menos, dentro de las superficies limitadas por líneas trazadas a lo largo de los cerros de cortes, terraplenes con espesor menor de (1) metro, canales, contra cunetas y zonas de bancos, entre otras.
- _ Las ramas de los árboles situados fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre la corona de las terracerías, serán cortadas.
- _ Únicamente se cortarán las ramas que queden a menos de (8) metros sobre la corona de la carretera, procurando conservar la simetría y buena apariencia del árbol. En cualquier caso, se respetarán los árboles y la vegetación adyacente a cuerpo de agua.

2.2 – DESPALME

2.2.1 -Definición

El despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto, con el objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

2.2.2 - Ejecución

- _ El espesor del despalme será de 30 centímetros tal como lo indica el proyecto, y de acuerdo con la estratigrafía del terreno o con la existencia de rellenos artificiales.



_ El material producto del despálme se empleará para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes, así como de los pisos, fondo de las excavaciones y taludes de los bancos al término de su explotación, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación, según lo indique el proyecto.

_ El material producto del despálme colocado en los taludes de terraplenes, así como en los pisos, fondo de las excavaciones y taludes de los bancos o en las zonas donde se distribuyó uniformemente, se le adicionarán semillas de pasto o de vegetación propia de la zona, adecuada al paisaje y que no impida la buena visibilidad.

_ El retiro de rellenos artificiales se ejecutará cumpliendo con las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

_ Después de haberse efectuado el despálme correspondiente, el piso descubierto del Terreno Natural se deberá compactar al 90% de su PVSM en una profundidad de 0.20 metros como mínimo; ó bandearse según sea el caso.





2.3 – CORTES

2.3.1 - Definición

Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Si para la construcción de cortes se requiere el uso de explosivos y artificios, se debe obtener permisos para su adquisición, traslado, manejo, almacenamiento y utilización, conforme a los requerimientos de la Secretaría de la Defensa Nacional. Para este proyecto no se utilizarán explosivos.

2.3.2 - Equipo

Tractores

Montados sobre orugas, reversibles, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

Cargadores frontales

Autopropulsadas y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque, para la excavación y carga de los materiales producto del corte.

Transporte y almacenamiento

Los materiales producto de los cortes se cargarán en camiones volteo y se transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.



2.3.3 Ejecución

- _ Una vez terminados los trabajos de desmonte y despalme se delimitará la zona de corte mediante estacas en las líneas de ceros, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.
- _ Los cortes se ejecutarán de acuerdo con las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción.
- _ Los cortes se ejecutarán de manera que se permita el drenaje natural del corte.
- _ Los cortes se harán con el talud establecido en el proyecto. En caso de que los materiales de los taludes resulten fragmentados o la superficie irregular o inestable, el material en estas condiciones será removido.





_ Cualquier ampliación de corte por requerimiento de material únicamente, debe hacerse a partir del talud externo de la cuneta, ó bien formando una banquetta, la cual quedará debidamente drenada y de preferencia aguas abajo.

_ Como lo indica el proyecto, los materiales producto del corte se utilizarán para construir terraplenes o arroparlos reduciendo la inclinación de sus taludes. Los materiales provenientes de derrumbes o deslizamientos recientes se retiraran del sitio de los trabajos para aprovecharse en el abatimiento de taludes o se depositarán, al igual que el material sobrante de los cortes, en el sitio y forma que indique el proyecto, para evitar alteraciones al paisaje, a cuerpos de agua y favorecer el desarrollo de la vegetación, así como para no obstaculizar el drenaje natural.

_ La excavación debe ser efectuada hasta la línea de proyecto con una tolerancia de más menos diez (+- 10) cm. En taludes y de (+- 3) cm. En el fondo de excavación, según la norma n-ctr-1-01-003/00 de la S.C.T.

2.4 - TERRAPLENES

2.4.1 – Definición y Características de los materiales

Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes. Deberá resistir las cargas de las capas superiores y distribuir las adecuadamente en el terreno natural. Por normatividad no se acepta material del tipo MH, OH, y CH cuando su límite líquido sea mayor del 80%, deberá tener un VRS mínimo de 5%. Si esta compuesto de rocas, se recomienda formar capas del espesor del tamaño máximo y se pasará un tractor de oruga en tres ocasiones por cada lugar con un movimiento de zig-zag que se conoce como bandedado, el grado de compactación mínima será del 90% y si es necesario realizar modelos en barrancas donde no es fácil el empleo del equipo, se permite que el material se coloque a volteo



hasta una altura donde ya pueda operar la maquinaria. Se recomienda el compactador pata de cabra con equipo de vibrado y un peso aproximado de 20 a 30 toneladas.



Materiales

Los materiales que se utilicen en la construcción de terraplenes, cumplirán con lo establecido en las normas de S.C.T. n.cmt.1.01, materiales para terraplén, n.cmt.1.02, materiales para subyacente y n.cmt.1.03, materiales para subrasante,. Los materiales procederán de los cortes o bancos.

Los materiales para la construcción del cuerpo del terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, cuando procedan de cortes, pueden ser compactables o no compactables. Cuando provengan de bancos o



se utilicen en la construcción de las capas subyacentes y subrasantes, siempre serán compactables.

La función de la sub-rasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento. Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad. Las características con las que debe cumplir son: f máximo de 3", expansión máxima del 5%, grado de compactación mínimo del 100%; espesor mínimo de 30 cm. Cuando existan partículas mayores de 75 mm. (3"), éstas deberán eliminarse mediante papeo.

Otra de las funciones de la sub-rasante es evitar que el terraplén contamine al pavimento y que sea absorbido por las terracerías.

2.4.2 – Equipo

Motoconformadoras

Las motoconformadoras que se utilicen para el extendido y conformación de terraplenes, serán autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de 3.65 metros, y con una distancia entre ejes mayor de 5.18 metros.

Tractores

Los tractores serán montados sobre orugas, reversibles, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.

Cargadores frontales

Los cargadores frontales serán autopropulsados y reversibles, de llantas o sobre orugas, con la potencia y capacidad compatibles con el frente de ataque.



Compactadores

Los compactadores serán autopropulsados y reversibles. Los compactadores vibratorios estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración.

2.4.3 - Ejecución

Trabajos previos

Se delimitará la zona de desplante del terraplén mediante estacas u otras referencias, de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Previo al inicio de los trabajos, la zona de desplante del terraplén estará debidamente desmontada y despalmada.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en la ampliación de la corona o tendido de taludes en los que no se vaya a modificar el ancho de la corona de terraplenes existentes o en los trabajos para la elevación de la subrasante, se excavarán escalones de liga conforme a lo establecido en el proyecto.

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, se rellenarán los huecos resultantes de los trabajos de desmonte y despalme con material compactado, asimismo se compactará el terreno natural o el despalmado, en el área de desplante, en un espesor mínimo de 20 centímetros y a una compactación similar a la del terreno natural.

Tendido y conformación

El material proveniente de cortes o bancos se descargará sobre la superficie donde se extenderá, en cantidad prefijada por estación de veinte metros, en tramos que



no sean mayores a los que, en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar o acomodar el material.

En caso de material compactable, este se preparará hasta alcanzar el contenido de agua de compactación que indique el proyecto o apruebe la Secretaría y obtener homogeneidad en granulometría y humedad, extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, o eliminando el agua excedente.



Siempre que la topografía del terreno lo permita el material se extenderá en capas sucesivas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección.

Cuando la topografía del terreno presente lugares inaccesibles donde no sea posible la construcción por capas compactadas o acomodadas utilizando equipo mayor,



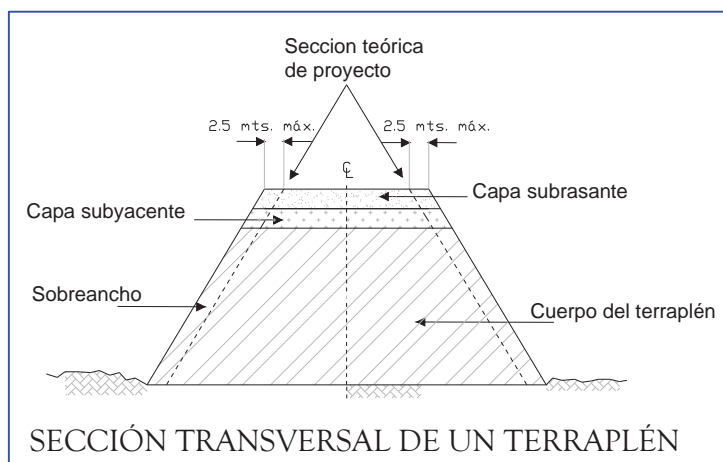
dichos lugares se rellenarán a volteo para formar una plantilla en la que se pueda operar el equipo, prosiguiendo la construcción por capas compactadas de ese nivel en adelante. El nivel de la plantilla será el que indique el proyecto.

Los taludes de proyecto que deberán considerarse para terraplenes son los siguientes:

ALTURAS	INCLINACIÓN
Entre 0.00 y 1.00 m	5:1
Entre 1.00 y 2.00 m	3:1
Mayores de 2.00 m	1.7:1

Cuando el nivel de desplante coincida sensiblemente con el nivel freático, se evitará desplantar el terraplén directamente sobre la superficie saturada, procediendo al abatimiento del nivel freático o a colocar una primer capa a volteo de espesor suficiente para que soporte al equipo, según lo indique el proyecto.

Cuando el proyecto indique que se deba asegurar la compactación de los hombros de los terraplenes, estos se construirán con una sección más ancha que la teórica de proyecto, respetando la inclinación de los taludes señalada en el proyecto, obteniéndose así los sobrecanchos laterales, con las dimensiones indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, en los cuales la compactación podrá ser menor que la fijada.





Como parte final del terraplén se construirán la capa subyacente y, por último la capa subrasante, con los espesores, materiales y grados de compactación que establezca el proyecto, que son; para el caso de la capa subyacente del 95% y de la subrasante del 100% con respecto del Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM) de la prueba AASHTO.

Cuando el proyecto o la Secretaría indiquen que la construcción de la capa subrasante se ejecute directamente bajo el nivel del piso de un corte y los materiales en ese sitio satisfacen las características establecidas como se indica en las normas, dicha capa se formará sin necesidad de una excavación adicional, escarificando y compactando la cama del corte, con el espesor y grado de compactación que establezca el proyecto.

Compactación

Cada capa de material compactable, tendida y conformada, se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto.

La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro de las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.





Acomodo

Cada capa de material no compactable, tendida y conformada, se acomodará mediante bandeo, ronceando con un tractor D-8 montado sobre orugas, que tenga una masa mínima de treinta y seis toneladas, de forma que pase cuando menos tres veces por cada sitio. El número de pasadas podrá ser ajustado en la obra y aprobado por la Secretaría, dependiendo del equipo que se utilice.

El bandeo se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del tractor en cada franja bandeada.

En la última capa subyacente a la capa subrasante, además de las tres (3) pasadas por cada lugar con tractor D-8 señaladas en el párrafo anterior, deberán darse tres (3) pasadas por cada lugar con rodillo Hyster de rejillas, o equivalente, con peso no menor de seis (6) toneladas.





2.5 - ARROPE DE TALUDES Y PLANTACIÓN DE TEPES

2.5.1 - Definición y clasificación

El recubrimiento de taludes es el conjunto de trabajos que tienen el objeto de proteger de la erosión al material que forma los taludes de cortes o terraplenes, los recubrimientos más comunes son:

- Siembra de especies vegetales.
- Mallas vegetales.
- Mallas geosintéticas.
- Mallas metálicas.
- Riego asfáltico.
- Zampeados.

Materiales

Los materiales que se utilicen para el recubrimiento de taludes, cumplirán con lo establecido en las normas n.cmt.4.05.001,

2.5.2 - Ejecución

Entre las estaciones señaladas en el proyecto y/o ordenadas por la Secretaría, se procederá a recargar los taludes de los terraplenes correspondientes al cuerpo nuevo, utilizando el material obtenido de los despalmes y cajas para desplantes de terraplenes, a fin de arropar dichos taludes en la forma indicada por la Secretaría, distribuyendo el material y afinando la sección para darle un talud final de tres a uno (3:1).

La plantación de pasto por medio de tepes en los taludes de los terraplenes señalados en el proyecto se realizará de acuerdo a lo indicado en la cláusula 3.01.02.046-F de las Normas para Construcción e Instalaciones, debiendo considerarse además el afinamiento y perfilado de los taludes y si en éstos no hay tierra apropiada, deberá proveerlos de una capa de tierra fértil que ya apisonada tenga un espesor mínimo de quince (15) centímetros, considerando el propiciar 3 riegos a toda la



superficie sembrada en la fechas que ordene la Secretaría, a fin de propiciar su enraizamiento.





CAPITULO 3

OBRAS DE DRENAJE

3.1 - EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS

3.1.1 - DEFINICIÓN

Las excavaciones para estructuras son las que se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenaje, entre otras.

Transporte y almacenamiento

Los residuos producto de la excavación se cargarán en camiones volteo y se transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o que apruebe la secretaria, en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible. El transporte y disposición de los residuos se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

3.1.2 - EJECUCIÓN

- _ Una vez terminado el desmonte, se delimitará la zona de excavación de acuerdo con lo indicado en el proyecto.
- _ Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la secretaria se llevaran a cabo las desviaciones necesarias para evitar que el agua afecte los trabajos de excavación.

Excavación para estructuras

- _ La excavación se efectuará de acuerdo a las dimensiones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.



_ Con el fin de proteger la excavación, si la estructura para la cual se ejecute no se inicia de manera inmediata y el fondo de dicha excavación esta formado por materiales altamente erosionables o que puedan ser afectados rápidamente por el intemperismo,



se suspenderá la excavación arriba del nivel de desplante, hasta que este por iniciarse la construcción de la estructura.

_ Durante la ejecución de la excavación esta se protegerá de inundaciones y se asegurará su estabilidad, para evitar derrumbes, drenando toda el agua que afecte a la excavación. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita.

_El material suelto o inestable, así como toda la materia vegetal, se removerá para asegurar la estabilidad de la excavación.

_Cuando el proyecto indique o la Secretaría apruebe que las paredes de la excavación sirvan de molde a un colado, sus dimensiones no deberán excederse en más de (10) centímetros respecto a las fijadas en el proyecto. Si se excede dicho límite, se deberán poner moldes.



_Salvo que el proyecto o la Secretaría indique otra cosa, el material producto de la excavación se utilizará en el relleno de la misma.

_Una vez construida la estructura en la excavación, esta se rellenará como se indica en la norma n.c.t.r.car.1.01.011, rellenos.

_ El material sobrante de la excavación se depositará en el sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o que apruebe la secretaria o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje natural del terreno o que no invada cuerpo de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación, según lo indique el proyecto o apruebe la secretaría.

_ Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la secretaría se construirá un firme nivelado de concreto hidráulico pobre en el fondo de la excavación, para el desplante de la estructura.



_ Si así lo ordena la Secretaría, las grietas y oquedades que se encuentren en el fondo de la excavación, se rellenarán con concreto hidráulico u otro material que establezca el proyecto o apruebe la secretaría.





3.2 – ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO

3.2.1 - DEFINICIÓN

Las alcantarillas tubulares de concreto son estructuras rígidas, que se construyen mediante tubos de concreto con o sin refuerzo, colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, puede ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviada.

3.2.2 - EJECUCIÓN

Una vez hecha la excavación correspondiente de acuerdo al trazo y niveles de proyecto, se verificará que el fondo de la excavación en que se asiente la alcantarilla estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

La plantilla de apoyo para la alcantarilla se formará con una capa del espesor y con los materiales, el grado de compactación y el nivel indicados en el proyecto, dependiendo del tipo de terreno sobre el que se apoyará. La geometría final de la plantilla será similar a la del tubo.

La tubería será de concreto reforzado de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, y sus diámetros variarán de acuerdo al proyecto, serán de 0.90, 1.00, y 1.20 metros.

La colocación de las alcantarillas se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba, ubicando siempre el extremo con la junta tipo macho hacia aguas abajo, las juntas entre tubos y las perforaciones para el manejo de los tubos, se sellarán con mortero de cemento-arena en proporción (1:3).



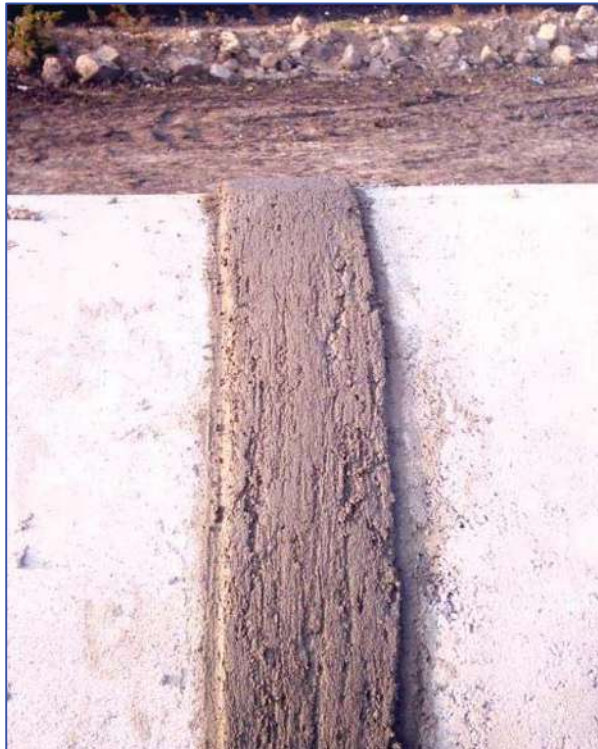
Una vez colocada la tubería sobre la plantilla, se construirá un chaflán en ambos lados de los tubos, entre estos y la plantilla, en toda su longitud. Este chaflán tendrá sección triangular con base y altura de veinte centímetros, elaborado con mortero de cemento-arena en proporción (1:3).

Cuando se presente corriente de agua o filtraciones durante la colocación de los tubos, se hará lo necesario para desviar el agua temporalmente, mediante canales, bombeo u otro procedimiento aprobado por la Secretaría.

El relleno colocado en los costados (acostillado) y alrededor de los tubos circulares, se compactará simétricamente a mano o con equipo manual, en ambos lados en capas de 15 centímetros, con el material y el grado de compactación establecidos en el proyecto. Para protección de la estructura se formará sobre el tubo un terraplén de sección trapezoidal con base superior igual a 3 veces el diámetro de la alcantarilla y colchón mínimo de 1 metro, compactado a mano o con equipo manual.



Los extremos de la alcantarilla se sujetarán con muros de cabeza de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado. A la entrada y a la salida de la alcantarilla, en caso de que se requiera, se realizará un zampeado conforme a lo establecido en el proyecto.





3.3 – CUNETAS

3.3.1 - DEFINICIÓN

Las cunetas son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona en uno o ambos lados, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona de los taludes de los cortes o del terreno contiguo, conduciéndole a un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.

3.3.2 - EJECUCIÓN

La conformación de las zanjas para formar las cunetas, se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el proyecto. Las cunetas se construirán de forma que su desagüe no cause perjuicio a los cortes ni a los terraplenes.

La pendiente de la cuneta será la misma que la del camino. Cuando la sección del camino pase de corte a terraplén, la cuneta se prolongará la longitud necesaria en diagonal, siguiendo la conformación del terreno, para desfogar el agua en terreno natural, en la obra de drenaje más cercana.

Una vez terminada la conformación, se revestirá la cuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión.





Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido por el proyecto. El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento será el que marque el proyecto. El recubrimiento con concreto hidráulico simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de las losas en forma alternada y con longitud mínima de 1 metro.

A la cuneta terminada deberá aplicarse pintura vinílica a razón de 1 litro/m².

3.4 – LAVADEROS

3.4.1 - DEFINICIÓN

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no cause daño a la estructura el pavimento, los lavaderos pueden ser de mampostería, concreto hidráulico o metálicos. Si se construyen con mampostería o concreto hidráulico, generalmente tienen la sección triangular, con el propósito de lograr una depresión en su intersección con el acotamiento, para facilitar la entrada del agua al lavadero.

3.4.2 - EJECUCIÓN

Los lavaderos se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura; solo en el talud interno de los terraplenes en curva horizontal en su parte mas baja; en las partes bajas de las curvas verticales, en las secciones de corte en que se haya interceptado un escurridero natural que pase arriba de la rasante, que debe continuar drenando, y en las salidas de las obras menores de drenaje que lo requieran.



En los tramos en tangente los lavaderos se construirán a cada 50 metros. En ningún caso se colocarán bordillos y lavaderos en tramos sin pendiente longitudinal.

En los taludes de los cortes, los lavaderos se ubicarán de tal manera que capturen el escurrimiento desde el punto superior y lo conduzcan hasta la parte inferior del corte, descargándolo a una caja amortiguadora ubicada al pie del lavadero y conectada a una cuneta o a una alcantarilla que permita el paso del escurrimiento aguas abajo.

La excavación tendrá un ancho igual al ancho exterior del lavadero y una profundidad máxima igual a la profundidad del mismo, con las paredes correctamente perfiladas para alojar la sección del lavadero, prolongando la excavación hasta interceptar la superficie del acotamiento. El fondo de la excavación en que se asiente el lavadero estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.



Los lavaderos para descargas de cunetas se prolongarán hasta desfogar en el terreno natural o en la alcantarilla más cercana; la sección del lavadero se ampliará para admitir la descarga con una menor pendiente.

Una vez terminada la excavación, se revestirá el lavadero mediante un zampeado para protegerlo contra la erosión. Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto.



En los casos en que sea necesario reducir la velocidad del agua en los lavaderos revestidos, se construirán escalones con disipadores de energía.

En los casos de lavaderos para descargas de cunetas que desfoguen en el terreno natural, será necesario construir un dentellón en el extremo de la descarga para evitar la erosión remontante, así como un delantal de protección hecho con fragmentos de roca.



3.5 – BORDILLOS

3.5.1 - DEFINICIÓN

Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar la erosión a los taludes de los terraplenes que estén conformados por material erosionable. Los bordillos pueden ser de concreto hidráulico, concreto asfáltico o de suelo-cemento. En todos los casos se consideraran obras provisionales en tanto el talud se vegete y se proteja por si mismo o sea protegido mediante otro procedimiento, momento en que deben ser removidos y retirados.

3.5.2 - EJECUCIÓN

Los bordillos solo se construirán en los terraplenes mayores de 1.5 mts. de altura, serán de concreto hidráulico de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ de 138 cm^2 de sección (15 cm. de base mayor, 8 cm. de base menor y 12 cm. De altura).

Los bordillos se ubicarán longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente, solo en el acotamiento interno de los terraplenes en curva horizontal y en la zona de terraplén de las secciones de corte en balcón. Se colocarán en el lado exterior del acotamiento y a una distancia de 20 centímetros del hombro del camino. No se construirán bordillos y lavaderos en tramos de carretera sin pendiente longitudinal. En los tramos en tangente se dejará un espacio libre para la descarga del escurrimiento hacia los lavaderos ubicados a una distancia de entre 50 y 100 metros.



Los bordillos serán colados en sitio, se utilizarán moldes rígidos sobre el terreno, colocando varillas a cada metro de tal manera que permanezcan anclados al terreno natural. Después de haberse colado los bordillos se curarán y posteriormente a manera de terminado final se le aplicará pintura vinílica blanca, tal como lo marca el proyecto.





CAPITULO 4

PAVIMENTOS

4.1 - CARACTERISTICAS Y TIPOS

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas.

Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.



Existen dos tipos de pavimentos: **rígidos y flexibles**.

El pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.

Para este proyecto se construirá un pavimento tipo flexible.

4.2 - SUB-BASE Y BASE

4.2.1 – SUB-BASE

Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la sub-rasante, cuya función principal es proporcionar un apoyo uniforme a las bases de la carpeta asfáltica, cumple una cuestión de economía ya que nos ahorra dinero al poder transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente de material de sub-base (no siempre se emplea en el pavimento), previene la migración de finos hacia las capas superiores, impide que el agua de las terracerías ascienda por capilaridad y evitar que el pavimento sea absorbido por la sub-rasante. Deberá transmitir en forma adecuada los esfuerzos a las terracerías.

4.2.2 – BASE

Capa que se construye generalmente sobre la sub-base. Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. La carpeta es colocada sobre ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la



superficie por falta de confinamiento. Regularmente esta capa además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores. El valor cementante en una base es indispensable para proporcionar una sustentación adecuada a las carpetas asfálticas delgadas. En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales. En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario que los granos tengan una forma semejante a la que marcan las fronteras de las zonas, siendo de mayor importancia que el material tenga un VRS (valor relativo de soporte) y una plasticidad mínima; además se recomienda no compactar materiales en las bases que tengan una humedad igual o mayor que su límite plástico. De cualquier manera los materiales a utilizar deberán cumplir como lo indican las normas o lo indique el proyecto.

4.2.3 - MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

Los materiales para sub-base y base estarán sujetos a los tratamientos mecánicos que lleguen a requerir para cumplir con las especificaciones adecuadas, siendo los más usuales: la eliminación de desperdicios, el disgregado, el cribado, la trituración y en algunas ocasiones el lavado, los podemos encontrar en cauces de arroyos de tipo torrencial, en las partes cercanas al nacimiento de un río y en los cerros constituidos por rocas andesíticas, basálticas y calizas. Es de gran importancia conocer el tipo de terreno con el que se va a trabajar ya que en base a esto se elige el tipo de maquinaria y el personal suficiente para trabajar en forma adecuada. El material que se manda del banco para efectuar el análisis correspondiente, deberá traer las etiquetas adecuadas y al llegar a laboratorio se le efectuará un secado, su disgregación y se le cuarteará.



4.2.4 - EJECUCIÓN

Teniendo el trazo y niveles colocados conforme al proyecto Sobre la capa sub-rasante se construirá una capa de Sub - Base Hidráulica de **0.20 mts.** de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo. Este material una vez acarreado del banco de préstamo al lugar de su colocación se acamellonará en cantidad prefijada por estación de 20 metros, una vez acamellonado se abre parcialmente y se humedece con una cantidad de agua cercana a la óptima, siendo para los caminos una humedad menor a la obtenida en laboratorio. El agua no se riega en una sola ocasión, sino que, se distribuye en varias pasadas, se hace un primer riego y la moto-niveladora abre una nueva cantidad de material, el cual coloca sobre el húmedo para que vuelva a pasar la pipa; esto se hace comúnmente en tres etapas, para después con la misma maquinaria, homogenizar la humedad. Cuando se llega a esto se distribuye el material en toda la corona para formar la capa con el espesor suelto necesario, debiendo cuidar que no se separe el material fino del grueso. Ya extendido se compacta con un rodillo liso o de neumáticos, o con una combinación de ambos hasta alcanzar el grado de compactación que deberá ser al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05 del Libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas; Pavimentos (1).





La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada. A menos que la secretaria apruebe lo contrario, la capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender la siguiente capa, con el propósito de ligarlas.



Una vez conformada, nivelada y compactada la sub-base, se construirá una capa de Base Hidráulica de **0.20 mts.** de espesor, y se realizará el mismo procedimiento que se utilizó para la sub-base., una vez alcanzada la compactación requerida ésta se deja secar superficialmente, se barre para retirar basura y partículas sueltas. Después de esto se le aplica un riego de emulsión asfáltica de fraguado lento o superestable que se conoce como riego de impregnación. Este elemento sirve para impermeabilizar y estabilizar la base y le ayudará a protegerla de la intemperie cuando no se va a colocar una carpeta en poco tiempo, además favorece la adherencia entre la base y la futura carpeta. La cantidad por regar variará



de acuerdo con la abertura de poro que presente la base, para conocer cual es la cantidad adecuada se recomienda efectuar mosaicos de prueba, los cuales variarán de 0.6 a 1.2 lts/m² de emulsión, para este proyecto se utilizará una razón de 1 lts/m². La SCT recomienda que este asfalto penetre dentro de la base de 3 a 5 mm, no debiendo quedar charcos o natas de asfalto que puedan desestabilizar la capa superior. Se recomienda no efectuar este tratamiento cuando amenace lluvia, cuando la temperatura sea menor de 5 ° C o bien, cuando exista mucho viento. La base impregnada puede abrirse al tránsito con un tiempo de reposo de 24 horas como mínimo, pero si lo ordena la secretaría se abrirá antes, esta capa se puede cubrir con arena para evitar que los vehículos se lleven la película de asfalto. La tolerancia de niveles será de (+/-) 1.5 cm. En sub-base y de (+/-) 1 en bases.







4.3 - CARPETA ASFÁLTICA.

4.3.1 - CARACTERÍSTICAS

La carpeta asfáltica es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir, las principales características que debe cumplir el pétreo son las siguientes: a) un diámetro menor de una pulgada y tener una granulometría adecuada, b) deberá tener cierta dureza para lo cual se le efectuarán los ensayos de desgaste los Ángeles, intemperismo acelerado, densidad y durabilidad. C) la forma de la partícula deberá ser lo más cúbica posible, recomendamos no usar material en forma de laja o aguja pues se rompen con facilidad alterando la granulometría y pudiendo provocar fallas en la carpeta, se efectuarán pruebas de equivalente de arena ya que los materiales finos en determinados porcentajes no resultan adecuados.

En las mezclas asfálticas, es de gran importancia conocer la cantidad de asfalto por emplearse, debiéndose buscar un contenido óptimo; ya que en una mezcla este elemento forma una membrana alrededor de las partículas de un espesor tal que sea suficiente para resistir los efectos del tránsito y de la intemperie, pero no debe resultar muy gruesa ya que además de resultar antieconómica puede provocar una pérdida de la estabilidad en la carpeta, además este exceso de asfalto puede hacer resbalosa la superficie, para calcular este óptimo se tienen las pruebas de compresión simple para mezclas en frío, la prueba Marshall para muestras en caliente y la prueba de Hveem. Para conocer la adherencia entre el pétreo y el asfalto se pueden utilizar pruebas de desprendimiento por fricción, pérdida de estabilidad o bien, cubrimiento por el método inglés; en caso de que las características del pétreo no sean aceptables, se pueden lavar o bien usar un estabilizante para cambiar la tensión superficial de los poros.



El tipo y espesor de una carpeta asfáltica se elige de acuerdo con el tránsito que va a transitar por ese camino, tomando en cuenta el siguiente criterio.

Intensidad del tránsito pesado en un solo sentido	Tipo de carpeta
Mayor de 2000 vehículo/día	Mezcla en planta de 7.5 cms. de espesor mínimo
1000 a 2000	Mezcla en planta con un espesor mínimo de 5 cms.
500 a 1000	Mezcla en el lugar o planta de 5 cms. como mínimo
Menos de 500	Tratamiento superficial simple o múltiple.

4.3.2 - TIPOS DE CARPETAS

- Realizadas en planta o en caliente con tránsito de hasta 2000 vehículos (AC-20, material pétreo y temperatura de 140 a 165° C.)
- Carpetas de riegos (emulsión y material pétreo.)
- Carpetas asfálticas en frío o en el lugar.
- Revestimientos. Se puede circular todo el año (espesor de 15cm) con material seleccionado (en desiertos arenas con emulsión asfáltica en una cantidad de 6lt/m³ de pétreo; después de compactado se debe efectuar un poreo para tapar oquedades.) (en la costa arena con 100lt/m³ y sin poreo), para un régimen pluvial alto se recomienda estabilizar con cemento la terracería y colocar fragmentos de roca chica.)



4.3.3 - PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN PLANTA O EN CALIENTE.

En la planta de concreto asfáltico se deberá tener el material pétreo del diámetro adecuado (menor de una pulgada) que de preferencia deberá estar triturado y cumplir con las especificaciones que marca la SCT. Este material se eleva a un cilindro de calentamiento y secado hasta llegar a una temperatura de 160 a 175° C, de ahí se pasa a la unidad de mezclado donde se criba para alimentar 3 o 4 tolvas con material de diferente tamaño, se pesa la cantidad de material necesaria de pétreo y se depositan en las cajas mezcladoras donde se le provee de cemento asfáltico AC-20 el cual deberá estar a una temperatura de 140 a 165° C, se recomienda no exceder estos valores para evitar que se pierdan propiedades, se realiza la mezcla hasta su homogenización y ésta se vacía a los vehículos a una temperatura de entre 140 y 145° C, de preferencia esta mezcla se cubre con una lona para evitar se enfríe en el trayecto.

4.3.4 - PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CARPETA.

Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada y aproximadamente 2 horas antes de que llegue el concreto asfáltico se aplicará en todo el ancho de la sección de acuerdo al proyecto, un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica a razón de 0.6 litros/m².





Esta capa de asfalto nos ayudará a que exista una adherencia adecuada entre el suelo de la base y la carpeta, se barren los charcos de asfalto excesivo y se elimina el total de la basura y materiales extraños, para evitar que este riego sea desprendido por las ruedas de los vehículos, se recomienda efectuar un riego de arena. Después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de **0.10 mts.** de espesor, utilizando material procedente del banco y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximadamente de 125 kg/m^3 de material pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95% de su peso volumétrico determinado en la Prueba Marshall.



La mezcla asfáltica deberá llegar para su colocación a una temperatura no menor de 135°C , esto se verifica con un termómetro de varilla. La mezcla se vacía en la máquina finisher o extendedora que formará una capa de mezcla asfáltica, se



recomienda tener una cuadrilla de rastrillos que aseguren una textura conveniente en la superficie y que borren las juntas longitudinalmente entre franjas. Inmediatamente después de colocar la carpeta y a una temperatura no menor de 130° C se le aplica una compactación con un rodillo ligero de entre 8 y 10 toneladas de peso; los rodillos se moverán paralelamente al eje del camino y de la orilla hacia el centro, y del lado interior hacia el exterior en las curvas.

Después de hacer esto con el rodillo ligero, se compacta con un rodillo más pesado hasta alcanzar el grado de compactación que marca el proyecto (min. 95%.) la compactación deberá terminar cuando se llegue a esta posición y para comprobarlo se efectuarán calas, para esto se corta en frío usando un chaflán y procurando no dañar la base, para de esa manera realizar los ajustes necesarios. Durante el tendido y compactación de la mezcla pueden aparecer grietas y desplazamientos motivados por diferentes causas, tales como la aplicación de un riego de liga defectuoso, ya sea en exceso o escaso, falta de viscosidad del asfalto producida por el calentamiento excesivo, o bien, porque el material pétreo no perdió completamente la humedad.





Para conocer la permeabilidad de la carpeta, se realizará en ella una prueba de campo, la cual consiste en colocar un aro de lámina galvanizada de 250mm de diámetro y una altura de 50 mm; se sella el aro y se coloca al centro un cono de bronce de 25 mm. de altura, se agrega agua hasta el ras del cono observando que no baje este nivel en un tiempo de 10 min. el índice de permeabilidad del material se calcula con la siguiente ecuación:

$$IP = V_t / V_f \hat{a} (1247\text{cm}^3) \text{ donde}$$

V_t = volumen delimitado en el interior del aro y cuyo valor es de 1247cm^3

V_f = volumen final.





La carpeta deberá presentar un índice de permeabilidad menor del 10%. Por último en la carpeta se agrega un riego de sello, el cual consiste en una emulsión, la cual se cubre con un material pétreo del tipo 3E, esto se compacta para que penetre en la carpeta y con ello evitar que se introduzca el agua en ella, además protege del desgaste y proporciona una superficie antiderrapante. En algunos casos se puede emplear un mortero asfáltico que consiste en la mezcla de una emulsión y un material pétreo (arena) que se emplea comúnmente cuando se va a utilizar un camino que ya ha tenido cierto uso, a este tratamiento se le conoce como "*slurry seal*".





CAPITULO 5

PUENTE

5.1. INFRAESTRUCTURA

La infraestructura se refiere a la parte de la construcción que esta bajo el nivel del suelo, es decir, la cimentación. Esta cimentación estará formada por 63 pilotes. Estos pilotes se colaran en sitio.

De acuerdo con la terminología utilizada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para referirse a los puentes, se denominará pilote al elemento de cimentación profunda de ancho de sección mayor a 60 cm. que se cuela en sitio en perforaciones previas en el terreno; en caso contrario, se trata de un pilote hincado. Y se utiliza el término pila para referirse a la parte vertical de la subestructura que es generalmente visible, se encuentra al aire libre y apoya directamente a la superestructura. La utilización de la terminología de la SCT prácticamente está generalizada entre los constructores de puentes en México

Los pilotes se distribuirán para formar 6 claros, los cuales estarán colocados de la siguiente manera: 10 para el caballete 1, 9 para la pila 2, 8 para la pila 3, 10 para la pila 4, 10 para la pila 5, 8 para la pila 6 y 8 para el caballete 7.

Los pilotes de acuerdo al proyecto marcado por la Secretaría varían desde los 13.33 metros a los 15.74 metros de longitud por 1.20 metros de diámetro, y la profundidad a la que estarán desplantados varia de los 6.7 metros a los 10 metros, utilizando concreto $f'c = 250 \text{ Kg. /cm}^2$, cuya compacidad no será menor de 0.80, con revenimiento de 5 a 10 cm. Y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5, se vibrará al colocarlo.

Se utilizará acero de refuerzo de límite elástico igual o mayor de 4000 Kg. /cm^2 -



El equipo para estos trabajos consta de una grúa que cuenta con un sistema de malacates, cables y ganchos montados sobre una pluma capaz de moverse sobre un plano vertical y de girar en un plano horizontal. Para el montaje de equipo de perforación, tendrá capacidad nominal de 45 toneladas, con pluma rígida de 18 metros de largo.

La perforación se realiza con una perforadora rotatoria conteniendo una broca espiral, con elementos de corte constituidos por dientes o cuchillas de acero de alta resistencia colocadas en su extremo inferior.



Antes de iniciar la perforación se hace una limpieza del sitio y se ubican y trazan los sitios de perforación de los pilotes conforme lo indique el proyecto.

La perforación se ejecuta sin ademas dado que el suelo es firme y compacto y las paredes de la excavación se pueden mantener verticales y no se presentan derrumbes.



La perforación se realiza de manera que el suelo adyacente a la excavación no se altere mayormente y que se obtenga una cavidad limpia, estos trabajos se hacen de manera que la perforación se mantenga vertical de inicio hasta el final.



El armado de los pilotes se hace conforme lo señalado en el proyecto otorgado por la secretaria de comunicaciones y transportes.

La colocación del acero en la perforación se hace con la grúa, sujetándolo del extremo que va a quedar libre y cargándolo hasta el sitio de su colocación.





Para la colocación del concreto en los pilotes no se empleará ningún tipo de cimbra y se utilizará el procedimiento tremie.

El cual consiste en la colocación de un tubo de 20 a 30 cm. de diámetro o varios tramos de tubería de varias longitudes para su mejor acoplamiento a la profundidad del elemento a colar, y está provisto de un embudo en su parte superior, y de elementos de sujeción y suspensión.



El tubo Tremie será estanco, de diámetro constante, y cumplirá las siguientes condiciones:

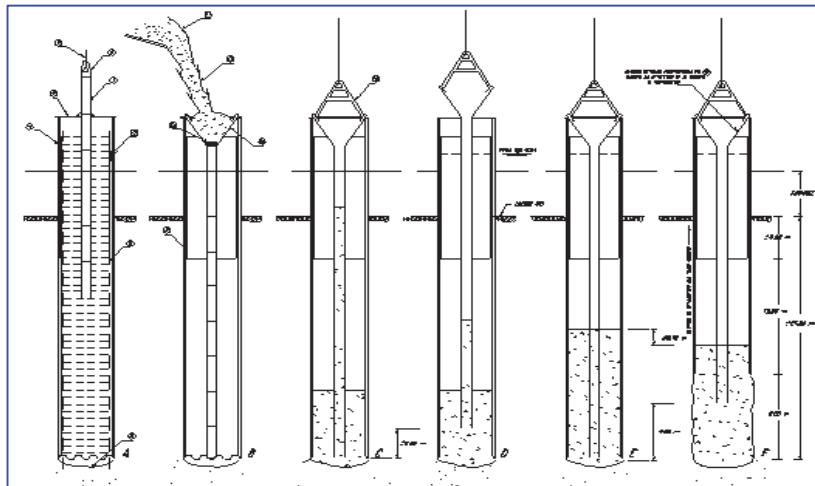
- El diámetro interior será mayor de seis veces (6) el tamaño máximo del árido, y en cualquier caso mayor de ciento cincuenta milímetros (150 mm).

La tubería debe ser perfectamente lisa por dentro y aconsejable que también lo sea por fuera, lo primero para facilitar el flujo continuo y uniforme durante el colado y lo segundo para evitar que la tubería se atore con el armado.

Para empezar el suministro del concreto, el tubo Tremie deberá colocarse sobre el fondo de la perforación, y después levantarlo de diez a veinte centímetros (10 a 20 cm).



Durante el suministro, el tubo Tremie deberá estar siempre inmerso en el concreto por lo menos tres metros (3 m). En caso de conocerse con precisión el nivel de concreto, la profundidad mínima de inmersión podrá reducirse a dos metros (2 m). En caso necesario, y sólo cuando el concreto llegue cerca de la superficie del suelo, se podrá reducir la profundidad mencionada para facilitar el vertido.



Es conveniente que el suministro se lleve a cabo a un ritmo superior a veinticinco metros cúbicos por hora ($25 \text{ m}^3/\text{h}$), de forma continua y sin interrupciones, para evitar que durante la espera, el concreto inicie su fraguado y se provoquen taponamientos.





Una vez colocado y fraguado el concreto se realizará el descabezado del pilote el cual consiste en demoler el concreto saliente de la excavación para dejar libre el acero de refuerzo y así poder continuar con el armado del siguiente elemento estructural.

5.2. SUBESTRUCTURA

La subestructura es la parte que inicia desde el nivel del terreno natural y es la que soporta o sirve como apoyo de la superestructura, consiste principalmente en las columnas y cabezales.

5.2.1. COLUMNAS

Las columnas al igual que las pilotes se distribuirán para formar 6 claros, las cuales estarán colocados de la siguiente manera: 10 para el caballete 1, 9 para la pila 2, 8 para la pila 3, 10 para la pila 4, 10 para la pila 5, 8 para la pila 6 y 8 para el caballete 7. Lo cual indica que son la continuación de los pilotes.

Las columnas serán de 1.20 mts. de diámetro y una altura promedio de 7 metros. Serán de concreto de $f'c = 250 \text{ Kg. /cm}^2$, cuya compacidad no será menor de 0.80, con revenimiento de 5 a 10 cm. Y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5, se vibrará al colocarlo. Se utilizará acero de refuerzo de límite elástico igual o mayor de 4000 Kg. /cm^2 .

Primeramente se realizará el habilitado del acero, el cual será conforme lo indica el proyecto sobre la parte saliente del pilote. Posteriormente se cimbrará con cimbra metálica, ya que para estos elementos de manera circular son más prácticos al colocarlos y al quitarlos y se les puede dar varios usos más.



Una vez colocada la cimbra se suministrará el concreto mediante bomba directamente de la olla que contiene el concreto.

Una vez fraguado el concreto se descimbrará y se hará lo mismo para cada una de las columnas.



5.2.1. CABEZALES

Los cabezales son los elementos que se apoyan sobre las columnas y sobre estos se apoyarán las traveses. Al igual que las columnas serán de concreto de $f'c = 250 \text{ Kg. /cm}^2$, cuya compactación no será menor de 0.80, con revenimiento de 5 a 10 cm. Y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5, se vibrará al colocarlo.

Estos elementos se procederán a realizarlos una vez que este construida por lo menos un caballete o una pila, inicialmente se habilitará el acero conforme al proyecto, para posteriormente colocar la cimbra la cual será de madera.



Una vez colocada la cimbra se procederá a vaciar el concreto con bomba.



Este procedimiento se realizará para cada uno de los cabezales. Al terminar estos queda lista la Subestructura para que se pueda construir la Superestructura.





5.3. SUPERESTRUCTURA

Formada por seis tramos de losa de concreto reforzado sobre traveses de concreto precolado pretensado de 30, 26, 32 y 12 mts. de claro respectivamente. Ancho total de losa de 29.08 mts. Para carga móvil T3-S2-R4, tipo I (72.5 ton) en todos los carriles de circulación.

Fabricación de traveses

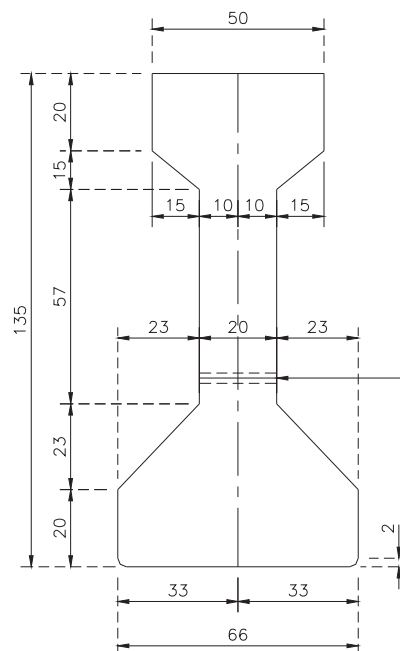
Para la fabricación de las traveses será necesario nivelar un área donde se construirán dos mesas de trabajo y serán de concreto armado de 33.00 mts. de largo x 2.30 mts. de ancho x 0.10 mts. de espesor cada una.

En cada mesa se podrán fabricar una travesa de una longitud máxima de 33.00 m

Las traveses a construir son un total de 116 traveses, de las cuales 16 serán de 12.60 metros. 36 serán de 26.60 metros, 20 serán de 30.60 metros y 44 serán de 32.60 metros

Las traveses que se emplearán para esta obra serán traveses AASHTO tipo IV de concreto pretensado con un $F'c=350 \text{ kg/cm}^2$ para las traveses de 12.60 y 26.60 mts, y de un $F'c=400 \text{ kg/cm}^2$ para las de longitud de 30.60 y 32.60 mts.

SECCION TIPO IV



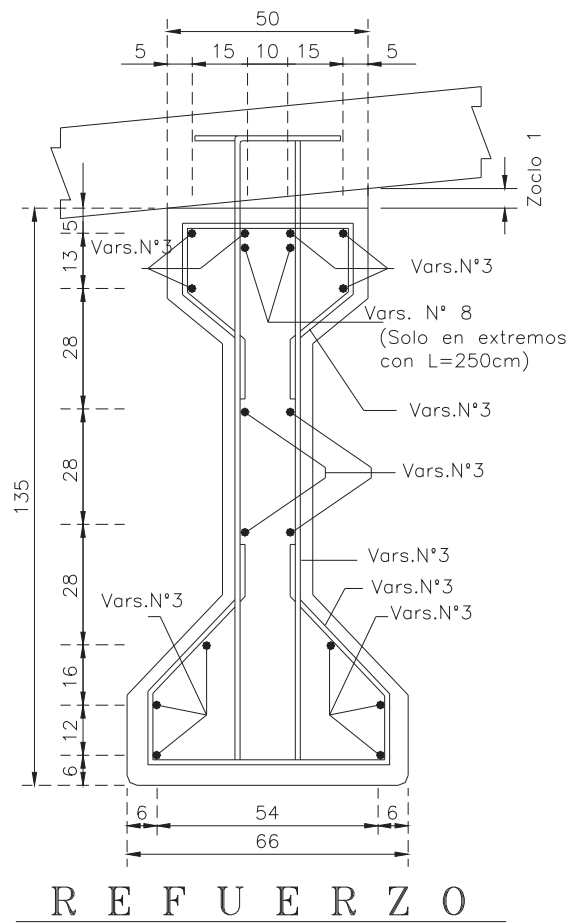


A continuación se describe el procedimiento de fabricación de una trabe:

Armado

El armado del acero de refuerzo se hace sobre las mesas de trabajo, con la finalidad de evitar que el acero se contamine. Para los movimientos del acero se utilizará una Grúa Torre la cual se montará en un sitio estratégico del cual pueda suministrar el material a las dos mesas de trabajo. El armado del acero será de acuerdo a lo indicado en el proyecto el cual indica que será acero de límite elástico de igual o mayor de $4,000 \text{ Kg. /cm}^2$.

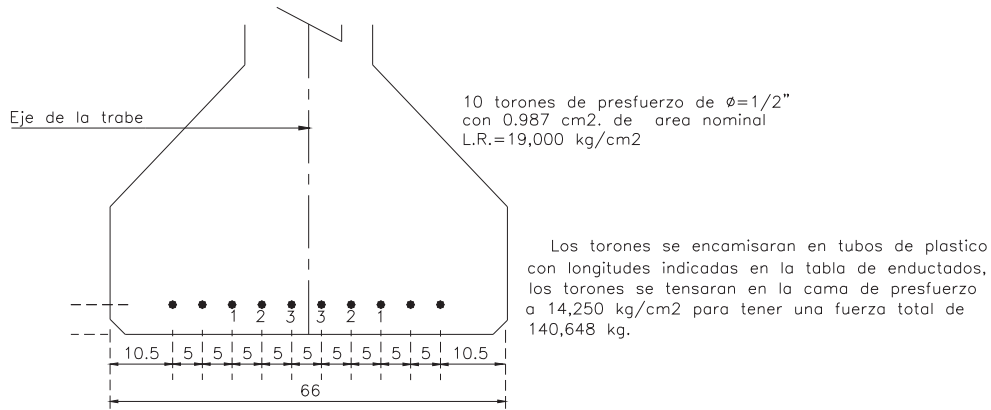
En la figura se muestra la colocación del acero y este armado se seguirá para cada una de las trabes.



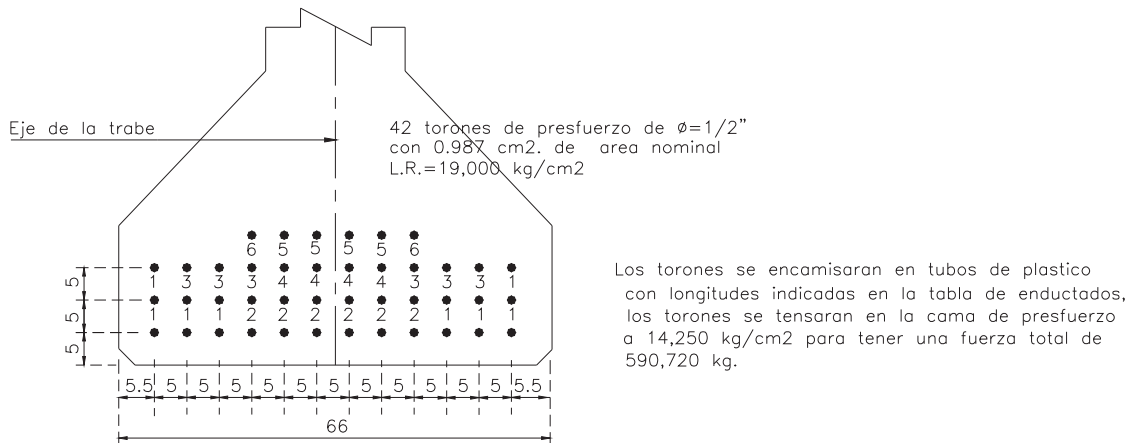
Armada la trabe se procede a la colocación de los ductos para los diafragmas ubicándolos de acuerdo a lo indicado en los planos de proyecto.



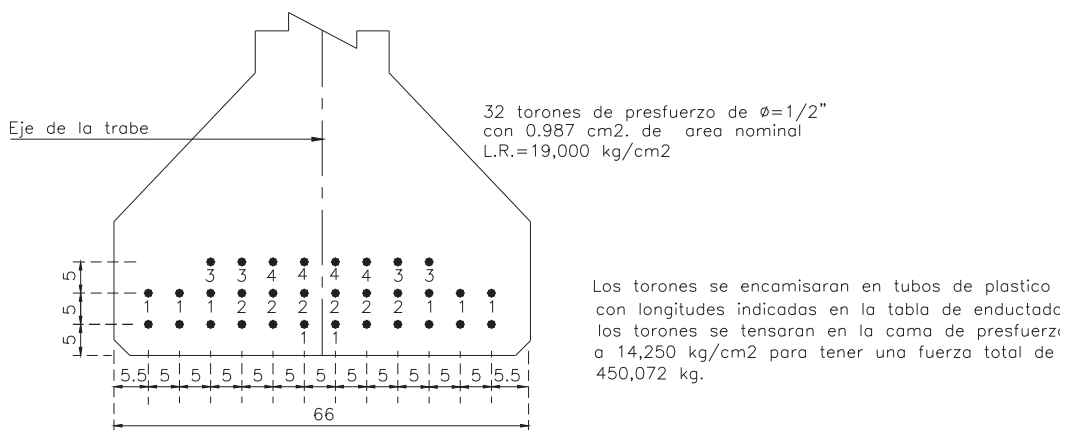
Colocación de acero de presfuerzo.



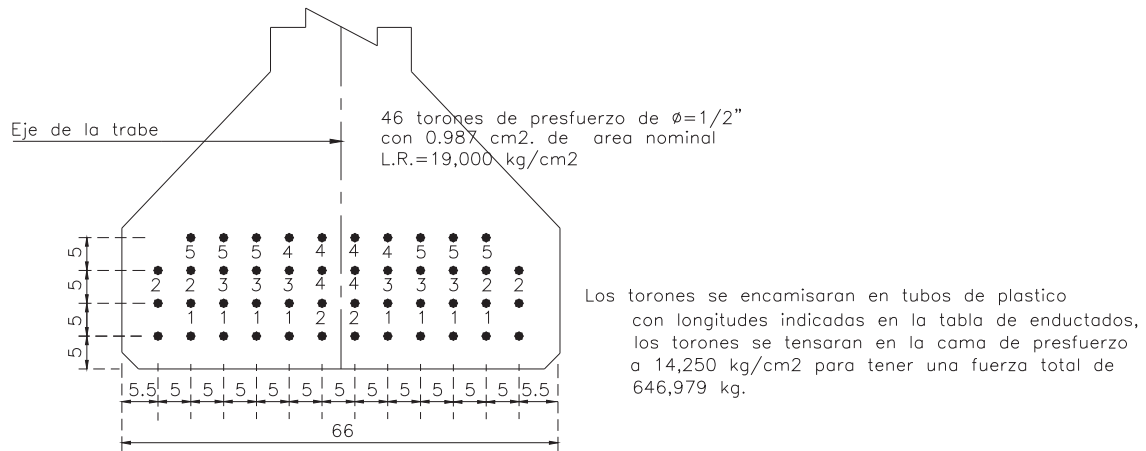
DETALLE DE PRESFUERZO (TRABE DE 12.60 MTS.)



DETALLE DE PRESFUERZO (TRABE DE 30.60 MTS.)



DETALLE DE PRESFUERZO (TRABE DE 26.60 MTS.)



DETALLE DE PRESFUERZO (TRABE DE 32.60 MTS.)

El acero de presfuerzo se coloca en unos devanadores para poder tender los cables sobre la mesa de trabajo, posteriormente se insertan en los armados y se acomodan en los orificios de los peines extremos para colocarle los dispositivos mecánicos.



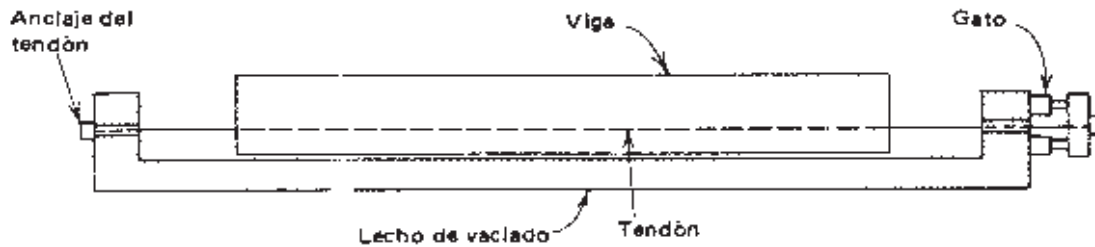
Tensado.

El tensado de los cables se realiza por medio de una bomba hidráulica y un Gato Mono-torón para así tensar cable por cable.

Los tendones, que generalmente son de cable torcido con varios torones de varios alambres cada uno, se re-estiran o tensan entre apoyos que forman parte permanente de las instalaciones de la planta, como se ilustra en la figura.



Se mide el alargamiento de los tendones, así como la fuerza de tensión aplicada por los gatos.



La fuerza a aplicar a los cables será la indicada en los planos de proyecto, la cual es de $14,250 \text{ kg/cm}^2$.

Colocación del concreto

Se aplica el procedimiento para la preparación, colocación y protección del concreto armado, con olla y a tiro directo.





Curado a vapor

El curado a vapor tiene como finalidad el evitar que los elementos pierdan humedad y acelerar la obtención de resistencia a temprana edad, el vapor se retirará en el momento en que el concreto alcance la resistencia que nos indica el proyecto.

Con la cimbra en su lugar, y después de haberse vaciado el concreto en torno al tendón esforzado. A la vez que se ha curado con vapor de agua, para acelerar el endurecimiento del concreto. Después de haberse logrado suficiente resistencia, que es el 85 % conforme marca el proyecto, se cortan los torones, estos 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 de ningún anclaje especial.



Carga y montaje

La carga y montaje se realizará con grúas que tengan la capacidad de acuerdo con la longitud y peso de la trabe.





DIAFRAGMAS

Después de haber construido y montado las traveses se procederá a colar los diafragmas que son la parte que queda entre las traveses al ser montadas sobre los cabezales. Estos elementos (Diafragmas) serán de concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y se colocará con un cono truncado “bacha” ayudado con una grúa .





LOSA

Para la construcción de la losa se utilizará concreto de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ con revenimiento de 5 a 8 cms. Tamaño máximo del agregado grueso de 1,9 cm. Y cemento tipo I o III. El armado de acero se llevará acabo conforme marca el proyecto.



El espesor será de 18 cms. La colocación del concreto se realizará con bomba y se vibrará conforme lo indica el proyecto. Se colará la losa para un claro y posteriormente para otro, hasta completar la longitud total del puente que es de 161.86 mts. Una vez terminadas las losas se construirán las guarniciones y los parapetos conforme lo indica el proyecto.



CAPITULO 6

SEÑALAMIENTOS

6.1. SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

6.1.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Es el conjunto de marcas que tienen por objeto delinear las características geométricas de las vialidades y denotar todas aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas pueden ser rayas, símbolos, letras o dispositivos, que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes a las vialidades.

El señalamiento horizontal para calles, carreteras y autopistas, por su uso se clasifican de la siguiente manera:

CLASIFICACIÓN	NOMBRE
M-1	Raya separadora de sentidos de circulación
M-1.1	Raya continua sencilla (Calzada hasta 6.5 m.)
M-1.2	Raya discontinua sencilla (Calzada hasta 6.5 m.)
M-1.3	Raya continua doble (Calzada mayor de 6.5 m.)
M-1.4	Raya continua-discontinua (Calzada mayor de 6.5 m.)
M-1.5	Raya discontinua sencilla (Calzada mayor de 6.5 m.)
M-2	Raya separadora de carriles
M-2.1	Raya separadora de carriles, continua sencilla
M-2.2	Raya separadora de carriles, continua doble
M-2.3	Raya separadora de carriles, discontinua
M-3	Raya en la orilla de la calzada
M-3.1	Raya en la orilla derecha, continua
M-3.2	Raya en la orilla derecha, discontinua
M-3.3	Raya en la orilla izquierda
M-4	Raya guía en zonas de transición
M-5	Rayas canalizadoras
M-6	Raya de alto
M-7	Raya para cruce de peatones



M-7.1	Raya para cruce de peatones en vías rápidas
M-7.2	Raya para cruce de peatones en calles secundarias
M-8	Marcas para cruce de ferrocarril
M-9	Rayas con espaciamiento logarítmico
M-10	Marcas para estacionamiento
M-11	Símbolos para regular el uso de carriles
M-12	Marcas en guarniciones
M-12.1	Para prohibición del estacionamiento
M-12.2	Para delinear guarniciones
M-13	Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento
M-13.1	Marcas en estructuras
M-13.2	Marcas en otros objetos
DH-1	Vialetas sobre el pavimento
DH-2	Vialetas sobre estructuras
DH-3	Botones

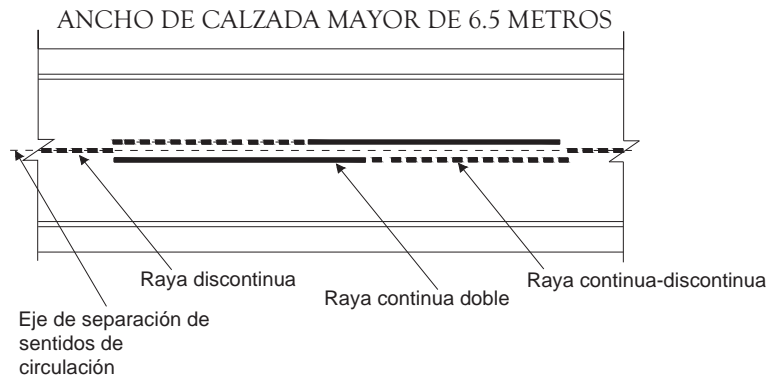
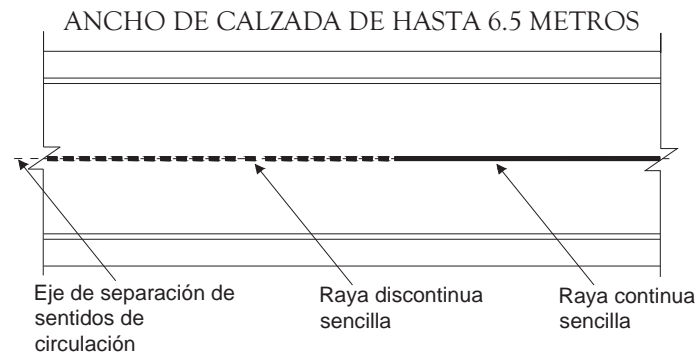
6.1.2. MARCAS EN EL PAVIMENTO

Se usan para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones. Deben ser de color retrorreflejante, blanco o amarillo, y cuando el pavimento por su color no proporcione el suficiente contraste en las marcas, se recomienda delinearlas en todo su contorno, con franjas de 5 cm. De ancho de color negro.

Para este proyecto, dentro del señalamiento horizontal solo se colocarán los señalamientos M-1, M-3, M-5 y DH-1, por lo cual solo de ellos se hará mención.

Raya separadora de sentidos de circulación (M-1)

Se utiliza para separar los sentidos de circulación vehicular en calles, carreteras y autopistas. Se sitúa por lo general al centro de la calzada, tanto en tangentes como en curvas, y debe ser de color amarillo retrorreflejante. La raya separadora de sentidos de circulación se deberá ubicar según se muestra en la siguiente figura:



Raya continua sencilla (M-1.1)

Se debe colocar en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es menor que la requerida para el rebase, o en los tramos donde por cualquier razón se prohíba el rebase.

Raya discontinua sencilla (M-1.2)

Se debe colocar en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es igual o mayor que la necesaria para el rebase y consiste en segmentos de 5 metros separados entre si 10 metros.



Raya continua doble (M-1.3)

Se debe colocar en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad es menor que la requerida para el rebase, o en los tramos donde por cualquier razón se prohíba el rebase.

Raya continua - discontinua (M-1.4)

Se debe utilizar en carreteras de dos carriles, uno por sentido, donde la distancia de visibilidad disponible permite la maniobra de rebase únicamente desde uno de los carriles. La raya del lado de ese carril debe ser discontinua en segmentos de 5 metros separados entre sí 10 metros, del lado donde no se permite efectuar la maniobra de rebase la raya debe ser continua. La separación entre rayas debe ser igual a su ancho, la cual en este caso será de 15 cms.

Raya discontinua sencilla (M-1.5)

Se debe utilizar en carreteras de dos carriles, uno por sentido, en los tramos donde, para ambos carriles, la distancia de visibilidad es igual o mayor que la necesaria para el rebase y consiste en segmentos de 5 metros separados entre sí 10 metros.

Raya en la orilla de la calzada (M-3)

Se utiliza en carreteras y autopistas, para indicar las orillas de la calzada y delimitar, en su caso, los acotamientos. Esta raya se puede complementar con vialetas. (*Dispositivos que tienen un elemento retrorreflejante en una o en ambas caras*)

Raya en la orilla derecha, continua (M-3.1)

La raya en la orilla derecha de la calzada, con respecto al sentido de circulación, debe ser de color blanco retrorreflejante. Esta raya debe ser continua



cuando el acotamiento tenga un ancho de hasta 2 metros o en curvas, intersecciones, entradas y salidas, donde por razones de seguridad en la operación del tránsito conviene restringir el estacionamiento sobre el acotamiento.

Raya en la orilla derecha, discontinua (M-3.2)

Esta raya debe ser discontinua cuando el ancho del acotamiento sea mayor de 2 metros, conformada por segmentos de 2 metros de longitud separados 2 metros entre sí.

Raya en la orilla izquierda (M-3.3)

La raya en la orilla izquierda de la calzada, se debe utilizar en carreteras y autopistas con faja separadora central, de cuerpos separados o de un solo sentido de circulación, así como en rampas de salida. En todos los casos, esta raya debe ser continua y de color amarillo retrorreflejante.

Rayas canalizadoras (M-5)

Se utiliza en carreteras y autopistas, para delimitar la trayectoria de los vehículos, canalizando el tránsito en las entradas, salidas y bifurcaciones, o para separar apropiadamente los sentidos de circulación, formando una zona neutral de aproximación a las isletas o fajas separadoras. Estas rayas se complementan con violetas. Las rayas que limitan la zona neutral, deben ser continuas, de color blanco retrorreflejante cuando separan flujos en un solo sentido y amarillo retrorreflejante cuando separan flujos en dos sentidos.

El pintado de rayas, en el pavimento, deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en el proyecto, lo cual dice que deberá emplearse pintura termoplástica.



Previamente a la aplicación de la pintura y el material reflejante, las superficies correspondientes deberán barrerse y limpiarse en una franja con ancho mínimo igual al de la señal más 25 centímetros por cada lado, a fin de eliminar el polvo y materias extrañas que puedan afectar la adherencia de la pintura. A continuación se trazarán sobre el pavimento las marcas del señalamiento, con la claridad y frecuencia necesaria para guiar el equipo utilizado en la aplicación del recubrimiento, procediendo de inmediato a la aplicación de la pintura.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN:

- 1) La pintura termoplástica previo a su aplicación debe estar a una temperatura mínima de 400° F a 425°F (204°C a 218°C).

Las calderas que calientan la pintura termoplástica, de preferencia, deben tener un sistema de calentamiento por cámara de aceite para asegurar el calentamiento uniforme del material.

El termómetro de la caldera debe ser verificado periódicamente introduciendo un termómetro manual en el tanque de las calderas.

- 2) Antes de la aplicación, los siguientes parámetros deben de cumplirse:
 - a) La superficie debe estar completamente limpia y libre de tierra, lodo o residuos de aceite.
 - b) La superficie debe de estar completamente seca al momento de aplicación. La humedad representa un serio problema, una manera rápida de descubrir la presencia de humedad, es poner una tira de cartón delgado y aplicar



pintura termoplástica caliente. Se levanta la tira y se checa si existe presencia significativa de humedad.

- c) La temperatura de la superficie debe ser mayor a 15°C.

La aplicación deberá ser con pistola de aspersion de aire que atomice un chorro de pintura por expulsión a alta presión a través de una boquilla especialmente diseñada. Con el objeto de que el anclaje sobre el piso de rodamiento sea de mayor consistencia.

IMPORTANTES FACTORES QUE DEBEN OBSERVARSE ANTES DE LA APLICACIÓN:

- 1) El pavimento debe estar a más de 15°C (tomar en cuenta el viento cuando se determinan estas temperaturas).
- 2) No debe haber humedad en el pavimento.
- 3) La superficie debe estar seca y limpia.
- 4) Si se presenta lluvia, esperar 24 horas para aplicar la pintura termoplástica.
- 5) En pavimento de concreto hidráulico aplicar catalizador en una franja de 6 cm. más ancha que el ancho de raya por pintar, 2 horas antes de aplicar la pintura termoplástica con una dosificación aproximada de 4 lts para 18 m². La función principal del catalizador es ayudar a la adhesión del material.
- 6) En pavimento de concreto asfáltico, en una superficie nueva, esperar 8 días después del carpeteado para evitar que la pintura termoplástica se manche.
- 7) En una autopista recién sellada esperar 2 o 3 días para aplicar la pintura termoplástica.
- 8) Deberá aplicarse 1 Kg. de micro esfera por cada 15 metros efectivos para una línea con un ancho de 10 cm. Se verificará la adhesión del material a la superficie durante la aplicación de los primeros metros, para certificar que se están cumpliendo con las condiciones previamente especificadas.



A esta pintura no se le deberá agregar ningún tipo de solvente. El espesor promedio de esta pintura deberá ser de 1.2 mm. El tiempo de secado será de 90 segundos como máximo y el tráfico podrá circular normalmente después de transcurrido este tiempo.



Vialetas. (DH-1)

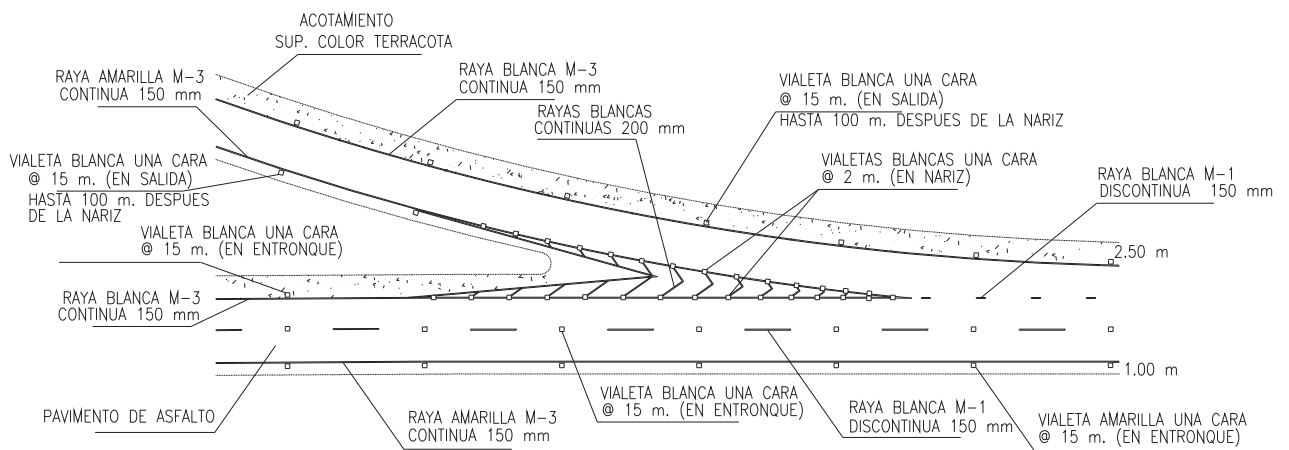
Son dispositivos que tienen un elemento retrorreflejante en una o en ambas caras, dispuestos de tal forma que al incidir en ellos la luz proveniente de los faros de los vehículos se refleje hacia los ojos del conductor en forma de un haz luminoso.

Las vialetas serán fabricadas con material plástico estabilizado para contrarrestar la acción de los rayos ultravioletas, con dimensiones de 10 x 10 x 2 cm, con reflejantes en una o dos caras, conforme a lo indicado en el proyecto, mediante acrílico transparente protector de micro prismas con espesor de cuerpo plástico de 1.8 mm y un ángulo de 29° en ambas caras.



En la parte inferior la vialeta deberá ser sin perno y pegada al concreto asfáltico con adhesivo voluminoso y/o resina epóxica (dos componentes), esto dependiendo de las condiciones climáticas del lugar para la selección de cualquiera de estos pegamentos, al colocar la vialeta con el pegamento en la superficie de rodamiento debe quedar perfectamente limpio para una mejor adherencia de la misma.

DETALLE DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL





6.2. SEÑALAMIENTO VERTICAL EN CARRETERAS.

6.2.1.- SEÑALES PREVENTIVAS

Las señales preventivas (SP) son tableros con símbolos y leyendas que tienen por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza.



Longitudinalmente, las señales preventivas se deben colocar antes de la zona de riesgo que se señala, a una distancia determinada en función de la velocidad, conforme con lo indicado en la siguiente tabla:

Velocidad Km./h	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Distancia mts.	30	45	65	85	110	140	170	205	245	285

6.2.2.- SEÑALES RESTRICTIVAS

Las señales restrictivas (SR) son tableros con símbolos y/o leyendas que tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad. Generalmente son señales bajas que se fijan en postes y marcos, y en algunos casos pueden ser elevadas cuando se instalan en una estructura existente.



Longitudinalmente, las Señales Restrictivas se deben colocar en el lugar mismo donde existe la prohibición o restricción, eliminando cualquier objeto que pudiera obstruir su visibilidad. Lateralmente, las Señales Restrictivas se deben colocar como señales bajas.

6.2.3.- SEÑALES INFORMATIVAS

Las señales informativas (SI) son tableros fijados en postes con leyendas, escudos y flechas que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles, carreteras y autopistas, e informarle sobre nombres y ubicación de las poblaciones, lugares de interés, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar. Son señales bajas o elevadas que se fijan en postes, marcos y estructuras.





Según su función, las señales informativas se clasifican como se indica en la siguiente tabla:

Clasificación	Tipos de señales
SII	Señales informativas de identificación * De nomenclatura * De ruta * De kilometraje
SID	Señales informativas de destino * Previas * Diagramáticas * Decisivas * Confirmativas
SIR	Señales informativas de recomendación
SIG	Señales de información general



SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACION (SII)

Son señales bajas que pueden ser de Nomenclatura cuando se usan para identificar las vialidades según su nombre, de Ruta cuando se usan para identificar carreteras y autopistas según su tipo y número de ruta y de Kilometraje cuando se usan para ubicar al usuario dentro de la carretera o autopista.

SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO (SID)

Se usan para informar el nombre y la dirección de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo del recorrido, de manera que su aplicación es primordial en las intersecciones, donde el usuario debe elegir la ruta deseada según su destino. Se deben emplear de forma secuencial, para permitir que el usuario prepare con debida anticipación su maniobra en la intersección, la ejecute en el lugar debido y confirme la correcta selección de la ruta, por lo que pueden ser: PREVIAS, DIAGRAMATICAS, DECISIVAS Y CONFIRMATIVAS.



En las señales informativas de destino, se deben incluir los nombres de los destinos y en su caso, las flechas que indiquen las direcciones a seguir, los escudos de las rutas correspondientes y las distancias en kilómetros por recorrer.

SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACION (SIR)

Son señales bajas que se utilizan para recordar al usuario disposiciones o recomendaciones de seguridad que debe observar durante su recorrido.



Longitudinalmente, las señales informativas de recomendación se deben colocar en aquellos lugares donde sea conveniente recordar a los usuarios la observancia de la disposición o recomendación que se trate. En ningún caso deben interferir con cualesquiera de los otros tipos de señales, y de preferencia se deben colocar en tramos donde no existan aquellas.

SEÑALES DE INFORMACION GENERAL (SIG)

Son señales bajas que se utilizan para proporcionar a los usuarios información general de carácter poblacional y geográfico, así como para indicar nombres de obras importantes en el camino, límites políticos, ubicación de elementos de control, como casetas de cobro y puntos de inspección, entre otras.

Longitudinalmente, las señales de información general se colocan, en la medida de lo posible, en el punto al que se refiera la información de la leyenda, o al principio del sitio que se desea anunciar.

6.2.4.- SEÑALES DIVERSAS

Las señales diversas (OD) son dispositivos que se colocan para encauzamiento y prevención de los usuarios de las vialidades. Según su función se clasifica como Indicadores de obstáculos, Indicadores de alineamiento, Reglas y Tubos guía para vados, e Indicadores de curvas peligrosas.

INDICADORES DE OBSTACULOS (OD-5)

Son señales bajas que se utilizan en las vialidades para indicar al usuario la presencia de obstáculos que tengan un ancho menor de 30 cm. y/o la existencia de una bifurcación.





Se deben colocar inmediatamente antes del obstáculo o entre las ramas que formen la bifurcación.

INDICADORES DE CURVAS PELIGROSAS (OD-12)

Son señales bajas que se utilizan para indicar, mediante puntas de flecha, los cambios en el alineamiento horizontal de la vialidad, con el propósito de proporcionar un énfasis adicional y una mejor orientación a los usuarios en las curvas peligrosas.



Los tableros de los indicadores de curvas peligrosas se deben colocar en todas las curvas cuya velocidad de operación sea menor del 80% de la velocidad de operación del tramo inmediatamente anterior a la curva, en la orilla exterior de dichas curvas si la vialidad es de dos carriles o en la orilla exterior de cada calzada si la vialidad es dividida.

ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO PARA EL SEÑALAMIENTO VERTICAL

Las señales verticales se instalarán en los lugares señalados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría, debiendo apegarse en cuanto a su altura, distancia lateral, posición y ángulo de colocación a lo dispuesto en el Manual de Dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras (edición 1986). Serán fabricadas en lámina de



acero tipo comercial SAE-1010 o similar calibre 16 con acabados de galvanizado por inmersión en caliente continua, capa G-90 desengrasada y en caso de oxidación tratada químicamente contra esta. En todos los casos el reverso de las señales y los postes quedarán pintados en color gris mate. El herraje para la fijación de las señales, tornillos, pernos, tuercas, rondanas planas y de presión, etc. deberá ser galvanizado.

Todas las señales tipo SR y SP, SIR y SIG tendrán fondo reflejante grado ingeniería e impresión serigráfica, las señales tipo SID tendrán fondo totalmente reflejante grado ingeniería y leyendas y/o símbolos con letras recortadas en alta ingeniería. Los pigmentos y tintas para la impresión deberán estar garantizados por un mínimo de 5 años contra la degradación de los colores, independientemente de la ubicación o zona donde se instalen las señales.

Para la colocación de todas las señales bajas, se utilizarán postes de acero estructural de sección "L" ó perfil cuadrado "PTR" en el caso de que se coloquen en zona urbana; en dimensiones, longitudes y espesores deducidos del cálculo estructural, de acabado galvanizado por inmersión en caliente de acuerdo a las normas ASTM A-123.

Para el caso de señales elevadas de una o dos banderas, los postes, estructuras o columnas serán de acero estructural H-55 ó similar y tendrán la sección suficiente para resistir los vientos de diseño para zona urbana y zona costera; los bastidores serán fabricados con Zetas calibre 12 ó cuadradas de 2x2 calibre 14, para montaje; tanto postes como bastidores contarán con placas de montaje.

La cimentación de todas las señales bajas serán con las dimensiones y profundidad que indique el cálculo estructural, para las señales elevadas, la estructura se anclará en una base de concreto hidráulico de $f'c= 150\text{kg/cm}^2$, cuyas dimensiones, armados y forma de anclaje serán de acuerdo al cálculo estructural.



CAPITULO 7

CONCLUSIONES

Debido a la magnitud del proyecto se ha concluido que es necesario tener en cantidad suficiente equipo, personal y maquinaria para poder concluir en tiempo, conforme a lo establecido en las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y al proyecto mismo de acuerdo a sus especificaciones tanto generales como particulares.

Además del personal y maquinaria necesarios, es necesario tomar en cuenta los tiempos en los que no se puede avanzar en la realización de la obra, como pueden ser las lluvias, dado que estas ocasionan retrasos en las diferentes etapas de construcción, otro retraso a tomar en cuenta es la liberación del derecho de vía, o permisos para reubicar algunos postes y líneas de la Comisión Federal de Electricidad que interrumpían el avance de los trabajos a realizar en las gasas 19 y 189.

En este proyecto debido a que se trabajo en parte sobre la Autopista México-Querétaro, la cual ya esta en funcionamiento, se tuvieron que hacer maniobras para el montaje de trabes que iban sobre esos claros, tales como el desvío de tráfico de los carriles centrales hacia un carril lateral, haciendo este tipo de maniobras en ambos sentidos.

Para los trabajos de terracerías, se tuvieron varios contratiempos entre otros, la fibra óptica de Telmex, la cual esta colocada en dirección de los ejes paralelos a la autopista México-Querétaro, y esta ocasiono que los trabajos se tuvieran que desarrollar con mucho cuidado a la hora de las excavaciones tanto para las obras de drenaje como para las terracerías. Además de la fibra óptica, hay ductos de PEMEX que cruzan las gasas 11, 12, 41 y 42, los cuales también repercutieron en la programación de los trabajos tanto de terracerías como en el montaje de las trabes,



debido a que se tuvo que acondicionar el terreno colocando un acolchonamiento con material de terraplén para poder parar las grúas sobre los ductos y así poder hacer las maniobras necesarias para colocar las traveses sobre los cabezales.

Todas estas situaciones orillan a tener que conformar más frentes de ataque o a tener que trabajar jornadas extraordinarias, para así poder cumplir o por lo menos no retrasarse en forma considerable los trabajos programados con los realmente ejecutados; lo cual repercutirá también en el aspecto económico.

Por todo esto y mas, nos damos cuenta que para una obra de tal magnitud, (pues finalmente tuvo un valor aproximado a los noventa millones de pesos), se debe tener considerado los imprevistos, pues para esta obra se tuvieron que adicionar 10 conceptos que no estaban contemplados en el contrato original, y que incrementaron el costo presupuestado en casi un 20% pero sin embargo de acuerdo a las necesidades reales se tuvieron que ejecutar.



BIBLIOGRAFÍA

1._ NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (<http://normas.imt.mx/carr.htm>)

LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN

TEMA: CAR. CARRETERAS

PARTE: 1._ CONCEPTOS DE OBRA.

TITULO

01._ TERRACERIAS

02._ ESTRUCTURAS

03._ DRENAJE Y SUBDRENAJE

04._ PAVIMENTOS

07._ SEÑALAMIENTOS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

2._ ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS.

CARRETERA: TULA – JILOTEPEC – ATLACOMULCO

TRAMO: LIM. EDOS. MEX / HGO - ATLACOMULCO

ENTRONQUE: “QUERÉTARO”

POR: INGENIERÍA VIAL Y TRANSPORTE, S.A. DE C.V.

3._ PLANOS DE PROYECTO Y ESPECIFICACIONES GENERALES Y PARTICULARES _ INCLUIDAS EN LAS BASES DE LICITACIÓN COMO PARTE DEL PROYECTO DEL “ENTRONQUE QUERÉTARO”.

4._ <http://www.construaprende.com/tesis02/2006/09/24-concreto.html>

5._ <http://www.construaprende.com/t/03/T3paG2.php>