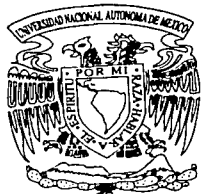


01121  
65



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE DRENAJE PARA LA CARRETERA:  
MORELIA – LAZARO CARDENAS DE ESTACION:  
60+000 – AL 80+000

TESIS  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA  
DIANA HERNANDEZ SANCHEZ



DIRIGIDA POR: ING. MARCOS TREJO HERNANDEZ

MEXICO, D. F.

2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTTT/050/02

Señor  
DIANA HERNÁNDEZ SÁNCHEZ  
Presente

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

**"PROYECTO DE DRENAJE PARA LA CARRETERA MORELIA-LAZARO CARDENAS DE ESTACIÓN 60+000.000 AL 80+000.000"**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. GENERALIDADES Y PROYECTO PRELIMINAR DE ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS MENORES PARA CARRETERAS.
- III. PROYECTO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA
- IV. ANÁLISIS DEL EJE DE PROYECTO DE LA CARRETERA PARA ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS MENORES
- V. NORMAS Y ESPECIFICACIONES
- VI. DETERMINACIÓN DE TIPO DE OBRA DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS MENORES
- VII. PROYECTO DEFINITIVO DE ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS MENORES
- VIII. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
- IX. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitario a 4 marzo 2002.  
EL DIRECTOR

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

Me comprometo a difundir en formato digital el contenido de esta tesis en la página de Internet de la UNAM a fin de difundir el conocimiento.

NOMBRE: Diana Hernández Sánchez

FECHA: 02 Oct 2003

FIRMA:

## **AGRADECIMIENTOS**

**A MI PADRE:**

**ING. ARMANDO HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ  
POR SER MI INSPIRACIÓN Y MI PRIMER MAESTRO.**

**A MI MADRE:**

**MTRA. OFELIA SÁNCHEZ RODRIGUEZ  
POR SER MI MÁXIMO EJEMPLO, LA MENTE Y LA  
FUERZA QUE ME HA CREADO.**

**A MI ESPOSO:**

**ING. JOSE ARTURO DOMÍNGUEZ TORRES  
POR TANTO AMOR.**

**A MI HERMANA:**

**P.A. MARINA ROCIO HERNÁNDEZ SANCHEZ  
POR SU TERNURA Y POR SER EN GRAN PARTE  
EL MOTIVO DE MI LUCHA.**

**A MI ABUELA:**  
**DRA. MA. TERESA RODRÍGUEZ GOMEZ**  
**POR SER LA MUJER ENTERA, FUERTE Y**  
**ADMIRABLE QUE SIEMPRE ESTA CONMIGO**  
**PARA DARME SU AMOR Y SU EJEMPLO.**

**A MI TIO:**  
**SR. OSCAR SÁNCHEZ RODRÍGUEZ.**  
**POR SU APOYO Y CARIÑO INCONDICIONALES.**

**A MI DIRECTOR DE TESIS:**  
**ING. MARCOS TREJO HERNÁNDEZ**  
**POR SU CONSTANTE E INVALUABLE APOYO**  
**EN LA ELABORACIÓN DE ESTA TESIS.**

**A MIS PROFESORES Y SINODALES:**  
**ING. REGINALDO HERNÁNDEZ ROMERO.**  
**ING. ROBERTO R. ROJO YAÑIZ.**  
**ING. CONSTANTINO GUTIERREZ P.**  
**ING. HECTOR JAVIER GUZMÁN O.**  
**POR CADA UNA DE SUS CLASES Y POR SU**  
**VALIOSA ASESORIA EN LA REALIZACIÓN DE**  
**ESTE TRABAJO.**

**A MI JEFE:**  
**ING. JOSE MARIA FIMBRES CASTILLO:**  
**POR CREER EN MI TRABAJO.**

D

**A MI MAESTRO:**

**ING. HUGO RICARDEZ VALENCIA**  
**POR COMPARTIR CONMIGO SU SABIDURÍA,**  
**EXPERIENCIA Y SU VALIOSO APOYO EN LA**  
**REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.**

**AL ING. BULMARO CABRERA RUIZ**  
**ING. ALBERTO CORTES ARIAS**  
**POR IMPULSARME SIEMPRE Y ENSEÑARME**  
**A TRABAJAR.**

**A MI ETERNO AMIGO:**

**M.I. HECTOR PACHECO HERNANDEZ**  
**PORQUE SU AMISTAD SIEMPRE ESTA CONMIGO.**

**A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:**  
**ING. SERGIO CONTRERAS AGUILAR**  
**MA. TERESA CAMACHO CAMACHO**  
**SR. DANIEL ORDÓÑEZ HERRERA**  
**POR SU GRAN AMISTAD Y APOYO EN**  
**LA INTEGRACION DE ESTE TRABAJO.**

**F**

# INDICE

TEMA	PAG.
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPITULO I.- GENERALIDADES Y PROYECTO PRELIMINAR DE ALCANTARILLADO.....</b>	<b>6</b>
<b>Y ESTRUCTURAS MENORES PARA CARRETERAS.</b>	
1.1 Definiciones y Conceptos Básicos.....	6
1.2 Criterios para la definición del tipo de obra de drenaje menor.....	9
1.3 Necesidades económicas, políticas y sociales.....	11
1.4 Estudio Preliminar del eje de proyecto.....	13
1.5 Estudio de Impacto Ambiental.....	23
<b>CAPITULO II.- PROYECTO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA.....</b>	<b>29</b>
2.1 Subrasante mínima.....	29
2.2 Propuesta de alineamiento vertical.....	38
<b>CAPITULO III.- ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA CARRETERA PARA ALCANTARILLADO.....</b>	<b>40</b>
<b>Y ESTRUCTURAS MENORES</b>	
3.1 Zona Geográfica.....	40
3.2 Tipos de terreno.....	50
3.3 Climas.....	50
3.4 Necesidades de la Población de la zona.....	52
<b>CAPITULO IV.- NORMAS Y ESPECIFICACIONES.....</b>	<b>53</b>
4.1 NORMAS TÉCNICAS DE LA SCT.....	53
4.2 MANUALES.....	56
<b>CAPITULO V.- DETERMINACIÓN DE TIPO DE OBRA DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS.....</b>	<b>65</b>
<b>MENORES</b>	
5.1 ANÁLISIS DE LA SECCION GEOMÉTRICA.....	65
5.2 ANÁLISIS DE EJES DE OBRAS DE DRENAJE.....	75
5.3 PASOS SUPERIORES E INFERIORES.....	80
5.4 OBRAS AUXILIARES.....	82
<b>CAPITULO VI.- PROYECTO DEFINITIVO DE ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS.....</b>	<b>83</b>
<b>MENORES</b>	
6.1 OBRAS DE DRENAJE.....	83
6.2 PASOS SUPERIORES E INFERIORES.....	97
6.3 OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	100
6.4 PRESENTACION DE RESULTADOS.....	103
<b>CAPITULO VII.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....</b>	<b>109</b>
7.1 TUBOS.....	109
7.2 LOSAS.....	117
7.3 BOVEDAS.....	120

# INTRODUCCIÓN

Para poder transitar sobre una carretera funcional, que de un servicio adecuado, bajo las medidas de seguridad necesarias, se requiere integrar muchos aspectos de planeación, proyecto, supervisión y construcción, que darán por resultado una vía de comunicación que de solución a todos o a la mayoría de los requerimientos de la población demandante, en cuanto a comunicación terrestre.

Un punto que no se puede dejar de lado, es la economía del país. La inversión para la construcción de una carretera es muy grande, por esto, es muy importante que cada paso que se de en la realización de ésta, sea muy bien estudiado y fundamentado para evitar retrocesos, provocando así, pérdidas innecesarias.

Pensando en lo anterior, aunque en los últimos años se han construido nuevas carreteras de altas especificaciones con el fin de mejorar los tiempos de llegada entre los puntos de partida y destino, también se plantean alternativas, como modernizaciones o ampliaciones a las ya existentes con el fin de aprovecharlas.

Uno de los temas que desde la planeación se debe tomar en cuenta para lograr un proyecto que cumpla con todos los lineamientos solicitados por la **SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT)** y con esto la construcción de la carretera que en realidad se pretende, es el **ALCANTARILLADO**.

El alcantarillado, también llamado "**DRENAJE**", en muchas ocasiones no es muy apreciado, y no se le da mucha importancia, lo que se refleja en una ausencia de proyecto preliminar de obras de alcantarillado, dando por resultado que el mismo proyecto de drenaje, sea deficiente al no contar con las condiciones geométricas necesarias que son la base del cálculo. Esto converge en la construcción de una carretera que no responde a las demandas de la población, puesto que, seguramente a futuro, se deberá invertir más tiempo y dinero en reparaciones innecesarias.

El objetivo principal de esta tesis es precisamente integrar la teoría que se encuentra plasmada en los libros de texto, manuales así como las normas aplicables y los criterios que se han ido madurando con el tiempo y la experiencia del personal que ha estado a cargo del proyecto de las obras de drenaje menor desde sus inicios en el planteamiento, identificación, levantamiento de los datos de campo y en el proyecto definitivo.

Para una mejor comprensión del tema, a través de cada uno de los capítulos se trabajarán los procedimientos y criterios generales que se manejan para cualquier carretera y posteriormente se enfocará hacia un proyecto real en particular ejemplificando lo anterior.

Se pensó que la carretera: **Morelia – Lázaro Cárdenas**, que es el caso en el que se basa este trabajo, sería muy conveniente ya que se tienen todos los tipos de terreno, (plano, lomerío suave, lomerío fuerte, montañoso y escarpado), en especial en el tramo que se estudia en esta tesis, como se muestra en la figura 1, por lo que da la oportunidad de



tratar las diferentes condiciones y problemáticas que enfrenta un proyecto de drenaje de una carretera de altas especificaciones.

Para el drenaje de una carretera, también se siguen las etapas de planeación, proyecto, supervisión y construcción, al igual que con las terracerías; de hecho, ambos van entrelazados desde el primero.

Aunque este trabajo trata el proyecto de drenaje de una carretera y un tramo específico, éste siempre se estudia y maneja bajo las mismas normas criterios y principios, tomando por supuesto en consideración, cada una de las características especiales de cada proyecto como: tipo de terreno, zona geológica, clima, uso de suelo, economía de la región, capital disponible, etc, como se mostrará en cada uno de los capítulos de esta tesis.

Se tratará paso a paso cada uno de los temas que se llevan a cabo para llegar hasta el proyecto del drenaje menor definitivo de la carretera que se está estudiando.

Se iniciará por dar referencias del proyecto de las terracerías y después se enfocará hacia el de alcantarillado con el fin de dar una mejor idea de cómo es que se entrelazan los dos, desde el anteproyecto hasta la construcción, e incluso hasta la operación y el mantenimiento.

Es importante hacer mención desde un principio que los procedimientos manejados, los cuales serán descritos en esta tesis están basados en las Normas Técnicas de la SCT, mismas que se tratarán con más detalle en el capítulo IV.

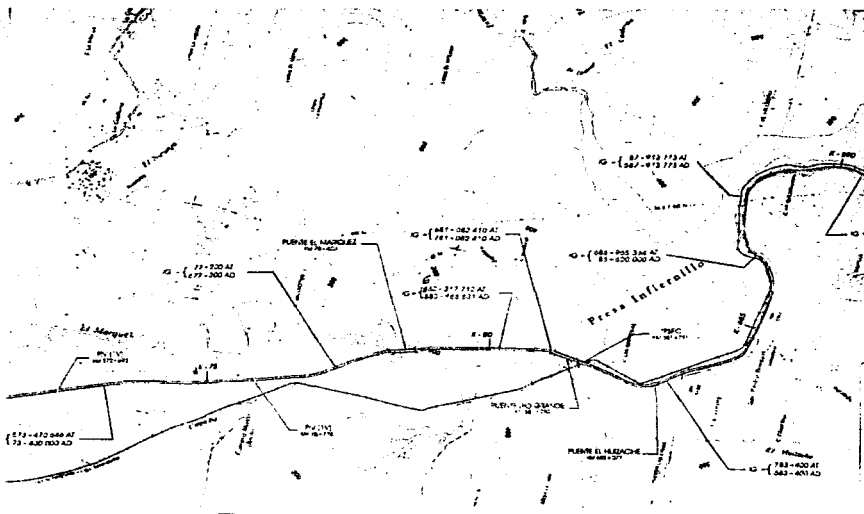


Figura 1 Eje de trazo de la Carretera: Morelia - Lázaro Cárdenas, Tramo; Nueva Italia - Infernilla de km 72+000 a km 590+000 (incluyendo igualdades de cadenamiento)

TESIS CON  
FALLA DE CUBEN.

# **CAPITULO I GENERALIDADES Y PROYECTO PRELIMINAR DE ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS MENORES PARA CARRETERAS.**

## **1.1 Definiciones y Conceptos Básicos**

Un punto que debo resaltar, es que en esta tesis no se tocará el diseño estructural de las obras, pues en la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores, que pertenece a la Dirección de Proyecto de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) se trabaja con **PROYECTOS TIPO** que se han calculado estructuralmente con anterioridad, para las diferentes condiciones que se puedan presentar.

Comenzaré por presentar algunos conceptos básicos y la teoría, aunque todavía muy generales, con el fin de introducir el tema y dar una idea clara en los aspectos que se tratarán en este capítulo. Más adelante se definirán los términos con más claridad, al tiempo que se ira adentrando en los aspectos técnicos del proyecto.

### **OBRA DE DRENAJE MENOR O ALCANTARILLA:**

Estructura de mampostería, concreto o metálica, que tiene como función principal, dar paso a los escurrimientos que cruzan en forma transversal el eje de proyecto de una carretera. La Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores de la SCT clasifica como obra menor a las que tienen un claro máximo de 6.0 m. A diferencia de los puentes, las alcantarillas tienen un colchón de material, que no permite que la obra reciba directamente los impactos por carga viva.

- **LUZ:**

Dimensión medida sobre el eje horizontal del área drenante de una alcantarilla.

- **GALIBO:**

Dimensión medida sobre el eje vertical del área drenante de una alcantarilla.  
En las bóvedas, se considera únicamente el área rectangular.

- **AREA HIDRÁULICA NECESARIA (AHN):**

Es el área que requiere tener una alcantarilla para drenar los escurrimientos de una cuenca.

- **PLANTILLA:**

Es la línea virtual que se traza en el perfil del terreno natural, en la estación correspondiente, para determinar el nivel de arrastre de los escurrimientos, y tiene dos características que la definen: pendiente y elevación de desplante; (estos se leen en el centro de línea).

- **PASO SUPERIOR DE PEATONES Y GANADO (P.S.P.G.):**

Estructura de concreto armado que tiene como función dar paso a los peatones o al ganado en forma transversal al eje de proyecto de la carretera de manera que ésta pase por arriba de dicha estructura.

- **PASO SUPERIOR DE MAQUINARIA AGRÍCOLA (P.S.M.A.):**

Estructura de concreto armado que tiene como función dar paso a la maquinaria agrícola en forma transversal al eje de proyecto de la carretera de manera que ésta pase por arriba de dicha estructura.

- **PASO SUPERIOR VEHICULAR ( P.S.V.):**

Estructura de concreto armado que tiene como función dar paso a los vehículos en forma transversal al eje de proyecto de la carretera de manera que ésta pase por arriba de dicha estructura.

- **ESTRUCTURAS MENORES.**

Muros de contención de terraplenes o de sostenimiento.

- **ESVIAJE:**

Ángulo entre 0° y 45° hacia la izquierda o a la derecha, que tiene el eje de proyecto de la obra de drenaje, un paso peatonal, vehicular o un puente, con respecto a la normal al eje de proyecto de la carretera. Ver figuras 2 y 3.

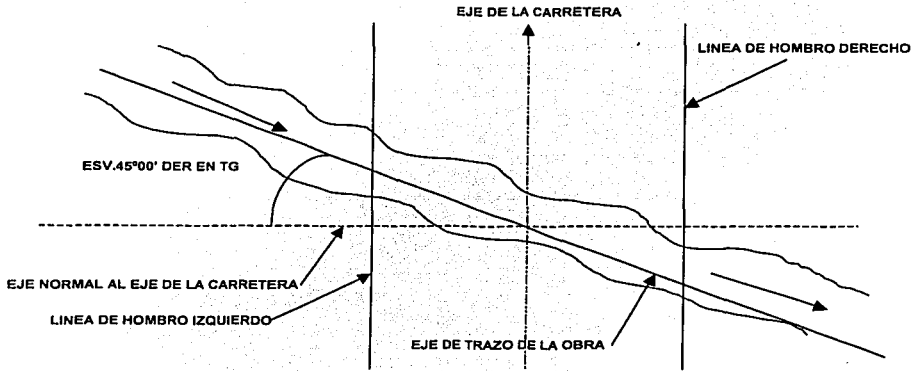


Figura 2. Ejemplo de eje trazado con esviaje derecho

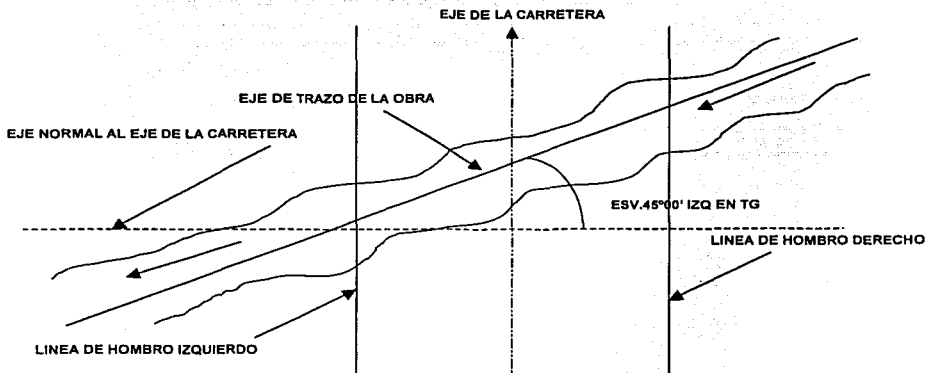


Figura 3. Ejemplo de eje trazado con esviaje izquierdo

## 1.2 Criterios para la definición del tipo de obra de drenaje menor.

La definición del tipo de obra de drenaje la determina el tipo de terreno, el área hidráulica necesaria, el material de construcción disponible y las características de la sección geométrica de las terracerías en el cruce, por lo que, en general, podemos resumir en lo siguiente:

- Cuando se trabaja con un terreno de tipo plano o lomerío suave, en general, y como primera propuesta se piensa en una **LOSA PLANA DE CONCRETO ARMADO**, la cual se diseña con las siguientes características:

Pendiente de plantilla:	0% a 12 %
Colchón mínimo:	0.20 m
Colchón máximo:	4.25
Área hidráulica necesaria máxima:	30.00 m <sup>2</sup>
Capacidad de carga mínima:	1.00 kg/cm <sup>2</sup>

- Cuando se tiene un tipo de terreno de lomerío suave a montañoso, inmediatamente se piensa en **TUBO CIRCULAR DE CONCRETO**, ya que estos permiten terraplenes y pendientes más grandes que las losas:

Pendiente de plantilla:	0.5 % a 45 %
Colchón mínimo:	0.80 m
Colchón máximo:	en la práctica se han proyectado hasta con 40.0 m
Área hidráulica necesaria máxima:	5.50 m <sup>2</sup>
Capacidad de carga mínima:	No requiere capacidad de carga.

- En terrenos planos o de lomerío suave, pero cuando se requiere una área hidráulica necesaria mayor a la que manejan las losas, y se tiene un colchón mayor a cuatro metros, entonces se propone una **BOVEDA DE MAMPOSTERÍA O DE CONCRETO CICLÓPEO**, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones límite:

Pendiente de plantilla:	0% a 12 %
Colchón mínimo:	1.00 m
Colchón máximo:	8.00 m
Área hidráulica necesaria máxima:	20.00 m <sup>2</sup>
Capacidad de carga mínima:	2.00 kg/cm <sup>2</sup>

- Si el colchón es mayor a los ocho metros y el AHN también es mayor a la que drenan las anteriores, se plantea como probable solución una **BOVEDA DE CONCRETO ARMADO**, y esta necesita las siguientes condiciones de plantilla:

Pendiente de plantilla:	0% a 12 %
-------------------------	-----------

Colchón mínimo:	0.20 m
Colchón máximo:	Se han proyectado hasta con 50.00 m
Área hidráulica necesaria máxima:	En general 45.00 m <sup>2</sup>
Capacidad de carga mínima:	3.00 kg/cm <sup>2</sup>

- Si las condiciones de tipo de terreno y de plantilla nos hacen pensar en una losa, pero se tiene una *capacidad de carga menor a 1.0 kg/cm<sup>2</sup>*, lo más indicado es probablemente un **CAJON DE CONCRETO ARMADO**:

Pendiente de plantilla:	0% a 12 %
Colchón mínimo:	0.20 m
Colchón máximo:	3.00 m
Área hidráulica necesaria máxima:	25.0 m <sup>2</sup>
Capacidad de carga mínima:	entre 0.20 y 0.50 kg/cm <sup>2</sup>

- Otro tipo de obra que se propone cuando se trata de un *canal de riego menor*, pero este cruza en un *corte franco máximo de tres metros*; es el **SIFÓN DE TUBO CIRCULAR DE CONCRETO**.

### 1.3 Necesidades económicas, políticas y sociales.

Para comprender mejor el desarrollo de un proyecto de alcantarillado (drenaje), es conveniente repasar los pasos previos que van llevando hasta él.

El primer paso para lograr una carretera en las mejores condiciones, es la planeación, y los factores que se deben tomar en cuenta son:

- El capital destinado para los estudios, proyecto y construcción de la carretera, ya que considerando un control de calidad óptimo en cada uno de éstos procesos, éste deberá corresponder con los alcances de la obra.
- Las demandas sociales, por el crecimiento y desarrollo de las poblaciones.
- Las condiciones topográficas de la zona y
- La situación política existente en el país que es lo que define los programas de obra para cada ciclo.

Sin duda y considerando la situación económica del país, el aspecto más importante a considerar, es el capital con el que se cuenta para el proyecto y construcción de la carretera, así como la forma en la que se va a recuperar esa inversión, esto dependerá de quienes estén involucrando el capital, el Gobierno Federal o las empresas privadas, o qué tanto esté aportando cada uno.

Indudablemente los mexicanos necesitamos vías de comunicación que nos transporten a los lugares de destino al mismo ritmo en que vivimos, esto implica que cada vez se demanden tiempos y distancias más cortos, por otro lado, poco a poco, México ha ido creciendo internacionalmente, motivo muy importante para ligar los puntos económicos y políticos vitales, dentro y fuera del país y de esta manera, facilitar el desarrollo de la población.

El proyecto de drenaje comprende solo una parte de todo el trabajo necesario para obtener una carretera en las condiciones óptimas, sin embargo, es de gran importancia que se considere correctamente desde un principio en el proyecto preliminar de ésta, ya que se deberán considerar los cruces de ríos y arroyos, barrancas, presas, etc; puesto que requieren de puentes para solucionar el cruce, así como las obras menores de drenaje, (las cuales se definirán y clasificarán más adelante), pasos para peatones y ganado, pasos para vehículos en caminos transversales a la carretera, y obras especiales, pues todas estas estructuras constituyen entre un 10% y un 60% del total de la inversión necesaria, dependiendo de la zona y el tipo de terreno en cuestión.

Por ejemplo: en el norte de la República Mexicana, el clima es extremo, y en algunas zonas la lluvia es tan escasa que no se requiere la construcción de obras de drenaje, como es el caso de la carretera en proyecto: San Luis Potosí - Matehuala, en la que se tienen tramos hasta de veinte kilómetros sin una sola alcantarilla, debido a que la lluvia en la zona es muy escasa, incluso se tienen años en los que no llueve. Aquí el porcentaje es de 0%; a diferencia de la carretera: Las Choapas – Ocozocoautla, en la que se tienen



hasta 45 obras de drenaje, en tramos de cinco kilómetros; también se tienen túneles, puentes y obras especiales para solucionar los cruces por las zonas de inundación; en algunos tramos alcanza hasta un 30% aproximadamente, considerando las zonas críticas.

Para dar una idea más clara, en general en el año de 2002, el kilómetro de autopista costó aproximadamente \$14'000,000.00 en zonas en las que se presenta un tipo de terreno montañoso y \$8'000,000 para las zonas con terreno plano.

#### 1.4 Estudio Preliminar del eje de proyecto .

Cuando se comienza la etapa de proyecto de la carretera, lo primero es plantear las diferentes alternativas para el eje de trazo de acuerdo al tipo de camino.

Una vez que se ha definido el tipo de carretera, según las Normas de Servicios Técnicos ( estas se verán más a detalle en el capítulo IV) y de acuerdo al TDPA (Tránsito diario promedio anual), el tipo de vehículo que circulará y el nivel de servicio, se procede al planteamiento de las diferentes alternativas, utilizando cartas topográficas de INEGI escala 1:50,000, en las cuales es posible apreciar todos los cruces importantes como ríos, arroyos, lagos, presas, barrancas, caminos, etc, que se deben detectar desde un inicio ya que son puntos que pueden definir la ruta definitiva en función de los costos de construcción.

El análisis que se presentará se refiere específicamente a la carretera **Morelia – Lázaro Cárdenas**, que es el tema de esta tesis y de acuerdo a la Dirección de Proyectos determinó que debía ser tipo A-2, cuyas características se pueden observar en la Tabla 1.

Entre los kilometrajes 60+000 y 80+000, se tienen tres tipos de terreno: plano, lomerío suave a fuerte y montañoso, por lo que las pendientes de proyecto longitudinales y transversales varían drásticamente, lo que hace notar desde el anteproyecto que se tendrán todos los tipos de obras de drenaje, debido a las diversas características que se presentan a lo largo del eje.

Cuando ya se han planteado las posibles rutas en la carta topográfica escala 1:50,000, se hace un reconocimiento aéreo en donde se obtienen fotografías a escala 1:50,000, 1:25,000, 1:10,000 y 1: 5,000. Estas fotografías son estudiadas en aparatos como el SD-200 ( ver figura 4) y estereoscopios, en los cuales es posible apreciar la topografía del terreno en tercera dimensión, por lo que se aprecian con mayor exactitud los detalles y los cruces que se deben estudiar por la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores, ya que seguramente existirán algunos en los que es necesario hacer un estudio hidrológico, aunque no tan complejo, para definir si se trata de una obra mayor (puente) o de una obra menor, además de que se tiene una visión más real y actual de las condiciones de topografía y altimetría.



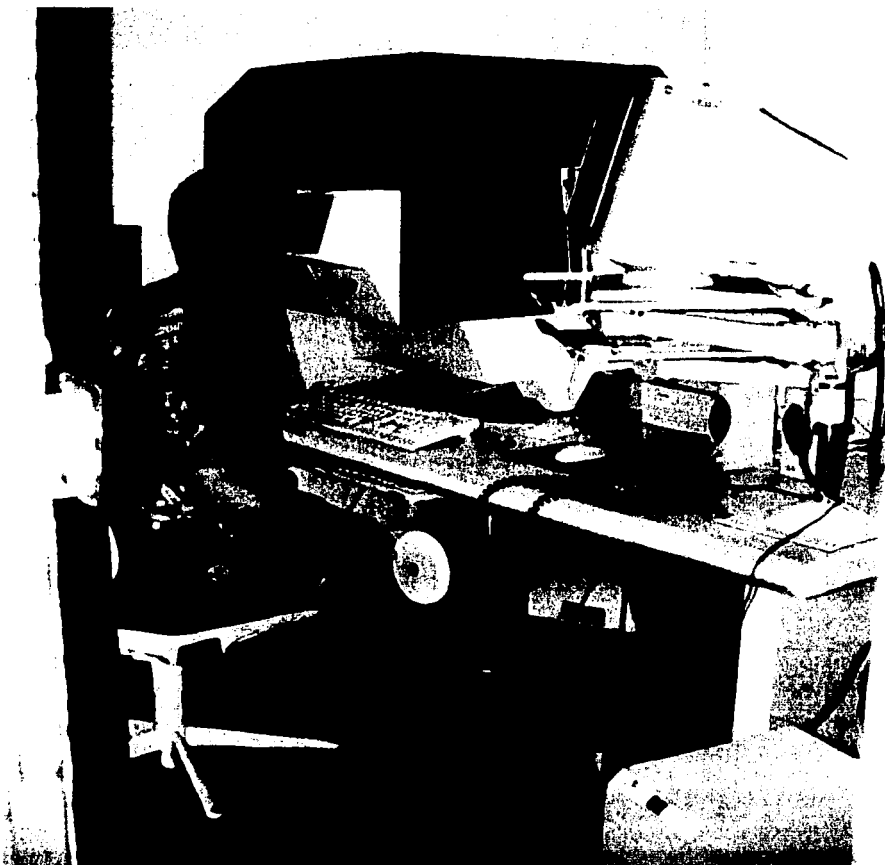


Figura 4 SD-2000 Equipo de Restitución Fotogramétrica por computadora.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la figura 5 ( fotografía aérea) se aprecian los cruces de los escurrimientos, así como los que requieren de una obra mayor. También, aquellos en los que será necesario construir pasos superiores o inferiores, para los caminos transversales a la carretera.

Al tiempo que las alternativas se van estudiando, la escala de las fotografías aéreas va disminuyendo y de esta manera, se va definiendo la línea de trazo definitiva, lo que quiere decir que las obras de drenaje menor así como las estructuras, también se van determinando con más detalle.

En fotografías escala 1:10,000, se aprecian detalles más pequeños como los que se presentan del km 60+000 al 65+000, en donde se tienen canales de riego que cruzan el eje de proyecto, y que se deberán proteger o en su caso derivar del más cercano cuando no sea posible darle paso directo.

Una vez que se tiene la línea de trazo definitiva, y con la ayuda del SD-2000, se hacen las restituciones a escala 1:5000 y 1:2,000, y se estudia con mayor precisión el alineamiento horizontal.

Sobre estas plantas topográficas se determinan los kilometrajes o estaciones en los que cruzan todos los ríos, escurrimientos, pasos, canales, etc; y se verifican en el campo, donde se trazan los ejes para el proyecto de las obras de drenaje.

El trabajo de campo es muy importante en cada uno de los pasos que se van avanzando, con el fin de verificar toda la información que se trabaja desde el gabinete como las restituciones fotogramétricas.

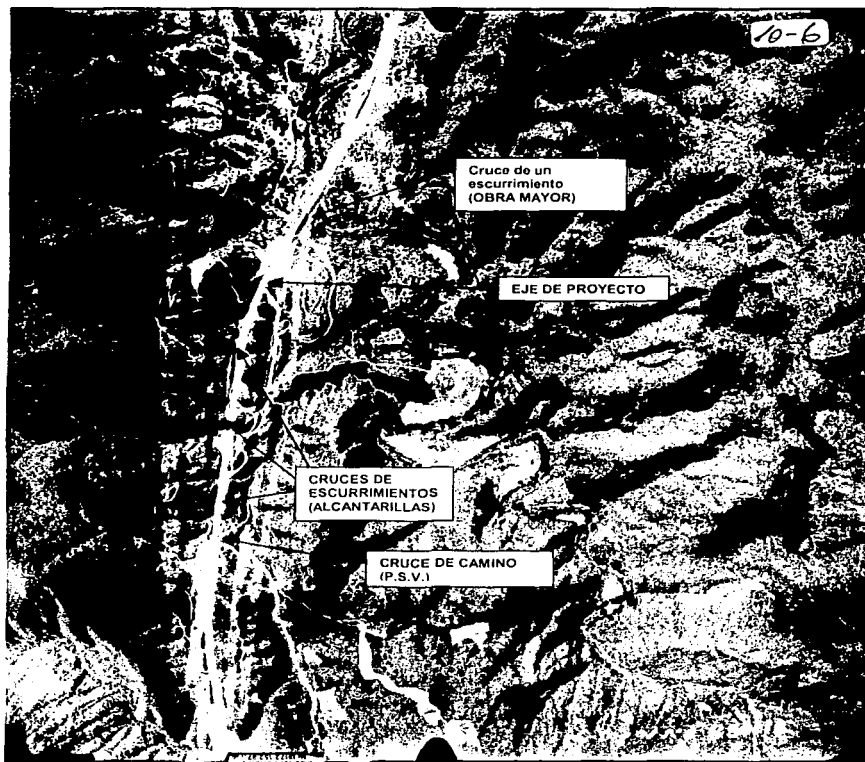


Figura 5 Fotografía aérea escala 1:12,000, de fecha 10-01-2001

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los larguillos son cartas topográficas a una escala específica (en este caso es 1:50,000), en donde se ubica el eje de proyecto definitivo, con las indicaciones de cadenamientos y detalles mas importantes sobre el eje de proyecto.

En la figura 6 se aprecia el eje de proyecto definitivo, para la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas, de la estación 60+000 a la estación 570+000, la nomenclatura "570" indica la primera modificación hecha a la línea original, se le suman +500 Km al cadenamiento.

Se puede observar que de la estación 60+000 hasta la estación 68+000 aproximadamente, se tienen terrenos de cultivo, por lo que en este tramo se levantarán ejes de trazo para obras que funcionarán como pasos para proteger los canales de riego menor.

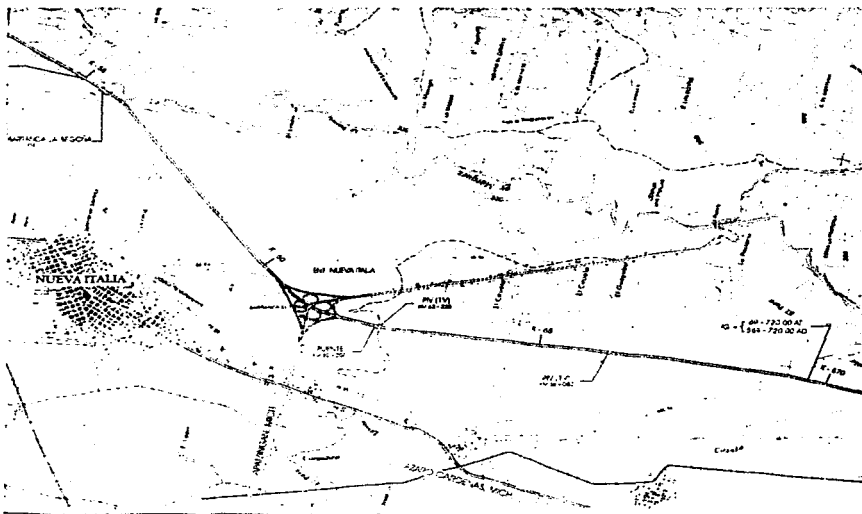


Figura 6 Larguillo carretera Morelia – Lázaro Cárdenas km. 60+000 a km. 570+000

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La figura 7; es el perfil y la planta topográfica (restitución a escala 1:2,000), en la que se puede ver el cruce de un canal de riego menor en la estación 67+090 aproximadamente. También se aprecia el cruce de un escurrimiento en la estación 67+500. Los dos cruces se reflejan en el perfil longitudinal del eje de proyecto.

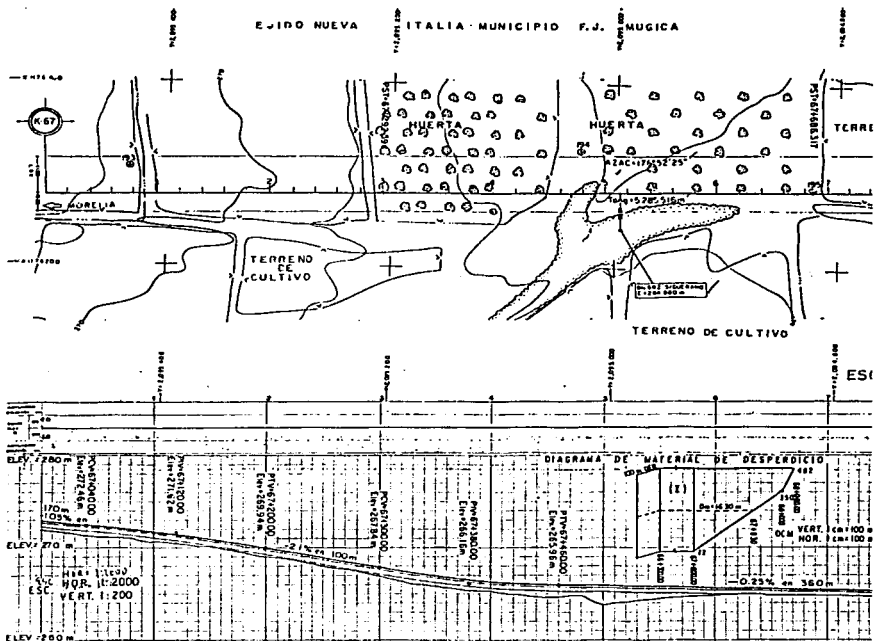


Figura 7 Planta y perfil del km. 67+000 al km.67+780

En la siguiente figura 8 se observa un escurrimiento más grande que el de la anterior, y por el terraplén se ha de proponer una bóveda de concreto ciclópeo o de mampostería. El material de las obras de drenaje menor como en el caso de las bóvedas, se define de acuerdo a su disponibilidad en la zona de construcción.

TESIS CON  
FALLA DE ORDEN



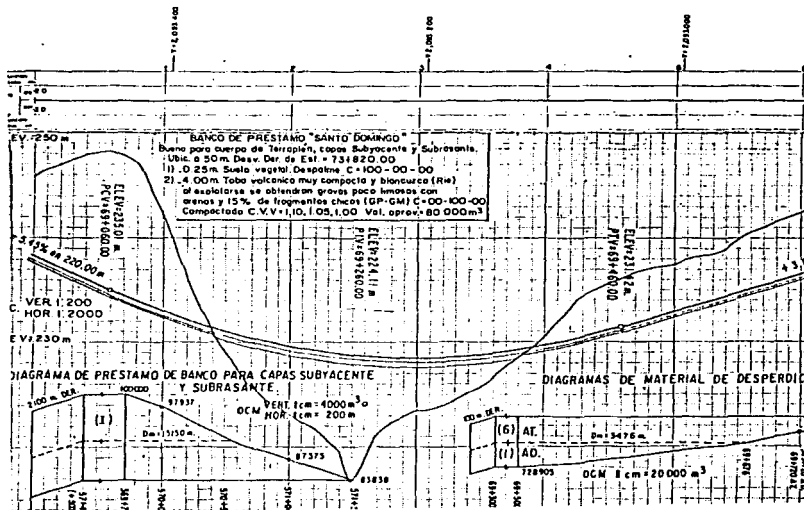
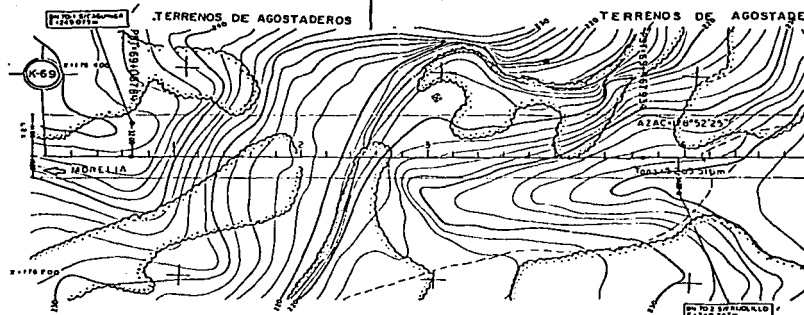


Figura 8 Planta y perfil de est. 69+000 a est. 69+600

TESIS CON  
 FALLA DE ORDEN

Después del análisis visual general en cartas, fotografías aéreas y restituciones fotogramétricas, se puede observar de manera preliminar que de la estación 60+000 a la estación 68+000 aproximadamente, se tendrán como tipos de obra menor a las losas, por tratarse de un terreno plano.

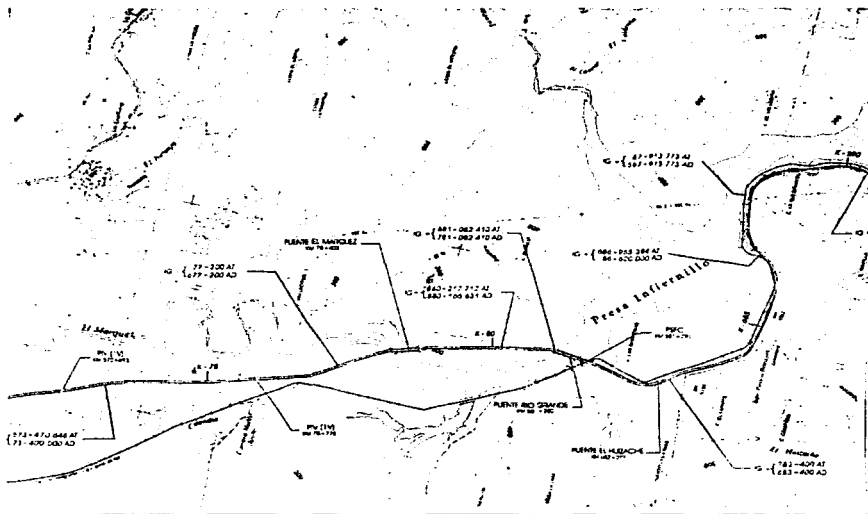


Figura 9 Planta y perfil de est. 570+000 a est. 590+000

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la figura 9 se puede ver que de la estación 68+000 a la estación 80+000, al observarse un terreno de lomerío fuerte a montañoso, se asume que se deberán contemplar los tubos de concreto y las bóvedas.

Se puede observar también en la figura 9 que existe un cruce muy importante hacia la estación 78+403, aquí desde un principio es evidente que se necesitará una obra mayor pues se trata de un cuerpo de agua muy grande, al mismo tiempo que se requerirán de obras especiales para las zonas cercanas a la presa.

Esta información se define al hacer los estudios hidrológicos y al dibujar la sección geométrica definitiva en el cruce correspondiente, de acuerdo a los datos proporcionados por la Oficina de Terracerías.



Figura 10 Entronque km 61+000 aprox. Cruce del trazo con la carretera federal 120 Apatzingan – Nueva Italia – La Huacana



Figura 11 Cruce del trazo en el km 70+712. Vista hacia adelante

## 1.5 MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En los últimos años, en México se le ha dado una gran importancia al tema del Impacto Ambiental, pues a pesar de que muchas especies de plantas y animales se han perdido en tiempos pasados, debido a la irresponsabilidad y falta de visión del ser humano, todavía contamos con una gran variedad, y es vital que los rescatemos porque son parte de un ecosistema en el que estamos inmersos. Debemos cuidar su equilibrio, pues al perderse, el hombre se pierde también.

El tramo carretero que trata este trabajo, cruza por el estado de Michoacán, uno de los más ricos en especies animales y vegetales, por lo que estudiar las consecuencias que conlleva hacer una carretera de altas especificaciones en este lugar, y plantear las medidas de mitigación y compensación, es tan importante como el proyecto geométrico mismo.

En el año de 1998 en el que se ingresó la manifestación de impacto ambiental de la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, decía en su Artículo 28:

"La realización de obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría o de las entidades federativas o municipios, conforme a las competencias que señala esta Ley, así como al cumplimiento de los requisitos que se les impongan una vez evaluado el Impacto Ambiental que pudieran originar, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes.

Cuando se trate de la evaluación del impacto ambiental por la realización de obras o actividades que tengan por objeto el aprovechamiento de los recursos naturales, la Secretaría requerirá a los interesados en la manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, se incluya la descripción de los posibles efectos de dichas obras o actividades en el ecosistema de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que lo conforman y no únicamente los recursos que serían sujetos de aprovechamiento."

Y en el Reglamento de la LEGEEPA, dice:

- En su artículo 5°

"Deberán contar con previa autorización de la Secretaría, en materia de impacto ambiental, las personas físicas o morales que pretendan realizar obras o actividades, públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y en las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, así como cumplir los requisitos que se les impongan, tratándose de las materias atribuidas a la Federación por los artículos 5° y 29 de la Ley particularmente las siguientes:

- I. Obra Pública Federal...
- II. Obras Hidráulicas...
- III. **Vías Generales de Comunicación, únicamente en los siguientes casos:**
  - **Puentes, escolleras, puertos, viaductos marítimos y rellenos para ganar terrenos al mar, actividades de dragado y bocas de intercomunicación lagunar marítimas:**
  - **Trazo y tendidos de líneas ferroviarias incluyendo puentes ferroviarios para atravesar cuerpos de agua;**
  - **Carreteras y puentes federales, y**
  - **Aeropuertos.**
- IV. Oleoductos, gasoductos y carboductos...
- V. Industrias química, petroquímica ...
- VI. Exploración, extracción...
- VII. Instalaciones de Tratamiento... residuos peligrosos
- VIII. Desarrollos turísticos Federales...
- IX. Instalaciones de Tratamiento... residuos radiactivos
- X. Aprovechamientos Forestales
- XI. Que requieran la participación de la Federación...
- XII. Actividades altamente riesgosas...
- XIII. Pueda afectar el equilibrio ecológico..."

Y en su Artículo 9°:

"Las manifestaciones de impacto ambiental, se podrán presentar en las siguientes modalidades:

- I. General
- II. Intermedia o
- III. Especifica

En los casos del artículo 5° del Reglamento, el interesado en realizar la obra o actividad proyectada, deberá presentar una **Manifestación General de Impacto Ambiental**".

A partir de mayo del 2000, Reglamento de la LGEEPA indica que las modalidades para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental serán Particular o Regional de acuerdo a las características del proyecto, para el caso que se está estudiando en esta tesis correspondería la Modalidad Regional.

A continuación se hablará sobre la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad General (MIA(MG))que se elaboró para la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas, tramo: Nueva Italia – Infiernillo. Solamente se tratarán los temas que consideren las obras de drenaje. \*1

\*1 Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General 'Morelia – Lázaro Cárdenas, Tramo: Nueva Italia – Infiernillo' Autor: I.D.D.E.C.,S.A DE CV. Año de elaboración: 1996.

En el sub-tema 3.1.4 de la MIA (MG) en el que trata sobre Hidrología se dice:

"La orografía en el estado de Michoacán presenta fuertes variantes, que ocasionan contrastes en la hidrología, la vegetación y el clima"

"Debido a los accidentes del relieve se han formado 3 vertientes, la del norte, donde se localizan los lagos de Cuitzeo, Pátzcuaro, Chapala y Zirahuén y en la que escurre el río Lerma. La del centro (que es la de mayor importancia en este estudio), donde se presentan los ríos Tepalcatepec y Balsas; y la del sur o del Pacífico, en la que los escurrimientos de la sierra de Coalcomán, desembocan directamente al Océano Pacífico.

De igual forma corresponden a esta entidad varias zonas de precipitación; en la zona central se localizan las depresiones del Tepalcatepec y del Balsas, que en sus partes bajas presentan climas secos y semisecos, con un promedio de precipitación entre 500 y 800 mm. Estas condiciones de aridez se acentúan en la región conocida como "Tierra Caliente", por la escasez de lluvia. En estas áreas la agricultura es sustentada por el riego"

"Los municipios que forman la región de interés pertenecen a la Región Hidrológica No.18 "Río Balsas" que abarca 34,293.79 km<sup>2</sup> y está situada en la porción central del estado. De las cuencas localizadas en esta región, son tres las que nos ocupan en este estudio:

- Cuenca Río Tepalcatepec
- Cuenca Río Tepalcatepec – Infiernillo
- Cuenca Río Balsas – Infiernillo... " y continúa con un análisis más detallado de éstas, en cuanto a dimensiones,



Figura 12 Agricultura de riego de cultivos anuales



Figura 13 Aproximadamente entre el km 82 y el km 85 del trazo de la nueva carretera. Cultivo de sorgo en terrenos de humedad (AH) en el área de embalse de la presa El Infiernillo. No resultarán afectadas por la obra.

TESIS CON  
FALLA DE OPIEN

En la manifestación se trata específicamente los escurrimientos más importantes como ríos, arroyos, presas, etc; ya que en caso de sufrir alguna modificación, son los que provocan mayor impacto sobre la zona. Los cauces más pequeños los manejan en una forma más general, aunque sin restarles la importancia que merecen.

Las cuencas que se estudian en la manifestación, corresponden en mayor parte, a tramos posteriores al que trata esta tesis y las menciono para dar una idea general en cuanto a la hidrología de la carretera y a la forma de estudio en materia de impacto ambiental.

Para nuestro tramo, la que interesa es la cuenca del Río Tepaltepec: "La superficie que ocupa en el estado es de 8,267 km<sup>2</sup>, y su corriente principal es el Río Tepalcatepec, el que 2 km aguas debajo de su confluencia con el arroyo Cónديو, recibe un afluente de suma importancia que es el Río Marqués el cual se origina a 14 km al oeste-noroeste de Uruapan, a una altitud de 2,750 m."

La MIA estudia, estima y reporta las áreas de influencia de estas cuencas que se verán afectadas, así como las fuentes contaminantes antes y después de la construcción de la carretera.

La numeración en las tablas corresponden a las indicadas en la Manifestación de Impacto Ambiental, y la conservo para hacer referencia en el documento.

**Tabla 2**

Principales fuentes contaminantes del Río Tepalcatepec

CORRIENTE	MUNICIPIO	FUENTE CONTAMINANTE	USO	PLANTA DE TRATAMIENTO
Río Tepalcatepec	Apatzingán	Municipal Industrial (alimenticia) Retorno agrícola *	Riego	No hay
	Tacámbaro	Municipal Industrial (ingeniería)	Riego	No hay

- En la MIA, también se estudia la hidrología subterránea, que:

"por sus características geológicas, el estado presenta 2 porciones:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



a) Zona norte: forma la parte de la Provincia Fisiológica del Eje Neovolcánico  
b) Zona sur: integrante de la Provincia de la Sierra Madre del Sur, la cual está constituida por rocas metamórficas muy antiguas y formaciones calcáreas de entidades jurásicas y cretácicas"...

- En cuanto a las OBRAS DE DRENAJE, la MIA ( MG ), reporta:

"La construcción de las obras de drenaje significará impactos positivos de carácter permanente en la hidrología superficial y subterránea, ya que además de evitar daños en los terraplenes y estructura de la carretera, permitirán el libre flujo del agua de los ríos y arroyos que serán cruzados por la carretera.

Las obras de drenaje impactarán positivamente a las poblaciones de la fauna silvestre (mamíferos terrestres y reptiles ) al crear una opción para el libre paso de los animales en el cruce de los corredores con la obra.

En conjunto, se considera que los impactos positivos señalados y la generación de empleos, son grandes beneficios que generará la construcción de esta carretera, "

- Otro de los capítulos de la MIA, es el que trata sobre las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados:

"Para garantizar el buen funcionamiento de las obras de drenaje, se deberán revisar periódicamente y librarlas de sedimentos y basura vegetal que limite o impida el libre flujo del agua.

Antes de que se retire el equipo y la maquinaria, se deberán retirar residuos de obra de los cursos de agua.

Se deberá favorecer el desarrollo de vegetación permanente cerca de las obras de drenaje, con el propósito de crear sitios de refugio y paso para la fauna silvestre."

Tomando en cuenta todos los factores que se estudian para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, entre los cuales se encuentran las obras de drenaje, la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, autorizó en materia de Impacto Ambiental, la construcción de la carretera: Morelia – Lázaro Cárdenas, tramo: Nueva Italia – Infiernillo con oficio D.O.O.D.G.O.EIA.0241 de fecha 28 de enero de 1998. Ver anexo 1.

## CAPITULO II

### PROYECTO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

En este capítulo se darán conceptos y definiciones relativos al cálculo de la subrasante mínima y se tomarán casos específicos de la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas para ejemplificar el tema.

#### 2.1 Subrasante mínima.

Primero repasaré gráficamente los conceptos principales de una sección geométrica

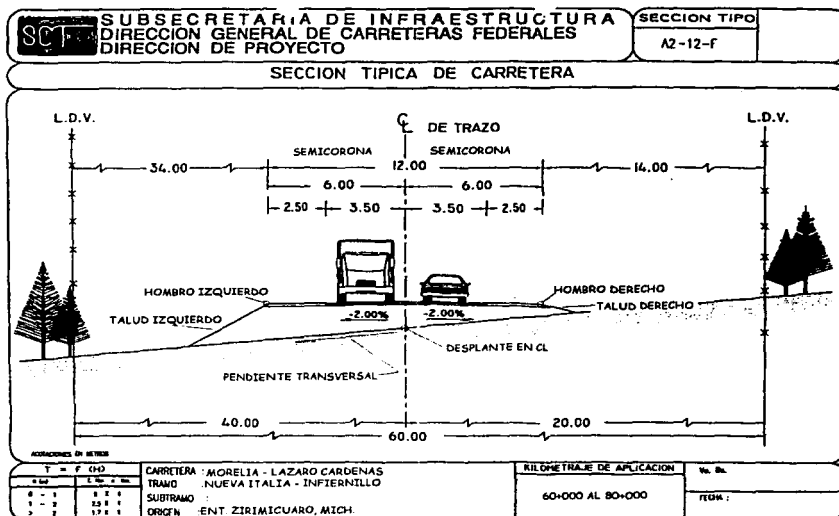


Figura 14 Sección Tipo de diseño para la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas en el tramo Nueva Italia - Infiernillo

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Uno de los requerimientos que necesita la Oficina de Terracerías para proyectar el alineamiento vertical de una carretera, es el cálculo de **subrasante mínima**, principalmente en terrenos de tipo plano o lomerío suave.

**SUBRASANTE MINIMA:** La elevación mínima en la corona para dar cabida a una alcantarilla, tomando en consideración su gálibo, espesor de la estructura y colchón mínimo.

Dicha Oficina de Terracerías, proyecta a nivel subrasante, y no a nivel rasante, es por esto que la elevación mínima requerida, también es a nivel subrasante.

Para los diferentes tipos de obras se tiene un **colchón mínimo necesario**, ésto con la finalidad de que la estructura no reciba el impacto de manera directa, provocado por la carga viva.

TIPO DE OBRA	Tubo de lámina	Tubo de concreto	Losa plana de concreto armado	Cajón de concreto armado	Bóveda de mampostería o concreto ciclópeo
COLCHON MINIMO ( m )	0.30	0.80	0.20	0.20	1.00

**Tabla 3** Criterios Generales para colchones mínimos en los diferentes tipos de obra.

Una vez que se han delimitado y medido las cuencas hidrológicas, se procede a determinar las plantillas de desplante en los perfiles de las obras de drenaje, los cuales se dibujan a partir de registros de nivel y trazo que son levantados en campo por las brigadas de localización de la Secretaría, o por las empresas contratistas encargadas.

Los registros deben contener todos los datos de campo necesarios para que el ingeniero proyectista se entere de las condiciones existentes en el cruce que se está estudiando, con la mayor aproximación, aparte de distancia y elevación del eje de proyecto de la obra: esviaje, tipo de arrastres, sentido de escurrimiento, área aproximada de la cuenca por drenar, si es canal y su sección, o la obra propuesta de acuerdo a la sección transversal promedio del cauce observado así como las obras existentes en otras vías cercanas.

Todos los detalles vistos son de una gran utilidad para poder definir el tipo de estructura más adecuado para el cruce.

También debe contener un croquis de localización del escurrimiento, dibujando las características del mismo, como esviaje, sentido de escurrimiento, si existe obra o no, la forma aproximada de las curvas de nivel y los niveles a la izquierda y a la derecha del eje de trazo de la carretera, que servirán como bancos de nivel en la fase de construcción.

Se debe considerar en lo posible, que no se tengan que construir canales de entrada para encauzar el escurrimiento a la obra de drenaje, o de la salida de ésta al cauce original, ya que aumentará el volumen de excavación y por tanto el costo de la estructura, o existe la posibilidad de que dichos canales se azolven dificultando el funcionamiento correcto de la alcantarilla.



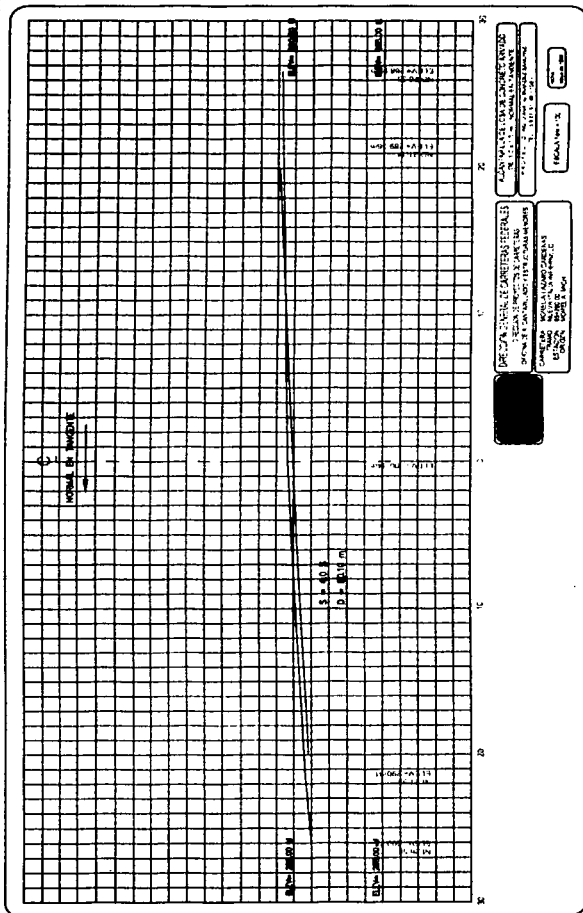


Figura 16 Perfil del terreno natural de una obra de drenaje

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las características que definen la plantilla son la elevación de desplante y su pendiente, como se aprecia en la figura 16.

Se aprecia que se provoca un pequeño canal de salida y es debido a que, para losas o bóvedas o cajones, por seguridad no se debe desplantar sobre rellenos.

El Ingeniero Supervisor es el encargado de hacer el recorrido en campo, antes y durante los trabajos de proyecto. En estas visitas él observa el tipo de vehículos que transitan por los caminos existentes, así como el nivel de servicio de éstos, también platica con la gente de la zona para enterarse de cuales son los caminos que más usan o del tipo de maquinaria que utilizan. Una vez que concluye, enlista las estaciones y el tipo de pasos que se requieren, a esta lista se le denomina RELACION DE PASOS. En esta relación se indican todos los pasos superiores, inferiores, puentes, etc. Los cuales deberán ser analizados y estudiados en gabinete para determinar la relación definitiva y aprobada.

El proyectista de drenaje revisa esta relación de pasos para considerarlos entre las obras para las cuales calculará la subrasante mínima.

El cruce del ejemplo se analizó en las cartas topográficas, en restitutiones fotogramétricas y en fotografías aéreas, y se determinó que solamente se requería una obra de alivio a los escurrimientos de la zona, pues no existe ningún cauce definido y no se reporta la necesidad de construir ningún tipo de paso.

Otro factor a considerar, es la capacidad de carga del suelo en la zona, esta la proporciona la Oficina de Proyecto Geotécnico, para cada uno de los cruces con el eje de proyecto de la carretera. Este tema se abundará en el CAPITULO III.

Para el ejemplo, se reporta una capacidad de carga de  $15 \text{ T/m}^2$ , por lo que es posible proponer una losa de concreto armado de  $1.0 \times 1.0 \text{ m}$ , ya que son las dimensiones mínimas permitidas de gálibo y de luz en las losas, y es la estructura que se considera cuando se requiere solamente una OBRA DE ALIVIO.

Figura 17 Hoja de reporte de material, capacidades de carga y recomendaciones en cada cruce.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<b>ROSTEC DE MEXICO</b> <b>S. A. DE C. V.</b> <b>RECOMENDACIONES PARA CIMENTACION</b> <b>DE OBRAS MENORES</b>	CARRETERA	MOREL LAZARO CARDENAS
	TRAMO	NUEVA ITALIA - INFIERNILLO
	SUBTRAMO	Km 69+000 AL Km 107+000
	ORIGEN	PATZCUARO, MICH.

UBICACION Km	TIPO DE OBRA Y DIMENSIONES (m)	MATERIAL SOBRE EL QUE SE EFECTUARA EL DESPLANTE	ALTURA DEL TERRAPLEN (m)	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE (m)	CAPACIDAD DE CARGA T/m <sup>2</sup>	TIPO DE ARRASTRE	OBSERVACIONES
64+136.38	L. 3.99 x 1.00	Arcilla poca arenosa negra de alta plasticidad y consistencia firme, muy húmeda y expansiva (CH).		0.75	10	Arcillas	b,c
				1.00	12		
				1.50	14		
64+600.00	L. 1.00 x 1.00	Arcilla arenosa negra de alta plasticidad y consistencia firme, muy húmeda y expansiva con fragmentos chicos aislados (CH).		0.75	10	Arcillas	b,c
				1.00	12		
64+800.00	L. 1.50 x 1.00	Arcilla arenosa negra de alta plasticidad y consistencia firme, muy húmeda y expansiva con fragmentos chicos aislados (CH).		0.75	10	Arcillas	b,c
				1.00	12		
65+280.00	L. 1.00 x 1.00	Basalto alterado y muy fracturado (Rac). Al explotarse se obtendrán fragmentos chicos y gravas (FC-GP).		0.50	15	Arenas y arcillas	c
				0.75	18		
65+527.55	L. 1.00 x 1.00	Arcilla arenosa negra de alta plasticidad y consistencia firme, muy húmeda y expansiva (CH).		0.75	10	Arcillas	b,c
				1.00	12		
66+573.40	L. 1.00 x 1.00	Toba volcánica compacta blanquea (Rac). Al explotarse se obtendrán arenas poco arcillosas con gravas (SP-SC)		0.75	15	Arcillas	b,c
				1.00	18		
<b>OBSERVACIONES:</b> a) Se formuló la recomendación para hacer la cimentación de losa o bóveda, previendo alguna modificación del proyecto. b) Se preparará dentellón a la entrada y salida de la obra, en una profundidad mínima de una vez y media la profundidad de desplante y además el zampado en la longitud salvada por la obra. c) Existe material disponible en el lugar para construcción de mampostería (Km 71+200 D'óer. 200 m y Km 73+500 D'óer. 650 m).							
L - LOSA		B - BOVEDA		C - CAJON		T - TUBO	



En general, al calcular la subrasante mínima, se piensa en proponer losa siempre y cuando las condiciones de terreno y geométricas en el cruce lo permitan, pues como se mencionó anteriormente, éstas solamente requieren un colchón de 0.20 m a diferencia de los tubos de concreto que necesitan de 0.80 m, lo que elevaría en 0.60 m la subrasante.

Cuando se está estudiando un proyecto que atraviesa un tipo de terreno muy montañoso, no es necesario el cálculo de subrasante mínima, a menos que alguna obra en especial lo requiera, como algún paso superior.

La elevación de subrasante mínima se calcula en el hombro crítico y no en el centro de línea, ya que debido al bombeo de la carretera los hombros quedan por debajo de la rasante. Ver figura 18

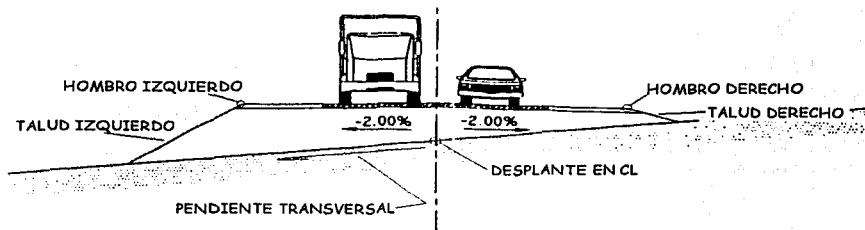


Figura 18. Croquis general de sección tipo de una carretera

En el croquis, el hombro derecho queda más cerca del terreno natural, por lo que es en éste en el que se deberá calcular la elevación de subrasante mínima, a fin de que quepa la obra considerando el colchón mínimo requerido y no se entierre el desplante de la misma.

Para la obra del ejemplo, que es el cruce 65+280.000, se presenta situación similar, el sentido de escurrimiento es de derecha a izquierda y contempla una sección normal en tangente, además, se requiere una obra de alivio, que por las características de plantilla y de capacidades de carga se consideró proponer losa de 1.0 x 1.0 m.

TESIS CON  
FALLA DE CALIDAD

A continuación mostraré el procedimiento de cálculo de la subrasante mínima para el cruce en la estación 65+280:

**DATOS DE PLANTILLA:**

Elevación de desplante:  $D = 290.10$  m

Pendiente transversal:  $S = 4.00$  %

**DATOS DE SECCIÓN GEOMÉTRICA NORMAL:**

Semicorona izquierda: 6.0 m. ( Sin esviar )

Semicorona derecha: 6.0 m. ( Sin esviar )

Sobreelevación izquierda: -2.0 %

Sobreelevación derecha: -2.0 %

Espesor de revestimiento: 0.40 m.

**TIPO DE OBRA PROPUESTA:** Losa de concreto armado de 1.0 x 1.0 m. (L.1.0 x 1.0 m.)

**PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE LA SUBRASANTE MINIMA:**

SRM = DESPLANTE + SEMICORONA DERECHA X PENDIENTE DE PLANTILLA + GALIBO + COLCHON MINIMO + ESPESOR DE LA LOSA + SEMICORONA DERECHA X SOBREELEVACION DERECHA - ESPESOR DE REVESTIMIENTO.

$$SRM = 290.10 + 6 \times 0.04 + 1.0 + 0.20 + 0.18 + 6 \times 0.02 - 0.40 = 291.44 \text{ m.}$$

En el caso de que la obra se encontrara esviada, el cálculo sería de la siguiente forma:

SRM = DESPLANTE + SEMICORONA DERECHA ( ESVIADA ) X PENDIENTE DE PLANTILLA + GALIBO + COLCHON MINIMO + ESPESOR DE LA LOSA + SEMICORONA DERECHA ( ESVIADA ) X SOBREELEVACION DERECHA - ESPESOR DE REVESTIMIENTO.

Suponiendo un esviaje = 45°00' Izq

$$SRM = 290.10 + (6 / \cos 45^\circ) \times 0.04 + 1.0 + 0.20 + 0.18 + (6 / \cos 45^\circ) \times 0.02 - 0.40 = 291.33 \text{ m.}$$

## 2.2 Propuesta de alineamiento vertical.

Una vez que se ha calculado la subrasante mínima para todos los cruces del tramo; que generalmente es de cinco kilómetros; se grafican los datos sobre el perfil longitudinal del terreno natural del eje de proyecto de la carretera.

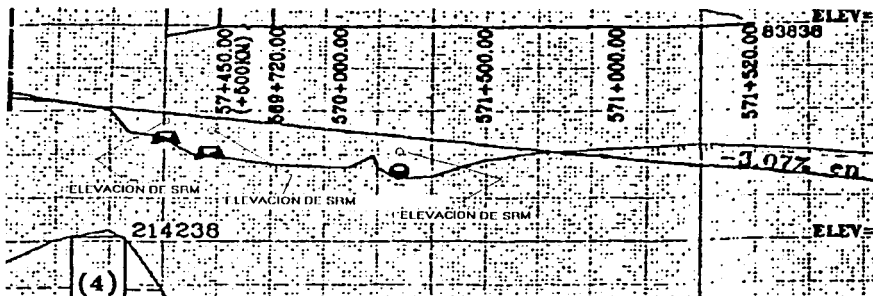


Figura 19 Perfil con subrasante mínima graficada

Los proyectistas de terracerías, deberán considerar estos puntos graficados, en las zonas donde se tiene un cruce con una obra de drenaje, como elevación mínima para pasar su línea de subrasante.

Esto, aunque muy importante, es solamente una de las consideraciones que toman en cuenta en la Oficina de Terracerías para su proyecto final, pues deberán también considerar los pasos inferiores, los puentes, entronques, datos de geotecnia y la compensadora económica\*2; todo ésto deberá también, apegarse a las NORMAS TÉCNICAS DE LA S.C.T; por lo que no siempre es posible respetar las elevaciones de

\*2 COMPENSADORA ECONOMICA: Es la línea que corta al diagrama de masas en donde los movimientos de terracerías que se provocan por ésta, son los más económicos que se pudieran obtener para el tramo analizado.

SRM para todos lo cruces calculados; sin embargo, si se tendrá que hacer el esfuerzo por considerar la mayoría, ya que de ésto depende un buen funcionamiento de las obras de drenaje y consecuentemente una mayor vida útil de la carretera.

Cabe aclarar, que el tipo de obra propuesto en la relación proporcionada a la Oficina de Terracerías, no siempre corresponde a la de cálculo, ya que éste dependerá del proyecto definitivo de las terracerías, por las características de altura de terraplén o profundidad de corte.

## CAPITULO III

### ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA CARRETERA PARA ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS MENORES

#### 3.1 Zona Geográfica.

En los capítulos anteriores, se ha hablado en general, de las condiciones geográficas que afectan las decisiones al considerar el tipo de obra de drenaje. En éste abundaremos más sobre el tema.

La zona geográfica en la que se encuentra una alcantarilla, nos lleva a considerar características de tipos de suelos, climas, necesidades de la población según su modo de vida, producción, etc, por lo que el estudio de un mismo tipo de alcantarilla en lugares diferentes de la República Mexicana, tendrá características muy distintas de proyecto.

Para la cimentación de una obra de drenaje, se solicita a la Oficina de Proyecto Geotécnico una relación con las capacidades de carga en cada cruce. Esto con la finalidad de identificar las dimensiones que se deberán manejar al proyectar la estructura.

Para la obtención de las capacidades de carga entre otras cosas, se realizan estudios e investigaciones específicas en diferentes etapas.

El objetivo de las investigaciones que se realizan en un sitio es determinar las condiciones geotécnicas del terreno que intervengan en el proyecto, diseño, costo, y vida útil del programa de ingeniería propuesto; o bien en el estudio de las condiciones de planes terminados o parcialmente terminados.

Antes de comenzar con el análisis de los métodos de exploración geológica es conveniente establecer una secuencia ordenada o bien planeada para realizar los estudios, lo cual se traduce en mayor rapidez, eficiencia y menor costo en los trabajos.

El costo del conjunto de estudios que se realizan en un sitio podría decirse que es relativamente bajo, del orden de uno a ocho por ciento del total de una obra, por lo que no debe escatimarse gastos para hacer un estudio lo mas completo y consecuentemente lo mas confiable posible, ya que una información insuficiente de las características del terreno puede resultar en un serio peligro o alguna falla para la obra en cuestión.

En la intervención de un sitio es necesario realizar tres etapas, las cuales son las siguientes:

1. Estudios preliminares
2. Estudios de detalle
3. Estudios durante y después de la construcción.

En la tabla 4 se muestran esquemáticamente las etapas básicas de investigación.

Es conveniente realizar etapas en el orden mostrado, sin embargo, aquí influyen diversos aspectos, como el tipo de obra, su importancia, aspectos financieros o las condiciones geológicas, entre otros.

A continuación se presenta una tabla con el resumen de lo mencionado anteriormente:

## ESTUDIOS PRELIMINARES

Los estudios preliminares que deben realizarse durante la etapa de anteproyecto consiste esencialmente en un análisis de la información bibliográfica y cartográfica que haya sobre el área del proyecto y de visitas de reconocimiento al sitio, con el fin de contar con las observaciones y datos que permitan definir los lugares más adecuados para la construcción de la obra, con base en las condiciones geológicas y geotécnicas de la zona.

Esta etapa por lo regular no requiere de grandes erogaciones pero es importante que en ella elabore un geólogo con experiencia en geotécnica, ya que estos trabajos serán la pauta de la planeación de estudios posteriores. Las actividades que comúnmente se realizan en esta etapa y en la secuencia que se muestran a continuación son:

1. Recopilación de información. Es necesario obtener la mayor cantidad de información, derivada de estudios desarrollados en el área o cercanos a ella recurriendo a las dependencias u organismos que dispongan de ellas. Esta información deberá ser analizada y sintetizada para obtener datos generales relacionados con topografía, hidrología (superficial y subterráneas), litología, estratigrafía, fenómenos de geodinámica, problemas geotécnicos característicos de la región, entre otros.
2. Inspección de las fotografías aéreas e imágenes de satélite existentes.
3. Reconocimiento preliminar. Es la inspección del sitio que permite evaluar la información recopilada previamente, la cual se complementa con observaciones de campo para determinar la factibilidad de construcción de alguna obra civil y fundamentar el programa detallado de exploración.

El reconocimiento también debe proporcionar información acerca de la accesibilidad de los recursos humanos, del marco geológico general, identificar las estructuras geológicas importantes, localizar discontinuidades, (fracturas, fallas, planos de estratificación, discordancias); conocer la geomorfología, los procesos de geodinámica interna (sismicidad, vulcanismo), geodinámica externa (erosión, movimientos en masa del terreno), la hidrología superficial y subterránea y la existencia de materiales de construcción.

El alcance de este primer acercamiento con la región dependerá de las importancia de la obra y de las características del subsuelo, algunas veces hasta este reconocimiento para

desechar o aceptar el sitio previamente elegido. De los estudios preliminares debe resultar un informe en el que se indique la planeación de los estudios de detalle de la etapa siguiente.

## ESTUDIO DE DETALLE

Siempre precedidos por los estudios preliminares constituye la etapa II designada "exploración e investigación detallada", sin embargo su uso no queda restringido a esta parte de la investigación de un sitio, también resultan útiles en la etapa de construcción y operación de la obra. La finalidad de esta etapa es lograr una comprensión a fondo de la geología del sitio y sus alrededores.

La amplitud de los trabajos de investigación de esta etapa depende de la extensión, importancia y tamaño de la obra por construir. Se debe concluir con un informe que describa las características geotécnicas del terreno o macizo rocoso, que pueda ser utilizado para fines de diseño.

Las actividades que se realizan durante un estudio detallado son las descritas en la etapa II de la tabla anteriormente expuesta y que se describen a continuación:

1. Elaboración de un mapa geológico – geotécnico de la superficie del terreno en la zona de construcción de la obra, a escala adecuada, auxiliado de una fotointerpretación detallada, con la finalidad de presentar toda la información que aparece en la parte correspondiente al levantamiento geotécnico de la tabla.
2. Mapeo geotécnico del subsuelo, el cual se lleva a cabo con el auxilio de técnicas directas e indirectas que permiten conocer la distribución de las unidades litológicas y sus características geológicas y de ingeniería (isopacas, isopiezométricas).
3. La información obtenida de las actividades anteriores debe ser procesada e interpretada adecuadamente para que sea de máxima utilidad en el diseño.

Existe una gran variedad de técnicas que pueden ser usadas para un estudio detallado completo; sin embargo, la selección y la programación adecuada de ellas ayudará a mantener los costos bajos y obtener la información adecuada. Como ya se dijo, no deben escatimarse gastos de exploración pues la falta de información o su mala calidad puede provocar un diseño inadecuado que ocasione fallas peligrosas, problemas constructivos y económicos, o bien, mal funcionamiento de la obra.

## ESTUDIOS DURANTE Y DESPUÉS DE LA CONSTRUCCION

En esta etapa III se llevan a cabo levantamientos geológicos adicionales, así como estudios de mecánica de suelos y de rocas si estos son necesarios. A veces estos trabajos son una confirmación de los que anticipó durante las investigaciones previas, aunque puede aportar nuevos y valiosos datos que modifiquen el diseño o procedimiento constructivo. De esta forma las actividades que desarrollan durante esta etapa incluyen:

1. Levantamientos geológicos y geotécnicos de la excavación de túneles, trabajos de limpia que incluyen desmontes, remoción de escombros y descubrimiento de la roca

- sana, apertura de cortes y trincheras, explotación de bancos de material, etc. Deben realizarse a medida que avanza la obra.
2. Mapeo geotécnico superficial y del subsuelo; elaborando planos y secciones geotécnicas con información completa y actualizada.
  3. Muestreo para la realización de pruebas de laboratorio, así como pruebas in situ en zonas de interés o con problemas.
  4. Instrumentación directa.

Esta información servirá para ajustar o modificar, en caso necesario, el diseño de las obras.

En ocasiones hay un traslape de las investigaciones de la etapa II y la III, pues algunos estudios se ejecutan durante la construcción de la obra porque es más fácil obtener muestras para pruebas de laboratorio cuando las áreas de desplante están abiertas y tienen fácil acceso.

## PLANEACION

Las tres etapas deben desarrollarse en una secuencia adecuada de técnicas para realizar un trabajo eficiente y a bajo costo. Esto se logra mediante planes con rutas críticas con base en las condiciones geológicas del sitio y en las mejores técnicas que permiten evaluar la información y predecir los problemas geotécnicos.

Cada sitio requiere su ruta crítica, la cual debe ser diseñada y modificada según los avances del trabajo y la información geológica.

Toda información de carácter geológico es necesaria para definir la factibilidad de construcción de una obra civil, esta información sirve en consecuencia para realizar el estudio geotécnico del sitio.

- |   |                                                      |
|---|------------------------------------------------------|
| R | En la etapa de selección y reconocimiento preliminar |
| E | En la etapa de exploración del sitio de construcción |
| C | En la etapa de construcción de la obra               |
| O | Durante la etapa de operación de la obra.            |

Tratándose de suelos de tipo rocoso, arcilloso o arcillo-arenosos generalmente la información de las capacidades de carga se maneja desde una profundidad de 0.50 m hasta la 1.50 m, debido a que la dimensión de las cimentaciones se ha estandarizado en 0.50 m, en el caso de las losas y se considera que se cuenta con una buena capacidad de carga y no es necesario profundizar más, provocando que las cantidades de obra crezcan.

Si, por el contrario, se presenta un suelo arenoso, se cruza una zona de inundación o con un nivel freático muy cerca de la superficie, las capacidades de carga se entregan hasta profundidades de 2.00 ó 2.50 m, lo que nos acarrea volúmenes más grandes pues se requiere profundizar más la cimentación para que la estructura se desplante sobre suelo firme.



En el caso particular de ésta tesis, para el cruce de las obras de drenaje en el tramo estudiado, se presenta un suelo de tipo arcilloso a rocoso como se aprecia en la figura 20 or lo que se reportan capacidades de carga entre 1.00 y 1.80 kg/cm<sup>2</sup>. Estos valores son suficientes para el proyecto de una obra de drenaje menor, con una profundidad de cimentación de 0.50 m.

En el caso de los tubos de lámina o de concreto no se solicita reporte de capacidades de carga, ya que en el desplante de estos, la carga se encuentra uniformemente repartida a todo lo largo de la obra. Este tipo de alcantarilla, se arma en tramos de tubo de 1.25 m, para concreto y 0.815 m en lámina con uniones a base de "macho-hembra" y juntas de neopreno, por lo que la estructura no se comporta de manera rígida y absorbe pequeños movimientos de tipo diferencial al acomodarse por los asentamientos del terreno que se pudieran presentar, en caso de que la compactación que se requiere del 95 % no se consiguiera en su totalidad.

**ROSTEC DE MEXICO**  
S. A. DE C. V.  
RECOMENDACIONES PARA CIMENTACION  
DE OBRAS MENORES

CARRETERA \_\_\_\_\_  
TRAMO \_\_\_\_\_  
SUBTRAMO \_\_\_\_\_  
ORIGEN \_\_\_\_\_

MOBILIA - LAZAROCABRENSIS \_\_\_\_\_  
NUEVA ITALIA - INEERKULLO \_\_\_\_\_  
Km. 80-800 AL Km. 107-800 \_\_\_\_\_  
PATZCUARO, MICH. \_\_\_\_\_

UBICACION Km.	TIPO DE OBRA Y DIMENSIONES (m)	MATERIAL SOBRE EL QUE SE EFECTUARA EL DESPLANTE	ALTIMA DEL TERMINO (m)	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE (m)	CAPACIDAD DE CARGA (Tonel.)	TIPO DE AMOSTRE TIPO	OBRA A CUBIRSE
78+897.00	L 1.50 x 1.00	Fundación cuneta y molineros de esa capacidad en cuneta ancha c/4 y poco hondona (Fon-CL).		0.75	12	Ancha y FC	FC
78+225.00	L 3.00 x 1.00	Bóveda mampostería sencilla y fundación (Bor.) Al ejecutarse se observará (Fraguante macizo, cuneta y gradón) (Fon.)		0.75	18	Ancha y FC	c
78+304.50	L 1.50 x 1.00	Bóveda mampostería abierta y fundación (Bor.) Al ejecutarse se observará (Fraguante macizo, cuneta y gradón) (Fon.)		1.50	21	Ancha y FC	c
78+437.00	L 1.50 x 1.00	Arco de concreto c/4. de concreto en (Fon.) y hondona, empotrado empotrado cuneta y molineros (CL).		0.75	10	Ancha y arena	h.c
80+222.00	L 2.00 x 1.00	Arco de concreto c/4. de concreto en (Fon.) y hondona, empotrado empotrado cuneta y molineros (CL).		0.75	10	Fon y gradón	h.c
80+224.00	L 1.50 x 1.00	Gruta sencilla c/4. en (Fon.) y poco hondona, empotrada y Fraguante cuneta y molineros (FC-Fon).		0.75	12	Gruta y FC	FC
				1.00	15		

OBSERVACIONES: a) Se formó la recomendación para hacer la cimentación de bota a bota, previendo la poca modificación del proyecto.

b) Se proyectó también la cimentación y salud de la obra, en una profundidad normal de esa vía y media la profundidad de desplazar y abanar.

c) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

d) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

e) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

f) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

g) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

h) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

i) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

j) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

k) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

l) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

m) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

n) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

o) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

p) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

q) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

r) Se proyectó en la bota para cimentación, empotrada en la bota.

FIGURA 20 EJEMPLO DE REPORTE DE CAPACIDADES DE CARGA PARA OBRAS PROYECTADAS DEL KM 78+897 AL KM 80+228

Para las bóvedas de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado, se requiere el reporte de las capacidades de carga para profundidades mínimas de 0.50 m y hasta 2.50 m generalmente, ya que estas obras transmiten una carga mayor a la de las losas, debido al peso mismo de la estructura y al de las terracerías que soportan, por lo que las cimentaciones se han diseñado con una dimensión mayor a 0.50 m ya que se requiere

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

encontrar hasta 4.0 ó 4.5 kg/cm<sup>2</sup> en algunas ocasiones. Cuando el terreno no es muy bueno, es preciso profundizar más la cimentación o incluso sustituir el material de desplante hasta conseguir la capacidad que de diseño.

En el caso de los cajones de concreto armado, se necesitan capacidades de carga menores o iguales a 1.0 kg/cm<sup>2</sup>, puesto que, como en el caso de los tubos, la superficie de desplante es de toda la longitud de la estructura y se transmite una carga uniformemente repartida. Ver tabla 5

En la tabla 6 se aprecia la fatiga de diseño para algunos casos tipo de los estribos de concreto simple que son utilizados para el proyecto de las losas de concreto armado.

En la tabla 7 se observa también la fatiga de diseño para algunos casos tipo de las bóvedas de mampostería.

Como se trató en el capítulo I; en el aspecto del impacto ambiental, al hacer la evaluación, también se toma en cuenta la zona geográfica, ya que uno de los puntos a estudiar por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental; es el probable cambio de uso de suelo que depende de la zona en donde se cruce el eje de proyecto, y con base en esto, determinan si dan la autorización o no de construir y modificar el estado original de la zona.

Por ejemplo, el eje de proyecto de la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas, del km 60+000 al km 80+000, cruza por una zona agrícola y se estudió la manera en como afectaría los cruces por la dimisión de los cultivos y las formas de riego.

Se proyectaron obras de drenaje para cruzar los canales de riego, como ya se ha mencionado, así como para dar paso a los animales de la zona. Con esto se compensa el hecho de que se esté interrumpiendo el libre paso. Esto se plantea ante la DGOEIA y ellos evalúan si las medidas de mitigación son suficientes y en el caso dan la autorización de construcción de la carretera.

En el caso del tramo de que se trata, si se aceptó el número de obras, su ubicación y sus dimensiones, por lo que no hubo ninguna objeción en cuanto a este tema.

L m	H m	C' m	e cm	a cm	f Kg/cm <sup>2</sup>	Vol. m <sup>3</sup> /m	A C E					
							VARILLAS A			VARILLAS B		
							Ø	ESP	LONG	Ø	ESP.	LONG
1.00	1.00	3.00	12	10	0.80	0.55	1.27	17.5	120	1.27	15.5	120
1.50	1.00		14	10	0.55	0.79	1.27	15.0	170	1.27	13.5	170
1.50	1.50		15	10	0.65	1.01	1.27	15.5	170	1.27	13.5	170
2.00	1.00		17	10	0.55	1.15	1.59	18.5	220	1.59	17.0	220
2.00	1.50		18	10	0.65	1.40	1.59	18.5	220	1.59	18.5	220
2.00	2.00		19	10	0.75	1.68	1.59	18.0	220	1.59	15.5	220
2.50	1.00		19	10	0.60	1.49	1.59	15.5	270	1.91	19.0	270
2.50	1.50		21	10	0.65	1.87	1.59	15.5	270	1.59	14.0	270
2.50	2.00		22	10	0.70	2.19	1.59	15.0	270	1.59	13.0	270
2.50	2.50		23	10	0.80	2.53	1.59	14.5	270	1.59	12.0	270
3.00	1.00		22	10	0.60	1.97	1.59	14.0	320	1.91	18.5	320
3.00	1.50		23	10	0.65	2.30	1.91	18.5	320	1.91	16.5	320
3.00	2.00		24	10	0.70	2.65	1.91	17.5	320	1.91	15.5	320
3.00	2.50		25	10	0.80	3.02	1.91	17.0	320	1.91	14.5	320
3.00	3.00		27	10	0.85	3.55	1.91	17.0	320	1.91	14.5	320
3.50	1.50		26	10	0.70	2.89	1.91	16.0	370	1.91	15.0	370
3.50	2.00		27	10	0.75	3.28	1.91	15.5	370	1.91	14.0	370
3.50	2.50		28	10	0.80	3.69	1.91	15.0	370	1.91	13.0	370
3.50	3.00		29	10	0.85	4.12	1.91	14.5	370	1.91	12.0	370
3.50	3.50		31	10	0.95	4.74	1.91	14.0	370	1.91	11.0	370
4.00	2.00		25	10	0.70	3.27	2.22	16.0	440	2.22	14.0	440
4.00	2.50		26	10	0.80	3.67	2.22	15.0	440	2.22	13.5	440
4.00	3.00		28	10	0.85	4.25	2.22	15.0	440	2.22	12.5	440
4.00	3.50		29	10	0.95	4.70	2.22	14.5	440	2.22	12.0	440
4.00	4.00		30	10	1.00	5.18	2.22	14.0	440	2.22	11.5	440
4.50	2.00		27	10	0.70	3.82	1.91	10.0	490	2.22	12.5	490
4.50	2.50		29	10	0.80	4.41	2.22	14.0	490	2.22	12.5	490
4.50	3.00		30	10	0.85	4.88	2.22	13.5	490	2.22	11.5	490
4.50	3.50		31	10	0.95	5.36	2.22	13.0	490	2.22	10.5	490
4.50	4.00		33	10	1.00	6.06	2.22	13.0	490	2.22	10.5	490
5.00	2.00		30	10	0.75	4.58	2.22	13.0	540	2.54	15.5	540
5.00	2.50		31	10	0.80	5.05	2.54	16.5	540	2.54	14.5	540
5.00	3.00		33	10	0.90	5.73	2.54	16.0	540	2.54	14.0	540
5.00	3.50		34	10	0.95	6.26	2.54	15.5	540	2.86	17.0	540
5.00	4.00		35	10	1.00	6.81	2.54	15.0	540	2.86	16.0	540
5.50	2.00		32	10	0.75	5.22	2.22	12.0	590	2.54	14.0	590
5.50	2.50		33	10	0.80	5.73	2.22	11.5	590	2.54	13.5	590
5.50	3.00	35	10	0.90	6.46	2.54	15.0	590	2.54	13.0	590	
5.50	3.50	36	10	0.95	7.01	2.54	14.0	590	2.54	12.0	590	
5.50	4.00	37	10	1.05	7.59	2.54	14.0	590	2.54	11.5	590	

Tabla 5 Ejemplo de proyectos tipo para CAJONES DE CONCRETO ARMADO.  
(Proyectos Tipo para obras con un colchón crítico de 3.0 m.)

TESIS CON  
FALLA DE ... EN

Tabla 6. Ejemplo de proyectos tipo para ESTRIBOS DE CONCRETO SIMPLE.

Nº	LOSA			COL- CHON	CASO	ALTURAS			ALE- RO	ESTRIBOS							FATIGAS		VOLUMEN DE 2 ESTRIBOS	
	LUZ	e	Ld			T	h	H		A	a	b'	d	q	b	v	B	C		Z
20	250	25	25	30	I	150	180	177	30	33	20	15	48	22	90	30	0	+0.56	+1.03	1.755
21	250	22	25	150	"	150	185	174	30	32	25	15	47	33	105	35	"	+0.33	+1.21	1.920
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	28	100	"	"	+0.34	+1.39	1.885
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	23	45	"	"	+0.07	+1.61	1.850
22	300	27	30	30	"	75	105	104	"	"	20	8	40	30	90	30	"	+1.00	+0.47	1.08
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	25	85	"	"	+0.95	+0.60	1.05
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	20	80	"	"	+0.87	+0.76	1.02
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	15	75	"	"	+0.77	+0.96	0.99
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	10	70	"	"	+0.63	+1.22	0.96
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	5	65	"	"	+0.43	+1.54	0.93
23	300	27	30	30	"	100	130	129	30	33	20	10	43	27	90	30	"	+0.43	+0.62	1.30
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	22	85	"	"	+0.85	+0.78	1.27
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	17	80	"	"	+0.75	+0.47	1.24
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	12	75	"	"	+0.62	+1.20	1.21
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	7	70	"	"	+0.45	+1.50	1.18
24	300	24	25	100	"	100	130	126	30	33	15	10	43	27	85	30	"	+0.80	+0.80	1.27
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	22	80	"	"	+0.71	+0.99	1.24
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	17	75	"	"	+0.58	+1.22	1.21
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	12	70	"	"	+0.39	+1.53	1.18
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	7	65	"	"	+0.15	+1.91	1.15
25	300	27	30	30	"	150	180	179	30	33	15	15	48	27	90	30	"	+0.87	+0.87	1.755

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 7. Ejemplo de proyectos tipo para BOVEDAS DE MAMPOSTERIA.

e	Re	A	F	E	K	Z	D	Bi	Vi	Vd	B <sub>T</sub>	Pz	Pz	f	Volumen	x	Bn	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Volumen
R=50															H=100					
25	105	49	31	45	12	16	147	75	25	30	130	50	0	0.59	3.151	15	90	0.60	1.50	2.676
25	104	50	31	44	12	17	145	75	25	20	120	50	0	0.87	3.048	15	90	0.70	1.80	2.673
25	103	51	30	44	4	17	144	75	25	20	120	50	0	1.14	3.038	15	90	0.80	2.16	2.671
25	102	52	30	43	4	18	143	75	25	15	115	50	0	1.38	3.001	15	90	0.90	2.45	2.670
25	100	53	29	43	5	18	142	75	25	15	115	50	0	1.60	2.992	15	90	1.02	2.76	2.667
25	99	54	29	42	5	19	140	75	25	15	115	50	0	1.80	2.991	15	90	1.20	3.00	2.666
25	98	55	28	42	7	19	139	75	25	15	115	50	0	1.97	2.981	15	90	1.40	3.27	2.656
R=50															H=150					
25	105	49	31	60	12	16	197	90	0	50	140	50	20	0.62	4.171	15	105	0.00	2.20	3.646
25	104	50	31	59	11	17	195	90	0	50	140	50	25	0.85	4.196	15	105	0.00	2.65	3.646
25	103	51	30	59	11	17	194	90	0	40	130	50	20	1.07	4.039	15	105	0.00	3.10	3.634
25	102	52	30	58	11	18	193	90	0	35	125	50	20	1.28	3.996	15	105	0.00	3.52	3.651
25	100	53	29	58	11	18	192	90	0	35	125	50	20	1.48	3.985	15	105	0.00	4.00	3.640
25	99	54	29	57	11	19	190	90	0	35	125	50	25	1.67	4.003	15	105	0.00	4.38	3.641
25	98	55	28	57	11	19	189	90	0	30	120	50	20	1.84	3.915	15	105	0.00	4.90	3.630

FALTA

TESIS CON

N

### 3.2 Tipos de terreno.

El tipo de terreno se puede considerar como un sub-tema del que se trató anteriormente, sin embargo; existen características que debemos estudiar específicamente, ya que en una misma zona e incluso para un mismo escurrimiento, se pueden presentar dos o más tipos de terreno a lo largo del cauce.

Aunque existen muchos métodos para el análisis del área por drenar, como el Método Racional, que se usa en cuencas de aproximadamente 900 hectáreas o mayores, o el de Sección y Pendiente, que también se utiliza en proyectos especiales, o los Métodos Estadísticos; la mayoría de las obras que se proyectan en la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores, se analizan con la fórmula de Tálbot, que se ha manejado desde hace muchos años y ha dado por experiencia, tanto en proyecto como en campo, resultados satisfactorios.

Se han hecho cálculos con varios métodos, para una misma superficie de cuenca, y mismas características y en general, los métodos distintos a Tálbot, arrojan datos inferiores a éste. Esta holgura es considerada como la diferencia por el factor de riesgo que se aplica siempre por arrastres, azolves, etc.

La Fórmula Empírica de Tálbot se aplica en cuencas de 1000 hectáreas o menores, en general, que es cuando se considera Obra de Drenaje Menor y ésta maneja un coeficiente que depende del tipo de terreno en donde se encuentre el cruce.

En la tabla 8 se observan los valores de área hidráulica necesaria que se calculan para las diferentes áreas por drenar en hectáreas y los diferentes coeficientes que se consideran según el tipo de terreno.

### 3.3 Climas

El clima va de la mano con la zona geográfica y con el tipo de terreno, pues como se ha comentado en primer capítulo, en las zonas desérticas se tienen menos obras de drenaje pues los tipos de suelos son más permeables y las lluvias más escasas, a diferencia de las zonas de bosque o las de selva, en donde se encuentran incluso zonas de inundación, las condiciones de los suelos son completamente diferentes, se presenta un bajo porcentaje de evaporación y un nivel freático muy cercano a la superficie

La vegetación abundante en selva o bosque, donde la humedad es muy alta, se deberán considerar un mayor número de obras de drenaje, tanto menor como puentes ya que aunque no se tengan escurrimientos permanentes o bien definidos, se tendrá que tomar en cuenta el alivio en zonas de inundación o bajos locales, en los que se debe dar libre paso al escurrimiento con obras que funcionen como vasos comunicantes.

La capacidad de carga para cada uno de los tipos de suelo, tanto en zonas de desierto como en bosques o selva, varían considerablemente por todo lo que se ha mencionado, por lo mismo, se deberán hacer los estudios de campo específicos para cada uno de ellos

a todo lo largo del eje de trazo, considerando siempre las variaciones en éstos, ya que son una de las bases que se tienen para el proyecto tanto de las terracerías como de las obras de drenaje y las estructuras.

T I P O S   D E   T E R R E N O					
AREA DRENADA (Ha.)	Escarpado C=1.00	Montañoso C=0.8	Lomerío C=0.6	Ondulado C=0.5	Plano C=0.3
0.5	0.11	0.09	0.07	0.06	0.03
1.0	0.18	0.14	0.11	0.09	0.05
1.5	0.25	0.20	0.15	0.12	0.07
2.0	0.31	0.25	0.19	0.16	0.09
3.0	0.42	0.34	0.25	0.21	0.13
4.0	0.52	0.42	0.31	0.26	0.16
5.0	0.61	0.49	0.37	0.30	0.18
6.0	0.70	0.56	0.42	0.35	0.21
7.0	0.79	0.63	0.47	0.40	0.24
8.0	0.87	0.70	0.52	0.44	0.26
9.0	0.95	0.76	0.57	0.48	0.28
10.0	1.03	0.82	0.62	0.52	0.31
12.0	1.18	0.94	0.71	0.59	0.35
14.0	1.32	1.06	0.79	0.66	0.40
16.0	1.46	1.17	0.88	0.73	0.44
18.0	1.60	1.28	0.96	0.80	0.48
20.0	1.73	1.38	1.03	0.86	0.52
22.0	1.86	1.49	1.12	0.93	0.56
24.0	1.99	1.59	1.19	1.00	0.60
26.0	2.11	1.69	1.27	1.05	0.63
28.0	2.23	1.78	1.34	1.12	0.67
30.0	2.25	1.88	1.41	1.18	0.71
40.0	2.91	2.33	1.75	1.45	0.87
50.0	3.44	2.75	2.06	1.72	1.03
60.0	3.95	3.16	2.37	1.98	1.18
70.0	4.43	3.54	2.66	2.22	1.33
80.0	4.90	3.92	2.94	2.45	1.47
90.0	5.35	4.28	3.21	2.67	1.61
100.0	5.79	4.63	3.47	2.90	1.74
120.0	6.45	5.16	3.87	3.27	1.94
140.0	7.45	5.96	4.47	3.72	2.24

Tabla 8 Cálculo de área hidráulica necesaria según el área por drenar y el tipo de terreno.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### **3.4 Necesidades de la Población de la zona.**

Como se aprecia en los larguillos que se muestran en el capítulo uno, el eje de proyecto va cruzando por terrenos de cultivo, en su mayor parte, por lo que los pobladores requieren en general alcantarillas que funcionen como pasos para los sistemas de riego, que en general son a base de canales menores, los que se solucionan con losas en su mayoría o con sifones en los casos en los que se cruza en corte.

Otro requerimiento importante, son los pasos tanto ganaderos como vehiculares, y en éstos últimos se debe considerar la maquinaria agrícola.

En general se procura proyectarlos como pasos superiores, es decir como las alcantarillas, (la autopista pasa por arriba), pues la inversión es mucho menor que si se construye como puente.

También se deberán considerar pasos para los corredores faunísticos, en las zonas de tipo forestal, como medida de mitigación y/o compensación, a fin de no dividir los ecosistemas existentes, provocando un desequilibrio ecológico.

En el capítulo V, se hablará sobre el proyecto de cada uno de los tipos de pasos.

# CAPITULO IV

## NORMAS Y ESPECIFICACIONES

A nivel nacional para el proyecto de todas las carreteras se deben manejar las Normas Técnicas de la SCT por lo que en este capítulo trataremos las que consideran las autopistas y específicamente el alcantarillado.

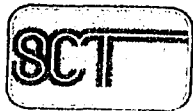
También se verán los diferentes manuales y especificaciones que se han creado dentro de la Dirección General de Carreteras Federales para el proyecto de las obras de drenaje menor los cuales se basan en dichas Normas Técnicas.

### 4.1 NORMAS TÉCNICAS DE LA SCT.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes cuenta con sus propias normas, éstas se encuentran divididas según las diferentes áreas para las que se dirigen. Las edita la Dirección General de Servicios Técnicos, quien es la encargada de las revisiones periódicas, y es aquí también en donde se pueden conseguir o consultar.

La Dirección General de Carreteras Federales cuenta con las Normas Técnicas que corresponden al Proyecto de Carreteras, incluyendo los puentes, pavimentos, geotécnia, y desde luego de las **obras de drenaje menor**. El proyecto de la carretera **MORELIA – LAZARO CARDENAS** en el tramo Nueva Italia – Infiernillo se llevó a cabo bajo las normas editadas en 1984.

Existe el LIBRO 3 ( 3.01.02 ) de las Normas Técnicas, figura 21, que es el que concierne a las **ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE**, en éste se trata lo relacionado con el proyecto, construcción, instalación, mantenimiento y operación, referente a las alcantarillas, comenzando con las definiciones, materiales permisibles, dimensiones, tipo de maquinaria permitida en cada una de las actividades: excavación, compactación, etc.



SECRETARIA  
DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

# Normas para construcción e instalaciones

Carreteras  
y Aeropistas



1984

3 01.02

Figura 21. Libro 3. Estructuras y Obras de Drenaje

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

También trata de las dimensiones y unidades con las que se deberán medir los volúmenes para las cantidades de obra, así como los procedimientos de ejecución en la etapa de la construcción y las bases de pago correspondientes.

Cabe comentar que las normas se someten a revisión periódicamente, y la última de las ediciones se denomina **NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE, EDICIÓN 2000**. Estas tienen las mismas bases que la edición anterior, pero toman en cuenta los adelantos técnicos y nuevas especificaciones legales y económicas.

A continuación se presentan los temas que incluyen las nuevas normas, dentro de las cuales están las de drenaje y un ejemplo de especificaciones y límites permisibles que se encuentran en éstas:



## **.1.1.1.1 SECRETARÍA DE COMUNICACIONES**

### **NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE**

**.2 EDICIÓN 2000**

Figura 22 Portada de las Normas Técnicas edición 2000

## 4.2 MANUALES

En la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores también se manejan manuales elaborados por Ingenieros que han trabajado en ésta, y cuentan con mucha experiencia en el ramo, tanto en campo, como en el proyecto y en la construcción.

En dichos manuales ( Figura 23 ), se indican las bases de campo y de proyecto, las fórmulas a utilizar para el cálculo de la longitud de obra, cálculo de las dimensiones de los aleros, cálculo de los volúmenes o cantidades de obra, así como los criterios generales que se deberán manejar para la definición de algún dato de proyecto.

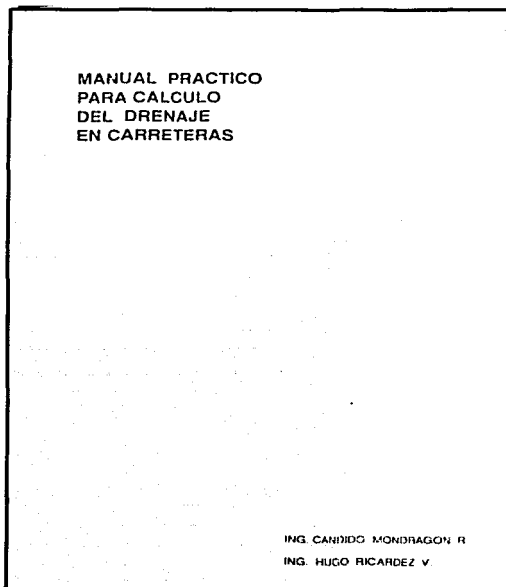


Figura 23. Manual Práctico para el Cálculo del Drenaje en Carreteras.

Debido al gran volumen de trabajo que se tiene en la Dirección de Proyecto, y por consecuencia en la Oficina de Drenaje, se ha establecido una forma de proyecto en base a **PROYECTOS TIPO**, los cuales se han calculado ya tomando en cuenta las especificaciones y normas establecidas.

Existen proyectos tipo para **LOSAS DE CONCRETO ARMADO**, clasificados según la luz y el colchón crítico. Se calcularon los armados para colchones entre 0.20 y 4.25 m como lo muestra la tabla 9, y para el proyecto de la obra se toman los valores que más cerca se encuentren del caso estudiado.

Los límites mínimos y máximos para los que se calcularon las tablas de los proyectos tipo, son los que en experiencia, se han presentado más, y también por supuesto, se considera el aspecto económico, tomando en cuenta que existen varios tipos de obras de drenaje y en muchas ocasiones, un mismo problema de alcantarillado tiene mas de una solución; aquí es donde el criterio que se madura con la experiencia, es vital para determinar la mejor alternativa.

En la figura 9, se presenta como ejemplo, la tabla para proyectos tipo de losas de concreto armado, con una luz = 1.0 , y luz = 1.5 m.

También se tienen proyectos tipo para los **MUROS DE CABEZA O CABEZOTES, DE CONCRETO O DE MAMPOSTERÍA**, tabla 10, que son las estructuras que soportan a los tubos de lámina o de concreto, y que pueden ser de mampostería o de concreto.

Para las **BOVEDAS DE MAMPOSTERÍA**, tabla 11, también se calcularon proyectos tipo, de acuerdo a las características específicas de éste tipo de obra; la siguiente corresponde a las bóvedas de mampostería de luz = 1.0 m y gálibo = 1.0 m:

De la misma manera, se cuentan con **MUROS DE SOSTENIMIENTO**, figura 24, que se proyectan cuando se requiere contener algún terraplén porque cae en el lecho de un río, o porque derrama sobre una zona fuera del derecho de vía no adquirido, o porque resulta más cara la conformación del terraplén debido a su longitud, que la misma construcción del muro.

También se cuenta con proyectos tipo para las **CAJAS DE CAPTACIÓN, DE CONCRETO O DE MAMPOSTERÍA**, figura 25, de los escurrimientos, cuando se tiene el caso de tener que cruzar algún escurrimiento por una sección en corte, o aliviar las cunetas o contracunetas. Estas cajas generalmente se combinan con tubos de concreto, en ocasiones también se proyectan losas con caja, pero en estos casos, las cajas son dimensionadas geométricamente y no con proyectos tipo, ya que depende de la forma en la que se presente la sección del terreno en el cruce en estudio.

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

**Tabla 9** Ejemplo de Proyectos tipo para losas de luz = 1.0 y 1.5 m.

LOSAS DE CONCRETO DE $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$																			
COL- CHON	e	L/2	VOL m <sup>3</sup> /m	PARRILLA INFERIOR										PARRILLA SUPERIOR					
				VARILLAS A					VARILLAS B					VAR.S.C		VAR.S.D.		VAR.S.E	
				Ø	ESP	a	LONG	Ø	ESP	a	n	n1	m	LONG	Ø	ESP	No.	Ø	ESP

LUZ : 1.00 m.

0.20	16	70	0.22	1.27	10.5	120	154	-	-	-	-	-	-	-	1.27	30.5	5	-	-	-	-	-	-	
0.75	10	70	0.14	0.95	14.5	124	150	-	-	-	-	-	-	-	0.95	33.5	5	-	-	-	-	-	-	
1.25																								
1.25	10	70	0.14	0.95	13.5	124	150	-	-	-	-	-	-	-	0.95	31.5	5	-	-	-	-	-	-	
1.75																								
1.75	11	70	0.154	0.95	13.5	124	150	-	-	-	-	-	-	-	0.95	31.0	5	-	-	-	-	-	-	
2.25																								
2.25	11	70	0.154	0.95	12	124	150	-	-	-	-	-	-	-	0.95	28.0	5	-	-	-	-	-	-	
2.75																								
2.75	11	70	0.154	0.95	11.5	124	150	-	-	-	-	-	-	-	0.95	27.0	5	-	-	-	-	-	-	
3.25																								
3.25	12	70	0.168	0.95	11.5	124	150	-	-	-	-	-	-	-	0.95	26.5	5	-	-	-	-	-	-	
3.75																								
3.75	12	70	0.168	0.95	11	124	150	-	-	-	-	-	-	-	0.95	25.5	6	-	-	-	-	-	-	
4.25																								

LUZ : 1.50 m.

0.20	18	100	0.36	1.27	11.5	180	214	-	-	-	-	-	-	-	1.27	29.0	7	-	-	-	-	-	-	
0.75																								
0.75	13	95	0.247	0.95	11	174	200	-	-	-	-	-	-	-	0.95	25.0	8	-	-	-	-	-	-	
1.25																								
1.25	13	95	0.247	0.95	10.5	174	200	-	-	-	-	-	-	-	0.95	24.0	8	-	-	-	-	-	-	
1.75																								
1.75	14	95	0.263	0.95	10	174	200	-	-	-	-	-	-	-	0.95	22.5	8	-	-	-	-	-	-	
2.25																								
2.25	15	95	0.285	1.27	17	174	200	-	-	-	-	-	-	-	0.95	20.5	9	-	-	-	-	-	-	
2.75																								
2.75	15	95	0.285	1.27	16	174	200	-	-	-	-	-	-	-	0.95	20.5	9	-	-	-	-	-	-	
3.25																								
3.25	16	95	0.304	1.27	15	174	200	-	-	-	-	-	-	-	1.27	33.5	6	-	-	-	-	-	-	
3.75																								
3.75	16	95	0.304	1.27	14.5	174	200	-	-	-	-	-	-	-	1.27	33.5	6	-	-	-	-	-	-	
4.25																								

DIMENSIONES Y VOLUMENES DE MUROS DE CABEZA PARA ALCANTARILLAS DE TUBOS DE CONCRETO																			Tabla XII				
FRONTE			FRONTE			SECCION NORMAL																	
PLANTA			PLANTA																				
AREA EN HECTAREAS QUE PUEDE DRENAR																							
UN TUBO																			DOS TUBOS				
C	PLANO								ONDULADO								LOMERIO		MONT.				
D	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0			
75	697	277	161	110	82	64	52	44	37	32	139.4	95.4	52.7	35.0	18.4	12.8	10.4	8.8	7.4	6.4			
90	113.3	45.0	26.7	17.9	13.5	10.4	8.5	7.1	6.1	5.3	76.6	90.0	52.4	33.8	25.6	20.6	17.0	14.2	12.1	10.6			
105	170.9	67.8	39.5	25.9	20.0	15.7	12.8	10.7	9.1	7.9	54.8	135.6	79.0	53.8	40.0	31.4	25.6	21.4	18.2	15.8			
120	244.0	96.8	56.4	38.4	28.5	22.4	18.2	15.3	13.0	11.3	48.0	193.6	112.8	76.8	57.0	43.8	36.4	30.6	26.0	22.6			
150	442.3	175.6	102.4	69.7	51.7	40.6	34.0	27.6	23.5	20.5	38.4	351.3	204.6	139.4	103.4	81.2	66.0	55.2	47.2	41.0			
MUROS DE MAMPOSTERIA																							
DIMENSIONES COMUNES PARA																			UN MURO CON				
AREAS																			UN TUBO		DOS TUBOS		DRENAJIZ
β	a	AREAS		α	Q	b	V	P	H	L	Vol.	n	d	Lr	Vol.								
cm	cm	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	m <sup>3</sup>	cm	cm	cm	m <sup>3</sup>	cm	cm	cm					
75	9	0.442	0.884	33	34	65	15	35	50	115	530	1.02	165	140	470	409	25	15					
90	10	0.636	1.272	33	34	70	15	100	50	130	390	3.96	195	160	550	5.28	35	25					
105	11.5	0.866	1.732	30	34	75	15	105	50	150	470	5.42	235	180	650	7.04	30	30					
120	12.5	1.131	2.262	30	34	80	15	110	50	165	530	6.73	265	210	740	8.80	30	30					
150	15.0	1.767	3.534	30	34	90	15	120	50	195	650	9.84	326	260	910	12.80	30	30					
MUROS DE CONCRETO																							
DIMENSIONES COMUNES PARA																			UN MURO CON				
AREAS																			UN TUBO		DOS TUBOS		DRENAJIZ
β	a	AREAS		α	Q	b	V	P	H	L	Vol.	n	d	Lr	Vol.								
cm	cm	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	m <sup>3</sup>	cm	cm	cm	m <sup>3</sup>	cm	cm	cm					
75	9.0	0.442	0.884	25	28	45	15	45	45	105	300	1.73	150	140	440	2.40	15	15					
90	10.0	0.636	1.272	25	28	50	10	45	45	120	345	2.38	180	160	500	3.23	15	15					
105	11.5	0.866	1.732	25	28	55	10	45	45	135	420	3.16	210	180	600	4.18	15	15					
120	12.5	1.131	2.262	25	28	60	10	45	45	150	480	4.02	240	210	690	5.4	15	15					
150	15.0	1.767	3.534	25	28	70	10	30	45	180	600	6.30	300	260	830	8.32	15	15					
<p>CANAL DE PROTECCION: H20-50</p> <p>MATERIALES PARA LOS MUROS: Concreto simple o en masa de M-150. Muro con mampostería de 3ra clase.</p> <p>NOTAS - Al diseñar una alcantarilla se eligió la pendiente por la que se obtiene el proyecto más económico. El espesor mínimo del terraplen que el tubo debe tener encima de la carretera será de 30 cm. En caso de que se construya de inmediato al espaldadero, o la carretera, el costo mínimo de este espaldadero será el de 10 cm. Los muros de mampostería de espesor mínimo sobre el tubo será 20 cm. El núcleo de concreto del tubo será el de 30 cm. Los diámetros dados para el muro de cabeza podrán variar en más o menos de acuerdo con las condiciones del terreno y el criterio del Ing. proyectista.</p> <p>- Cuando convenga podrán disminuirse o aumentar los muros de cabeza probando el tubo - El volumen de agua que puede drenar los tubos está calculado para que el Ing. proyectista basándose en la fórmula de Talud, I. de O. BESSO V.R., en donde se da el hidrógeno, A= área de mudo; C= coeficiente que depende del terreno; como una precipitación de 10 cm por hora; indicadas proporcionalmente con la precipitación del lugar.</p> <p>ESPECIFICACIONES - SOP-197.</p>																							

Tabla 10 Proyectos tipo para muros de cabeza de concreto

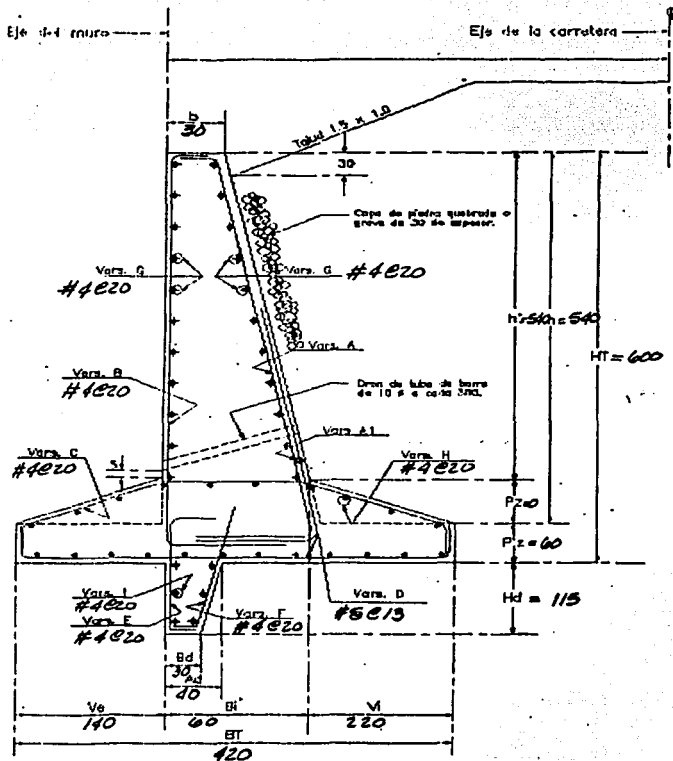
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 11 Ejemplo de Proyectos tipo para bóvedas de mampostería.

e	Re	A	F	E	K	Z	D	Bi	Vi	Vd	B <sub>T</sub>	P <sub>Z</sub>	P <sub>Z</sub>	f	Volumen	x	B <sub>n</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Volumen
<b>R=50</b>											<b>H=100</b>									
25	105	49	31	45	12	16	147	75	25	30	130	50	0	0.59	3.151	15	90	0.60	1.50	2.676
25	104	50	31	44	13	17	145	75	25	20	120	50	0	0.87	3.048	15	90	0.70	1.80	2.673
25	103	51	30	44	4	17	144	75	25	20	120	50	0	1.14	3.038	15	90	0.80	2.16	2.671
25	102	52	30	43	4	18	143	75	25	15	115	50	0	1.38	3.001	15	90	0.90	2.45	2.670
25	100	53	29	43	5	18	142	75	25	15	115	50	0	1.60	2.992	15	90	1.02	2.76	2.667
25	99	54	29	42	15	19	140	75	25	15	115	50	0	1.80	2.991	15	90	1.20	3.00	2.666
25	98	55	28	42	17	19	139	75	25	15	115	50	0	1.97	2.981	15	90	1.40	3.27	2.656
<b>R=50</b>											<b>H=150</b>									
25	105	49	31	60	12	16	197	90	0	50	140	50	20	0.62	4.171	15	105	0.00	2.20	3.646
25	104	50	31	59	11	17	195	90	0	50	140	50	25	0.85	4.196	15	105	0.00	2.65	3.646
25	103	51	30	59	11	17	194	90	0	40	130	50	20	1.07	4.039	15	105	0.00	3.10	3.634
25	102	52	30	58	11	18	193	90	0	35	125	50	20	1.28	3.996	15	105	0.00	3.52	3.651
25	100	53	29	58	11	18	192	90	0	35	125	50	20	1.48	3.985	15	105	0.00	4.00	3.640
25	99	54	29	57	11	19	190	90	0	35	125	50	25	1.67	4.003	15	105	0.00	4.38	3.641
25	98	55	28	57	11	19	189	90	0	30	120	50	20	1.84	3.915	15	105	0.00	4.90	3.630



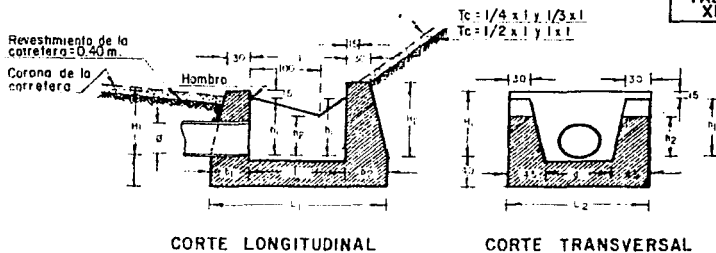
## SECCION DEL MURO

Figura 24 Ejemplo de Proyectos tipo para Muros de Sostenimiento.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CAJAS DE MAMPOSTERIA PARA ALCANTARILLAS DE TUBO

TABLA XIII



CORTE LONGITUDINAL

CORTE TRANSVERSAL

TUBO	TALUD DE CORTE	MURO ADYACENTE A LA CORONA DE LA CARRETERA	MURO ADYACENTE AL CORTE	CORTE LONGITUDINAL		CORTE TRANSVERSAL			VOLUMEN			
$\beta$ cm.	Tc	h <sub>1</sub> cm	H <sub>1</sub> cm	b <sub>1</sub> cm	H <sub>2</sub> cm	b <sub>2</sub> cm	l <sub>1</sub> cm	L <sub>1</sub> cm	L <sub>2</sub> cm	d cm	h <sub>2</sub> cm	V <sub>1</sub> m <sup>3</sup>
75	1 x 1	175	180	90	207	95	135	320	210	120	140	8.64
	1/2 x 1	175	190	90	235	105	115	317	210	122	140	8.99
	1/3 x 1	175	190	90	220	100	110	309	210	120	140	8.52
	1/4 x 1	175	190	90	235	105	110	305	210	120	140	8.90
90	1 x 1	190	205	95	220	100	135	330	230	140	155	10.02
	1/2 x 1	190	205	95	250	105	135	315	230	140	155	10.28
	1/3 x 1	190	205	95	235	105	110	319	230	140	155	9.92
	1/4 x 1	190	205	95	250	105	110	310	230	140	155	10.15
105	1 x 1	225	220	100	235	105	135	340	245	155	170	11.32
	1/2 x 1	225	220	100	265	110	115	325	245	155	170	11.59
	1/3 x 1	225	220	100	250	105	110	315	245	155	170	11.31
	1/4 x 1	225	220	100	265	110	115	320	245	155	170	11.48
120	1 x 1	255	250	105	255	105	135	345	255	175	185	12.74
	1/2 x 1	255	250	105	285	110	115	335	255	175	185	13.22
	1/3 x 1	255	250	105	270	105	110	327	255	175	185	12.66
	1/4 x 1	255	250	105	285	110	115	335	255	175	185	12.76

NOTAS:- El diseño de las cajas se hizo para las siguientes condiciones: Longitud de cuneta= 100m., Talud cuneta= 3x1, profundidad del cimiento= 0.40 m. y coronamiento de muros= 0.30m.

MATERIALES:- Mampostería de 3a clase con mortero de cemento 1:5

El vertedor de la caja se deberá construir únicamente del lado aguas arriba, salvo en el caso de que se encuentre en columpio.

Si n la carretera no le construyen el revestimiento, las cajas deberán construirse hasta ese nivel y se terminará en conjunto con la carretera.

Figura 25 Proyectos tipo para cajas de captación de mampostería.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Aunque en el tramo Nueva Italia - Infiernillo, no se proyectaron, se mencionará que en la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores, existen proyectos tipo de **CAJONES DE CONCRETO ARMADO**, tabla 12, que como se ha citado en capítulos anteriores se manejan en terrenos con baja capacidad de carga, situación que no se presenta en este tramo.

L m	H m	C' m	e cm	a cm	f Kg/cm <sup>2</sup>	Vol. m <sup>3</sup> /m	A C E					
							VARILLAS A			VARILLAS B		
							Ø	ESP	LONG	Ø	ESP	LONG
1.00	1.00		12	10	0.60	0.55	1.27	17.5	120	1.27	15.5	120
1.50	1.00		14	10	0.55	0.79	1.27	15.0	170	1.27	13.5	170
1.50	1.50		15	10	0.65	1.01	1.27	15.5	170	1.27	13.5	170
2.00	1.00		17	10	0.55	1.15	1.59	18.5	220	1.59	17.0	220
2.00	1.50		18	10	0.65	1.40	1.59	18.5	220	1.59	16.5	220
2.00	2.00		19	10	0.75	1.68	1.59	18.0	220	1.59	15.5	220
2.50	1.00		19	10	0.60	1.49	1.59	15.5	270	1.91	18.0	270
2.50	1.50		21	10	0.65	1.87	1.59	15.5	270	1.59	14.0	270
2.50	2.00		22	10	0.70	2.19	1.59	15.0	270	1.59	13.0	270
2.50	2.50		23	10	0.80	2.53	1.59	14.5	270	1.59	12.0	270
3.00	1.00		22	10	0.60	1.97	1.59	14.0	320	1.91	18.5	320
3.00	1.50		23	10	0.65	2.30	1.91	18.5	320	1.91	16.5	320
3.00	2.00		24	10	0.70	2.65	1.91	17.5	320	1.91	15.5	320
3.00	2.50		25	10	0.80	3.02	1.91	17.0	320	1.91	14.5	320
3.00	3.00		27	10	0.85	3.55	1.91	17.0	320	1.91	14.5	320
3.50	1.50		26	10	0.70	2.89	1.91	16.0	370	1.91	15.0	370
3.50	2.00		27	10	0.75	3.28	1.91	15.5	370	1.91	14.0	370
3.50	2.50		28	10	0.80	3.69	1.91	15.0	370	1.91	13.0	370
3.50	3.00		29	10	0.85	4.12	1.91	14.5	370	1.91	12.0	370
3.50	3.50		31	10	0.95	4.74	1.91	14.0	370	1.91	11.0	370
4.00	2.00		25	10	0.70	3.27	2.22	16.0	440	2.22	14.0	440
4.00	2.50		26	10	0.80	3.67	2.22	15.0	440	2.22	13.5	440
4.00	3.00		28	10	0.85	4.25	2.22	15.0	440	2.22	12.5	440
4.00	3.50		29	10	0.95	4.70	2.22	14.5	440	2.22	12.0	440
4.00	4.00		30	10	1.00	5.18	2.22	14.0	440	2.22	11.5	440
4.50	2.00		27	10	0.70	3.82	1.91	10.0	490	2.22	12.5	490
4.50	2.50		29	10	0.80	4.41	2.22	14.0	490	2.22	12.5	490
4.50	3.00		30	10	0.85	4.88	2.22	13.5	490	2.22	11.5	490
4.50	3.50		31	10	0.95	5.36	2.22	13.0	490	2.22	10.5	490
4.50	4.00		33	10	1.00	6.06	2.22	13.0	490	2.22	10.5	490
5.00	2.00		30	10	0.75	4.58	2.22	13.0	540	2.54	15.5	540
5.00	2.50		31	10	0.80	5.05	2.54	16.5	540	2.54	14.5	540
5.00	3.00		33	10	0.90	5.73	2.54	16.0	540	2.54	14.0	540
5.00	3.50		34	10	0.95	6.26	2.54	15.5	540	2.86	17.0	540
5.00	4.00		35	10	1.00	6.81	2.54	15.0	540	2.86	16.0	540
5.50	2.00		32	10	0.75	5.22	2.22	12.0	590	2.54	14.0	590
5.50	2.50		33	10	0.80	5.73	2.22	11.5	590	2.54	13.5	590
5.50	3.00		35	10	0.90	6.46	2.54	15.0	590	2.54	13.0	590
5.50	3.50		36	10	0.95	7.01	2.54	14.0	590	2.54	12.0	590
5.50	4.00		37	10	1.05	7.59	2.54	14.0	590	2.54	11.5	590

Tabla 12 Ejemplo de Proyectos tipo para cajones de concreto armado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En algunos casos, se utilizan los **tubos de lámina**, figura 26, con diámetros de 0.91, 1.07, 1.22 y 1.52 m, y en proyectos especiales se llegan a proyectar tubos de lámina con diámetros mayores a 1,52 m, cuando se presentan capacidades de carga muy baja, en zonas de inundación, con poco terraplén en donde no alcanza el mínimo de 0.80 m que requiere el tubo de concreto, o cuando no se cuenta con el capital suficiente para la construcción de una Bóveda de Concreto Armado. Estos tubos requieren de tratamientos especiales como recubrimientos asfálticos, juntas y galvanizados especiales, etc; dependiendo de las condiciones en las que se colocarán. Para el proyecto de éstos, se calculan la longitud de obra y los volúmenes preliminares los cuales se ajustan de acuerdo a las especificaciones del fabricante, por supuesto, previa autorización de la Dirección de Proyectos.



Figura 26 Ejemplo de obras construidas con tubos de lámina

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO V

### DETERMINACIÓN DE TIPO DE OBRA DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS MENORES

En este capítulo se analizarán algunos datos utilizados para la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas con el fin de ejemplificar el procedimiento que se maneja en la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores de la DGCDF para definir el tipo de obra menor en un cruce determinado.

#### 5.1 ANÁLISIS DE LA SECCION GEOMÉTRICA.

En la figura 27 se muestra una sección de construcción, la cual resulta del proyecto de las terracerías.

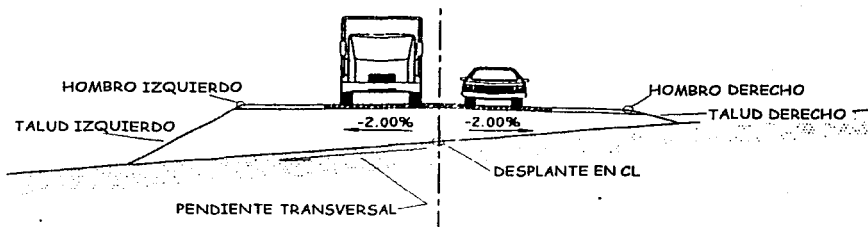


Figura 27 Croquis general de una sección transversal de una carretera.

Todos los puntos graficados en ella, se describen en el proceso electrónico, que es el documento que la Oficina de Terracerías proporciona a la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores, para el proyecto de las obras de drenaje menor correspondientes.

El cálculo de las elevaciones de la subrasante, los movimientos de tierras y los volúmenes generados en el proyecto de las terracerías se hace por medio de un programa de computación, del cual se obtiene un informe impreso con los datos en forma de lista que corresponden a los resultados de dicho cálculo. A este documento se le llama: "PROCESO ELECTRÓNICO"

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El proceso electrónico de las terracerías, contiene los listados de las elevaciones a cada 20 m y en los puntos en los que se tengan detalles intermedios o desniveles importantes, tanto del terreno natural, como de la elevación de la subrasante, también indica el tipo y los espesores de pavimento que se contemplaron en dicho proyecto, así como todos los datos de semicoronas, taludes de corte y terraplén, sobreelevaciones y ampliaciones en curvas horizontales y las distancias a las que se encuentran los muros y bermas en caso de haberse considerado necesarios y las características de los materiales que se encuentran en la zona de cruce con el eje de trazo.

Otros datos que se encuentran en los procesos electrónicos son los volúmenes de construcción que se generan, la ordenada de curva masa que describe los movimientos de tierras necesarios con base a la compensadora económica; sin embargo todos éstos, no serán útiles para el proyecto de las obras de drenaje menor.

Como ya se mencionó en el capítulo II, una primera deducción para la determinación del tipo de obra menor, es al momento de calcular la subrasante mínima, que considera la cuenca por drenar, el área hidráulica necesaria, y las condiciones generales y preliminarmente observadas del terreno natural, antes de contar con las elevaciones de la subrasante de proyecto, que definirán las alturas de terraplén o profundidades de corte.

Una vez que ya se cuenta con el proyecto definitivo de la subrasante, se está en condiciones de dibujar una sección definitiva en la estación correspondiente al cruce del cual ya se tiene el perfil del terreno del eje trazado para el apoyo del proyecto de la alcantarilla en el sitio.

En las figuras 28, 29, 30, 31, 32, 33, y 34 se aprecian los resultados en el proceso electrónico y de donde se obtienen los datos para el cálculo de la obra de drenaje.

En la primera hoja del informe se encuentran los datos generales de la carretera, tramo, subtramo, origen etc; notas importantes que se han considerado, las estaciones que comprenden dicho tramo que generalmente es de 5 km y los datos de pavimento .

Sigue el alineamiento vertical, la geometría de construcción que son las elevaciones que definen la línea de subrasante, los volúmenes y las ordenadas de la curva de masas.

Enseguida se encuentran los datos geométricos, de taludes de corte, de taludes de terraplén y las sobreelevaciones y ampliaciones que se consideraron para el proyecto de las terracerías en la zona de estudio.

Aquí solamente se incluyen las páginas en donde se encuentran los datos que se utilizan para el cálculo de las obras de drenaje menor.

SOT

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
DIRECCION DE PROYECTOS DE CARRETERAS  
SUBDIRECCION DE FOTOGRAFIA Y PROCESO DE DATOS  
PROYECTO DE TERRACERIAS 727

TITULO	NOBELIA LAZARO CARDENAS	NUMERO DE TRABAJO	105201K
TAMPO	NOVA ITALIA - INFIERNILLO	PROYECTO	JESUS REYNOSO
SURTINAMO	NOVA ITALIA LAS CANAS		
ALTERNATIVA	TRINCHA DE 12.30 M. C/0.80 M. DE ANCHO	FECHA DE PROCESO	05-11-1991
SITIO	ENTR. FERROCARRIL MICH.	HORA DE PROCESO	07:12:43

ESTA ESTE PROCESO ANDA AL ARCHIVO (MAGAZIN) Y AL COMPUER...

COMPUTACION AL PROYECTO

1. KIN DE TRAZO DE ESTE PROYECTO
2. ESTE TRINCHO CUMPLE UNA ANCHURA DE 12.30 M. C/0.80 M.
3. EN ESTE TRINCHAME SE REALIZO UNA CORRECCION DE TRAZO A PARTIR DEL P.M. DE 1970-1971. LA CORRECCION SE HUBO REALIZADO EL PROYECTO DEL EN 40-800 M. EN EL ANCHO DE ESTE TRINCHO SE RECONSTRUYERON LOS DATOS DEL P.M. 4-000 00 AL P.M. 4-000 00 PARA INCLUIRLOS EN ESTE PROYECTO.
4. DESDE EN 40-800 M. AL CERRADO DE LA SIMETRIA DE CONSTRUCCION, VOLUMENES Y DOBLERA TABLA DE DATOS RECONSTRUYERON EN EL PROYECTO DEL FERROCARRIL NOVA ITALIA DEL PROYECTO (MICH.) DEL 1971.
5. RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO  
CARRERA ASFALTICA 0.30 M.  
BASE 0.30 M.  
T. 0.30 M.

1.00 METRO INICIAL 1.0000 00

KILOMETRO FINAL 45+000.00

APUNTO	05201K
ALINEAMIENTO ORIGINAL (M)	1.0
DESPLAZADO CON CORRECCION	0.40
EFECTOS DE REVESTIMIENTO	0.40
ELEVACION DE PAVIMENTO	0.40

NOTA: EL LEVANTE Y EL INCLINAME SE LLEVARAN A CABO EXCLUSIVAMENTE ENTRE LOS CEROS --- PUNTOS K DE ESTE LISTADO ---

Figura 28 Portada del proceso electrónico de terracerías con los datos generales de la carretera.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



GEOMETRIA DEL ALINEAMIENTO DE CONSTRUCCION

ESTACION	EL. TER. (Elev.)	H	K	P	LADO INFERIOR		LADO SUPERIOR		LADO SUPERIOR	D	E
					B	A	B	A			
40200 00	184.50	- 96	9.51			7.30	6.92	1.3	6.92	3.00	8.90
40200 20	184.24	- 98	9.51			6.92	6.54	1.3	6.54	0.65	7.84
40200 40	184.10	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	4.97
40200 60	184.05		9.51			6.92	6.54		6.54	0.05	1.92
40200 80	184.05	2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	9.22
40200 100	184.05	2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	2.16
40200 120	184.05	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	9.13
40200 140	184.14		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	3.08
40200 160	184.32	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	3.00	7.19
40200 180	184.50		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	2.13
40200 200	184.74	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	9.16
40200 220	184.92		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	3.16
40200 240	185.16	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	9.21
40200 260	185.34		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	4.26
40200 280	185.58	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	9.26
40200 300	185.76		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	5.31
40200 320	186.00	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	9.31
40200 340	186.24		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	6.36
40200 360	186.48	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	9.41
40200 380	186.72		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	7.41
40200 400	186.96	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	9.46
40200 420	187.20		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	8.51
40200 440	187.44	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	9.56
40200 460	187.68		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	10.61
40200 480	187.92	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	10.66
40200 500	188.16		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	11.71
40200 520	188.40	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	11.76
40200 540	188.64		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	12.81
40200 560	188.88	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	12.86
40200 580	189.12		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	13.91
40200 600	189.36	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	13.96
40200 620	189.60		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	15.01
40200 640	189.84	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	15.06
40200 660	190.08		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	16.11
40200 680	190.32	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	16.16
40200 700	190.56		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	17.21
40200 720	190.80	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	17.26
40200 740	191.04		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	18.31
40200 760	191.28	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	18.36
40200 780	191.52		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	19.41
40200 800	191.76	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	19.46
40200 820	192.00		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	20.51
40200 840	192.24	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	20.56
40200 860	192.48		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	21.61
40200 880	192.72	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	21.66
40200 900	192.96		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	22.71
40200 920	193.20	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	22.76
40200 940	193.44		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	23.81
40200 960	193.68	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	23.86
40200 980	193.92		9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	0.05	24.91
40200 1000	194.16	- 2.16	9.51			7.00	6.92	1.3	6.92	7.00	24.96

NOTA: EL ALINEAMIENTO Y EL DISEÑO DE TIERRAS A CABO SE DETERMINAN ENTRE LOS PUNTOS DE FINES DE PUNTO LISTADO.

Figura 29 Listado con los datos de elevación de subrasante, nivel del terreno natural y puntos que definen la sección de construcción a cada 20 metros.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DATOS GEOMETRICOS PARA EL PROCESO DEL TRAMO

Límite : MORELIA - LAZARO CORDERAS  
 Tramo : NVA. ITALIA - INFIERNILLO  
 Sub-tramo : NVA. ITALIA - LAS CAÑAS  
 Alternativa : CORONA DE 12.00 M. (VEL. 110 YPH)  
 Origen : ENTR. ZIRIMICUARO, MICH.

Hoja No : 1  
 Projectista : JESUS REYNOSO  
 Archivo : CM52011K  
 Fecha : 05-13-1999  
 Hora : 07:12:44

C/ADENAMIENTO	SEMI-ANCHO DE CORONA		ANCHO DE CUNETETA		TALUD DE CUNETETA		ALTURA DE QUIEBRE		CUVA
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	
53980.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	SI
60540.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	SI
60540.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	NO
61900.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	NO
61600.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	SI
62500.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	SI
62500.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	NO
63140.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	NO
63140.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	SI
64040.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	SI
64040.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	NO
65020.00	6.00	6.00	1.00	1.00	3.00	3.00	0.00	0.00	NO

Figura 30 Listado con los datos de la semicorona izquierda y derecha

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

DATOS DE TERRAPLENES PARA EL PROCESO DEL TRAMO

Camino	MORELIA - LAZARO CARDENAS	Hoja No :	3
Tramo	RVA. ITALIA - INFIERNILLO	Proyectista :	JESUS REYNOSO
Subtramo	RVA. ITALIA - LAS CANAS	Archivo :	CMS201K
Alternativa	CORONA DE 12.00 M. (VEL. 110 KPH)	Fecha	05-13-1999
Origen	ENR. MIRIMICARO, MICH.	Hora	07:12:44

KILOMETRAJE	ESPESORES COMPACTACION T. NATURAL	TALUDES DE TERRAPLEN		ORDENADAS DE CURVA MASA		
		IZQUIERDO	DERECHO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
57800.00	0.20	1.70	1.70	788633	100000	0
61500.00	0.20	1.70	1.70	0	0	0
61520.00	0.20	2.00	2.00	0	0	0
62204.80	0.20	2.00	2.00	0	0	0
62209.40	0.20	2.00	2.00	0	100000	0
62462.00	0.20	2.00	2.00	0	0	0
62530.00	0.20	3.00	3.00	0	0	0
63140.00	0.20	3.00	1.00	0	0	0
63160.00	0.20	2.00	2.00	0	0	0
63920.00	0.20	2.00	2.00	0	0	0
63940.00	0.20	1.70	1.70	0	0	0
64640.00	0.20	1.70	1.70	0	0	0
64640.00	0.20	1.70	1.70	755811	151101	0
65040.00	0.20	1.70	1.70	0	0	0

Figura 31 Listado con los datos para los taludes de los terraplenes

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DATOS DE CORTES PARA EL PRONTERO DEL TRAMO Hoja No : 2

CAMINO : MORELIA - LAZARO CARDENAS      Proyectista : JESUS REYNOSO  
 Tramo : NVA. ITALIA - INFIERNILLO      Archivo : LMS201K  
 Subtramo : NVA. ITALIA - LAS CANAS  
 Altitudinal : CORDONA DE 12.60 M.      110 MPH  
 Origen : ENTR. ZIRIMICUARU, MICH.      Fecha : 05-13-1999  
                                                          Hora : 07:12:44

FILONETRAJE	RESERVO	E S T R A T O 2						E S T R A T O 3							
		RESERVO	CLASIFICACION	TALUDES	COEF			CLASIFICACION	TALUDES	COEF	OVE	OVE			
DERP		A	B	C	100	DER.	ABUN	A	B	C	100	DER.	ABUN	CAJ	OLCH
44980.00	0.20	1.00	0.40	60	1.00	1.00	1.07	0.60	40	0.75	0.75	1.00	0	1	
65720.20	0.20	2.00	0.40	60	1.00	1.00	1.07	0.60	40	0.75	0.75	1.00	0	1	
40320.00	0.25	1.00	0.100	0	1.00	1.00	1.10	0	0	0.00	0.00	0.00	0	1	
61360.00	0.25	4.00	0.100	0	1.00	1.00	1.10	0	0	0.00	0.00	0.00	0	1	
41400.00	0.10	1.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	29	89	0.100	1.00	1.00	0	1	
40000.00	0.30	1.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	29	40	0.100	1.00	1.00	0	1	
62020.00	0.20	1.00	10.60	0	1.00	1.00	1.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	1	1	
62250.80	0.20	0.60	40.60	0	1.00	1.00	0.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	1	1	
62208.80	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	1	2	
44400.00	0.20	0.60	40.60	0	1.00	1.00	0.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	1	2	
42500.00	0.23	0.60	40.60	0	1.00	1.00	0.00	20	43	0.100	1.00	1.00	1.05	1	2
61600.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	29	40	0.100	1.00	1.00	1.05	1	2
43600.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	1	2	
44440.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	1	2	
44040.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	1	1	
44280.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0.100	0	1.00	1.00	1.05	1	1	
64200.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	1	1	
44240.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	1	1	
44240.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	1	1	
44240.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	1	1	
44240.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	1	1	
44240.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	1	1	
44240.00	0.20	0.60	10.60	0	1.00	1.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	1	1	

Figura 32 Listado con los datos de taludes de los cortes y las clasificaciones de los materiales.

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

DATOS DE SOBREELEVACIONES Y AMPLIACIONES PARA EL PROCESO DEL TRAMO

Camino : MORELIA - LAZARO CARDENAS Hoja No : 4  
 Tramo : NVA. ITALIA - INFIERNILLO Proyecto : JESUS REYNOSO  
 Subtramo : NVA. ITALIA - LAS CANAS Archivo : CM52011K  
 Alternativa : CORONA DE 12.00 M. (VEL. 110 KPH) Fecha : 05-13-1999  
 Origen : ENTR. ZIRIMICUARO, MICH. Hora : 07:12:44

TAD	SOBREELEVACIONES		AMPLIACIONES	
	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
03000.00	2.00	-2.00	0.00	0.00
60780.63	-2.00	-2.00	0.00	0.00
60804.54	-2.00	0.00	0.00	0.00
60828.34	-2.00	2.00	0.12	0.00
60864.54	5.20	5.20	0.30	0.00
61076.10	5.20	5.20	0.30	0.00
61714.25	-2.00	2.00	0.12	0.00
61738.10	-2.00	0.00	0.00	0.00
61761.94	-2.00	-2.00	0.00	0.00
64776.18	2.00	-2.00	0.00	0.00
64818.38	0.00	-2.00	0.00	0.00
64900.38	2.00	-2.00	0.00	0.00
65205.47	2.00	-2.00	0.00	0.00
65267.47	0.00	-2.00	0.00	0.00
65329.47	2.00	-2.00	0.00	0.00

Figura 33 Listado con los datos de las sobreelevaciones y las ampliaciones.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
SECCIONES TRANSVERSALES

Foja No 1

Camino : MORELIA - LAZARO CARDENAS

Proyectista : JESUS REYNOSO

Tramo : NVA. ITALIA - INFIERNILLO

Archivo : CM5201IK.VF

Alternativa : CORONA DE 12.00 M. (ZEL. 117 KM)

Fecha : 05-13 1999

Diseño : ENTR. ZIRINICUARC. MICH

Hora : 07:14:29

LADO IZQUIERDO		CADERMIENTO		LADO DERECHO	
10.000	-15.000	60000.000	15.000	10.000	0.000
0.400	0.200	184.130	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60020.000	15.000	10.000	0.000
0.200	0.100	184.130	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60040.000	15.000	10.000	0.000
0.000	0.100	184.050	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60060.000	15.000	10.000	0.000
0.100	-0.100	183.660	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60080.000	15.000	10.000	0.000
0.100	0.000	183.420	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60100.000	15.000	10.000	0.000
0.100	-0.100	183.350	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60120.000	15.000	10.000	0.000
0.100	0.000	182.810	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60140.000	15.000	10.000	0.000
0.100	0.000	182.590	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60160.000	15.000	10.000	0.000
0.100	0.100	182.160	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60180.000	15.000	10.000	0.000
0.100	0.000	182.140	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60200.000	15.000	10.000	0.000
0.100	0.000	181.170	-0.500	-0.900	
10.000	-15.000	60220.000	15.000	10.000	0.000
0.100	0.100	180.190	-0.500	-0.900	
10.000	-15.000	60240.000	15.000	10.000	0.000
0.200	0.100	179.150	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60260.000	15.000	10.000	0.000
0.000	0.000	178.210	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60280.000	15.000	10.000	0.000
0.100	0.100	177.260	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60300.000	15.000	10.000	0.000
0.300	0.100	176.310	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60320.000	15.000	10.000	0.000
0.300	0.100	175.360	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60340.000	15.000	10.000	0.000
0.400	0.200	174.410	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60360.000	15.000	10.000	0.000
0.400	0.200	173.460	-0.400	-0.600	
10.000	-15.000	60380.000	15.000	10.000	0.000
1.000	0.500	169.840	-0.800	-1.600	

Figura 34 Listado de las secciones transversales del terreno natural a cada 20 metros

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En los procesos electrónicos los datos se indican por subtramos de acuerdo a los cambios observados y derivados de los estudios de geotécnia y de campo. Para obtener los datos en la estación específica de la obra de drenaje, simplemente se toman del subtramo, o se interpolan los valores correspondientes.

Con la **sección de construcción correspondiente**, se tienen los datos de altura de terraplén o profundidad de corte definitivas, con lo que nos da un indicativo más para la determinación del tipo de obra de drenaje menor, pues en el caso de tener una misma área por drenar, por ejemplo  $3.0 \text{ m}^2$ , de acuerdo a éstos, podremos suponer que se trata de una losa de  $2.5 \times 1.5 \text{ m}$  ó dos tubos de  $1.50 \text{ m}$  de diámetro, en caso de que solamente se trate de drenar un escurrimiento y no se requiera un paso para peatones y ganado o vehicular.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 5.2 ANÁLISIS DE EJES DE OBRAS DE DRENAJE

Los ejes de trazo de las obras de drenaje menor, deberán contener todos los datos de campo necesarios para formarnos la imagen lo más cercana posible a la realidad, en el plano sobre el que trabajamos.

El REGISTRO DE NIVEL de una obra de drenaje menor deberá contener, como mínimo:

- El nombre de la carretera, el tramo y la estación a que se refiere dicho registro.
- Elevaciones del terreno natural a cada 5 metros en terreno plano y en cada cambio o detalle para los terrenos de lomerío o montañoso.
- La elevación del terreno natural de los bajos o desniveles, en el caso de que se requiera una canalización de salida, con la distancia referida a un punto sobre el eje de trazo de la obra, debiendo ser normal (90°) a éste.
- Las elevaciones de entrada y de salida y una sección transversal con las dimensiones, en los casos de obras ya construidas.
- Un croquis mostrando la forma general de las curvas de nivel en la zona de estudio.
- Una sección transversal con las dimensiones, en el caso de que se cruce con un canal de riego, un ducto de PEMEX o algún conducto de agua potable.
- El esviaje correspondiente.
- El área aproximada que se requiere drenar, de acuerdo a la cuenca observada en campo.
- La sección de la obra de drenaje menor propuesta, de acuerdo con la del cauce observado en el terreno natural.
- Tipo de material y arrastres observados en el cruce.
- Sentido en el que drena el escurrimiento.

En el caso de que faltara uno de éstos, se deberá solicitar al personal de campo o en su caso, deducir de los datos levantados para el proyecto de las terracerías, esto último no es lo más recomendable, ya que se tendrá un porcentaje de error, aunque sea muy pequeño, lo que se verá reflejado en la construcción de la obra.

Una vez que tenemos todos los datos anteriores, estamos en posibilidad de dibujar el perfil de trabajo para el proyecto de la obra de drenaje menor.

La escala más adecuada para dibujar el perfil de drenaje, es 1:100, tanto horizontal como vertical, esto con el fin de representar lo más cercano posible a la realidad el terreno natural del eje, así como facilitar la deducción de los datos en forma gráfica, disminuyendo la posibilidad de error, por ejemplo al manejar escalas diferentes en un mismo plano.

En las figuras 35 y 36 se muestran un ejemplo de un registro de nivel conteniendo todos los datos necesarios y un perfil de trabajo para el proyecto de la obra de drenaje menor.



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES  
 DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO PRELIMINAR

REGISTRO DE OBRAS DE DRENAJE

Figura 35 Registro de nivel de una obra de drenaje menor.

C = 74+574.560		C R U C E = 74+574.560		CARRERA MOREL A LAZARO CARDENAS	
CRUCE 2° 10' DER EN TANGENTE				TRAMO NUEVA HALLA INFIERNILLO	
				ORIGEN EN R 20 V GUARD MICH	
				NIVELC _____ FECHA: _____	
C = 74+574.560		C R U C E = 74+574.560		CARRERA MOREL A LAZARO CARDENAS	
CRUCE 2° 10' DER EN TANGENTE				TRAMO NUEVA HALLA INFIERNILLO	
				ORIGEN EN R 20 V GUARD MICH	
				NIVELC _____ FECHA: _____	

ESTACION	LECTURAS	ELEVACION
	INTERMEDIAS	
74+600		196.08
74+100	0.25	198.43
74+000	0.47	198.21
73+500	0.97	197.81
73+000	1.16	197.62
72+500	1.59	197.10
72+000	1.80	196.08
71+500	2.17	195.51
71+000	2.65	195.03
70+500	3.25	194.68
70+000	4.48	194.20
69+500	7.22	194.13
69+000		194.64
68+500	1.15	195.12
		195.12

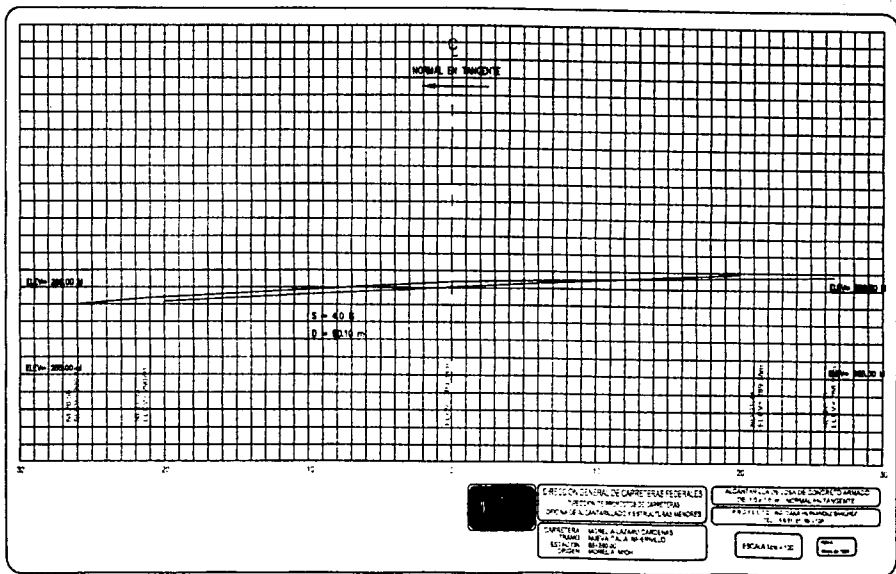
AREA POR DRENAR	47.87 MAS
COEF. ESCURRIMIENTO	0.60
AREA HID. NECESARIA	3.00 MM
MAT EN EL CAUCE	ARCILLA ARENOSA
ARRASTRE	HUJERAS
DRENA HACIA LA	ZOQUERA

CROQUIS DE LOCALIZACION

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Figura 36. Perfil de trabajo para el proyecto de una obra de drenaje menor



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En el perfil, se deberán graficar todos los detalles que contenga el levantamiento del eje en el registro, así como los bajos, elevación en el centro de línea, el ángulo de esviaje, los datos de los niveles con los que se referencia el eje de la obra (distancia y elevación) y la identificación del cruce, como el nombre de la carretera, el tramo, origen y por supuesto el cadenamiento correspondiente.

El primer dato que se calcula gráficamente, es la plantilla de desplante para la obra, de la cual se deberá identificar con la elevación en el eje de proyecto y la pendiente en porcentaje. Es necesario ubicar el eje de proyecto, asegurándose de si existe o no un desplazamiento de ejes entre éste y el de trazo, dato que proporciona la Oficina de Terracerías. Siempre se dibujará refiriéndose al eje de trazo y de ahí se indicará la ubicación del eje de proyecto.

De acuerdo a los datos de ancho de corona, taludes de corte o terraplén, sobreelevaciones y ampliaciones y al esviaje, se dibuja la sección de construcción que corresponde a la estación que se proyectará.

De esta forma se observan los datos que se tendrán en la sección de proyecto, y de ésta se obtienen la altura de terraplén o profundidad de corte definitivas, así como los datos de plantilla, para definir el tipo de obra que se va a proyectar, de acuerdo a las consideraciones que se han tomado previamente en el cálculo de la subrasante mínima y las características geométricas que cada tipo de obra requieren.

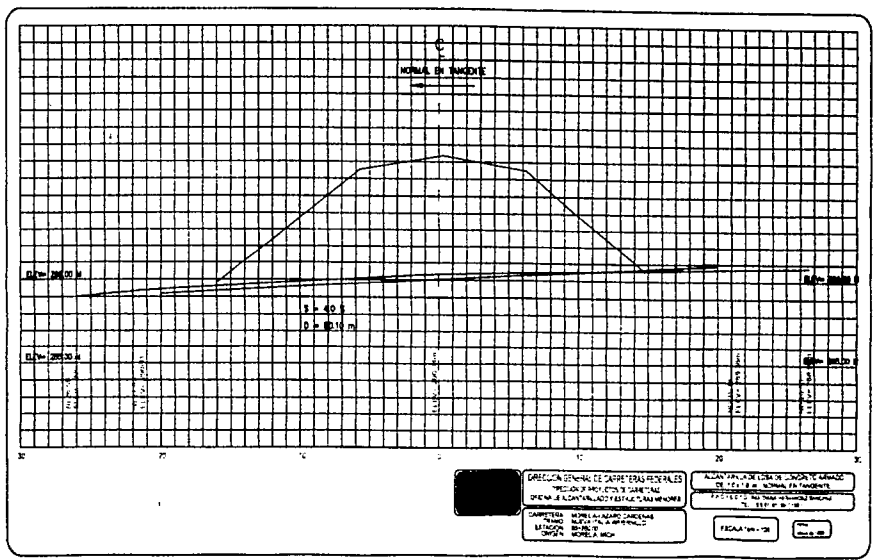
En la figura 37 se aprecia el perfil con la sección de construcción dibujada.

En este momento se está en condiciones de calcular la obra de drenaje menor, la cual se definió previamente.

De acuerdo a los criterios que ya se han comentado, se han elaborado programas de computación, los cuales contemplan los datos de los proyectos tipo, esto con la finalidad de agilizar el cálculo de la obra, sin embargo, es muy importante conocer la manera en la que se elaboraban antes de que diera inicio la era de la computación, ya que son los conocimientos en los que se basan dichos programas.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALABAZAS DE LA RANCHA

Figura 37 Perfil de trabajo con la sección de construcción.



TESIS CON  
 FALLA DE... EN

### 5.3 PASOS SUPERIORES E INFERIORES

En general los pasos son estructuras que funcionan para dar continuidad a los caminos que se ven interrumpidos por la construcción de la autopista.

Existen dos tipos de pasos, los superiores y los inferiores:

- **PASOS SUPERIORES:**

Se calculan considerando que la autopista va a cruzar por arriba de la obra, como las alcantarillas.

- **PASOS INFERIORES:**

Se calculan considerando que la autopista va a cruzar por debajo de la obra, como los puentes.

Los pasos inferiores, de una y de dos vías, así como los superiores de dos vías, los cuales funcionan para dar servicio a dos carriles, se calculan como estructuras mayores, por lo que el proyecto de éstos está a cargo de la Subdirección de Puentes.

Los pasos superiores de una vía, se subdividen de la siguiente manera:

- Pasos superiores de peatones y ganado PSPG
- Pasos superiores de maquinaria agrícola PSMA
- Pasos superiores vehiculares de una vía PSV (1 vía)

Los PSPG funcionan también como pasos de fauna silvestre y son considerados en la Evaluación de la MIA (MR) que se presenta ante la SEMARNAT, por lo que un punto importante es que se debe estudiar de acuerdo a los corredores faunísticos, ya que nunca es conveniente alterarlos, pues modifican la forma de vida en todo el ecosistema existente.

Los PSMA se consideran en zonas de tipo agrícola y los pasos superiores vehiculares de una vía, en los cruces con caminos existentes, en los que se tiene un solo carril.

Al momento de definir el proyecto de los pasos es necesario considerar el nivel de servicio de los cruces, ya que no sería factible económicamente la construcción de un paso en cada camino existente.

La geometría para cada uno de los pasos superiores que proyecta la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores es, en general la siguiente:

- PSPG L.4.0 X 2.5 m.
- PSMA L.5.0 X 3.5 m.
- PSV (1 VÍA ) L.6.0 X 4.5 m.

En la carretera: Morelia – Lázaro Cárdenas, tramo Nueva Italia – Infiernillo, se observa que en su mayoría se tienen zonas agrícolas, en las que es necesario considerar los PSMA, PSPG, y las obras que funcionarán para dar paso a los canales de riego menor.

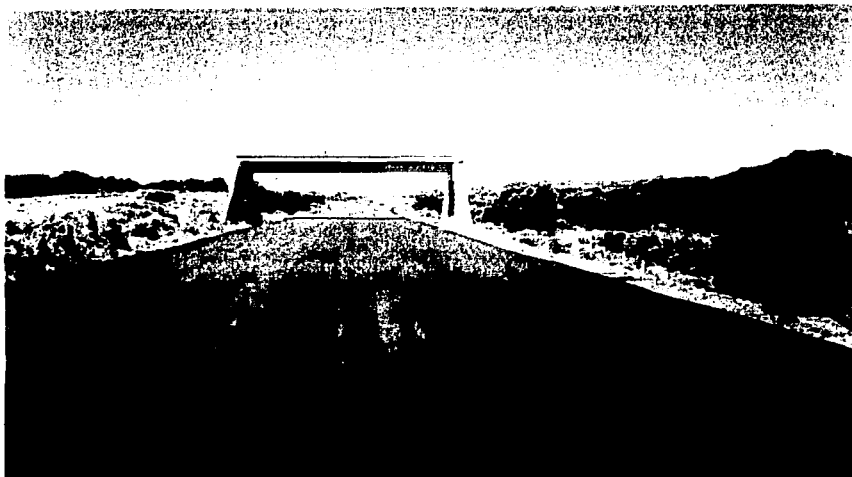


Figura 38 Paso superior vehicular de una vía

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 5.4 OBRAS AUXILIARES

Aparte de las obras de drenaje menor y las estructuras mayores, en toda obra vial es necesario considerar las **OBRAS COMPLEMENTARIAS U OBRAS AUXILIARES**, como son:

- Cunetas
- Contracunetas
- Bordillos
- Lavaderos
- Subdrenes, etc.

Estas como lo indica su nombre, complementan a las obras de drenaje menor a cumplir su función de retirar rápidamente los escurrimientos sobre la carretera.

Los estudios y proyectos de éstas, se elaboran en la Oficina de Geotécnia, de acuerdo a los tipos y características de suelos que se tienen en la zona.

Las **cunetas y contracunetas** son canales generalmente revestidos y de sección geométrica constante, que se proyectan y construyen cuando se tienen zonas de cortes, donde es más conveniente colocar éstos en forma longitudinal y paralelas al eje de la carretera, a fin de contener los pequeños escurrimientos y no dejarlos llegar hasta el corte, lo que provocaría aparte del colapso del talud, erosión y azolve de las cunetas y de las obras de drenaje.

Los **lavaderos** son obras que generalmente se construyen de concreto simple, y funcionan como alivio a las cunetas o las contracunetas, colocándolos a distancias constantes, generalmente a cada 300 o 500 m, dependiendo de las condiciones de escurrimiento.

Los **bordillos** sirven para encauzar los escurrimientos sobre la corona en zona de terraplenes hacia los lavaderos.

## CAPITULO VI

### PROYECTO DEFINITIVO DE ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS MENORES

Se trabajara sobre el proyecto definitivo de las obras de drenaje menor considerando los criterios anteriormente mencionados y aplicándolos a ejemplos específicos de la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas.

#### 6.1 OBRAS DE DRENAJE

Se describirá paso a paso el procedimiento analítico para el proyecto de una obra de drenaje menor. Aunque en la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores se utilizan programas de computación para el cálculo de las alcantarillas y pasos, éstos se basan en dicho procedimiento.

Se trata del cruce en la estación 74+674.050, del cual se reportan de campo los siguientes datos:

Estación :	74+6774.050
Cruce :	0°37'10" Der en tangente.
Área por drenar: (Se supone para el ejemplo)	3.0 Has.
Obra propuesta:	Tubo de Concreto de 0.90 m Ø

El área por drenar se verifica en las fotografías aéreas o en la restitución fotogramétrica y en el caso de que el tamaño de la cuenca sea más grande que la que se aprecia en éstas, se recurre a la carta de INEGI escala 1:50,000.

Para el caso del ejemplo supondremos que el área reportada se verifica, por lo que se procede al cálculo del área hidráulica necesaria, para lo cual se puede utilizar el método empírico de Tálbot, o el Método Racional que se basa en las isoyetas, las cuales se pueden consultar en bibliografía editada por la Dirección General de Servicios Técnicos de la misma SCT.

Hablando estrictamente de obras de drenaje menor, si se estudia una misma cuenca por los dos métodos, se obtienen áreas hidráulicas necesarias muy diferentes, siendo menor el dato por el Método Racional y por experiencia, se ha observado que al obtenido por éste, es necesario aplicar un factor de seguridad pues el mismo se deriva únicamente de las estadísticas sobre las precipitaciones en áreas definidas y es necesario considerar los arrastres, azolves, etc.; los cuales son muy difíciles de cuantificar pues dependen de muchos factores que no son constantes aún tratándose de un mismo cruce y existe la posibilidad de proyectar una obra sobredimensionada.



En el caso en el que se utiliza el Método de Tálbot, se obtienen áreas mayores, aparentemente sobradas, sin embargo, ya no se requiere ampliar el área hidráulica necesaria (AHN) obtenida, esto por supuesto se ha verificado a través de los años, directamente en el campo.

Siguiendo con el ejemplo, y considerando el Método de Tálbot el cálculo del AHN:

Área por drenar = 3.0 Has.

Coefficiente de Tálbot de acuerdo al tipo de terreno en la zona del cruce = 1.0

Fórmula de Tálbot:  $a = 0.183 \cdot C \cdot (A^2)^{\uparrow (1/4)}$

Área Hidráulica Necesaria (AHN) = 0.4176 m<sup>2</sup>

Por lo que se define que se requiere de un tubo de concreto de 0.90 m de diámetro (T.C.0.90 m. Ø) o de una losa de 1.5 x 1.0 m.

Del proceso electrónico, se derivan los datos correspondientes a la sección geométrica en el cruce, y corresponden a los siguientes:

Elevación de Subrasante:	200.87 m
Espesor de Pavimento:	0.40 m
Semicorona izquierda	6.0 m
Semicorona derecha	6.0 m
Sobreelevación izquierda	-2.0 %
Sobreelevación derecha	-2.0 %
Talud izquierdo	1.70 x 1.0
Talud derecho	1.70 x 1.0

Por encontrarse sobre una tangente, no se tienen ampliaciones, además, no se menciona que se requieren muros de contención, o pasos de peatones o vehiculares.

Con estos datos se dibuja dicha sección sobre el perfil de trabajo y se procede a definir la plantilla de manera gráfica. Figura 39

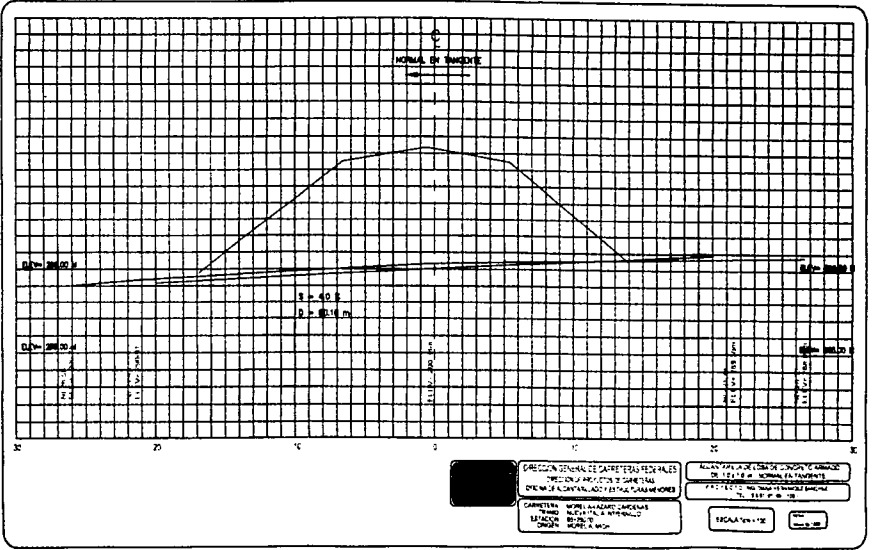


Figura 39 Perfil de la obra con seccion de construcción

En este caso la sección nos permite proyectar un tubo de 0.90 m de diámetro o una losa de 1.5 x 1.0 m, pues la pendiente y la altura de terraplén corresponden a los mencionados en el primer capítulo.

Para el cálculo de la longitud de obra se debe considerar el ángulo de esviaje del eje de trazo de dicha obra, por lo que se llamarán Y1 y Y2 a las semicoronas esviadas considerando la figura 40:

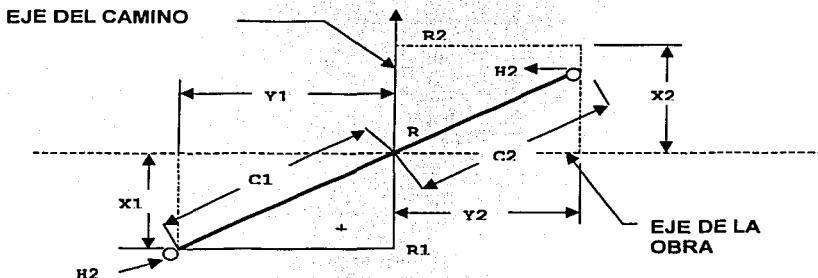


Figura 40 Criterio para seleccionar el signo del esviaje en el cálculo de la longitud de obra.

Y1, Y2	semicorona normal
C1, C2	semicorona esviada
H1, H2	Hombro izquierdo y derecho respectivamente
R, R1, R2	Elevaciones de rasante
± P	Pendiente de la carretera

En el caso de que la obra sea normal:  $Y1 = C1$   
 $Y2 = C2$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Para el espesor de la obra, ver la figura 41:

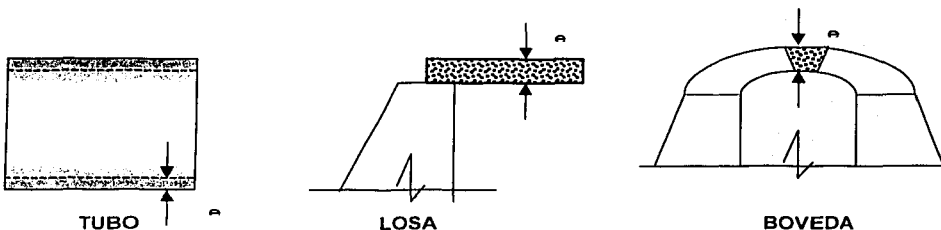


Figura 41. Dimensiones que corresponden al espesor en el cálculo de la longitud de obra.

Dado que el presente trabajo describe el procedimiento para el proyecto de las obras de drenaje menor de un tramo de carretera específico, y no se trata de un manual de procedimientos, solamente se mencionarán las fórmulas necesarias para los cálculos correspondientes, sin hacer las deducciones de las mismas y se abundará únicamente en los puntos que sean necesarios para la comprensión del tema.

Las fórmulas utilizadas para los cálculos de la longitud de obra, se presentan en la figura 42 las cuales son utilizadas una vez que ya se ha definido el tipo de obra de acuerdo a todos los elementos que se han mencionado en los capítulos anteriores.

**FORMULAS PARA EL CALCULO  
DE LONGITUD DE OBRA**

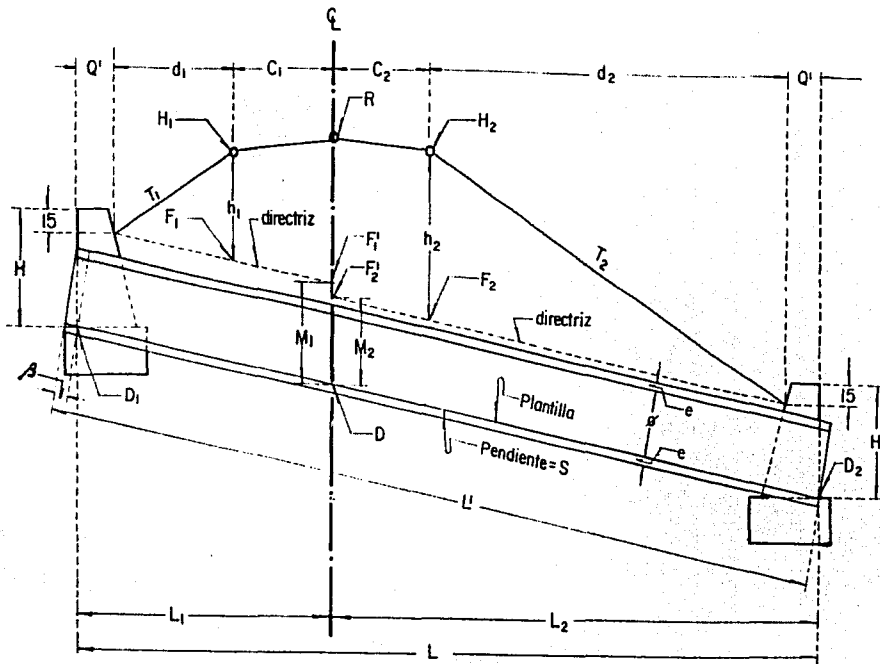
<b>SECCION DE TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA</b>			
$X1 = \pm (Y1 \text{ TAN } e)$	TAN e	$X2 = \pm (Y2 \text{ TAN } e)$	(-) DEL LADO DEL ENVIAJE
$C1 = Y1 / \text{COS } e$	COS e	$C2 = Y2 / \text{COS } e$	
$R1 = R \pm X1 p$	SEN e	$R2 = R \pm X2 p$	CONSERVAR EL SIGNO ALGEBRAICO DE p
$H1 = R1 \pm Y1 W1$		$H2 = R2 \pm Y2 W2$	CONSERVAR SIGNO ALGEBRAICO DE W
$\text{COS } e \pm K =$	Tn	$\text{COS } e \pm K =$	
$T1 = Tn / (\text{COS } e \pm K)$	$K = p \text{ Tn SEN } e$	$T2 = Tn / (\text{COS } e \pm K)$	CONSERVAR SIGN DE p DE LADO DEL ENVIAJE
<b>LONGITUD DE OBRA</b>			
$1 / T1 =$	$M = H - 0.15$	TUBOS	$1 / T2 =$
$1 / T1 \pm S =$	$M = H + a + b$	LOSAS	$1 / T2 \pm S =$
$F1 = F1 + (C1 S)$	$M1 = M \pm O' S$		$F2 = F2 + (C2 S)$
$h1 = H1 - F1$	$F1 = D + M1$		$h = H2 - F2$
$d1 = h1 / (1 / T1 \pm S)$	$O' = Q / \text{COS } e$		$d2 = h2 / (1 / T2 \pm S)$
$L1 = C1 + d1 + O'$		$L = L1 + L2$	$L2 = C2 + d2 + O'$
$a = \sqrt{S^2 + 1}$		$L' = L \alpha + \beta$	$\beta = (\Phi + \text{esp}) S$
	TRAMOS DE 1.25	m. DIR =	m
<b>CONSIDERAR (+) PARA LA ENTRADA, (-) PARA LA SALIDA</b>			
<b>AJUSTE A NÚMERO CERRADO DE TRAMOS</b>			
$K = d1 / (d1 + d2)$	$A = K d1$	$B = K d2$	
$h1 = h1 / (k d1)$		$h2 = h2 / (k d2)$	
$d1 = d1 + A$		$d2 = d2 + B$	
$L1 = C1 + d1 + O'$	$L' = L1 + L2$	$L2 = C2 + d2 + O'$	
$T1 = d1 / (h1 \pm d1 S)$	$L = L' \alpha + \beta$	$T2 = d2 / (h2 \pm d2 S)$	
<b>CONSIDERAR (+) PARA LA ENTRADA, (-) PARA LA SALIDA</b>			

Figura 42. Fórmulas para el cálculo de longitud de obra

Un criterio importante es uniformizar en lo posible el tipo de obra, por lo que se deberán considerar los otros cruces, para el ejemplo haremos el proyecto para los dos tipos de obra con el fin de describir ambos procedimientos. Comenzaremos por el T.C.0.90 m. Ø.

Comercialmente, los tubos se fabrican en tramos de 1.25 m, por lo que una vez calculada la longitud de obra de acuerdo a la sección geométrica, es necesario ajustarla a tramos cerrados de tubo, ya que no es recomendable cortarlos, en especial los de concreto, pues se pierden las propiedades de resistencia. Ver figuras 43 y 44.

Figura 43 Ajuste por pendiente de plantilla diferente a cero



LONGITUD DE OBRA : TUBOS  
ELEVACION

SE CON  
FV DE INGEN



DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS  
OFICINA DE ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS MENORES

**CALCULO DE LONGITUD DE OBRA**

CARRETERA	MORELIA - LAZARO CARNERAS
TRAMO	NUEVA ITALIA - INFIERNILLO
ORIGEN	ENTRONQUE ZIRIMICUARO, MICH
ALCANTARILLA DE	TUBO DE CONCRETO 0.90 m. Ø
ESTACION	79+674.050
ESV	0°37'10" DER

**DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE ( SECCION NORMAL )**

SUBRASANTE	200.87 m	ESPESOR DE REVESTIMIENTO	0.40 m	RASANTE DE CALCULO	201.27 m
SEMICORONAS	SOBRE ELEVACIONES				
Y1	6.00 m	W1	-2.00%	PENDIENTE LONGITUDINAL DE CARRETERA	2.65%
Y2	6.00 m	W2	-2.00%		

**SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA**

Y1	0.00358	Tan e	0.01076	X2	-0.06458
C1	6.00035	Cos e	0.99994	C2	6.00035
H1	201.27770	Sen e	0.01076	R2	201.26829
H1	201.15770			H2	201.14830
COS e - K	0.99946	Ta	1.70	Cos e - K	1.00043
T1	1.70992	K	0.000485	T2	1.69928

**LONGITUD DE OBRA**

<b>DATOS DEL CAUCE</b>	PENDIENTE	1.60%	ESPESOR	0.16 m
	ELEVACION	196.80 m	DIRECCION (D)	0.15 m
1011	0.58792 M	1.25000 O	0.24000 1/T2	0.58849
(111) - S	0.57792 M1	1.24760 M2	1.25210 (1/T2) - S	0.58849
F1	1977.98760 F1	198.04760 F2	198.05240 F2	198.11240
H1	3.16410 G	0.24000 O S	0.00210 h2	3.03590
H2	5.42532		h2	5.07263
H3	11.71500 L	23.02760	L2	11.31263
L	1.60095 L	23.0487%	L	0.01000
LT	22.59960 DR	0.53880	Para TOTAL DE TRAMOS	18.00 a 1.25 m

**AJUSTE A NUMERO CERRADO DE TUBOS**

1011	3.16410	L1		H2	3.03590
L1	5.79547	T1 + T2		d'	3.81353
L2	11.43510	L'	22.48890	L'2	11.05353
L'		LT	22.50000	LT2	
T	0.1545			T'2	1.61108

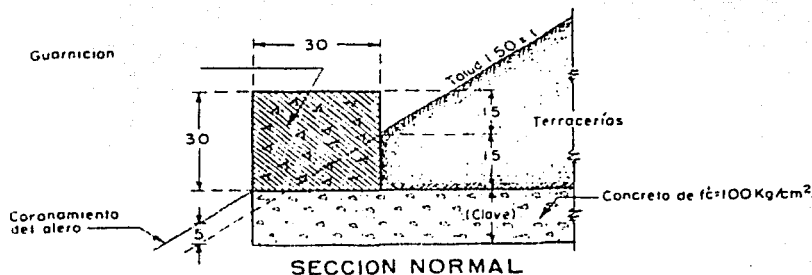
Elevacion	salida 196.69 m	CL elevacion	196.80 m	Elevacion	entrada 196.91 m
<b>Datos complementarios</b>		Colchon en CL	3.47 m	Clasificacion del terreno	( 00 - 60 - 20 )
Calculo				Fecha	

Figura 44 Cálculo de longitud de obra de un tubo de concreto

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Los volúmenes de concreto de los muros de cabeza se obtienen de los proyectos tipo.

El procedimiento para el cálculo de la longitud de obra en losas, cajones y bóvedas es el mismo, solamente que en éstas se considera la dimensión del ancho de la guarnición que es la estructura que contiene el terraplén sobre la obra y no se hace ningún ajuste en la longitud total, a menos que se trate de piezas prefabricadas. Figuras 45 y 46.



RADIO cm	VOLUMEN TOTAL DE:	
	TINPANOS m <sup>3</sup>	GUARNICIONES m <sup>3</sup>
50	0.100	0.300
75	0.200	0.400
100	0.300	0.500
125	0.400	0.600
150	0.600	0.700
175	0.800	0.800
200	1.000	0.900

Figura 45 Sección tipo de guarniciones para bóvedas

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS  
OFICINA DE ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS MENORES

**CALCULO DE LONGITUD DE OBRA**

CARRETERA MORELIA - LAZARO CARDENAS  
TRAMO NUEVA ITALIA - INFIERNILLO  
ORIGEN ENTRONQUE ZIRIMICUARO, MICH ESTACION 79+671.050  
ALCANTARILLA DE BOVEDA DE 1.0 x 1.0 m. ESV 0'37"10" DER

**DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE ( SECCION NORMAL )**

SUBRASANTE 200.97 m. ESPESOR DE REVESTIMIENTO 1.10 m. RASANTE DE CALZADO 201.27 m.  
SEMICORONA SOBREELEVACIONES  
V1 6.00 m. VV1 -2.00% PENDIENTE LONGITUDINAL DE LA CARRETERA 2.65%  
V2 6.00 m. VV2 -2.00%

**SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA**

X1	0.06458	Tan e	0.01076	X2	0.06458
C1	0.09035	Cos e	0.9994	C2	0.09035
H1	201.27170	Sen e	0.01076	H2	201.26829
H1	201.15170			H2	201.14830
COS e - K	0.99946	T e	1.70	COS e - K	1.06343
L1	1.70652	K	0.00045	T2	1.69928

**LONGITUD DE OBRA**

<b>DATOS DEL CAUCE</b>	PENDIENTE	1.00%	ESPAESOR	1.20	ESPAESOR	0.25 m
	ELEVACION	196.00 m	DIRECCION (H)			0.10 m

1.11	0.58792 M	1.75000 Q	0.30000 1/12	0.58849
1.11 S	0.57792 M	1.74700 M2	1.75000 (1/12) S	0.59849
F1	198.48700 F1	198.54700 F12	199.35000 F2	199.61000
H1	2.86470 C1	0.30000 C1S	0.00300 1/2	2.57870
H1	4.61605		02	4.24117
L1	0.01000 L	01.15000	L2	12.54117
L1		L	3	
L1		D1-	TOTAL DE TRAMOS	

**AJUSTE A NUMERO CERRADO DE TUBOS**

H1		1 R		12'
H1		1 1/2		12'
H1		1		12'
H2		1 1/2		12'
H3		1 1/2		12'

Plano original salida 196.00 m. CL elevacion 196.80 m. Elevacion entrada 196.95 m.  
**Datos complementarios** Calchac en CL 2.72 m. Clas. basen del terreno (100 - 80 - 20) -  
 Calculo Fecha

Figura 46. Cálculo de longitud de obra de bóveda de 1.0 x 1.0 m.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En el caso de este tipo de obra es preciso el cálculo de las dimensiones de los aleros que son estructuras que trabajan por gravedad y sirven para contener los conos de derrame del material que forma el terraplén, a la entrada y a la salida de las losas. Así también en los cajones y bóvedas, y el procedimiento de cálculo es el mismo en las tres. (Figura 47) En el caso de los tubos, esta función la tienen los muros de cabeza.

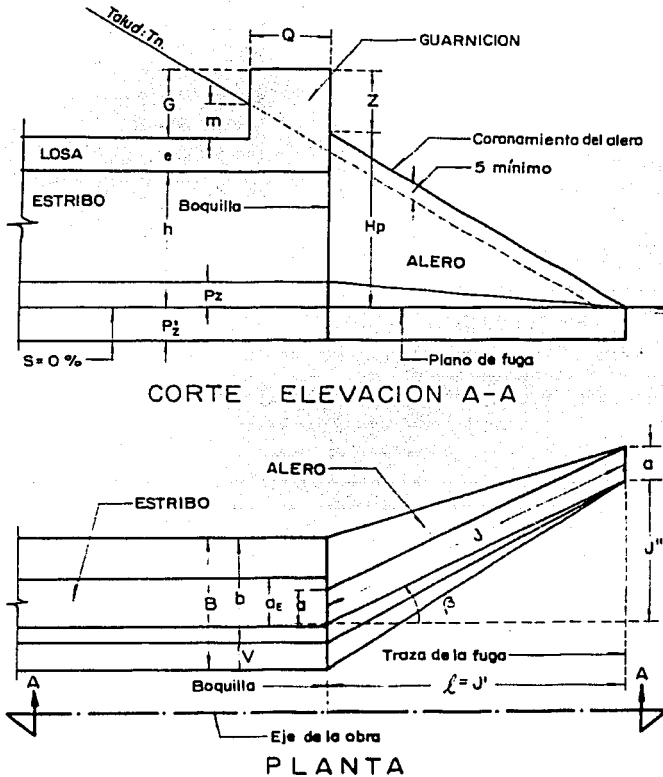


Figura 47. Vista en elevación y planta de aleros

El procedimiento para el cálculo de los aleros se aprecia en la figura 48.

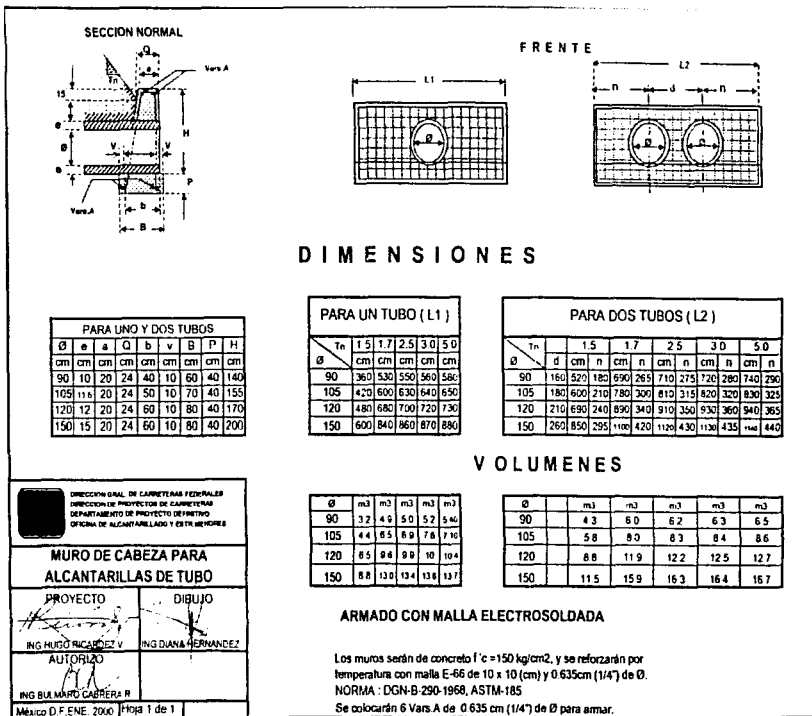
FORMULAS PARA EL CALCULO DIMENSIONAL DE LOS ALEROS			
CONDICION			
$i = g''$		$\text{Cot } \beta = 1.73205 + 2 \text{ Tan } e$	
LADO IZQUIERDO		LADO DERECHO	
$H_1 = h \pm (OS)$		$H_2 = h \pm (OS)$	
$Hr_1 =$		$Hr_2 =$	
LONGITUD Y PROYECCIONES			
$H_1 - Hr_1 =$		ANGULOS	FUNCIONES
$\frac{1}{I_1} \pm S =$		$e =$	$\text{Tang } =$
$I_1 = \frac{H_1 - Hr_1}{\frac{1}{I_1} \pm S}$		$(\beta + e) =$	$\text{Cos } =$
$O_1 = I_1 \times \text{Cos } e$		$\beta =$	$\text{Cos } =$
$I_1 = \frac{n_1}{\text{Cos } (\beta + e)}$		$(OC - e) =$	$\text{Sen } =$
$I_1' = I_1 \times \text{Cos } \beta$		$OC = 311^\circ 00'$	$\text{Cos } = 0.86603...$
$I_1'' = I_1 \times \text{Sen } \beta$			$\text{Sen } = 0.50000$
$Q_1 = \frac{n_1}{\text{Cos } (OC - e)}$			
$Q_1' = Q_1 \times \text{Cos } OC$			
$Q_1'' = Q_1 \times \text{Sen } OC$			
$H_2 - Hr_2 =$		$\frac{1}{I_2} \pm S =$	
$\frac{1}{I_2} \pm S =$		$I_2 = \frac{H_2 - Hr_2}{\frac{1}{I_2} \pm S}$	
$O_2 = I_2 \times \text{Cos } e$		$I_2 = \frac{n_2}{\text{Cos } (\beta + e)}$	
$I_2 = \frac{n_2}{\text{Cos } (\beta + e)}$		$I_2' = I_2 \times \text{Cos } \beta$	
$I_2' = I_2 \times \text{Cos } \beta$		$I_2'' = I_2 \times \text{Sen } \beta$	
$I_2'' = I_2 \times \text{Sen } \beta$		$Q_2 = \frac{n_2}{\text{Cos } (OC - e)}$	
$Q_2 = \frac{n_2}{\text{Cos } (OC - e)}$		$Q_2' = Q_2 \times \text{Cos } OC$	
$Q_2' = Q_2 \times \text{Cos } OC$		$Q_2'' = Q_2 \times \text{Sen } OC$	
$Q_2'' = Q_2 \times \text{Sen } OC$			
DIMENSIONES			
EN EL ARRANQUE		EN EL RECORTE	
NORMALES	NORMALES	FSVIAJADAS	AUXILIARES
$a =$	$q_1 = a$	$n' =$	$H_p = h + e + G - Z \text{ (L y C)}$
$h =$	$Br = a + K(B - a)$		$H_r = h + r + e + m(B)$
$b =$	$(b) = a + K(b - a)$		$Y = \frac{1}{2} \times \text{Tang } e$
$V_1 =$	$V_1r = V_2 \times K$		$h =$
$P_1 =$	$P_1r = P_2 \times K$		$O_e = a + \frac{E(b + O_1r_1 - g)}{H_p}$
$P_1' =$	$P_1'r = P_1'$		$K = \frac{H_r}{H_p}$
$P_1'' =$	$P_1'r =$		$O_n = \frac{g}{\text{Cos } e} \times \text{Cos } (\beta + e)$

Figura 48 Fórmulas para cálculo de aleros.

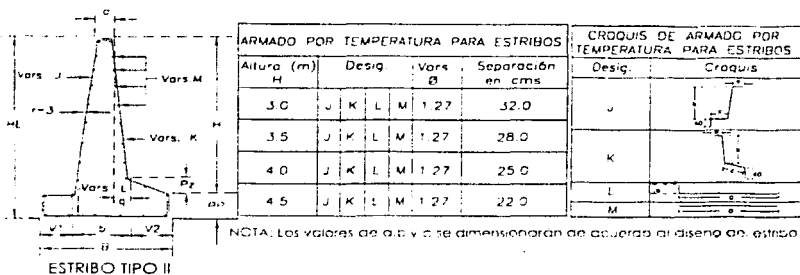
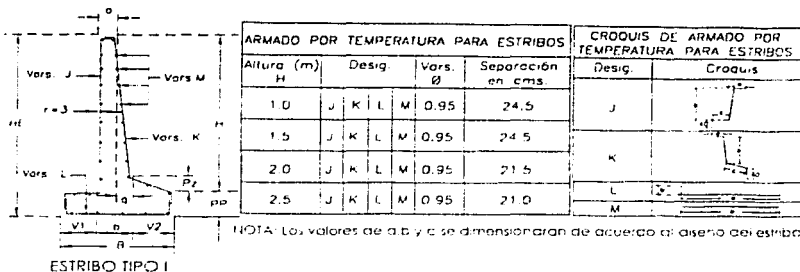
TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Es importante mencionar que los muros de cabeza en las obras a base de tubos y los estrbos en las obras a base de losa, se arman con acero por temperatura a fin de prevenir posibles fisuras, los cuales se trabajan con proyectos tipo. Figuras 49 y 50.

Figura 49. Proyectos tipo de acero por temperatura para muros de cabeza



RESIS CON FALLA DE ORIGEN



**ESPECIFICACIONES**

Se aplican las Normas para Construcción e Instalación que se encuentran referenciadas en particular a las siguientes tablas:

- 3 01 02 02 Estructuras para Estructuras
- 3 01 02 03 Muros
- 3 01 02 04 Concreto Hidráulico
- 3 01 02 06 Acero para Concreto Hidráulico
- 3 01 02 08 Estructuras de Concreto Reforzado

**MATERIALES**

Deberán ser aceptados por la D.G.C.F. y cumplir las especificaciones:

- Cemento Portland 3 01 4 01 02 004 B
- Agregados para Concreto 3 01 4 01 02 004 F
- Agua para Concreto 3 01 4 01 02 004 G
- Varilla de Acero para Refuerzo de Concreto 3 01 4 01 02 005 D
- Tipos A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AN, AO, AP, AQ, AR, AS, AT, AU, AV, AW, AX, AY, AZ, BA, BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL, BM, BN, BO, BP, BQ, BR, BS, BT, BU, BV, BW, BX, BY, BZ, CA, CB, CC, CD, CE, CF, CG, CH, CI, CJ, CK, CL, CM, CN, CO, CP, CQ, CR, CS, CT, CU, CV, CW, CX, CY, CZ, DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG, DH, DI, DJ, DK, DL, DM, DN, DO, DP, DQ, DR, DS, DT, DU, DV, DW, DX, DY, DZ, EA, EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ, EK, EL, EM, EN, EO, EP, EQ, ER, ES, ET, EU, EV, EW, EX, EY, EZ, FA, FB, FC, FD, FE, FF, FG, FH, FI, FJ, FK, FL, FM, FN, FO, FP, FQ, FR, FS, FT, FU, FV, FW, FX, FY, FZ, GA, GB, GC, GD, GE, GF, GG, GH, GI, GJ, GK, GL, GM, GN, GO, GP, GQ, GR, GS, GT, GU, GV, GW, GX, GY, GZ, HA, HB, HC, HD, HE, HF, HG, HH, HI, HJ, HK, HL, HM, HN, HO, HP, HQ, HR, HS, HT, HU, HV, HW, HX, HY, HZ, IA, IB, IC, ID, IE, IF, IG, IH, II, IJ, IK, IL, IM, IN, IO, IP, IQ, IR, IS, IT, IU, IV, IW, IX, IY, IZ, JA, JB, JC, JD, JE, JF, JG, JH, JI, JJ, JK, JL, JM, JN, JO, JP, JQ, JR, JS, JT, JU, JV, JW, JX, JY, JZ, KA, KB, KC, KD, KE, KF, KG, KH, KI, KJ, KL, KM, KN, KO, KP, KQ, KR, KS, KT, KU, KV, KW, KX, KY, KZ, LA, LB, LC, LD, LE, LF, LG, LH, LI, LJ, LK, LL, LM, LN, LO, LP, LQ, LR, LS, LT, LU, LV, LW, LX, LY, LZ, MA, MB, MC, MD, ME, MF, MG, MH, MI, MJ, MK, ML, MM, MN, MO, MP, MQ, MR, MS, MT, MU, MV, MW, MX, MY, MZ, NA, NB, NC, ND, NE, NF, NG, NH, NI, NJ, NK, NL, NM, NN, NO, NP, NQ, NR, NS, NT, NU, NV, NW, NX, NY, NZ, OA, OB, OC, OD, OE, OF, OG, OH, OI, OJ, OK, OL, OM, ON, OO, OP, OQ, OR, OS, OT, OU, OV, OW, OX, OY, OZ, PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, PH, PI, PJ, PK, PL, PM, PN, PO, PP, PQ, PR, PS, PT, PU, PV, PW, PX, PY, PZ, QA, QB, QC, QD, QE, QF, QG, QH, QI, QJ, QK, QL, QM, QN, QO, QP, QQ, QR, QS, QT, QU, QV, QW, QX, QY, QZ, RA, RB, RC, RD, RE, RF, RG, RH, RI, RJ, RK, RL, RM, RN, RO, RP, RQ, RR, RS, RT, RU, RV, RW, RX, RY, RZ, SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, SJ, SK, SL, SM, SN, SO, SP, SQ, SR, SS, ST, SU, SV, SW, SX, SY, SZ, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG, TH, TI, TJ, TK, TL, TM, TN, TO, TP, TQ, TR, TS, TT, TU, TV, TW, TX, TY, TZ, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG, UH, UI, UJ, UK, UL, UM, UN, UO, UP, UQ, UR, US, UT, UY, UZ, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG, VH, VI, VJ, VK, VL, VM, VN, VO, VP, VQ, VR, VS, VT, VU, VV, VW, VX, VY, VZ, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG, WH, WI, WJ, WK, WL, WM, WN, WO, WP, WQ, WR, WS, WT, WU, WV, WW, WX, WY, WZ, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH, XI, XJ, XK, XL, XM, XN, XO, XP, XQ, XR, XS, XT, XU, XV, XW, XX, XY, XZ, YA, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, YI, YJ, YK, YL, YM, YN, YO, YP, YQ, YR, YS, YT, YU, YV, YW, YX, YY, YZ, ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF, ZG, ZH, ZI, ZJ, ZK, ZL, ZM, ZN, ZO, ZP, ZQ, ZR, ZS, ZT, ZU, ZV, ZW, ZX, ZY, ZZ

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA  
 DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS  
 DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE CARRETERAS  
 GERENTE DE PROYECTOS DE CARRETERAS

ARMADO TIPO POR TEMPERATURA PARA ESTRIBOS

Jefe de Departamento

Ing. Rogelio Barrera Córdova

Ing. Raúl Vasco Buenavista

Figura 50. Proyectos tipo para armado por temperatura para estribos de Concreto.

TESIS CON FALTA DE ORIGEN

## 6.2 PASOS SUPERIORES E INFERIORES

Como se ha mencionado, los pasos inferiores de una y dos vías, están a cargo de la Dirección de Puentes, por lo que nos enfocaremos a los pasos superiores de peatones y ganado, de maquinaria agrícola y vehiculares de una vía.

Para el cálculo de las obras que funcionarán como pasos superiores, se debe profundizar de 0.25 a 0.50 m como mínimo a fin de garantizar la estabilidad y capacidad de carga requeridas por los proyectos tipo existentes a menos que la información proporcionada por la Oficina de Proyecto Geotécnico indique que el suelo en la zona de cruce es a base de roca.

Los pasos superiores para peatones y ganado se profundiza 0.25 m, los de maquinaria agrícola y los vehiculares de una vía 0.50 m.

En el cálculo de la longitud de obra se deberá considerar dicha profundidad, así como en el cálculo de los aleros con el fin de dimensionar la cimentación correspondiente. La dimensión de la profundidad se considera en la fórmula de  $M = H + e + b$  – dimensión que se va a profundizar.

A continuación se ejemplifica el cálculo de la longitud de obra y el de los aleros para una losa de 4.0 x 2.5 m, la cual funcionará como paso superior de peatones y ganado.





SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES

CALCULO DIMENSIONAL DE ALEROS PARA ESTRUCTURA MENOR

OBRA VIAL Carretera Federal - Toluca - Texcoco

TRAMO 11.50 - 12.50 DE km 6.7100 A km 804.000

SUBTRAMO 11.50 - 12.50 ORIGEN Carretera Federal - Toluca

ALCANTARILLA DE 11.50 - 12.50 ESTACION 741614.000

PLANTA

ELEVACION

Sen. del escuadramiento

Losa con armado 1/10  
Concreto 16 = 16.0 kg/cm<sup>3</sup>

CONDICION: "1" g Cot  $\beta = 1.7205 \cdot 2 \tan \alpha$

LADO IZQUIERDO		LADO DERECHO	
H <sub>1</sub> 3.10	H <sub>11</sub> 0.00	H <sub>2</sub> 3.10	H <sub>21</sub> 0.25

LONGITUDES Y PROYECCIONES			
ANGULOS	FUNCIONES		H - H <sub>1</sub> 2.85
1: $\alpha = 8.37^\circ$	Tan	0.14716	L + S = 10.04840
2: $\beta = 3.22^\circ$	Cot	17.7112	1: 1.76
3: $\beta = 3.22^\circ$	Cot	17.7112	2: 0.25
4: $\beta = 3.22^\circ$	Cot	17.7112	3: 1.99
5: $\beta = 3.22^\circ$	Sen	0.56867	4: 2.73
6: $\beta = 3.22^\circ$	Sen	0.56867	5: 0.47
7: $\beta = 3.22^\circ$	Cot	17.7112	6: 1.73
8: $\beta = 3.22^\circ$	Cot	17.7112	7: 2.73
9: $\beta = 3.22^\circ$	Sen	0.56867	
10: $\beta = 3.22^\circ$	Sen	0.56867	

DIAMENSIONES DE LA SECCION

EN EL ARRANQUE		EN EL CERTE			AUXILIARES
NORMALES		NORMALES	ESVIAJADAS		
H	3.10	H	A		H <sub>0</sub> = 3.10
L	0.00	L	B		Luz <sub>0</sub> = 2.00
V	0.00	V	P		V = 0.00
P	0.00	P	V		N = 2.50
P <sub>1</sub>	0.00	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>		R <sub>1</sub> = 0.14
P <sub>2</sub>	0.00	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>		K
P <sub>3</sub>	0.00	P <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>		a

DATOS DIMENSIONALES

Por del desahue 0.25 m. Fatiga recomendada 1.0 kg/cm<sup>2</sup>. Clasif. del terreno

NOTAS

CALCULO \_\_\_\_\_ REVISO \_\_\_\_\_ APROBADO \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

FORMA 150-11-116

Figura 52 Cálculo de aleros para losa de 4.0 x 2.5 m.

LESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### 6.3 OBRAS COMPLEMENTARIAS

Como se mencionó en el capítulo V, las obras complementarias son:

- Cunetas
- Contracunetas
- Bordillos
- Lavaderos
- Subdrenes, etc.

Al igual que las obras de drenaje menor, las obras complementarias se proyectan de acuerdo a proyectos tipo, considerando las características específicas del suelo como la permeabilidad, y las condiciones geométricas del proyecto de la carretera, de esta manera se define el número de lavaderos si se requiere de subdrenes, la longitud de las cunetas y si se necesita la construcción de contracunetas.

En el caso de Morelia – Lázaro Cárdenas, en el tramo Nueva Italia – Infiernillo del km 60+000 al km 80+000, en general, se tiene un suelo de arcilla arenosa de alta plasticidad, consistencia firme y toba volcánica muy compacta, en su mayoría se presentan terrenos de cultivo, el corte máximo es de 20.0 m, los cuales no contemplan escurrimientos transversales, y los registros y la información de campo sobre las precipitaciones las califican como moderadas, por lo tanto, después del análisis correspondiente se determina que:

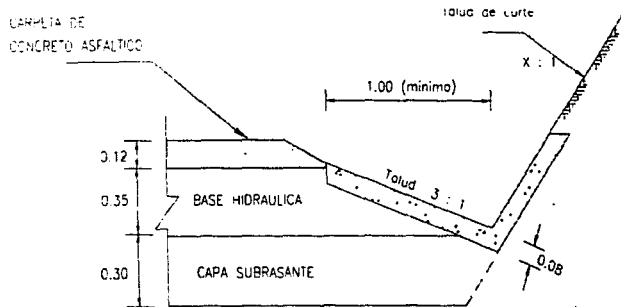
Se requiere de cunetas:

del km 60+000 al km 60+290  
del km 60+490 al km 60+850  
del km 61+050 al km 61+140  
del km 61+420 al km 61+650  
del km 63+810 al km 63+980  
del km 64+250 al km 64+540  
del km 68+620 al km 68+830  
del km 68+950 al km 69+140  
del km 69+390 al km 69+950  
del km 70+850 al km 71+200  
del km 71+600 al km 72+020  
del km 73+720 al km 73+900  
del km 74+740 al km 75+000  
del km 75+350 al km 75+520  
del km 76+010 al km 76+780  
del km 77+000 al km 77+070  
del km 77+460 al km 77+700  
del km 79+030 al km 79+180  
del km 79+280 al km 79+480  
del km 79+690 al km 79+940

las cuales se construirán de acuerdo al proyecto de la figura 53



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES  
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS



PROYECTO TIPO  
CUNETAS

CARRETERA:	MORELIA - LAZARO CARDENAS
T R A M O:	NUEVA ITALIA - INFIERNILLO
SUBTRAMO:	DE KM 61+000 A KM 75+500
ORIGEN:	ENTRONQUE ZIRIMICUARO, MICH.
FUERA DE ESCALA	Acol. en m <sup>1/100</sup> ABRIL DE 1999

Figura 53. Proyecto tipo de cuneta

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se requiere la construcción de contracunas :

del km 68+950 al km 69+140  
 del km 69+390 al km 69+950  
 del km 74+740 al km 75+000

Los lavaderos se colocarán a cada 500 m en las zonas de terraplén.

Se requieren de sub-drenes, los cuales se construirán de acuerdo a los proyectos tipo de la figura 54

Los bordillos se colocarán en todas las zonas de terraplén.

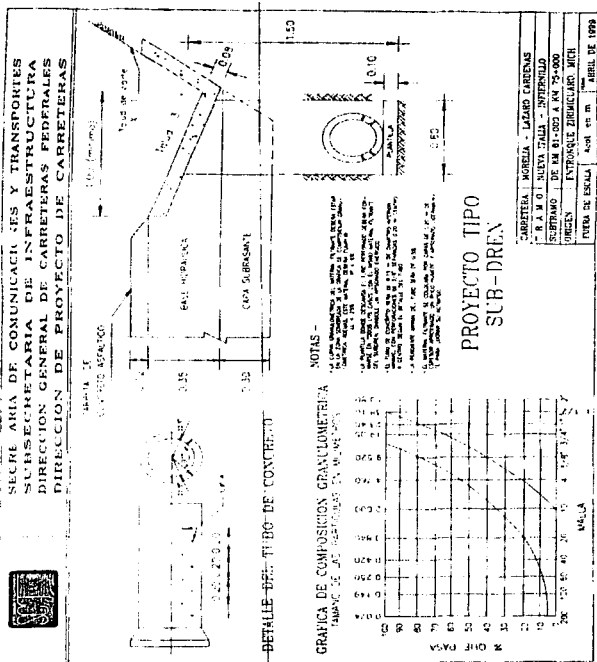


Figura 54. Proyecto tipo de sub-drenes

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## 6.4 PRESENTACION DE RESULTADOS

En ésta tesis, se describió el procedimiento analítico para el cálculo de las obras de drenaje menor, sin embargo, en la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores, como ya se ha mencionado se utilizan programas de computación, y en la presentación de los resultados se manejan procesadores de textos como Word y formatos dibujados en Excel o en Autocad.

Se observa que la longitud de obra es diferente en cada uno de los tras proyectos, así como el colchón sobre la estructura y las elevaciones a la entrada y a la salida.

Los cajones y las bóvedas de concreto armado, se presentan en varios planos de 60 x 40 cm ya que requieren de mayor detalle y especificaciones para su construcción.

Es estos planos se encuentra toda la información que se requiere para la construcción de la obra de drenaje menor, así como los volúmenes que serán generados por ésta.

También se indican las notas necesarias para cada uno de los proyectos según las características específicas de cada cruce, como por ejemplo:

- *CANAL DE ENTRADA Y DE SALIDA A JUICIO DEL INGENIERO RESIDENTE. LA EXCAVACIÓN NO INCLUYE ESTOS CANALES.*
- *LOS MUROS DE CABEZA DEBERAN ARMARSE POR TEMPERATURA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES ANEXAS.*
- *SE DEBERA COMPACTAR AL 95 % EL RELLENO BAJO EL TUBO.*

Y las notas generales del tramo se deberán anotar en el **FUNCIONAMIENTO DE DRENAJE** correspondiente, que es el informe final del proyecto definitivo de las obras de drenaje menor, en el que se deberá indicar la relación de todos los cruces con sus características hidráulicas, esvíaje y tipo de obra, además las estaciones en las que se requerirán obras mayores, PIV's, encauzamientos, canalizaciones etc.

Es recomendable que cada proyecto contenga la información del banco de nivel más cercano a fin de que todas las elevaciones sean referidas a éste.

Cada uno de los tramos proyectados debe contener: funcionamiento de drenaje, un concentrado de cantidades de obra por kilómetro y totales, proyectos tipo del armado por temperatura, información de las capacidades de carga, carta de INEGI escala 1:50,000 con las cuencas delimitadas, los proyectos constructivos, los perfiles de trabajo y los registros de nivel.

A continuación se presenta en formato electrónico las dos obras anteriormente calculadas en forma tradicional. Figuras 55, 56, 57, 58, y 59.



DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES  
COMISION DE INVENTARIOS DE CARRETERAS  
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DE TUBO

OFICINA DE ALICANTADO Y MENORES  
PRE DE OFICINA ING. ALEJANDRO VENEZUELAS  
TELEFONO 5-87-51-99 ext 128  
PROYECTISTA

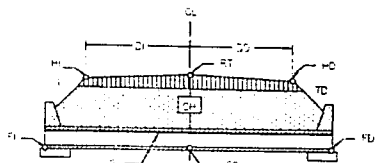
MEMBRAS DE LA CARRETERA : MURELLA - CADASO CARDENAS  
TRAMO : NUEVA ITALIA - INFERMILLO  
ALTERNATIVA : OBRERA DE 11.30 m.  
ORIGEN : ENTRA DIRECTAMENTE DE MICM.  
ESTACION : 1+4+674.150

OPERA DE OBRERA Y TUBO DE 0.90 m. DIAM.

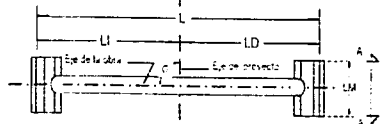
TUBO REEMPLAZO DE CONCRETO  
C = 89.63  
D = 0.90 m.  
VOLUMEN DE CONCRETO  
CONCRETO DEL TUBO  $V = 280 \text{ Kg./m}^3$   
ESTR. 17 A LA DERRECHA  
RT = 201.17 m VOL. END. (A) = 6.25 m.  
D1 = 6.00 m VOL. END. (B) = 2.96 m.  
D2 = 6.00 m VOL. END. (C) = 2.00 m.  
D3 = 1.70 X 1 A = 2.14 m.  
S = 1.00 m Q = 2.14 m.  
FC = 126.80 m b = 2.00 m.  
WT = 0.00 m Y = 2.00 m.  
BM = 0.00 m b = 2.00 m.  
RS = 201.05 m P = 0.40 m.  
RD = 120.00 m H = 1.40 m.  
TI = 1.40 X 1 LM = 3.39 m.  
TU = 1.40 X 1 VC = 3.80 m.  
LI = 11.84 m  
L1 = 11.78 m PF.TTO = 3.00 m.  
L2 = 12.05 m ELEV. = 3.00 m.  
LP = 22.10 m RP.12C = 3.00 m.  
FE = 126.69 m ELEV. = 3.00 m.  
FD = 126.71 m RP.12C = 3.00 m.  
CH = 3.47 m ELEV. = 3.00 m.  
PAT = 46.30 Kg RP.12C = 3.00 m.  
18 TUBOS DE 1.25 m ELEV. = 3.00 m  
DE LONGITUD  
MCM = 119.24 cb.

CANAL DE ENTRADA Y SALIDA A JUICIO DEL ING. RESPONSABLE.  
LA EXCAVACION NO INCLUYE LOS CANALES.

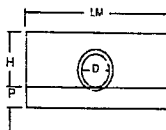
LOS MURELLAS DEBERAN ARMARSE CON ACERO PER TEMPERATURA DE  
ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES AERIAS  
MCM = MATERIAL PARA LA PROTECCION DEL TUBO  
PAT = PESO DEL ACERO POR TEMPERATURA



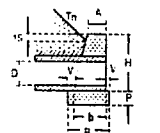
ELEVACION



PLANTA



VISTA A - A



SECCION NORMAL

ESPECIFICACIONES : Raen las de la S.C.T. de 1984

Figura 55 Proyecto constructivo de tubo de concreto de 0.90 m. Ø

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARCOS  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE OBRAS DE FERROVIA

PROYECTO DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL  
SECTOR DE FERROVIA EN EL CANTON DE SAN MARCOS  
TEMA: ESTACION DE FERROVIA  
PROYECTISTA

NOMBRE DE LA OBRA: ESTACION - LAZARO CARRONAS  
TIPO: ESTACION ITALIA - INFIERNILLAS  
ALTERNATIVA: LOSA DE 12.00 m.  
ORIGEN: ENTRA DISTRIBUCION MITM.  
ESTACION: 14+774.050  
FORMA DE EJE: LISA DE 6.00 X 2.50 m

ESPESOR DE LA LOSA DE LA CERECHA

S = 0.37 m

L = 4.50 m

H = 2.75 m

W = 0.72 m

SW = 0.15 m

ST = 0.17 m

DT = 0.20 m

ED = 0.20 m

S = 0.120 m

FW = 0.75 m

FD = 0.75 m

AD = 0.20 m

PD = 0.20 m

MD = 0.10 m

ND = 0.10 m

WD = 0.10 m

SD = 0.10 m

LD = 0.10 m

TD = 0.10 m

UD = 0.10 m

VD = 0.10 m

WD = 0.10 m

SD = 0.10 m

LD = 0.10 m

TD = 0.10 m

UD = 0.10 m

VD = 0.10 m

WD = 0.10 m

SD = 0.10 m

LD = 0.10 m

TD = 0.10 m

UD = 0.10 m

VD = 0.10 m

WD = 0.10 m

SD = 0.10 m

LD = 0.10 m

TD = 0.10 m

UD = 0.10 m

VD = 0.10 m

WD = 0.10 m

SD = 0.10 m

LD = 0.10 m

TD = 0.10 m

UD = 0.10 m

VD = 0.10 m

WD = 0.10 m

SD = 0.10 m

LD = 0.10 m

TD = 0.10 m

UD = 0.10 m

VD = 0.10 m

WD = 0.10 m

SD = 0.10 m

LD = 0.10 m

TD = 0.10 m

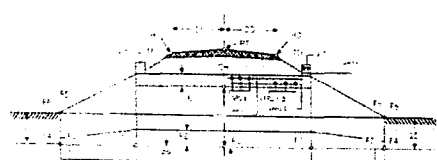
UD = 0.10 m

VD = 0.10 m

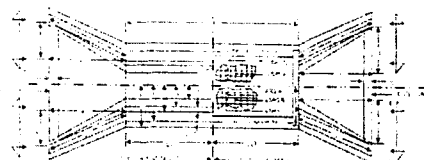
WD = 0.10 m

SD = 0.10 m

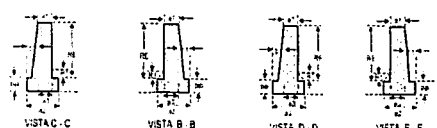
PLAN DE ELEVACION Y DE FALLA A JUICIO DEL ING. RESIDENTE. LA  
ELEVACION NO INCLuye LOS CANALES  
LOS ESTEROS DEBERAN ADHARSSE CON ALERO POR TEMPERATURA DE  
ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES ANEXAS



CORTE A-A



PLANTA



ESPECIFICACIONES ROYAL MIB 001 06 1984

Figura 56 Proyecto constructivo de losa de 4.0 x 2.5 m. Planta

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



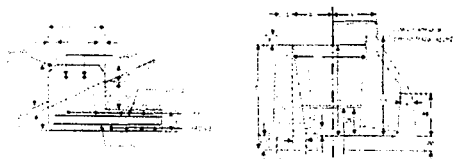
SEVICIO NACIONAL DE CONTROL DE INGENIERIA Y EJECUCION  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y EXPERIMENTACIÓN TECNOLÓGICA  
 AV. LOS CHIRICHES, N.º 10.000, LA GUAIRA, C.A. 1055

PROYECTO DE LA GUARNICIÓN DE LA TORRE DEL  
 ELEVADOR DEL TUNEL DE LA GUARNICIÓN DEL ELEVADOR  
 DEL TUNEL DE LA GUARNICIÓN DEL ELEVADOR DEL TUNEL  
 DEL TUNEL DE LA GUARNICIÓN DEL ELEVADOR DEL TUNEL  
 DEL TUNEL DE LA GUARNICIÓN DEL ELEVADOR DEL TUNEL

NOMBRE DE LA CÁMERA : TORRE - LAZARO GARCIAS  
 TIPO : TORRE ITALIA - INFERIOR  
 ALTERNATIVA : TORRE DE 12.00 m.  
 ORIGEN : EST. CIRIMICUARI, NCH.  
 ESTACION : 74+674.053

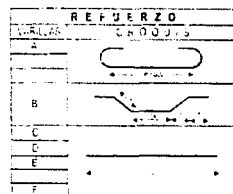
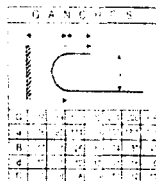
OBRA DE DRENATE : LOSA DE 4.00 X 2.50 =

Wc= 27.12 kg.	A = 2.00 m.	Wc=67.86 kg
A = 7.25 m.	AM= 3.25 m.	Ww= 10.49 m <sup>3</sup>
F =	FP= 0.50 m.	Wp= 0.75 m <sup>3</sup>
A =	AM= 0.36 m.	Wp=0.19 m <sup>3</sup>
D = 1.59 m.	AM= 0.20 m.	PACT= 281.93 Kg.
S = 0.05m.	S = 0.11 m.	
F = 2.00m.	F = 0.25 m.	
D = 4.91 m.	W= 0.30 m.	
F = 4.48 m.	W= 0.69 m.	
Ww = 55.70 kg.	F = 0.14 m.	
P = 400 kg.		
R :		
D = 1.49 m.		
S = 0.24m.		
D = 4.88 m.		
d1= 0.16 m.		
d2= 0.25 m.		
d3= 0.92 m.		
d4= 2.49 m.		
Ww = 55.70 kg.		
F = 447 kg.		
C :		
C = 1.59 m.	NIVEL	
S = 0.20m.	AF 200'	0.00 m
D = 14.02 m.	FF 100'	0.00 m
Ww = 24.95 kg.	0.00 m	0.30 m
P = 400 kg.	AF 200'	0.00 m
F :		
D = 0.95 m.		
D = 4.72 m.		
Ww = 4.08 kg.		
P = 11 kg.		
-----		
FP 2020 kg.		



DETALLE DE LA GUARNICION  
 SECCION NORMAL

VISTA F-F



PROYECTO DE LA GUARNICIÓN DEL ELEVADOR DEL TUNEL DE LA

MATERIALES : LOSA : Sección requerida de 2014, con 100 mm de espesor.

A 20, B 1, E 1, con un espesor nominal de 100 mm de espesor.

Señalar los datos de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

análisis de la estructura y la capacidad de carga de la estructura para el

Figura 57 Proyecto constructivo de losa de 4.0 x 2.5 m. Vista f-f

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉXICO  
CALLE FRENTE A LA ESTACIÓN DE FERROCARRILES  
DE GUADALUPE, CIUDAD DE MÉXICO

PROFESOR ENCARGADO DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES  
Y ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL  
ING. JOSÉ ALVARO VELAZQUEZ  
TELÉFONO: 6-57-61-69 ext. 108

PROYECTISTA

NOMBRE DE LA CASQUETERA: MORELIA - LAZARO CÁRDENAS  
TRAMO: NUEVA CALADA - INFERRANILLOS  
ALTERNATIVA: TUNEL DE 12.00 m.  
ORDEN: ENTR. SEMICIRCULAR MICR.  
ESTACION: 75+614.550

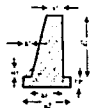
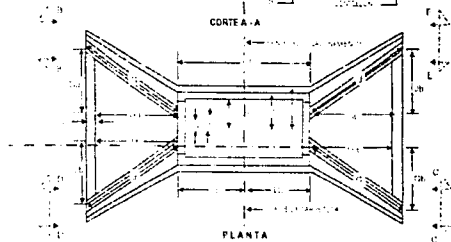
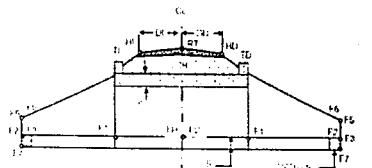
ESPA CE CRUDA: BÓVEDA DE 1.00 X 1.00 m

ESV: 0.57 A LA DERECHA

Q = 85.93	100	100	100	DER
L = 1.00 m	100	100	100	DER
M = 1.70 m				
n = 0.25 m	ALERO	ALERO	ELEV	ELEV
PR = 2.55 m				
R7=71.27 m	Ra= 1.70 m	Rb= 1.70 m	F1=195.49 m	F2=196.91 m
F1= 4.00 m	Ra= 1.70 m	Rb= 1.70 m	F2=196.85 m	F3=196.94 m
ED= 4.00 m	Ra= 1.70 m	Rb= 1.70 m	F3=196.65 m	F4=196.94 m
S1= 1.00 m	Ra= 1.70 m	Rb= 1.70 m	F4=198.74 m	F5=198.94 m
IC=16.00 m	Ra= 3.00 m	Rb= 3.00 m	F5=195.55 m	F6=196.94 m
	Ra= 3.00 m	Rb= 3.00 m	F6=196.65 m	F7=196.94 m
	Ra= 3.00 m	Rb= 3.00 m	F7=196.65 m	F8=196.94 m
	Ra= 3.00 m	Rb= 3.00 m		

SECCION B-B	VISTA	LISTA	PLANTA:
H2=4.15 m	4.00 x 1.00 m	4.00 x 1.00 m	L4= 2.30 m
L1= 10.91 m	4.00 x 1.00 m	4.00 x 1.00 m	L3= 9.83 m
L2= 15.94 m			L2= 1.25 m
L3= 21.45 m			L1= 1.50 m
T2= 1.70 X 1			X = 0.95 m
CR= 2.72 m			M = 0.95 m
			Y = 0.01 m



VISTA B-B



VISTA E-E



VISTA D-D



VISTA C-C

ESPECIFICACIONES: Disposición de la S.C.T. de 1954

Figura 58. Proyecto constructivo de bóveda de 1.0 x 1.0 m. Planta

TESIS CON  
FACULTAD DE ORIGEN





INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
SERVICIO CENTRAL DE TRÁNSITO

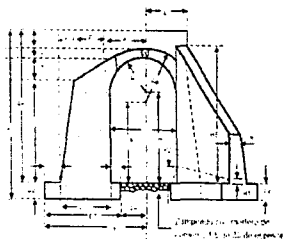
OFICINA DE ALICANTERÍA Y OBRAS DE ENLACE  
LABORATORIO DE ALICANTERÍA Y OBRAS DE ENLACE  
TELEFONO 346201 EXTEN 200  
PROYECTISTA

NOMBRE DE LA CARRETERA: CARRETERA - LAZARO CARDENAS  
TIPO: NUEVA DIALTA - INDEFINIDO  
ALTERNATIVA: OPCION DE 12.00 m.  
OPCION: Opcion: INDICACION: HIGH  
ESTACION: 7+424.652  
OBRA DE DRENAJE: BOVEDA DE 1.00 X 1.00 m.

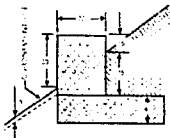
RE = 1.34 m P = 0.50 m VE = 77.45 m/h  
A = 0.50 m HE = 1.10 m VE = 7.41 m/h  
F = 0.31 m PE = 0.70 m VE = 54.41 m/h  
D = 0.44 m FE = 0.70 m VE = 7.97 m/h  
E = 0.23 m HE = 0.50 m VE = 1.21 m/h  
Z = 0.27 m A = 0.10 m  
D = 0.45 m VE = 0.25 m  
AF = 0.05 m VE = 0.27 m  
AT = 0.02 m F = 0.10 m  
TD = 0.11 m

RF 120 = 1.00 m ELEV = 0.00 m.  
RF 121 = 1.00 m ELEV = 0.00 m.  
RF 122 = 1.00 m ELEV = 1.00 m.  
RF 123 = 1.00 m ELEV = 1.00 m.

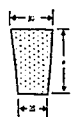
EN CASO DE NO ENCONTRAR LA CAPACIDAD DE CARGA INDICADA SE DEBERA  
REVISAR EL TERRENO HASTA OBTENERLA.



VISTA F - F



DETALLE DE LA GUARNICION SECCION NORMAL



CLAVE DE CONCRETO

APLICACION DEL PROYECTO: Carga viva tipo #20-S16  
MATERIALES: Grava de concreto tipo A de  $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ ; Arco: estribo aleros tipo macizo y guarniciones de mampostería de la clase con mortero de cemento 1-5.  
ADAPTACION DEL PROYECTO: El recorte mínimo de los aleros será el indicado, en caso contrario el que se encuentre en terreno natural en otra altura, será en ese punto por lo que quedará a la orden del terreno. Resaltando a la altura definitiva del recorte.  
El resalte se hará en con una capacidad de carga de  $3.50 \text{ Kg/cm}^2$  para en caso de variar la elevación hasta en  $\pm 20 \text{ cm}$  conservando las taludes del cuerpo de los estribos, el suelo y el perfil del escarpe de los cimientos.  
ESPECIFICACIONES: Reglas de la S.C.T. de 1984

ESPECIFICACIONES: Reglas de la S.C.T. de 1984

Figura 59 Proyecto constructivo de bóveda de 1.0 X 1.0 m. vista F-f

TESIS CON  
PARTICIPACION  
ORIGEN

## CAPITULO VII

### PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Este capítulo tratará de manera general los procedimientos de construcción para cada uno de los tipos de obra de drenaje menor. Los precios y costos unitarios corresponden a los manejados en 1995 fecha en que se construyó la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas.

#### 7.1 TUBOS

Como se ha mencionado, en general se trabaja con dos materiales para los tubos:

- Concreto armado
- Lámina

Previo a la colocación de los tubos, ya sea de lámina o de concreto, se deberá construir una plantilla de concreto simple, con el fin de asegurar que el tubo sea desplantado sobre una superficie horizontal y los esfuerzos sean uniformemente repartidos a todo lo largo de la obra, y sin la presencia de posibles materiales que pudieran lastimarlo. El espesor de la plantilla será en general de 10 cm, sin embargo puede variar de acuerdo a las condiciones del terreno o las indicaciones del fabricante para cumplir con los requerimientos propios de su producto.

El constructor solicita al fabricante el número de tramos de tubo que requerirá para su colocación de acuerdo a lo que indiquen los proyectos constructivos elaborados por la Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores.

La colocación de los tramos de tubo se deberá apegar al Manual del Fabricante.

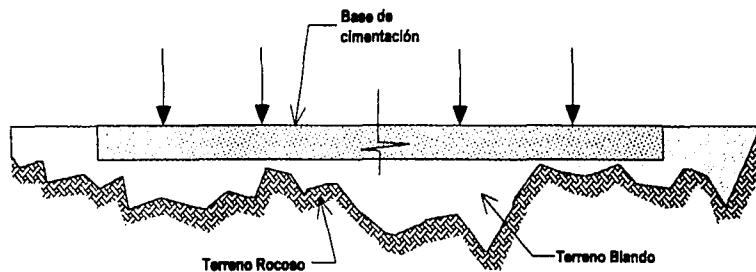
En la figura 60 se aprecia el procedimiento de manejo e instalación para los tubos de lámina y en las figuras 61 y 62 para los tramos de tubo de concreto.

## RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTILLA Y RELLENOS DE ALCANTARILLAS METÁLICAS

### EN TERRENO IRREGULAR

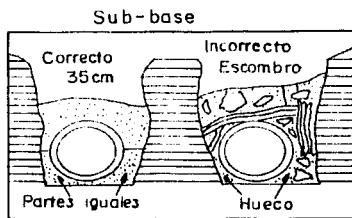
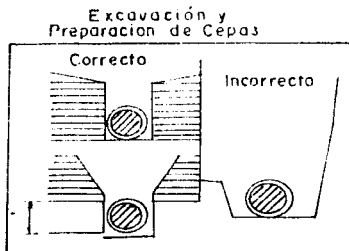
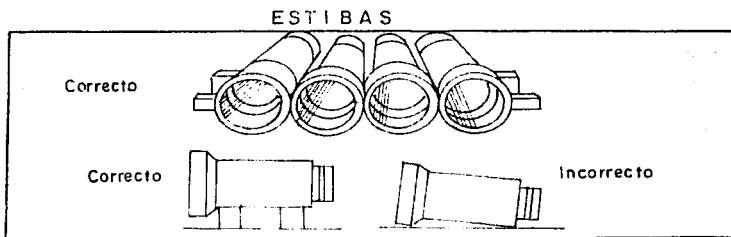
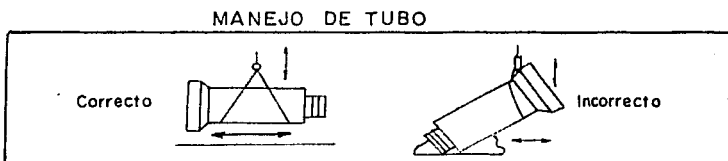
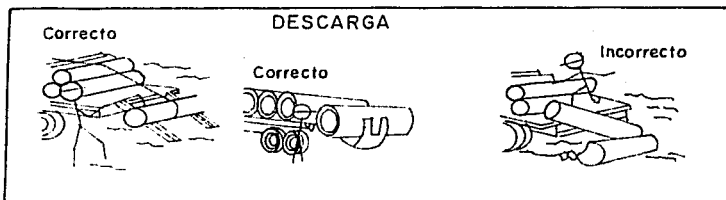
Cuando la cota de colocación de la alcantarilla quede sobre un suelo irregular (con zonas blandas y zonas rocosas), la base de la cimentación deberá ser construida lo más uniforme posible.

Un método para corregir esta deficiencia consiste en excavar a todo lo largo de la estructura con un ancho y espesor suficiente y proceder a rellenar utilizando material con características de subrasante, compactado al 90% AASHTO estándar



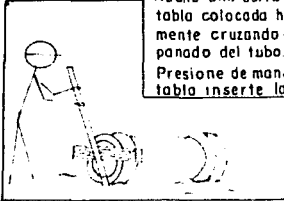
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 61 INSTRUCTIVO DE COLOCACION DE TUBERIA



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

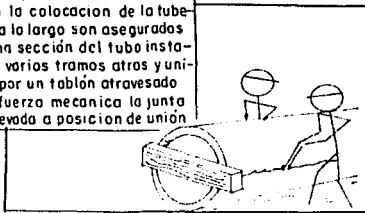
### Tubos pequeños



Acune una barra contra una tabla colocada horizontalmente cruzando el lado acampanado del tubo.  
Presione de manera que la tabla inserte la tubería.

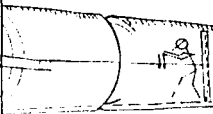
Los dispositivos mecánicos para la colocación de la tubería a lo largo son asegurados a una sección del tubo instalado varios tramos atrás y unidos por un tablón atravesado. Por fuerza mecánica la junta es llevada a posición de unión.

### Tubos medianos

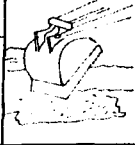


### Tubos grandes

Coloque contra del tubo instalado algunas secciones atrás una viga. Acéste, únasele otra mediante algún jalador mecánico de manera que tenga apoyo. Por fuerza mecánica la punta es llevada a la posición de unión.



El material apropiado de relleno, deberá ser vertido cuidadosamente a través de la instalación y compactado desde la base.



Después deberá ser expandido claramente en capas sobre ambos lados del tubo y a una 30cm por encima del tope de la instalación.

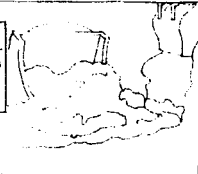
#### PRECAUCIÓN

Deberá evitarse que las tuberías sean empujadas con el equipo de excavación.

### Relleno y Compactación

#### Alrededor del tubo

El material debe ser rasado dentro de los surcos o volteado directamente sobre los tubos y estar ser colocado en la forma que se muestra en la tubería instalada.



#### Final



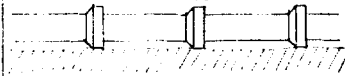
El material deberá ser fuertemente compactable especial para escavar y no contener piedras, pedrejones, masas y grumosas u otros materiales inconvenientes igualmente deberá ser colocado y compactado en capas como ha sido especificado.

#### Llenado de Cepas

##### Correcto



##### Incorrecto



##### Incorrecto

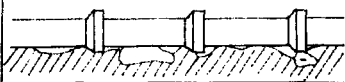


FIGURA 62

TESIS CON  
FALLA DE ENGEN

Para los muros de cabeza, o muros de liga en el caso de las prolongaciones de obras existentes, se utiliza concreto de  $f_c=150 \text{ kg/cm}^2$  y se construyen en el cruce correspondiente previo a la colocación de los tramos de tubo.

Una vez que se han instalado los tramos de tubo y se han construido los muros de cabeza, se comienza a colocar el material de arroje que es la protección a base capas de suelo compactado al 95 % con equipo ligero hasta cumplir con la altura especificada, posteriormente es posible continuar el procedimiento de construcción del terraplén y utilizar maquinaria pesada.

De acuerdo a la forma E-7 (Relación de conceptos y precios unitarios 1995 Figura 63) para el tramo estudiado, y considerando el proyecto que se calculó en el capítulo anterior tiene un costo total de la obra:

CONCEPTOS		PRECIO UNITARIO		CANTIDAD		VALOR	
NO.	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR
101	TRANSACCION DEL TUBO DE 120 CM DE DIAMETRO Y 10 METROS DE LONGITUD	METRO	1.20	100	120.00	100	120.00
102	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
103	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
104	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
105	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
106	TRANSPORTE DE MATERIAL...	METRO CUBICO	1.00	100	100.00	100	100.00
107	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
108	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
109	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
110	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
111	TRANSPORTE DE MATERIAL...	METRO CUBICO	1.00	100	100.00	100	100.00
112	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
113	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
114	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
115	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
116	TRANSPORTE DE MATERIAL...	METRO CUBICO	1.00	100	100.00	100	100.00
117	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
118	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
119	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
120	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
121	TRANSPORTE DE MATERIAL...	METRO CUBICO	1.00	100	100.00	100	100.00
122	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
123	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
124	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
125	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
126	TRANSPORTE DE MATERIAL...	METRO CUBICO	1.00	100	100.00	100	100.00
127	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
128	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
129	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
130	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
131	TRANSPORTE DE MATERIAL...	METRO CUBICO	1.00	100	100.00	100	100.00
132	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
133	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
134	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
135	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
136	TRANSPORTE DE MATERIAL...	METRO CUBICO	1.00	100	100.00	100	100.00
137	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
138	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
139	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
140	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
141	TRANSPORTE DE MATERIAL...	METRO CUBICO	1.00	100	100.00	100	100.00
142	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
143	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
144	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
145	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
146	TRANSPORTE DE MATERIAL...	METRO CUBICO	1.00	100	100.00	100	100.00
147	CONCRETO PARA MUROS DE CABA... (DESCRIPCION INCOMPLETA)	METRO CUADRADO	1.50	100	150.00	100	150.00
148	ARROJE DE SUELO COMPACTADO AL 95%...	METRO CUADRADO	1.00	100	100.00	100	100.00
149	MAQUINARIA PESADA...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00
150	TRABAJO DE OBRERO...	HORA	1.00	100	100.00	100	100.00

Figura 63 Forma E-7 manejada en 1995 para la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas

TESIS CON  
PARTICIPACION

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (\$)
Excavación Total	9.87	m <sup>3</sup>	18.67	184.27
Canalización Total	4.44	m <sup>3</sup>	18.67	82.89
Material para protección	118.24	m <sup>3</sup>	18.67	2,207.54
Concreto f'c=100 kg/cm <sup>2</sup>	0.00	m <sup>3</sup>	378.58	
Concreto f'c=150 kg/cm <sup>2</sup>	9.80	m <sup>3</sup>	429.04	4,204.59
Concreto f'c=200 kg/cm <sup>2</sup>	0.00	m <sup>3</sup>	449.81	
Acero por temperatura	46.0	kg	5.69	261.74
Tubo concreto 0.90 m Ø	22.50	m	791.26	17,803.35
<b>Costo total de la obra</b>				<b>24,744.88</b>



Figura 64 Construcción de tubo de concreto 0.90 m. Ø.  
Nótese el uso de equipo ligero para la construcción del arripe.

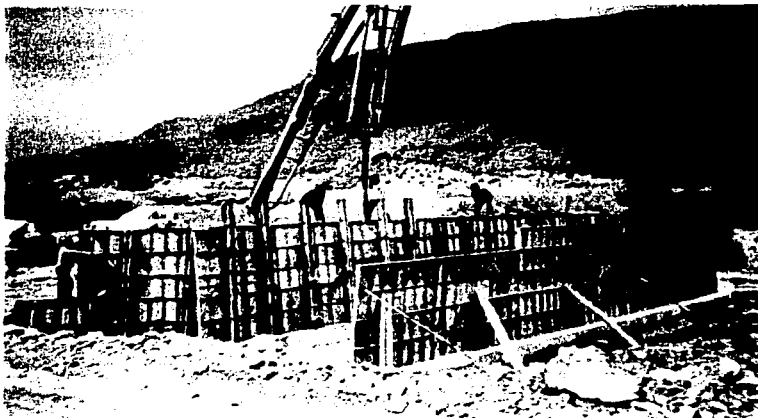


Figura 65 Construcción de muro de cabeza para tubo doble de concreto.

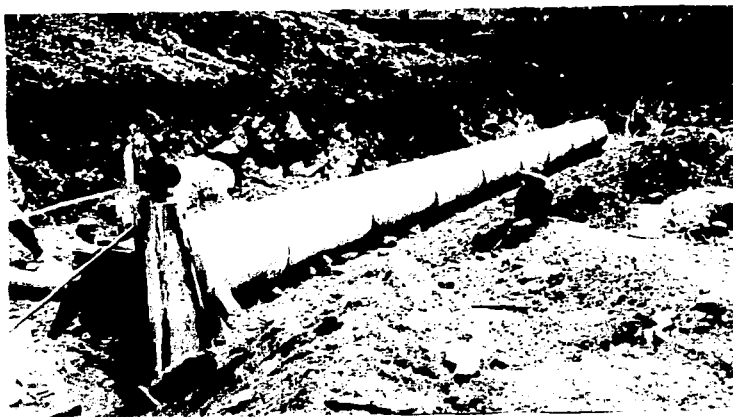


Figura 66 Colocación de T.C..0.90 m. Ø y cimbrado para muro de cabeza

LEONIS VILLAN  
FANTASMA DE ORIGEN



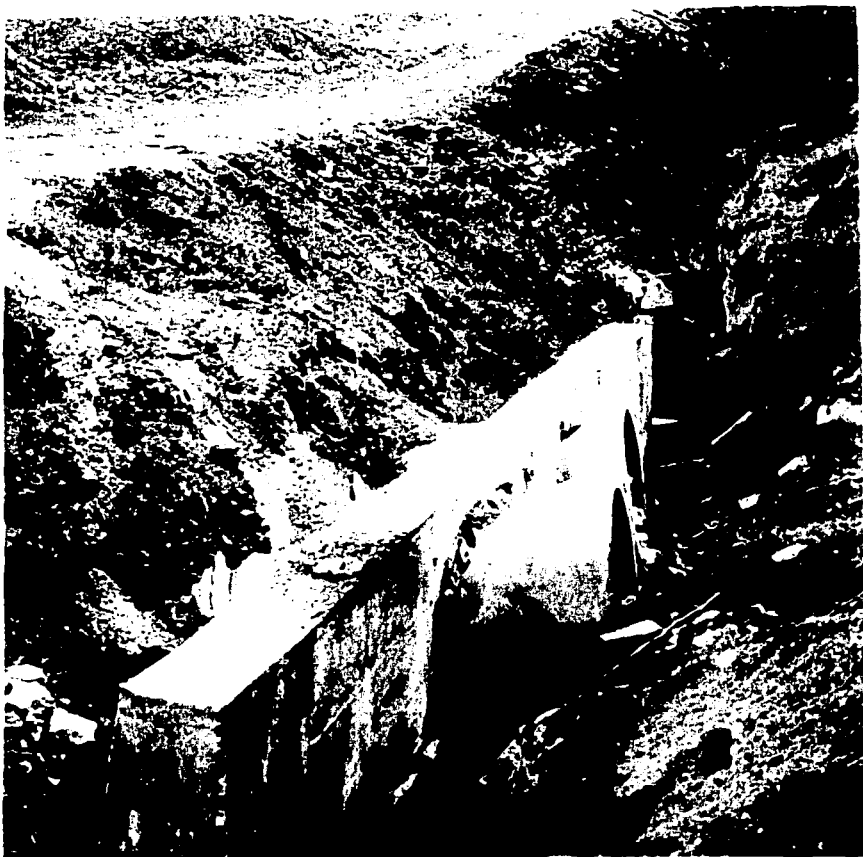


Figura 67 Obra de drenaje a base de 2T.C.0.90 m. Ø con muro de concreto. Nótese la contención del talud del terraplén por el muro de cabeza.

## 7.2 LOSAS

En el caso de las obras de drenaje menor a base de losas de concreto armado, todo el procedimiento de construcción se lleva a cabo en el sitio, las excavaciones se harán de acuerdo a la longitud de obra reportada en el proyecto constructivo, la losa y guarnición serán de concreto de  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ , aleros y estribos de  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ , y la plantilla de  $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ .

Solamente en el caso de las obras que funcionarán como protección a los ductos de PEMEX, por seguridad se utilizan losas prefabricadas, los estribos, aleros, guarnición y plantilla siguen el procedimiento general.

Es muy importante garantizar la resistencia del concreto indicada para cada uno de los elementos de la obra, por lo que el Ingeniero Residente deberá siempre contar con los resultados de las pruebas correspondientes previo a la construcción, así como garantizar el descimbrado en los tiempos marcados.

La correcta colocación del material de arroyo es también muy importante para las losas, pues será el que absorba los impactos verticales impidiendo que lleguen directamente a la losa.

La longitud de los canales de entrada y salida deberán ser lo más cortos posibles considerando la pendiente máxima permisible de 12.0 % en el caso de las obras que funcionarán como pasos.

Para la losa de 4.0 x 2.5 m que se proyectó anteriormente y de acuerdo a la misma forma E-7 mencionada, se obtendrán los siguientes costos:

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (\$)
Excavación Total	122.13	m <sup>3</sup>	18.67	2,280.17
Canalización Total	54.96	m <sup>3</sup>	18.67	1,026.10
Concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$	12.61	m <sup>3</sup>	378.58	4,773.89
Concreto $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$	167.56	m <sup>3</sup>	429.04	71,889.94
Concreto $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$	27.72	m <sup>3</sup>	449.81	12,468.73
Acero de refuerzo	2020.00	kg	5.69	11,493.80
Acero por temperatura	281.93	kg	5.69	1,604.18
<b>Costo total de la obra</b>				<b>105,536.81</b>



Figura 68 Construcción de losa de concreto armado

TESIS CON  
PALA A DE ORIGEN



Figura 69 Canal de salida para losa de concreto armado

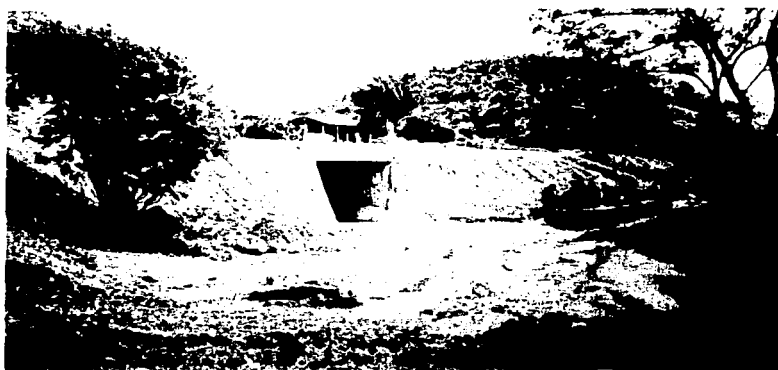


Figura 70 Obra a base de losa de concreto armado proyectada y construida para colchón mínimo

### 7.3 BOVEDAS

Los planos correspondientes a los proyectos de las bóvedas de concreto armado, contienen todas las indicaciones particulares que se deberán seguir en la construcción de las mismas, como las características del concreto, del acero y de la soldadura que se utilizará ya que en éste tipo de obra las varillas no se amarran como en el caso de las losas, y de igual manera el Ingeniero Residente deberá siempre contar con los resultados de las pruebas hechas al suelo, al concreto y al acero previo a la construcción, así como garantizar el descimbrado en los tiempos marcados.

Para las bóvedas de mampostería el lavado previo al correcto acomodo de la roca es muy importante para garantizar la adhesión entre ellas y el mortero que se utilizará.

Se deberá cumplir con los tamaños y pesos de roca indicados en cada proyecto constructivo a fin de que la construcción corresponda con las especificaciones considerada en dicho proyecto.

En estas últimas es muy importante contar con mano de obra capacitada y con experiencia, ya que se trata de un trabajo propiamente artesanal.

Tanto en las de concreto armado como en las de mampostería es muy importante la colocación del material en las zonas laterales y sobre la obra, se deberá seguir perfectamente el procedimiento descrito en cada proyecto constructivo a fin de garantizar el efecto de arco.

Para la bóveda de mampostería de 1.0 x 1.0 m proyectada se tendrán los siguientes costos:

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (\$)
Excavación Total	54.41	m <sup>3</sup>	18.67	1,015.83
Canalización Total	24.48	m <sup>3</sup>	18.67	457.04
Concreto f'c=100 kg/cm <sup>2</sup>	1.21	m <sup>3</sup>	378.58	458.08
Concreto f'c=150 kg/cm <sup>2</sup>	0.00	m <sup>3</sup>	429.04	
Concreto f'c=200 kg/cm <sup>2</sup>	0.00	m <sup>3</sup>	449.81	
Mampostería de 3 <sup>a</sup>	77.43	m <sup>3</sup>	246.20	19,083.27
Zampeado mortero-cemento	7.61	m <sup>3</sup>	218.34	1,661.57
<b>Costo total de la obra</b>				<b>22,655.79</b>



Figuras 71 y 72 Construcción de bóveda de mampostería con cimbra de madera



TESIS CON  
FALTA DE CERREN



Figuras 73 y 74 Construcción de bóveda de concreto ciclópeo con cimbra metálica



TESID  
PALA DE  
JEN



Figura 75 Construcción de bóveda de concreto armado.

TESIS CON  
FALTA DE RESPON



## CAPITULO VIII

### CONCLUSIONES

En este capítulo se enunciarán las conclusiones a las que se han llegado al término de los ocho capítulos; se considera conveniente también mencionar algunas recomendaciones basadas en los criterios que se manejaron en cada uno de ellos.

#### 8.1 Conclusiones

El objetivo de ésta tesis es mostrar cada uno de los pasos que se requieren para el proyecto de las obras de drenaje menor de una carretera de altas especificaciones, para lo cual se incluyó la información contenida en los manuales mencionados, las normas técnicas y los criterios que se aplican los cuales han ido madurando debido a la experiencia.

A fin de avanzar paso a paso en el proyecto de una situación real se estudió el tramo: Nueva Italia – Infiernillo de km 60+000 a km 80+000 de la carretera: Morelia – Lázaro Cárdenas por presentar las características necesarias para ejemplificar los distintos tipos de obra ya que cuenta con un terreno de tipo lomerío suave a montañoso, con uso de suelo agrícola y ganadero en donde fue necesario el análisis no solo de los escurrimientos de origen pluvial, sino de los requerimientos de parte de los pobladores para el cruce de los canales de riego así como de los pasos superiores de peatones y ganado, agrícolas y vehiculares.

Como fue expuesto, el análisis para la definición del tipo de obra en cada uno de los cruces, considera también el costo de la construcción sobre todo en zonas en donde se presentan tipos de terreno montañoso en los que técnicamente funcionan dos o más tipos de estructuras para solucionar un mismo problema.

Aunque se trabajó sobre una carretera en específico, el procedimiento de análisis y proyecto para **EL DRENAJE** de cualquier carretera es el mismo que el que se ha descrito teniendo en consideración las necesidades especiales de cada zona.

Como se comentó en su momento, es importante siempre considerar el avance tecnológico como la creación de nuevos materiales que pudieran ser utilizados en las alcantarillas, o los nuevos procedimientos constructivos con base en el nuevo equipo de trabajo; la resistencia en los materiales de construcción como el concreto y el acero también ha ido aumentando, por lo que las especificaciones y las tablas de los proyectos tipo también se tendrán que modificar.

La actualización de los manuales conlleva muchas ventajas; una de ellas, que considero la más importante, es dejar escritas las experiencias de los ingenieros que a través de su vida en el campo de las carreteras, específicamente en **EL DRENAJE**, han extendido el conocimiento que hasta el momento se encuentra en los libros.

Como se demostró a través de los capítulos, para llegar al final del proyecto constructivo de una obra de drenaje menor es necesario recabar información desde la etapa de la planeación de la obra vial, de campo y de gabinete, hasta el proyecto definitivo de las terracerías, con el fin de que la estructura que se construya sea la óptima en todos los aspectos: técnico, ambiental y económico, a fin de que cumpla la función originalmente planteada de acuerdo a las necesidades del cruce.

Con base en lo anterior, considero que el objetivo originalmente planteado se ha cumplido, por lo que espero que esta tesis pueda ser de utilidad para los estudiantes e ingenieros que se inicien en el proyecto de las obras de drenaje menor, en la docencia o como complemento y/o apoyo a toda persona que lo trabaja y no ha tenido la suerte de conocer a gente con tanta experiencia que es en lo que se basa este trabajo.

## 8.2 Recomendaciones

En esta tesis se habló de los procedimientos que se manejan en la DGCF; sin embargo éstos utilizan datos y dimensiones correspondientes a los materiales que hasta el momento se han utilizado por lo que a todas persona que comience en el proyecto del drenaje menor se recomienda que se mantenga actualizado en cuanto a nuevos materiales y procedimiento constructivos, así como en programas de computación y por supuesto a las nuevas ediciones de las Normas Técnicas ya que esto dará por resultado la entrega de un proyecto completo y con una buena presentación.

# ANEXOS



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
RECURSOS NATURALES Y PESCA

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA  
DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO  
E IMPACTO AMBIENTAL

D.O.O.DGOEIA. 0241

- c) Que el proyecto es factible de realizarse en las áreas y sitios propuestos, siempre y cuando la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se sujete al cumplimiento de las medidas propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental y al de los Términos y Condicionantes del presente oficio resolutivo, con el objeto de mitigar los impactos ambientales adversos significativos que se ocasionarán sobre los componentes ambientales del lugar, durante las diferentes etapas de su desarrollo.

Y con fundamento en los Artículos 28 y 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 5 y 20, fracción II de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y 60 del Reglamento Interior de la SEMARNAP, esta Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, resuelve que el proyecto de referencia ES PROCEDENTE y por tanto ha resuelto AUTORIZAR DE MANERA CONDICIONADA su desarrollo, sujeto a los siguientes

TERMINOS:

PRIMERO.- La presente autorización en Materia de Impacto Ambiental, otorga a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el derecho de desarrollar el proyecto carretero "Carretera: Morelia-Lázaro Cárdenas: Tramo: Nueva Italia-Infiernillo, Michoacán", con ubicación en el estado de Michoacán, en los municipios de Arteaga, La Huacana y Múgica.

El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de la primera etapa de una carretera que comprenderá la siguiente infraestructura:

- Un cuerpo carretero de 95 km de longitud, con un ancho de corona de 12 m, que aloja dos carriles de 3.50 m cada uno y acotamientos a ambos lados de 2.50 m, dentro de un derecho de vía de 60 m.
- Obras especiales: 3 entronques; 36 pasos peatonales, ganaderos y vehiculares; 7 puentes, 2 túneles; y obras de drenaje asociadas al eje carretero.

La superficie total que se autoriza para el desarrollo del proyecto es de 285 ha.

"Carretera: Morelia-Lázaro Cárdenas Tramo: Nueva Italia-Infiernillo, Michoacán"  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
Página 3 de 21

TEJES CON  
PATA DE  
GIGEN

ANEXO 1 Página 3 de 21 del oficio D.O.O.D.G.O.EIA.0241 de fecha 28 de enero de 1998 correspondiente a la autorización de la manifestación de impacto ambiental modalidad general de la carretera: Morelia - Lázaro Cárdenas tramo: Nueva Italia - Infiernillo

## INDICE DE FIGURAS

NO. FIGURA	TITULO DE LA FIGURA	PÁG.
Figura 1	Eje de trazo de la Carretera: Morelia – Lázaro Cárdenas, Tramo: Nueva Italia – Infiernillo de km 72+000 a km 590+000 (incluyendo igualdades de cadenamamiento)	5
Figura 2	Ejemplo de eje trazado con esviaje derecho	8
Figura 3	Ejemplo de eje trazado con esviaje izquierdo	8
Figura 4	SD-2000 Equipo de Restitución Fotogramétrica por computadora.	15
Figura 5	Fotografía aérea escala 1:12,000, de fecha 10-01-2001	17
Figura 6	Larguillo carretera Morelia – Lázaro Cárdenas km. 60+000 a km. 570+000	18
Figura 7	Planta y perfil del km. 67+000 al km.67+780	19
Figura 8	Planta y perfil de est. 69+000 a est. 69+600	20
Figura 9	Planta y perfil de est. 570+000 a est. 590+000	21
Figura 10	Entronque km 61+000 aprox. Cruce del trazo con la carretera federal 120 Apatzingan – Nueva Italia – La Huacana	21
Figura 11	Cruce del trazo en el km 70+712. Vista hacia delante	22
Figura 12	Agricultura de riego de cultivos anuales	26
Figura 13	Aproximadamente entre el km 82 y el km 85 del trazo de la nueva carretera. Cultivo de sorgo en terrenos de humedad (AH) en el área de embalse de la presa El Infiernillo. No resultarán afectadas por la obra.	26
Figura 14	Sección Tipo de diseño para la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas en el tramo Nueva Italia - Infiernillo	29
Figura 15	Registro de trazo y nivel de obra de drenaje	32
Figura 16	Perfil del terreno natural de una obra de drenaje	33
Figura 17	Hoja de reporte de material, capacidades de carga y recomendaciones en cada cruce	35
Figura 18	Croquis general de sección tipo de una carretera	36
Figura 19	Perfil con subrasante mínima graficada	38
Figura 20	Ejemplo de reporte de capacidades de carga para obras proyectadas del km 78+897 al km 80+228	45
Figura 21	Libro 3. Estructuras y Obras de Drenaje	54
Figura 22	Portada de las Normas Técnicas edición 2000	55
Figura 23	Manual Práctico para el Cálculo del Drenaje en Carreteras.	56
Figura 24	Ejemplo de Proyectos tipo para Muros de Sostenimiento.	61
Figura 25	Proyectos tipo para cajas de captación de mampostería.	62
Figura 26	Ejemplo de obras construidas con tubos de lámina	64
Figura 27	Croquis general de una sección transversal de una carretera.	65
Figura 28	Portada del proceso electrónico de terracerías con los datos generales de la carretera	67
Figura 29	Listado con los datos de elevación de subrasante, nivel del terreno natural y puntos que definen la sección de construcción a cada 20 metros.	68
Figura 30	Listado con los datos de la semicorona izquierda y derecha	69
Figura 31	Listado con los datos para los taludes de los terraplenes	70
Figura 32	Listado con los datos de los cortes y las clasificaciones de los materiales.	71
Figura 33	Listado con los datos de las sobreelevaciones y las ampliaciones.	72
Figura 34	Listado de las secciones transversales del terreno natural a cada 20 metros	73
Figura 35	Registro de nivel de una obra de drenaje menor.	76
Figura 36	Perfil de trabajo para el proyecto de una obra de drenaje menor	77
Figura 37	Perfil de trabajo con la sección de construcción.	79
Figura 38	Paso superior vehicular de una vía	81
Figura 39	Perfil de la obra con sección de construcción	85

Figura 40	Criterio para seleccionar el signo del esviaje en el cálculo de la longitud de obra.	86
Figura 41	Dimensiones que corresponden al espesor en el cálculo de la longitud de obra.	87
Figura 42	Fórmulas para el cálculo de longitud de obra	88
Figura 43	Ajuste por pendiente de plantilla diferente a cero	89
Figura 44	Cálculo de longitud de obra de un tubo de concreto	90
Figura 45	Sección tipo de guarniciones para bóvedas	91
Figura 46	Cálculo de longitud de obra de bóveda de 1.0 x 1.0 m.	92
Figura 47	Vista en elevación y planta de aleros	93
Figura 48	Fórmulas para cálculo de aleros.	94
Figura 49	Proyectos tipo de acero por temperatura para muros de cabeza	95
Figura 50	Proyectos tipo para armado por temperatura para estribos de Concreto.	96
Figura 51	Cálculo de losa de concreto armado de 4.0 x 2.5 m.	98
Figura 52	Cálculo de aleros para losa de 4.0 x 2.5 m.	99
Figura 53	Proyecto tipo de cuneta	101
Figura 54	Proyecto tipo de sub-drenes	102
Figura 55	Proyecto constructivo de tubo de concreto de 0.90 m. Ø	104
Figura 56	Proyecto constructivo de losa de 4.0 x 2.5 m. Planta	105
Figura 57	Proyecto constructivo de losa de 4.0 x 2.5 m. Vista f-f	106
Figura 58	Proyecto constructivo de bóveda de 1.0 x 1.0 m. Planta	107
Figura 59	Proyecto constructivo de bóveda de 1.0 x 1.0 m. vista f-f	108
Figura 60	Recomendaciones del fabricante para tubo de lamina (información proporcionada por el fabricante)	110
Figura 60	Recomendaciones del fabricante para tubo de concreto (información proporcionada por el fabricante)	111
Figura 60	Recomendaciones del fabricante para tubo de concreto (información proporcionada por el fabricante)	112
Figura 63	Forma E-7 manejada en 995 para la carretera Morelia – Lázaro Cárdenas	113
Figura 64	Construcción de tubo de concreto 0.90 m. ø.	114
Figura 65	Construcción de muro de cabeza para tubo doble de concreto.	115
Figura 66	Colocación de T. C. 0.90 m. Ø y cimbrado para muro de cabeza	115
Figura 67	Obra de drenaje a base de 2T. C. 0.90 m. Ø con muro de concreto. Nótese la contención del talud del terraplén por el muro de cabeza.	116
Figura 68	Construcción de losa de concreto armado	118
Figura 69	Canal de salida para losa de concreto armado	119
Figura 70	Obra a base de losa de concreto armado proyectada y construida para colchón mínimo	119
Figura 71	Construcción de bóveda de mampostería con cimbra de madera	121
Figura 72	Construcción de bóveda de mampostería con cimbra de madera	121
Figura 73	Construcción de bóveda de concreto ciclópeo con cimbra metálica	122
Figura 74	Construcción de bóveda de concreto ciclópeo con cimbra metálica	122
Figura 75	Construcción de bóveda de concreto armado.	123

## INDICE DE TABLAS

NO. TABLA	TITULO DE LA TABLA	PÁG.
Tabla 1	Clasificación y características de las carreteras	14
Tabla 2	Principales fuentes contaminantes del Río Tepalcatepec	27
Tabla 3	Criterios Generales para colchones mínimos en los diferentes tipos de obra.	30
Tabla 4	Etapas básicas de investigación.	44
Tabla 5	Ejemplo de proyectos tipo para cajones de concreto armado.	47
Tabla 6	Ejemplo de proyectos tipo para estribos de concreto simple.	48
Tabla 7	Ejemplo de proyectos tipo para bóvedas de mampostería.	49
Tabla 8	Cálculo de área hidráulica necesaria según el área por drenar y el tipo de terreno.	51
Tabla 9	Ejemplo de Proyectos tipo para losas de luz = 1.0 y 1.5 m.	58
Tabla 10	Proyectos tipo para muros de cabeza de concreto	59
Tabla 11	Ejemplo de Proyectos tipo para bóvedas de mampostería.	60
Tabla 12	Ejemplo de Proyectos tipo para cajones de concreto armado.	63



INDICE DE ANEXOS

NO. ANEXO	TITULO DE LA ANEXO	PÁG.
Anexo 1	Página 3 de 21 del oficio D.O.O.D.G.O.EIA.0241 de fecha 28 de enero de 1998 correspondiente a la autorización de la manifestación de impacto ambiental modalidad general de la carretera: Morelia – Lázaro Cárdenas tramo: Nueva Italia - Infiernillo	127

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## BIBLIOGRAFÍA

1. Manual Práctico para Cálculo Geométrico del Drenaje en Carreteras  
Ing. Cándido Mondragón R.  
Ing. Hugo Ricárdez Valencia.  
Editorial COPIROYAL  
1991. Guadalajara, Méx.
2. Proyecto Geométrico de Carreteras.  
Carreteras Federales.  
Normas de Servicios Técnicos. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 1984.
3. Estructuras y Obras de Drenaje. Carreteras y Autopistas. Normas para Construcción e Instalaciones  
Normas de Servicios Técnicos. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 1984.
4. Normativa para la Infraestructura del Transporte  
Edición 2000. Secretaría de Comunicaciones y Transportes
5. Guía para el Proyecto de las Obras de Drenaje Menor  
Ing. Hugo Ricárdez Valencia
6. Proyectos Tipo para Obras de Drenaje Menor.  
Oficina de Alcantarillado y Estructuras Menores. S.C.T.
7. Tesis.  
Proyecto Definitivo de la Modificación del Jaripitiro. Carretera México – Guadalajara. Vía Corta.  
Ing. J. Arturo Domínguez Torres. 1995
8. Tesis.  
Camino Parral – Chihuahua. Vía Corta.  
Ing. Sergio Contreras Aguilar. 1988
9. Archivo de la Dirección General de Carreteras Federales. Dirección de Proyecto de Carreteras.

TESIS  
FALLA DE ORIGEN