

01121  
111



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"JUSTIFICACION DEL PROYECTO CARRETERO DEL  
"LIBRAMIENTO DE PEROTE" EN EL ESTADO DE  
VERACRUZ".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
EDUARDO PAZ SEGURA



DIRECTOR DE TESIS: ING. LEOVIGILDO BARRERA MATILDE

MEXICO, D. F.

FEBRERO 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.

# **TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Entrego a la Dirección General de Bibliotecas de la  
MA a difundir en formato electrónico e impreso el  
estado de mi trabajo receptor.

3 FLE

PAZ SEGURA EDUARDO

RECIBO 30/ENERO/2003

FIRMA:

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/128/01

Señor

EDUARDO PAZ SEGURA

Presente

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

**"JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO CARRETERO DEL "LIBRAMIENTO DE PEROTE"  
EN EL ESTADO DE VERACRUZ"**

- I. INTRODUCCION
- II. ANTECEDENTES
- III. JUSTIFICACIÓN
- IV. SELECCIÓN DE RUTA
- V. IMPACTO AMBIENTAL
- VI. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- VII. ESTUDIO GEOTÉCNICO
- VIII. ESTUDIO DE PAVIMENTOS
- IX. SECCIONES GEOMÉTRICAS TÍPICAS DE LAS CARRETERAS
- X. CURVA MASA
- XI. OBRAS DE DRENAJE MENOR
- XI. 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 HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria a 19 de Julio de 2001.

EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFB/GMP/mstg.

B

---

**JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO CARRETERO DEL "LIBRAMIENTO DE  
PEROTE" EN EL ESTADO DE VERACRUZ**

C

---

## DEDICATORIAS

**A mi padre y a mi madre**, por el amor, apoyo, paciencia, y confianza que siempre recibí, así como por haberme dado la oportunidad de estudiar.

**A Vanessa Miroslava**, por el gran amor, apoyo incondicional, la confianza y alegría que transmite a mi vida. Gracias por la paciencia, compartir tantos momentos y por todo lo que significas en mi vida.

**A mis hermanos Jorge, Andrés y Ángel**, por su amistad y los buenos ratos que hemos pasado juntos.

**A Carlos (Pichojo)**, por los momentos tan divertidos que pasamos en la universidad.

**A la UNAM**, por haberme brindado la oportunidad de formar parte de la máxima casa de estudios.

**A quienes tuvieron la amabilidad y la disposición de un poco de tiempo para intervenir en la ejecución del presente trabajo**, gracias.

## AGRADECIMIENTOS

**Al Ing. Leovigildo Barrera Matilde**, en agradecimiento a su guía y valiosa orientación en la realización del presente trabajo.

**Al M.I. Fernando Olivera Bustamante**, en agradecimiento a la enseñanza y apoyo académico en la materia de vías terrestres.

**A la Facultad de Ingeniería y sus Profesores**, en agradecimiento por la experiencia obtenida, ampliar mi visión y criterio en la toma de decisiones.

**A la SCT e INEGI**, en agradecimiento a la información proporcionada.

---

E

ÍNDICE

|                     |                                                      | Pág.      |
|---------------------|------------------------------------------------------|-----------|
|                     | <b>INTRODUCCIÓN</b>                                  | <b>I</b>  |
| <b>CAPITULO I</b>   | <b>ANTECEDENTES</b>                                  | <b>5</b>  |
| I.1                 | Definición de carretera                              | 6         |
| I.2                 | Primeros caminos en México                           | 6         |
| I.3                 | Clasificación de caminos                             | 8         |
| I.4                 | Croquis de localización                              | 15        |
| I.5                 | Características generales del lugar                  | 16        |
| <b>CAPITULO II</b>  | <b>JUSTIFICACIÓN</b>                                 | <b>19</b> |
| II.1                | Accesos a Xalapa                                     | 19        |
| II.2                | Estudios realizados por INEGI                        | 21        |
| II.3                | Beneficios que dará el proyecto                      | 24        |
| II.4                | Análisis de factibilidad                             | 25        |
| <b>CAPITULO III</b> | <b>SELECCIÓN DE RUTA</b>                             | <b>42</b> |
| III.1               | Análisis de rutas posibles                           | 43        |
| III.2               | Recorrido aéreo                                      | 45        |
| III.3               | Criterio para elegir la ruta                         | 46        |
| III.4               | Integración a la red de futuros caminos              | 48        |
| <b>CAPITULO IV</b>  | <b>IMPACTO AMBIENTAL</b>                             | <b>51</b> |
| IV.1                | Aspectos generales del medio físico y socioeconómico | 52        |
| IV.2                | Descripción de los impactos                          | 57        |
| IV.3                | Medidas de mitigación y prevención                   | 66        |
| <b>CAPITULO V</b>   | <b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>                     | <b>73</b> |
| V.1                 | Trazo del eje definitivo                             | 75        |
| V.2                 | Nivelación                                           | 78        |

F

## ÍNDICE

---

|                      |                                                        |            |
|----------------------|--------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPITULO VI</b>   | <b>ESTUDIO GEOTÉCNICO</b>                              | <b>82</b>  |
| VI.1                 | Trabajos de exploración                                | 82         |
| VI.2                 | Obtención de muestras de campo                         | 83         |
| VI.3                 | Pruebas de laboratorio                                 | 84         |
| VI.4                 | Tipos de Materiales                                    | 85         |
| VI.5                 | Bancos de préstamo                                     | 85         |
| VI.6                 | Taludes de corte y terraplén                           | 91         |
| <b>CAPITULO VII</b>  | <b>ESTUDIO DE PAVIMENTOS</b>                           | <b>94</b>  |
| VII.1                | Generalidades                                          | 94         |
| VII.2                | Efectos de clima y tránsito                            | 96         |
| VII.3                | Capa Base                                              | 98         |
| VII.4                | Capa Sub-base                                          | 99         |
| VII.5                | Capa Sub-rasante y Sub-yacente                         | 101        |
| VII.6                | Método de diseño                                       | 103        |
| <b>CAPITULO VIII</b> | <b>SECCIONES GEOMÉTRICAS TÍPICAS DE LAS CARRETERAS</b> | <b>111</b> |
| VIII.1               | Alineamiento horizontal                                | 111        |
| VIII.2               | Alineamiento vertical                                  | 115        |
| VIII.3               | Secciones transversales de Construcción                | 117        |
| <b>CAPITULO IX</b>   | <b>CURVA DE MASAS</b>                                  | <b>135</b> |
| IX.1                 | Definición                                             | 135        |
| IX.2                 | Datos para la curva masa                               | 135        |
| IX.3                 | Movimiento de terracerías                              | 147        |
| <b>CAPITULO X</b>    | <b>OBRAS DE DRENAJE MENOR</b>                          | <b>159</b> |
| X.1                  | Generalidades                                          | 159        |
| X.2                  | Estudio de cuencas hidrológicas                        | 161        |
| X.3                  | Diseño y calculo de la obra                            | 170        |
| X.4                  | Funcionamiento hidráulico                              | 174        |
| <b>CAPITULO XI</b>   | <b>CONCLUSIONES</b>                                    | <b>180</b> |
|                      | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                    | <b>182</b> |

---

G

---

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación intenta analizar y describir aspectos generales de la población del Municipio de Perote, los conflictos de tránsito que tiene este tramo carretero, como repercute en la economía, el transporte, la comunicación, el turismo y el comercio. Pretendo con el siguiente trabajo justificar la exigencia y los motivos por los cuales los comerciantes, transportistas y habitantes de este municipio requieren la pronta realización del proyecto carretero "Libramiento de Perote" en el Estado de Veracruz, así mismo presento la descripción del proyecto geométrico, el diseño de pavimentos y el estudio geotécnico.

Mi interés por realizar esta investigación nace de varias razones principales:

- 1.- La elaboración de un documento de carácter teórico que pueda ser utilizado como material de consulta para los estudiantes interesados en las áreas de Planeación e Infraestructura de Vías Terrestres.
  - 2.- Demostrar la importancia del transporte interurbano en un país como el nuestro, resaltando la deficiente planeación en los trazos principales de las vías de tránsito en un centro de población, que deberían satisfacer las necesidades de los diferentes modos de transporte y así justificar la necesidad de construir libramientos en los poblados que han crecido actualmente, como lo es el presente proyecto.
-

Este trabajo de tesis surge de la necesidad de hacer un libramiento por la condición actual de la ciudad de Perote en el estado de Veracruz, debido a que actualmente circulan cargas mayores a las de proyecto por la red nacional; ocasionando que las funciones estructurales y de tránsito se vean afectadas y se requiera de una ampliación de carriles la cual no es posible por los asentamientos al transcurso del tiempo.

Además es de vital importancia para el país el traslado de personas y mercancías, a los centros de producción económica y centros de consumo. México cuenta con una extensa red de transportes aéreos, marítimos y terrestres. Esta última, esta formada por la red nacional de carreteras. Por lo tanto conservar el buen estado del funcionamiento vial es de suma importancia, ya que permite alcanzar los grandes objetivos fijados en los planes de desarrollo y que se traduce en última instancia en elevar la calidad de vida de los habitantes de cualquier poblado.

El objetivo general de la tesis es exponer y analizar la necesidad de la construcción del libramiento de la Ciudad de Perote, con la finalidad de eliminar los problemas del congestionamiento vial que se presenta por el tránsito de camiones de carga, analizando los recursos para la inspección y solución óptima.

A continuación se presentan los capítulos que forman parte de éste tema de tesis con un breve resumen de cada uno de ellos.

El capítulo I. Se realiza una breve reseña histórica sobre los primeros caminos en México, su clasificación y el estudio de las generalidades de Perote.

El capítulo II. Se realiza un estudio minucioso de todas las características del lugar así como un análisis beneficio/costo del proyecto con la finalidad de justificar la viabilidad de dicho proyecto.

---

El capítulo III. Se realiza una descripción detallada del trazo del libramiento

El capítulo IV. Se presenta un análisis de impacto ambiental antes durante y después de la obra.

El capítulo V. Se describe el levantamiento topográfico.

El capítulo VI. Se realiza una descripción del estudio geotécnico y la calidad de los bancos de materiales.

El capítulo VII. Se realiza una descripción de los pavimentos así como un método de diseño.

El capítulo VIII. Se describen las secciones geométricas típicas de las carreteras y las secciones transversales de construcción.

El capítulo IX. Se describen los datos necesarios para realizar un curva de masas.

El capítulo X. Se realiza una descripción de los estudios hidrológicos de cuencas, así como una guía para el análisis de las obras de drenaje menor.

El capítulo XI. Se presentan las conclusiones.

---

# CAPITULO

# UNO

---

## I ANTECEDENTES

Algunos estudios arqueológicos explican cómo las civilizaciones evolucionaron hasta ser abandonado el nomadismo. Mas tarde, con la invención de la rueda manufacturada muy probablemente en Mesopotamia hace unos 5000 años, se originó la necesidad de construir superficies de rodamiento que permitieran la circulación del incipiente tránsito de entonces, en la Tumba de la Reina, en las minas de la Ciudad de Ur, Mesopotamia se encontraron carretas de cuatro ruedas, que datan de 3000 a.c.

Dos grandes pueblos de la antigüedad el Asirio y el Egipcio iniciaron el desarrollo de sus caminos construyendo una superficie de rodamiento entre las ciudades más importantes y de esta manera facilitar la transportación de diversos productos para su comercio, el Rey Keops utilizó este servicio para transportar las inmensas piedras destinadas para sus pirámides, los cartagineses construyeron un sistema de caminos de piedras a lo largo de la costa sur del Mediterráneo, en el año 500 a.c.

Durante el florecimiento del Imperio Romano se construyen diversos caminos el más famoso de estos fue la "Vía Appia" de la ciudad de Roma a Hidruntum, cuya construcción fue iniciada por Appius Claudius en el año 312 a.c.

En el continente americano el desarrollo de vías terrestres de comunicación fue muy diferente, es por esta razón que ahondaré en el tema más adelante. La evolución del transporte ha sido un factor predominante en las construcción de caminos.

La denominación de camino incluye a nivel rural las llamadas carreteras, y a nivel urbano las calles de la ciudad. Ciertamente uno de los patrimonios más valiosos con los que cuenta cualquier país, es la infraestructura de su red vial, por lo que su

---

magnitud y calidad representan uno de los indicadores del grado de desarrollo del mismo. Se encontrará siempre que un país de un alto nivel de vida tendrá un excelente sistema vial, un país atrasado tendrá una red deficiente.

El diseño geométrico de las carreteras y calles, incluye todos aquellos elementos relacionados con el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical y los diversos componentes de la sección transversal.

### **I.1 Definición de carretera**

Es una franja de la corteza terrestre acondicionada para el tránsito de vehículos automotores incluyendo lo necesario para alojar las obras auxiliares y una posible ampliación.

### **I.2 Primeros caminos en México**

Las culturas antiguas de América, entre ellas la maya (posiblemente antes de la era cristiana) en el sur de México y norte de Centro América, la de los toltecas, que se establecieron en la meseta central por el año 752 ; los aztecas en el centro (que fundaron Tenochtitlan, hoy Ciudad de México, en 1325), y los incas (1100 A.C.), en el Perú, dejaron huellas de una avanzada técnica en la construcción de caminos, siendo notables los llamados Caminos Blancos de los mayas (Sacbé). Estos últimos, formados con terraplenes de uno y dos metros de elevación, eran cubiertos con una superficie de piedra caliza, cuyos vestigios existen actualmente en Yucatán México.

---

Cuando las vías peatonales se formaban sobre terrenos blandos o de lodazales, los habitantes de cada comunidad trataban de mejorar las condiciones de éstas colocando piedras en el trayecto para evitar resbalar o sumergir los pies en el lodo.

Más tarde en la época precortesiana existían, como ya se dijo, numerosos caminos peatonales. Los españoles introdujeron en América propiamente las carreteras, Fray Sebastián Aparicio, monje franciscano construyó las primeras brechas o veredas con lo que se arraigo la tradición caminera. Así la comunicación entre distintas poblaciones se fue incrementando. los españoles durante y después de la conquista necesitaban una vía hacia Veracruz y otros puertos.

Los caminos se revestían de tal forma que las ruedas no se incrustaran en el terreno, para construir estos revestimientos se utilizaban desde piedra machacada hasta empedrados como los de la vía Apia, la colocación de las piedras o revestimientos en los lodazales de caminos peatonales tenía la finalidad de que las vías recibieran las cargas sin ruptura estructural, así como de distribuir los esfuerzos en zonas cada vez más amplias con la profundidad para que los soportara el terreno natural. Estas son también las funciones principales de los pavimentos en la actualidad.

Al inicio del siglo pasado se introdujeron los primeros automóviles, que utilizaron principalmente los caminos de carreteras; sin embargo a partir de 1925 empezó la construcción de vías con técnicas más avanzadas. Los primeros caminos de este tipo iban de la Ciudad de México a Veracruz, a Nuevo Laredo y a Guadalajara proyectos contruidos por firmas norteamericanas, hasta la llegada de 1940 cuando orgullosamente los ingenieros mexicanos se hicieron cargo de los trabajos y hoy día México cuenta con una red de caminos pavimentados de 85,000 km y más de 17,000

---

km de caminos secundarios , con superficie de rodamiento revestido, para asegurar el tránsito de los vehículos en todo momento, es decir, el sistema carretero de México cuenta con una extensión de 365,119 Km. las carreteras en México enlazan por igual tanto los principales centros de población que a los de producción y consumo.

Este sistema carretero cuenta con 5,686 Km. de Autopistas Federales de cuota y 147,456 Km conforman la red de carreteras rurales. En sus diferentes modalidades, por este sistema se movilizan anualmente más de 2,700 millones de personas y alrededor de 2,620 millones de toneladas de carga, lo que lo convierte en el principal medio de traslado en el país, equivalente al 60% del tonelaje total de carga que circula por el territorio y al 98% de los pasajeros. El uso de la red carretera del país se ha quintuplicado desde 1960 a la fecha, con un crecimiento anual del 9%.

### **1.3 Clasificación de caminos**

Las clasificaciones de carreteras se hacen para obtener las características de cada una de ellas y se puede realizar de cinco formas:

- ❖ Por su volumen de tránsito o técnica oficial
- ❖ Por su administración
- ❖ Por su utilidad socio-económica
- ❖ Por su transitabilidad
- ❖ Por su importancia

#### **1.3.1 Clasificación por volumen de tránsito o técnica oficial**

Esta clasificación toma en cuenta los volúmenes de tránsito que circula por el camino y sirve para las especificaciones geométricas del mismo.

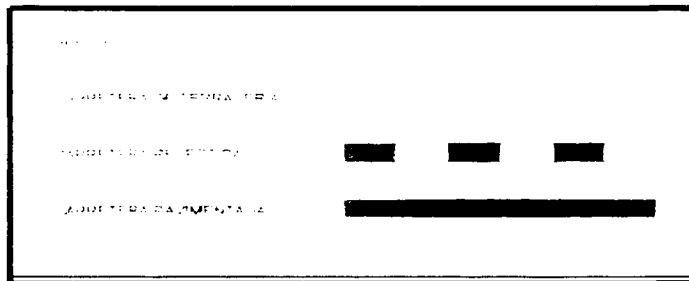
---

Por lo general esta clasificación asigna categorías por número de letras. La SCT clasifica las carreteras de acuerdo a su tránsito diario promedio anual (TDPA) para el horizonte de proyecto como sigue:

- ❖ Tipo A2, para un TDPA de 3 000 a 5 000 vehículos
- ❖ Tipo A4, para un TDPA de 2 000 a 5 000 vehículos
- ❖ Tipo B, para un TDPA de 1 500 a 3 000 vehículos
- ❖ Tipo C, para un TDPA de 500 a 1 500 vehículos
- ❖ Tipo D, para un TDPA de 100 a 500 vehículos
- ❖ Tipo E, para un TDPA hasta de 100 vehículos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La clasificación de carreteras se considera casi universalmente, esto hablando en cartografía y normalmente se representan de la siguiente forma, las cuales serán descritas con detalle más adelante.



Las características técnicas de los tipos indicados anteriormente se muestran en la siguiente tabla. Esta clasificación se basa en el tránsito diario promedio anual (TDPA).

TES CON  
FALLA DE ORIGEN

| CONCEPTO                       |                             | Unidad   | TIPO DE CARRETERA |    |    |     |     |           |     |     |     |     |            |     |     |     |      |             |      |      |      |      |
|--------------------------------|-----------------------------|----------|-------------------|----|----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|------|-------------|------|------|------|------|
| TDPA                           | En el horizonte de proyecto | Veh./dia | E                 |    |    |     |     | D         |     |     |     |     | C          |     |     |     |      | B           |      |      |      |      |
|                                |                             |          | Hasta 100         |    |    |     |     | 100 a 500 |     |     |     |     | 500 a 1500 |     |     |     |      | 1500 a 3000 |      |      |      |      |
| Tipo de terreno                | Montañoso                   | —        |                   |    |    |     |     |           |     |     |     |     |            |     |     |     |      |             |      |      |      |      |
|                                | Lomero                      |          |                   |    |    |     |     |           |     |     |     |     |            |     |     |     |      |             |      |      |      |      |
|                                | Pleno                       |          |                   |    |    |     |     |           |     |     |     |     |            |     |     |     |      |             |      |      |      |      |
| Velocidad de proyecto          | Km/h                        |          | 30                | 40 | 50 | 60  | 70  | 30        | 40  | 50  | 60  | 70  | 40         | 50  | 60  | 70  | 80   | 90          | 100  | 110  | 120  | 130  |
| Dist. de visibilidad de parada | m                           |          | 30                | 40 | 55 | 75  | 95  | 30        | 40  | 55  | 75  | 95  | 40         | 55  | 75  | 95  | 115  | 135         | 155  | 175  | 195  | 215  |
| Dist. de visibilidad de rebase | m                           |          | —                 | —  | —  | —   | —   | 135       | 180 | 225 | 270 | 315 | 180        | 225 | 270 | 315 | 360  | 405         | 450  | 495  | 540  | 585  |
| Grado máximo de curvatura      | °                           |          | 60                | 50 | 40 | 30  | 20  | 60        | 50  | 40  | 30  | 20  | 15         | 10  | 7.5 | 5.5 | 4.25 | 3.25        | 2.25 | 1.75 | 1.25 | 0.75 |
| Curvas Verticales              | K Cresta                    | m/%      | 4                 | 7  | 12 | 23  | 36  | 4         | 7   | 12  | 23  | 36  | 4          | 7   | 12  | 23  | 36   | 4           | 7    | 12   | 23   | 36   |
|                                | K Columpio                  | m/%      | 4                 | 7  | 12 | 23  | 36  | 4         | 7   | 12  | 23  | 36  | 4          | 7   | 12  | 23  | 36   | 4           | 7    | 12   | 23   | 36   |
|                                | Long. mínima                | m        | 30                | 50 | 80 | 120 | 180 | 30        | 50  | 80  | 120 | 180 | 30         | 50  | 80  | 120 | 180  | 30          | 50   | 80   | 120  | 180  |
| Pendiente gobernadora          | %                           |          | 9                 | 7  | —  | —   | —   | 8         | 6   | —   | —   | —   | 6          | 5   | —   | —   | —    | 5           | 4    | —    | —    | —    |
| Pendiente máxima               | %                           |          | 13                | 10 | 7  | —   | —   | 12        | 9   | 6   | —   | —   | 8          | 7   | 5   | —   | —    | 7           | 6    | 4    | —    | —    |
| Ancho de calzada               | m                           | 4.0      |                   |    |    |     |     | 6.0       |     |     |     |     | 8.0        |     |     |     |      | 10.0        |      |      |      |      |
|                                |                             |          |                   |    |    |     |     |           |     |     |     |     |            |     |     |     |      |             |      |      |      |      |
| Ancho de corona                | m                           | 4.0      |                   |    |    |     |     | 6.0       |     |     |     |     | 8.0        |     |     |     |      | 10.0        |      |      |      |      |
| Ancho de acotamiento           | m                           | —        |                   |    |    |     |     | —         |     |     |     |     | 0.5        |     |     |     |      | 1.0         |      |      |      |      |
| Ancho de faja separad. central | m                           | —        |                   |    |    |     |     | —         |     |     |     |     | —          |     |     |     |      | —           |      |      |      |      |
| Bombeo                         | %                           | 3.0      |                   |    |    |     |     | 3.0       |     |     |     |     | 2.0        |     |     |     |      | 2.0         |      |      |      |      |
| Sobreelevación máxima          | %                           | 10.0     |                   |    |    |     |     | 10.0      |     |     |     |     | 10.0       |     |     |     |      | 10.0        |      |      |      |      |

### 1.3.2 Clasificación administrativa

Por lo general es independiente de las características técnicas del camino. Hay una división según la dependencia del gobierno que tiene a su cargo la construcción, conservación u operación, siendo estas las siguientes:

- ❖ Camino federal: directamente a cargo de la Federación
- ❖ Camino estatal: a cargo de las Juntas Locales de Caminos

- ❖ Camino vecinal: construido con la operación, pasa a la clasificación anterior
- ❖ Camino de cuota: a cargo de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos. La inversión es recuperable a través del pago de cuotas de paso.

### 1.3.3 Clasificación por la utilidad socio-económica

Los caminos se pueden clasificar, de acuerdo con su utilidad, en los de integración nacional, los de tipo social, los que propician el desarrollo y los caminos en zonas desarrolladas.

#### 1.3.3.1 Caminos de integración nacional

Los caminos de integración nacional son aquellos que principalmente sirven para unir el territorio de un país. La evaluación para programar la construcción de estos caminos queda a criterio de los gobernantes.

#### 1.3.3.2 Caminos del tipo social

Los caminos de tipo social son aquellos cuyo fin principal es incorporar al desarrollo nacional a los núcleos poblacionales que han permanecido marginados por la falta de comunicación. Estos caminos se evalúan con base en el costo por habitante servido que se calcula al dividir el costo de la obra entre el número de ciudadanos residentes en la zona de influencia del camino.

---

### I.3.3.3 Caminos para el desarrollo

Los caminos que propician el desarrollo de una zona son aquellos que fomentan principalmente las actividades agrícolas, ganaderas, comerciales, industriales o turísticas de la zona de influencia, y su evaluación económica se realiza de acuerdo con el índice de productividad, que se obtiene al dividir los beneficios entre el costo de la obra; los primeros son la suma de los costos de la producción generada durante cierto tiempo, casi siempre cinco años. Este tipo de caminos tiene una corona de 7m a 11m.

### I.3.3.4 Caminos entre zonas desarrolladas

Los caminos que comunican las zonas desarrolladas, se construyen para disminuir los costos de operación del usuario, además de mejorar el tránsito en los caminos regionales. Estos caminos tienen como objeto comunicar sólo los puntos que han alcanzado mayor desarrollo; por lo tanto, son directos, con lo que se reducen las distancias de recorrido y el servicio mejora respecto al del resto de los caminos, por lo que la operación es más segura y cómoda. Estos pueden ser de dos, cuatro o más carriles.

Estos caminos se evalúan a través de la relación beneficio-costo, denominada índice de recuperación, que se calcula al dividir los ahorros que se tendrán cuando la nueva obra entre en funcionamiento, entre el costo de construcción. Hay ahorros en combustible, lubricantes, horas-hombre (operadores y pasajeros), así como otras ventajas menos tangibles, como la comodidad y la seguridad.

---

#### 1.3.4 Clasificación por su transitabilidad

Para satisfacer adecuadamente las necesidades que al sistema de transporte le corresponde ante el desarrollo económico y social del país, es inaplazable la modernización integral y homogénea de las rutas nacionales sometidas a utilización intensa. Esto es de vital importancia si se considera que las condiciones de circulación han cambiado en los últimos años provocando la congestión y el deterioro de algunos caminos, lo que se traduce en pérdidas económicas y bajos niveles de seguridad.

##### 1.3.4.1 Brechas

Son aquellos caminos que se realizan sin tener un proyecto previo al trazo, su construcción se hace de acuerdo a la topografía del sitio.

##### 1.3.4.2 Terracerías

Son caminos que se han construido la sección del proyecto hasta el nivel de la subrasante, siendo estos transitables en épocas de secas.

##### 1.3.4.3 Revestidas

Son aquellos caminos que sobre la capa subrasante se ha colocado una o varias capas de material granular, siendo este transitable todo el tiempo.

---

#### 1.3.4.4 Pavimentadas

Son aquellos caminos que sobre la subrasante se ha construido ya el cuerpo del pavimento.

#### 1.3.5 Clasificación por su importancia

Este tipo de carreteras son clasificadas de acuerdo al nivel de tránsito y el tipo de vehículos automotores.

##### 1.3.5.1 Carreteras primarias o troncales

Son las carreteras que se pueden considerar interestatales o de largo itinerario. Son ejes que tienen la finalidad de unir a los diferentes Estados.

##### 1.3.5.2 Carreteras secundarias o alimentadoras

Son aquellas carreteras que funcionan como tributarias de las troncales y a su vez estas tienen ramales en toda la región.

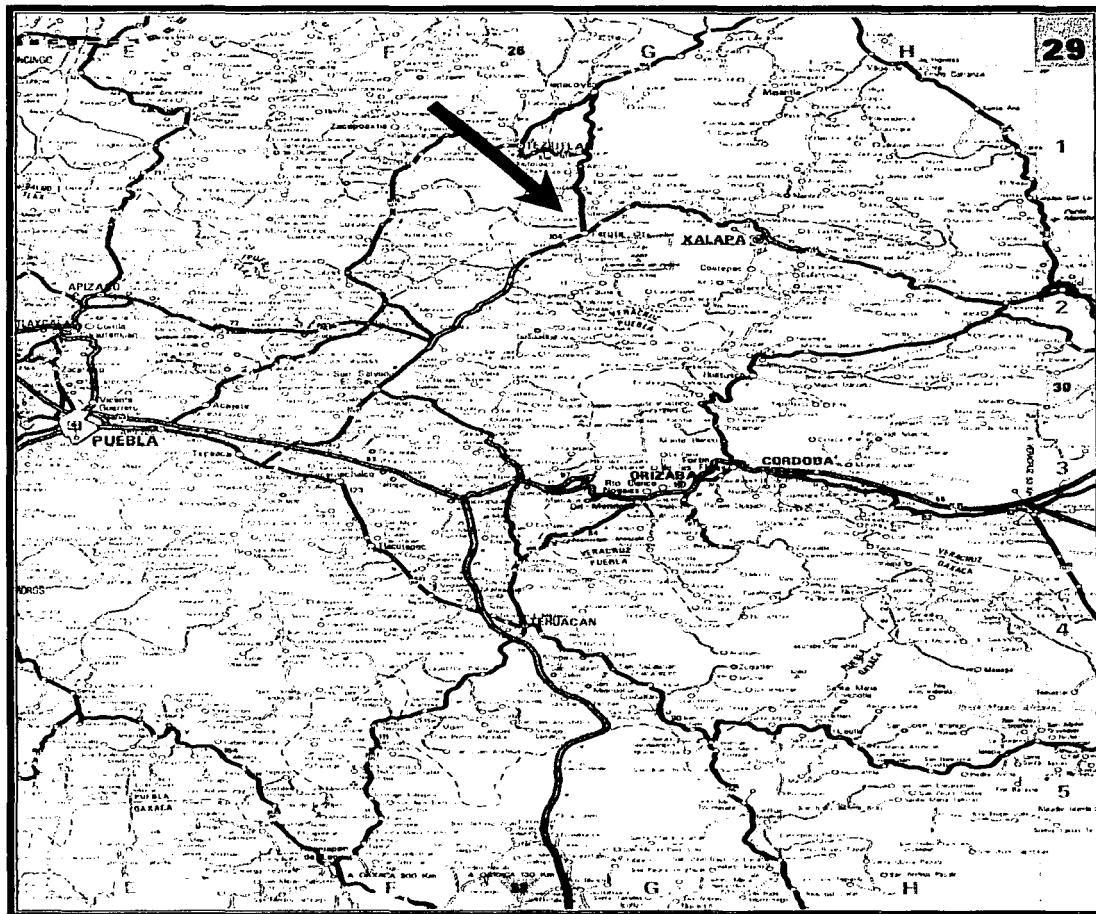
##### 1.3.5.3 Carreteras terciarias o ramales

Son ramales con acceso a las carreteras troncales y alimentadoras que sirven a pequeñas regiones y además tienen poco tránsito.

---

#### I.4 Croquis de localización

TEJES CON  
FALLA DE ORIGEN



### **1.5 Características generales del lugar**

La ciudad de Perote se edificó en el sitio donde existió un pueblo de indígenas llamado Pinahuizapan, que significa 'agua oculta' o 'agua vergonzante', cuenta con una población de 26,031 habitantes y es el municipio 128 del Estado de Veracruz.

El municipio de Perote (croquis adjunto) colinda al suroeste con el estado de Puebla y con los municipios de Guadalupe Victoria y Francisco I. Madero; al noreste con los municipios de Los Molinos y Sierra de Agua; al sureste con el municipio de El Escobillo; al norte con el municipio de Los Magueyitos, localizándose geográficamente dentro del estado de Veracruz correspondiendo a su vez a las siguientes coordenadas geográficas al norte 19° 39', al sur 19° 23' de latitud norte; al oeste 97° 06', al oeste 97° 26' de longitud oeste.

Se encuentra a 2 415 m de altitud, en la región de Los Llanos, que se extiende al oeste del volcán Cofre de Perote. Se encuentra a 255 km de la ciudad de México, en la carretera con número 140 y el ferrocarril México-Jalapa-Veracruz; hacia el norte una carretera de 49 km lo comunica con Tezuitlán, ya en el estado de Puebla.

El clima que se presenta en el área de estudio va del templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad al semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, siendo su precipitación media anual de 2 013.3 mm y manifestando una precipitación del mes más seco 1475.5 mm y del mes más lluvioso de 2448.5 mm, teniendo una temperatura media anual de 12.7 °C.

---

Con el clima que presenta los principales productos que se cultivan en su entorno son el trigo (tiene la producción más importante de todo el estado) frijol, maíz, papa, cebada, haba, maguey, frutas y maderas.

Se cría ganado lanar, caprino, porcino y aves de corral. Además cuenta con productos de origen animal tales como huevo, cera, miel, lana y leche. También es importante su producción de pulque y de algunos textiles.

---

# CAPITULO

# DOS

---

## **II JUSTIFICACIÓN**

El objeto de un sistema de transporte es el de comunicar los centros de producción con los de consumo, facilitando la rápida distribución de pasajeros, un constante y adecuado abasto de insumos y una apropiada distribución de los productos. Además, pretende lograr la integración en la población y eliminar el aislamiento, facilitando el desarrollo económico, político y cultural del país. Los elementos constitutivos de un sistema de transporte son el medio, el vehículo y terminales o estaciones.

### **II.1 Accesos a Xalapa**

Existen distintos medios para llegar a la Ciudad de Xalapa, que depende del medio de transporte que se utilice. Por medios terrestres se analizarán dos rutas de acceso a Xalapa del centro del país, carretera libre y carretera de cuota.

- **PRIMER RECORRIDO:** El traslado de un vehículo tiene la siguiente ruta, comenzando el recorrido desde la autopista de cuota México - Texcoco (México 136), donde el tránsito es fluido y seguro, continúa el recorrido por la carretera libre federal (México 136) hasta la desviación de Apizaco por donde se continua por la carretera libre federal (México 136) hasta entroncar con la carretera libre federal (México 140) en Zacatepec, desde este punto se continua por la autopista libre hasta J. Alchichica, circulando por carretera libre federal hasta el Municipio de Perote, continuando por carretera libre hasta Xalapa, esta vía presenta dos inconvenientes, el primero de ellos es el cambio de tipo de caminos, y el segundo es al llegar al punto de conflicto, municipio de Perote es que presenta problemas de congestionamiento vial (transporte de carga) y con ello se obtendrían 45 min. aproximadamente de retraso en ese sólo tramo.

| Nombre del Tramo de Autopista de Cuota | Numero de Kms por Tramo de carretera |
|----------------------------------------|--------------------------------------|
| Cd. de México - Texcoco                | 18                                   |
| Nombre del Tramo de Autopista Libre    | Numero de Kms por Tramo de carretera |
| Texcoco - Apizaco                      | 94                                   |
| Apizaco - Huamantla                    | 24                                   |
| Huamantla - Zacatepec                  | 38                                   |
| Zacatepec - Perote                     | 47                                   |
| Perote - Xalapa                        | 52                                   |
| TOTAL                                  | 273                                  |

Tabla II.1 Primer Recorrido México – Xalapa (vía libre)

- **SEGUNDO RECORRIDO:** El segundo recorrido se analiza vía cuota, en el cual no se cruza por el tramo que contempla el libramiento, en donde el traslado vehicular tiene la siguiente ruta, la cual es México –Veracruz por la autopista de cuota (México 150), de Veracruz – Cardel por la autopista de cuota (México 180) y de Cardel - Xalapa por carretera libre federal. La distancia en este recorrido se realiza en un tiempo promedio de 6.5 horas. En esta ruta el flujo vehicular es constante puesto que la mayor parte del mismo es autopista, el único inconveniente es el costo de casetas.

| Nombre del Tramo de Autopista de Cuota | Numero de Kms por Tramo de carretera |
|----------------------------------------|--------------------------------------|
| Cd. de México - Texmelucan             | 125                                  |
| Texmelucan - Esperanza                 | 121                                  |
| Esperanza - Fortín                     | 95                                   |
| Fortín - Veracruz                      | 120                                  |
| Veracruz - Cardel                      | 35                                   |
| Nombre del Tramo de Autopista Libre    | Numero de Kms por Tramo de carretera |
| Cardel - Xalapa                        | 71                                   |
| TOTAL                                  | 567                                  |

Tabla II.2 Segundo Recorrido México – Xalapa (vía cuota)

## II.2 Estudios realizados por INEGI

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En las siguientes tablas, figuras y gráficas se muestran resultados obtenidos de estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en el Municipio de Perote, en el estado de Veracruz.

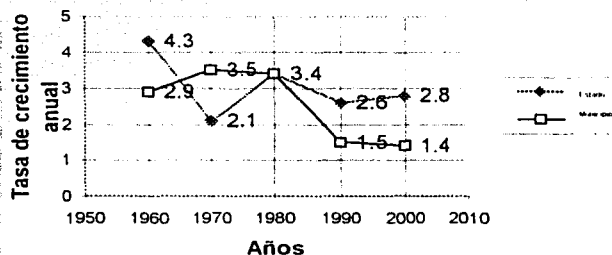
### II.2.1 Áreas naturales protegidas

| Clave | Descripción     | Nombre          | Año del decreto |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
| PN    | Parque Nacional | Cofre de Perote | 1937            |

Cuadro II.1 Áreas Naturales

El parque nacional Cofre de Perote, representa un aspecto turístico para la comunidad del Municipio de Perote, por lo cual hace muy transitado dicha comunidad.

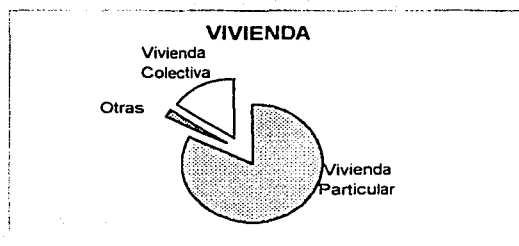
### II.2.2 Tasa de crecimiento media anual



Grafica II.1 Tasa de Crecimiento de Población

En la grafica anterior su puede observar que la tasa de crecimiento de población se presenta casi constante, por lo que si actualmente se presentan accidentes de peatones y automovilísticos, con el aumento de población estos incrementarían a su vez.

### II.2.3 Tipo de vivienda en el Municipio de Perote a Diciembre de 1999



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Grafica II.2 Tipo de Vivienda

### II.2.4 Infraestructura carretera en el Estado de Veracruz y el Municipio de Perote.

| Tipo de Camino             | Estado   |          | Municipio |        |
|----------------------------|----------|----------|-----------|--------|
|                            | 1992     | 1996     | 1992      | 1996   |
| Total b/                   | 10266 80 | 15861 80 | 97 20     | 113 20 |
| Troncal Federal c/         | 2860 10  | 3161 30  | 47 00     | 45 70  |
| Pavimentada d/             | 2860 10  | 3161 30  | 47 00     | 45 70  |
| Alimentadoras estatales e/ | 3854 50  | 4367 40  | ...       | 17 30  |
| Pavimentadas d/            | 1598 20  | 2246 30  | ...       | 17 30  |
| Terracerías                | 19 00    | ...      | ...       | ...    |
| Revestida                  | 2337 30  | 2121 10  | ...       | ...    |
| Caminos Rurales            | 3452 20  | 3070 50  | 50 20     | 50 20  |
| Pavimentada                | 61 30    | 84 70    | ...       | ...    |
| Revestida                  | 3390 80  | 2985 80  | 50 20     | 50 20  |

Tabla II.3 Infraestructura Carretera

Notas: \* (sig. pag.)

\*a/ Datos referidos al 31 de Diciembre de cada año.

b/ La suma de los parciales, no coincide con el total debido a que se incluyen 5 262.6 kilómetros de carreteras y caminos que corresponden: 1 545.3 a PEMEX, 313.4 a SAGAR, 79.6 a CFE y 3324.3 a los municipios, ya que no se dispone de información a nivel municipal.

c/ También es conocida como principal o primaria, tiene como objetivo específico servir al tránsito de larga distancia. Comprende caminos de cuota pavimentados (incluidos los estatales) y libres (pavimentados, de terracería y revestidos).

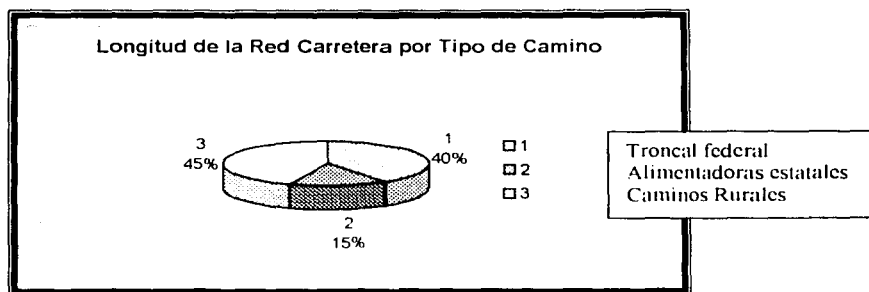
d/ Comprende caminos de dos, cuatro o más carriles.

e/ También conocidas con el nombre de carreteras secundarias, tienen como propósito principal servir de acceso a las carreteras troncales.

En la tabla se puede apreciar que del año 1992 a 1999 se ha invertido muy poco en el aspecto de la infraestructura de carreteras, ya que se observa un incremento del 16.5% lo cual fue ocasionando los problemas viales que actualmente se presentan.

#### II.2.5 Gráfica de porcentajes por tipo de carretera

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Gráfica II.3 Tipo de Caminos

### **II.3 Beneficios que dará el proyecto**

Los beneficios que se obtendrán de la construcción del Libramiento Carretero en el Municipio de Perote, se pueden clasificar de la siguiente forma:

#### **Beneficio Económico**

- Facilitará la comunicación entre Xalapa y las Ciudades céntricas de comercio del País.
- El ahorro en tiempo del primer recorrido analizado considerando el municipio sería aprox. de 45 min. en el transcurso del recorrido.
- Facilitará el intercambio de bienes y servicios con los municipios colindantes y con el resto del estado.
- Generará otras fuente de empleo directos, derivados de la contratación del personal para realizar la construcción del proyecto carretero y aun después para su mantenimiento.
- Generará también empleos derivados de los bienes y servicios que requiere la construcción, tales como alimentos, hospedaje, etc.

#### **Beneficio Social**

- Evitará accidentes a los habitantes que viven en la zona y dará mayor seguridad a los usuarios de esa vía de comunicación, por ser una vía de altas especificaciones que permitirá la circulación de vehículos a una velocidad mayor.
  - Disminuirá la emisión de gases contaminantes de origen vehicular en las poblaciones que circulan actualmente, por la disminución de congestionamientos viales.
-

#### **II.4 Análisis de factibilidad**

Dicho estudio se realizará por medio de la evaluación de proyectos, con un análisis de Beneficio / Costo, el cual se llevara a cabo con descripción de los siguientes puntos:

- Descripción del proyecto
- Análisis del proyecto
- Tamaño y localización
- Descripción del tramo del proyecto
- Costo de la inversión del proyecto
- Análisis Beneficio / Costo

##### **II.4.1 Descripción del proyecto**

En el estado de Veracruz, y localizados en el Municipio de Perote, se encuentran dos localidades, Guadalupe Victoria y Los Molinos (San José), que están comunicadas por un camino pavimentado de dos carriles, la circulación de automóviles y camiones es a baja velocidad, esto provoca que el intercambio comercial entre estas dos comunidades sea lento, así como también la comunicación con caminos federales hacia el centro del país y en sentido contrario a Xalapa y el puerto de Tuxpan, esta zona es de gran importancia económica para el Estado, ya que son comunidades productoras de cultivo de papa, explotación de madera, reforestación de árboles, etc; Por otro lado el gran número de Auto-transporte de carga que circulan por el tramo, exige la necesidad de la construcción de un libramiento, ya que a causa de estos es el gran problema de congestionamiento vial y presencia de accidentes dentro del mismo.

---

Este camino cumpliendo con las especificaciones de la Dirección de Carreteras Estatales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno del Estado de Veracruz, cumpliendo con estas en el análisis y diseño de pavimentos en la propuesta de construcción del libramiento.

Existen especificaciones geométricas las cuales se basan en el TDPA que circula por dicho camino, las especificaciones intervienen en las características geométricas que se deben de respetar para proyectar, y así sean acordes a las necesidades de operación. Para carreteras, el factor económico rige en las características de secciones además de la pendiente, curvatura, número de carriles o vías paralelas, las cuales están en íntima relación con el volumen vehicular y tipo de carga (ver cuadro siguiente).

| CONCEPTO                       |                             | Unidad    | TIPO DE CARRETERA |     |           |     |            |     |             |     |             |     |      |      |      |      |      |       |       |       |  |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------|-------------------|-----|-----------|-----|------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--|
|                                |                             |           | E                 |     | D         |     | C          |     | B           |     | A           |     |      |      |      |      |      |       |       |       |  |
| TDPA                           | En el horizonte de proyecto | Velocidad | Hasta 100         |     | 100 a 500 |     | 500 a 1500 |     | 1500 a 3000 |     | Más de 3000 |     |      |      |      |      |      |       |       |       |  |
| Tipo de terreno                |                             |           | Montañoso         |     | Lomero    |     | Plano      |     |             |     |             |     |      |      |      |      |      |       |       |       |  |
| Velocidad de proyecto          |                             | Km/h      | 30                | 40  | 50        | 60  | 70         | 80  | 90          | 100 | 110         | 120 | 130  | 140  | 150  | 160  | 170  | 180   | 190   | 200   |  |
| Dist. de visibilidad de parada |                             | m         | 30                | 40  | 50        | 75  | 95         | 115 | 135         | 155 | 175         | 195 | 215  | 235  | 255  | 275  | 295  | 315   | 335   | 355   |  |
| Dist. de visibilidad de rebasa |                             | m         | 150               | 180 | 210       | 240 | 270        | 300 | 330         | 360 | 390         | 420 | 450  | 480  | 510  | 540  | 570  | 600   | 630   | 660   |  |
| Grado máximo de curvatura      |                             | %         | 40                | 8   | 11        | 13  | 16         | 20  | 24          | 28  | 32          | 36  | 40   | 44   | 48   | 52   | 56   | 60    | 64    | 68    |  |
| K Cresta                       |                             | m/%       | 4                 | 7   | 12        | 21  | 38         | 64  | 110         | 180 | 300         | 500 | 850  | 1400 | 2300 | 3800 | 6300 | 10500 | 17500 | 29000 |  |
| Curvas Verticales K Columbo    |                             | m/%       | 4                 | 7   | 10        | 15  | 20         | 7   | 10          | 15  | 20          | 7   | 10   | 15   | 20   | 7    | 10   | 15    | 20    | 31    |  |
| Long. mínima                   |                             | m         | 20                | 30  | 40        | 60  | 80         | 100 | 150         | 200 | 300         | 400 | 600  | 800  | 1200 | 1600 | 2400 | 3200  | 4800  | 6400  |  |
| Pendiente gobernadora          |                             | %         | 0                 | 7   | —         | —   | 8          | —   | —           | 8   | 5           | —   | 5    | 4    | —    | 4    | 3    | —     | —     | —     |  |
| Pendiente máxima               |                             | %         | 13                | 10  | 7         | 12  | 9          | 6   | 8           | 7   | 5           | 7   | 6    | 4    | —    | 6    | 5    | 4     | —     | —     |  |
| Ancho de calzada               |                             | m         | 4.0               |     | 6.0       |     | 8.0        |     | 10.0        |     | 12.0        |     | 14.0 |      | 16.0 |      | 18.0 |       | 20.0  |       |  |
| Ancho de corona                |                             | m         | 4.0               |     | 6.0       |     | 8.0        |     | 10.0        |     | 12.0        |     | 14.0 |      | 16.0 |      | 18.0 |       | 20.0  |       |  |
| Ancho de acostamiento          |                             | m         | —                 |     | —         |     | 0.5        |     | 1.0         |     | 1.5         |     | 2.0  |      | 2.5  |      | 3.0  |       | 3.5   |       |  |
| Ancho de faja separad. central |                             | m         | —                 |     | —         |     | —          |     | —           |     | —           |     | —    |      | —    |      | —    |       | —     |       |  |
| Bombeo                         |                             | %         | 3.0               |     | 3.0       |     | 3.0        |     | 3.0         |     | 3.0         |     | 3.0  |      | 3.0  |      | 3.0  |       | 3.0   |       |  |
| Sobreelevación máxima          |                             | %         | 10.0              |     | 10.0      |     | 10.0       |     | 10.0        |     | 10.0        |     | 10.0 |      | 10.0 |      | 10.0 |       | 10.0  |       |  |

Cuadro II.2 Especificaciones geométricas para caminos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En carreteras, la posición de la rasante económica con respecto al terreno natural debe estudiarse con cuidado, tomando en cuenta las especificaciones del cuadro II.2, la topografía del lugar, las dimensiones de la obra y las condiciones geotécnicas de la zona en cuanto a tipo de terreno, nivel freático y puntos de inundación. Así mismo, es preciso estudiar las secciones críticas, como cruce con ríos, con el fin de decidir hasta qué grado es conveniente mover el trazo del proyecto.

La propuesta del libramiento incluye, el estudio geotécnico, el proyecto de pavimento y el proceso constructivo, el libramiento tendrá una longitud de 17.581 kilómetros, con origen a la altura de la Loma El Molcate y finaliza a la altura de la Colonia Veinte de Noviembre. Ambas pertenecientes al Municipio de Perote, de acuerdo a cartografía del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, también se encuentra un camino de terracería perteneciente a CFE, a un costado sobre donde se llevara el trazo, este podría sufrir cambios en algunos tramos con la finalidad de que el alineamiento horizontal y vertical de este proyecto cumpla con las especificaciones.

#### II.4.2 Análisis del proyecto

Para la construcción del libramiento se proyectó un aforo vehicular a futuro con una proyección a 16 años (tiempo de recuperación de inversión sobre cuotas) y mediante encuestas (origen – destino) y estudios de ingeniería de tránsito (aforo vehicular), se obtuvo un TDPA (8970) que cruzaría por el libramiento llevándonos a un camino tipo A, y con el tipo automóviles que circulan por esta vía, se propuso construir un camino tipo A4S, ya que como se observa en el cuadro II.2 de las especificaciones geométricas sobrepasa los 3000 vehículos de TPDA.

---

### II.4.3 Tamaño y localización

El proyecto consiste en construir un libramiento carretero de cuerpos separados (A4S) de 17.581 km. de longitud localizado en el Municipio de Perote, situados dentro del Estado de Veracruz.

|                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| <b>Carretera</b> | PUEBLA - XALAPA           |
| <b>Tramo</b>     | LIBRAMIENTO PEROTE        |
| <b>Subtramo</b>  | KM. 94+000 AL KM. 111+581 |
| <b>Origen</b>    | ACATZINGO, PUE.           |
| <b>Municipio</b> | PEROTE                    |
| <b>Estado</b>    | VERACRUZ LLAVE            |

Tabla II.4 Características del libramiento

### II.4.4 Descripción del tramo del proyecto

En el siguiente mapa se muestran los caminos para acceder a Perote así como la localización del camino del proyecto que en este estudio se esta analizando.

---

El croquis muestra la Infraestructura para el Transporte del Municipio de Perote, en el cual se puede observar que cuenta con un gran número de caminos de terracerías, lo cual requiere de la mejora de los actuales.

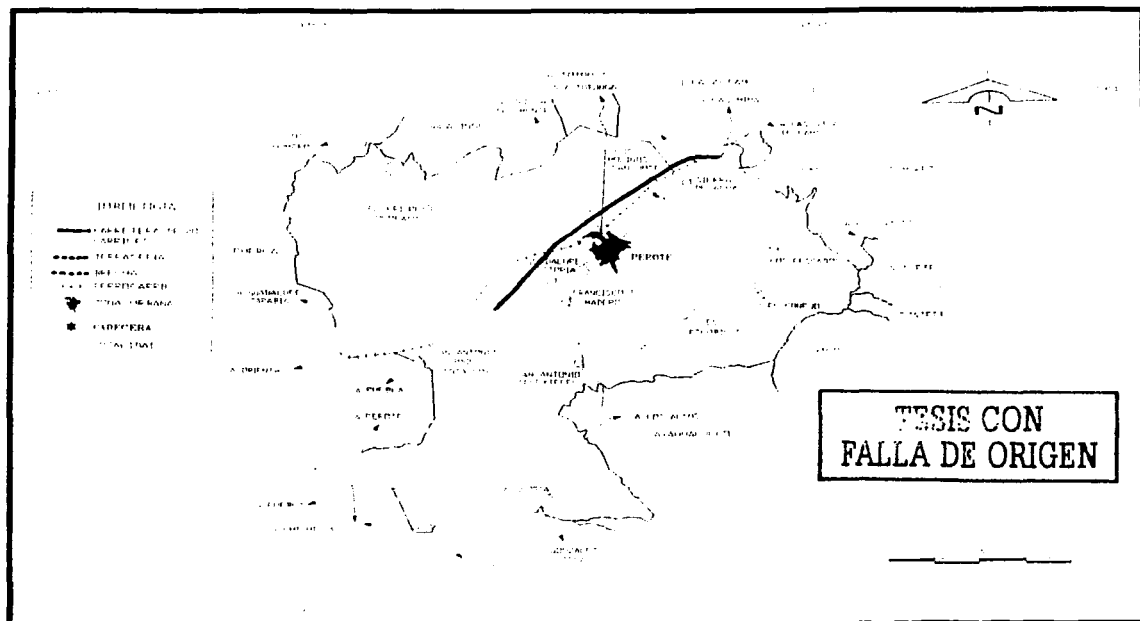


Figura II.1 Infraestructura para el transporte

#### II.4.5 Costo de la inversión del proyecto

En los siguientes cuadros de costos se calcula el monto de inversión para la ejecución del proyecto, el análisis se subdivide en terracerías, obras de drenaje, estructuras, pavimentos y obras complementarias, los cuales se analizan por separado.

# CUADRO DE COSTOS "TERRACERIAS"

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

O B R A : CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO DE PEROTE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL KM 94+000 AL KM 111+581 UBICADOS AL NOROCCIDENTE DEL MUNICIPIO EN EL ESTADO DE VERACRUZ

C A R R E T E R A : PUEBLA - XALAPA

T R A M O : LIBRAMIENTO DE PEROTE

S U B T R A M O : DEL KM 94+000 AL KM 111+581

| PARTIDA             | INCISO | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                       | UNIDAD | P.U.     | CONFORME A PROYECTO |               | FUERA DE PROYECTO |            | TOTALES       |              |
|---------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------------------|---------------|-------------------|------------|---------------|--------------|
|                     |        |                                                                                                                                                                                                                   |        |          | CANTIDAD            | IMPORTE \$    | CANTIDAD          | IMPORTE \$ | CANTIDAD      | IMPORTE \$   |
| TERRACERIAS 3.01.01 |        |                                                                                                                                                                                                                   |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 009-C               |        | DESMONTE                                                                                                                                                                                                          |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 1                   |        | Desmonte por unidad de obra terminada (inciso 002-H-02)                                                                                                                                                           | ha     | 4.652.58 | 7.00                | 32.567.92     | 0.00              | 0.00       | 7.00          | 32.567.92    |
| 009-D               |        | CORTES                                                                                                                                                                                                            |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 009-D-04            |        | Despaves, desperdiciando el material por unidad de obra terminada (inciso 003-H-03)                                                                                                                               |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 2 a                 |        | De cortes                                                                                                                                                                                                         | m3     | 37.75    | 147.330.00          | 5.561.515.97  | 0.00              | 0.00       | 147.330.00    | 5.561.515.97 |
| 3 b                 |        | Para despiante de terrapienes                                                                                                                                                                                     | m3     | 4.51     | 134.820.00          | 608.038.20    | 0.00              | 0.00       | 134.820.00    | 608.038.20   |
| 009-D-06            |        | Excavaciones por unidad de obra terminada (inciso 003-H-04)                                                                                                                                                       |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 4 a                 |        | En cortes y adicionales abajo de la subrasante                                                                                                                                                                    | m3     | 9.58     | 710.355.00          | 6.805.200.90  | 0.00              | 0.00       | 710.355.00    | 6.805.200.90 |
| 5 b                 |        | Cuando el material se utilice para la formacion de terrapienes                                                                                                                                                    | m3     | 13.64    | 28.800.00           | 392.832.00    | 0.00              | 0.00       | 28.800.00     | 392.832.00   |
| 6 c                 |        | Cuando el material se desperdicia                                                                                                                                                                                 |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 7 d                 |        | En empiccion de cortes                                                                                                                                                                                            | m3     | 9.83     | 281.715.00          | 2.769.258.45  | 0.00              | 0.00       | 281.715.00    | 2.769.258.45 |
| 8 e                 |        | Cuando el material se utilice para la formacion de terrapienes                                                                                                                                                    | m3     | 13.64    | 45.000.00           | 613.800.00    | 0.00              | 0.00       | 45.000.00     | 613.800.00   |
| 9 f                 |        | Cuando el material se desperdicia                                                                                                                                                                                 |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 10                  |        | Excavacion de escalones de ligas en los taludes de los terrapienes existentes por unidad de obra terminada                                                                                                        | m3     | 13.10    | 187.500.00          | 2.456.250.00  | 0.00              | 0.00       | 187.500.00    | 2.456.250.00 |
| 009-F               |        | TERRAPLENES                                                                                                                                                                                                       |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 009-F-09            |        | Compaction por unidad de obra terminada (inciso 005-H-08)                                                                                                                                                         |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 11 a                |        | De terreno natural en el area de despiante de los terrapienes (inciso 005-H-09)                                                                                                                                   | m3     | 11.50    | 80.260.00           | 923.220.00    | 0.00              | 0.00       | 80.260.00     | 923.220.00   |
| 12 b                |        | Para noventa por ciento (90%)                                                                                                                                                                                     |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 13 c                |        | De la cama de los cortes en que no se haya ordenado excavacion adicional                                                                                                                                          | m3     | 11.27    | 55.170.00           | 621.765.90    | 0.00              | 0.00       | 55.170.00     | 621.765.90   |
| 009-F-10            |        | Recompactacion                                                                                                                                                                                                    |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 14 a                |        | Excavacion desigladado acamunado por alas de la capa subrasante existente en cortes y terrapienes construidos con anterioridad y su posterior tendido y compaction por unidad de obra terminada (inciso 005-H-10) | m3     | 15.77    | 65.715.00           | 1.036.325.55  | 0.00              | 0.00       | 65.715.00     | 1.036.325.55 |
| 15 b                |        | Para cien por ciento (100%)                                                                                                                                                                                       |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 009-F-11            |        | Formacion y compaction por unidades de obra terminada                                                                                                                                                             |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 16 a                |        | De terrapienes adicionados con sus cuñas de sobrecanto (inciso 005-H-11)                                                                                                                                          | m3     | 9.92     | 713.040.00          | 7.073.356.80  | 0.00              | 0.00       | 713.040.00    | 7.073.356.80 |
| 17 b                |        | Para noventa por ciento (90%)                                                                                                                                                                                     | m3     | 10.45    | 122.130.00          | 1.276.258.50  | 0.00              | 0.00       | 122.130.00    | 1.276.258.50 |
| 18 c                |        | Para noventa y cinco por ciento (95%)                                                                                                                                                                             | m3     | 15.98    | 98.310.00           | 1.570.993.80  | 0.00              | 0.00       | 98.310.00     | 1.570.993.80 |
| 19 d                |        | Para cien por ciento (100%) en capa subrasante                                                                                                                                                                    |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 20 e                |        | De terrapienes de relleno para formar la subrasante en los cortes en que se haya ordenado excavacion adicional (inciso 005-H-12)                                                                                  | m3     | 20.44    | 48.015.00           | 981.426.60    | 0.00              | 0.00       | 48.015.00     | 981.426.60   |
| 21 f                |        | Para cien por ciento (100%) en capa subrasante                                                                                                                                                                    |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 009-F-13            |        | Formacion de la parte de los terrapienes y de sus cuñas de sobrecanto por unidad de obra terminada construidas con material no compactable producto de los cortes (inciso 005-H-13)                               | m3     | 12.81    | 300.000.00          | 3.783.000.00  | 0.00              | 0.00       | 300.000.00    | 3.783.000.00 |
| EP 005-E-10         |        | Atop de los taludes de los terrapienes con el material obtenido de despaves y excavaciones de calas para despiante de los terrapienes en un espesor de 0.12 m. Atop por unidad de obra terminada                  | m3     | 5.06     | 36.405.00           | 184.209.30    | 0.00              | 0.00       | 36.405.00     | 184.209.30   |
| 009-H               |        | CANALES                                                                                                                                                                                                           |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 009-H-23            |        | Excavacion para canales y contrachumbres por unidad de obra terminada (inciso 007-H-01)                                                                                                                           | m3     | 33.84    | 4.950.00            | 166.518.00    | 0.00              | 0.00       | 4.950.00      | 166.518.00   |
| 22 e                |        | Excavacion para canales de entrada y salida a obras de drenaje                                                                                                                                                    |        |          |                     |               |                   |            |               |              |
| TOTALES             |        |                                                                                                                                                                                                                   |        |          | BRVA                | 37,733,444.89 | 0.00              |            | 37,733,444.89 |              |
|                     |        |                                                                                                                                                                                                                   |        |          | CAVA                | 43,393,484.62 | 0.00              |            | 43,393,484.62 |              |

# CUADRO DE COSTOS "OBRAS DE DRENAJE"

O B R A : CONSTRUCCION DEL LIBRAMIENTO DE PEROTE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL KM 94+000 AL KM 111+581 UBICADOS AL NOROCCIDENTE DEL MUNICIPIO EN EL ESTADO DE VERACRUZ

CARRETERA PUEBLA - XALAPA

T R A M O LIBRAMIENTO DE PEROTE

S U B T R A M O DEL KM 94+000 AL KM 111+581

| PARTIDA                                                                  | INCISO      | DESCRIPCION                                                                                                                  | UNIDAD | P.U.     | CONFORME A PROYECTO |               | FUERA DE PROYECTO |            | TOTALES       |              |  |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------------------|---------------|-------------------|------------|---------------|--------------|--|
|                                                                          |             |                                                                                                                              |        |          | CANTIDAD            | IMPORTE \$    | CANTIDAD          | IMPORTE \$ | CANTIDAD      | IMPORTE \$   |  |
| OBRAS DE DRENAJE 3 01 02                                                 |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| EP 048 E 01 PLANTACION DE ESPECIES VEGETALES                             |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
|                                                                          |             | Plantado de leños                                                                                                            | m2     | 12.34    | 303 270.00          | 3 742 351.80  | 0.00              | 0.00       | 303 270.00    | 3 742 351.80 |  |
| 21                                                                       | 048-H 08    | Arboles de la region con altura minima de 1.50 m (inciso 048-H 08 )                                                          | parte  | 36.91    | 29 130.00           | 1 075 188.30  | 0.00              | 0.00       | 29 130.00     | 1 075 188.30 |  |
| 047 C EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS                                        |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 23                                                                       | 047 C 02    | Excavado por unidad de obra terminada, cualesquiera que sean su clasificacion y profundidad (inciso 022 H 01 a)              | m3     | 27.37    | 16 455.00           | 450 373.35    | 0.00              | 0.00       | 16 455.00     | 450 373.35   |  |
| 24                                                                       | EP 022 E 02 | Extraccion de atoles en obras de drenaje y canales de entrada y salida, cualesquiera que sean su clasificacion y profundidad | m3     | 79.14    | 3 750.00            | 299 775.00    | 0.00              | 0.00       | 3 750.00      | 299 775.00   |  |
| 047 D RELLENOS                                                           |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 25                                                                       | 047 D 02b   | Para la proteccion de las obras de drenaje, por unidad de obra terminada (Parrafo 023-H 01 d)                                | m3     | 44.84    | 6 750.00            | 302 870.00    | 0.00              | 0.00       | 6 750.00      | 302 870.00   |  |
| 047 G CONCRETO HIDRAULICO                                                |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 26                                                                       | 047 G 11 a  | Concreto hidraulico por unidad de obra terminada (inciso 025-H 10) colocado en seco                                          | m3     | 845.53   | 675.00              | 570 732.75    | 0.00              | 0.00       | 675.00        | 570 732.75   |  |
| 27                                                                       | 1           | De f'c = 100 kg/cm2                                                                                                          | m3     | 1 017.65 | 6 960.00            | 7 084 236.00  | 0.00              | 0.00       | 6 960.00      | 7 084 236.00 |  |
| 28                                                                       | 3           | De f'c = 200 kg/cm2                                                                                                          | m3     | 1 860.01 | 825.00              | 1 534 508.25  | 0.00              | 0.00       | 825.00        | 1 534 508.25 |  |
| 047 H ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO                                     |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 29                                                                       | 047 H 04    | Acero de refuerzo por unidad de obra terminada (inciso 027-H 03)                                                             | Kg     | 7.65     | 82 220.00           | 475 963.00    | 0.00              | 0.00       | 82 220.00     | 475 963.00   |  |
| 047 L ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO                                |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 30                                                                       | 047 L 03    | Tuberia de concreto por unidad de obra terminada (inciso 031-H 02)                                                           |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 31                                                                       | d)          | Reforzado de f'c=280 kg/cm2                                                                                                  | m      | 1 322.00 | 1 140.00            | 1 507 080.00  | 0.00              | 0.00       | 1 140.00      | 1 507 080.00 |  |
| 32                                                                       | 1)          | De 90 cm de diametro                                                                                                         | m      | 1 705.22 | 360.00              | 613 879.20    | 0.00              | 0.00       | 360.00        | 613 879.20   |  |
| 33                                                                       | 2)          | De 105 cm de diametro                                                                                                        |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 047 M SUBDRENE                                                           |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 34                                                                       | 047 M 02    | Excavacion para subdrenes en zanja (inciso 032-H 01)                                                                         |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 35                                                                       | a)          | Excavado por unidad de obra terminada, cualesquiera que sean su clasificacion y profundidad                                  | m3     | 43.82    | 6 300.00            | 278 066.00    | 0.00              | 0.00       | 6 300.00      | 278 066.00   |  |
| 047 M 13 Tubos perforados por unidad de obra terminada (inciso 032 H 11) |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 36                                                                       | b)          | De concreto hidraulico                                                                                                       | m      | 36.83    | 10 500.00           | 386 715.00    | 0.00              | 0.00       | 10 500.00     | 386 715.00   |  |
| 047 X DEMOLICIONES                                                       |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 37                                                                       | 047 X 01    | Demoliciones por unidad de obra terminada (inciso 044-H 01)                                                                  |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 38                                                                       | a)          | De mamposterias                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 39                                                                       | 2) a)       | De tercera clase con mortero de cemento                                                                                      | m3     | 306.62   | 300.00              | 92 046.00     | 0.00              | 0.00       | 300.00        | 92 046.00    |  |
| 40                                                                       | c)          | De concreto hidraulico                                                                                                       |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 41                                                                       | 2)          | reforzado                                                                                                                    | m3     | 397.66   | 75.00               | 29 824.50     | 0.00              | 0.00       | 75.00         | 29 824.50    |  |
| 047 Y TRABAJOS DIVERSOS                                                  |             |                                                                                                                              |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| 42                                                                       | 047 Y 03    | Baldosas de concreto hidraulico (inciso 044-H 02)                                                                            |        |          |                     |               |                   |            |               |              |  |
| TOTALES                                                                  |             |                                                                                                                              |        |          | SRVA                | 18,438,429.15 | 0.00              |            | 18,438,429.15 |              |  |
|                                                                          |             |                                                                                                                              |        |          | CIWA                | 21,204,183.52 | 0.00              |            | 21,204,183.52 |              |  |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CUADRO DE COSTOS "ESTRUCTURAS"

O B R A : CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO DE PEROTE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL KM 94+000 AL KM 111+581 UBICADOS AL NORPONIENTE DEL MUNICIPIO EN EL ESTADO DE VERACRUZ

CARRETERA PUEBLA - XALAPA  
T R A M O : LIBRAMIENTO DE PEROTE  
S U B T R A M O : DEL KM 94+000 AL KM 111+581

| PARTIDA                  | INCISO                   | DESCRIPCION                                                                                                        | UNIDAD | P.U.      | CONFORME A PROYECTO |              | FUERA DE PROYECTO |            | TOTALES    |              |  |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------------|--------------|-------------------|------------|------------|--------------|--|
|                          |                          |                                                                                                                    |        |           | CANTIDAD            | IMPORTE \$   | CANTIDAD          | IMPORTE \$ | CANTIDAD   | IMPORTE \$   |  |
| PASOS A DESNIVEL 3.01.02 |                          |                                                                                                                    |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| SUBESTRUCTURA            |                          |                                                                                                                    |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 047-C                    |                          | EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS                                                                                        |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 44                       | 047-C 02H                | Excavado por unidad de obra terminada cualesquiera que sean su clasificación y profundidades (paralelo 022-H 01 a) | m3     | 27.37     | 1 713.33            | 46 893.93    | 0.00              | 0.00       | 1 713.33   | 46 893.93    |  |
| 047-G                    |                          | CONCRETO HIDRÁULICO                                                                                                |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 45                       | 047-G 11                 | Concreto hidráulico por unidad de obra terminada (inciso 026-H 10) coado en seco                                   |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 45                       | 1)                       | De f'c = 250 kg/cm2 en zapatas de estribos                                                                         | m3     | 1 336.46  | 812.00              | 1 085 205.52 | 0.00              | 0.00       | 812.00     | 1 085 205.52 |  |
| 46                       | 2)                       | De f'c = 250 kg/cm2 en cuerpos de estribos y aros                                                                  | m3     | 1 896.66  | 1 540.00            | 2 905 456.40 | 0.00              | 0.00       | 1 540.00   | 2 905 456.40 |  |
| 47                       | 3)                       | De f'c = 250 kg/cm2 en coronas, dallagmas, bancos y topes laterales de estribos                                    | m3     | 1 879.59  | 258.00              | 433 334.22   | 0.00              | 0.00       | 258.00     | 433 334.22   |  |
| 48                       | 4)                       | De f'c = 100 kg/cm2 en paletas                                                                                     | m3     | 845.53    | 100.00              | 84 553.00    | 0.00              | 0.00       | 100.00     | 84 553.00    |  |
| 047-H                    |                          | ACERO PARA CONCRETO HIDRÁULICO                                                                                     |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 49                       | 047-H 04                 | Acero de refuerzo por unidad de obra terminada (inciso 027-H 03)                                                   |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 50                       | 8)                       | Varillas de alma elástico igual o mayor de 4 000 kg/cm2                                                            | kg     | 7.51      | 231 652.00          | 1 739 706.52 | 0.00              | 0.00       | 231 652.00 | 1 739 706.52 |  |
| 047-M                    |                          | SUBDREÑES                                                                                                          |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 51                       | 047-M 14                 | tubos sin perforaciones por unidad de obra terminada (inciso 032-H 11)                                             |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 51                       | d)                       | de cantón                                                                                                          |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 50                       | 1)                       | de 21 cm de diámetro                                                                                               | m      | 47.30     | 922.00              | 43 610.60    | 0.00              | 0.00       | 922.00     | 43 610.60    |  |
| EP 032-E 03              |                          | Materiales de fierro en resapado de estribos de concreto hidráulico por unidad de obra terminada                   | m3     | 167.27    | 368.00              | 61 555.36    | 0.00              | 0.00       | 368.00     | 61 555.36    |  |
| 52                       | EP 026-E 05              | Dientes de plástico DURAFLEX D' nominal por unidad de obra terminada (EP 026-E 05)                                 |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
|                          |                          | de 100 milímetros de diámetro                                                                                      | pza    | 64.84     | 64.00               | 4 149.76     | 0.00              | 0.00       | 64.00      | 4 149.76     |  |
| SUPERESTRUCTURA          |                          |                                                                                                                    |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 047-G                    |                          | CONCRETO HIDRÁULICO                                                                                                |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 53                       | 047-G 11a)               | Concreto hidráulico por unidad de obra terminada (inciso 026-H 10) coado en seco                                   |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 53                       | 1)                       | De f'c = 250 kg/cm2 en losas y dallagmas                                                                           | m3     | 1 754.24  | 360.00              | 631 526.40   | 0.00              | 0.00       | 360.00     | 631 526.40   |  |
| 54                       | 2)                       | De f'c = 250 kg/cm2 en guarniciones y remates                                                                      | m3     | 1 261.79  | 40.00               | 50 471.60    | 0.00              | 0.00       | 40.00      | 50 471.60    |  |
| 55                       | 3)                       | De f'c = 250 kg/cm2 en banquetas                                                                                   | m3     | 1 321.45  | 32.00               | 42 286.40    | 0.00              | 0.00       | 32.00      | 42 286.40    |  |
| 047-G 12                 |                          | Juntas de dilatación por unidad de obra terminada (inciso 026-H 11)                                                |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 56                       | 4)                       | Materiales de acero estructural A- 36                                                                              | kg     | 47.46     | 912.00              | 43 283.52    | 0.00              | 0.00       | 912.00     | 43 283.52    |  |
| 57                       | 1)                       | De cantón acastillado de 4.0 cm de espesor                                                                         | m2     | 231.71    | 70.00               | 16 216.70    | 0.00              | 0.00       | 70.00      | 16 216.70    |  |
| 58                       | 2)                       | De anillos 1-A o material similar de 4 cm de espesor                                                               | dm3    | 327.91    | 1 024.00            | 335 779.84   | 0.00              | 0.00       | 1 024.00   | 335 779.84   |  |
| 047-J                    |                          | ESTRUCTURAS DE CONCRETO PREFORZADO                                                                                 |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 59                       | 047-J 04                 | Estructuras de concreto prefabricado por unidad de obra terminada (inciso 029-H 03)                                |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 60                       | EP 029-E 01              | por plaza fabricada y montada                                                                                      |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 60                       | 047-J 04c1               | tablas AAS-TO tipo 4                                                                                               |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 61                       | 1)                       | De f'c = 400 kg/cm2 de 1.35 m de peralte y 32 metros de claro                                                      | pza    | 88 795.83 | 45.00               | 4 084 598.96 | 0.00              | 0.00       | 45.00      | 4 084 598.96 |  |
| 62                       | EP 026-E 04              | Apoyos de neopreno por unidad de obra terminada                                                                    | dm3    | 260.83    | 312.00              | 87 616.96    | 0.00              | 0.00       | 312.00     | 87 616.96    |  |
| 63                       | EP 026-E 25              | Dientes de plástico DURAFLEX D' nominal de 10,0 m de diámetro                                                      |        |           |                     |              |                   |            |            |              |  |
| 64                       | unidad de obra terminada |                                                                                                                    | pza    | 64.84     | 352.00              | 22 823.68    | 0.00              | 0.00       | 352.00     | 22 823.68    |  |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CUADRO DE COSTOS "ESTRUCTURAS"

O B R A : CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO DE PEROTE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL KM 94+000 AL KM 111+581 UBICADOS AL NORPONIENTE DEL MUNICIPIO EN EL ESTADO DE VERACRUZ

CARRETERA : PUEBLA - XALAPA

T R A M O : LIBRAMIENTO DE PEROTE  
S U B T R A M O : DEL KM 94+000 AL KM 111+581

| PARTIDA        | INCISO | DESCRIPCION                                                                                                                                                                 | UNIDAD         | P.U.     | CONFORME A PROYECTO |               | FUERA DE PROYECTO |            | TOTALES       |              |
|----------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|---------------------|---------------|-------------------|------------|---------------|--------------|
|                |        |                                                                                                                                                                             |                |          | CANTIDAD            | IMPORTE \$    | CANTIDAD          | IMPORTE \$ | CANTIDAD      | IMPORTE \$   |
| 047-H          |        | ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO                                                                                                                                              |                |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 047-H 04       |        | Acero de refuerzo por unidad de obra terminada (inciso 027-H 03)                                                                                                            |                |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 62 a)          |        | Varillas de limite elastico igual o mayor de 4 000 kg/cm <sup>2</sup>                                                                                                       | kg             | 7.51     | 54 034.00           | 405 795.34    | 0.00              | 0.00       | 54 034.00     | 405 795.34   |
| 63 EP 027-E 01 |        | Varillas de limite elastico igual o mayor de 4 000 kg/cm <sup>2</sup> para tensores incluyendo sus accesorios por unidad de obra terminada                                  | kg             | 36.80    | 1 042.00            | 38 345.60     | 0.00              | 0.00       | 1 042.00      | 38 345.60    |
| EP 027-E 02    |        | Acero en pacas para enclaves de tensores por unidad de obra terminada                                                                                                       | kg             | 56.48    | 80.00               | 4 518.40      | 0.00              | 0.00       | 80.00         | 4 518.40     |
| 047-I          |        | ESTRUCTURAS DE ACERO                                                                                                                                                        |                |          |                     |               |                   |            |               |              |
| EP 039-E 01    |        | Parapetos de acero para calzada (7-34.3.1) por unidad de obra terminada                                                                                                     | m              | 666.02   | 118.00              | 78 590.36     | 0.00              | 0.00       | 118.00        | 78 590.36    |
| 009-F          |        | ACCESOS                                                                                                                                                                     |                |          |                     |               |                   |            |               |              |
| EP 305-E 01    |        | Terraplenes de acero contruados con material de los bancos de préstamo que haya el contratista compactados al noventa y cinco por ciento (95%) por unidad de obra terminada | m <sup>3</sup> | 113.01   | 10 296.00           | 1 163 550.96  | 0.00              | 0.00       | 10 296.00     | 1 163 550.96 |
| 047-G          |        | CONCRETO HIDRAULICO                                                                                                                                                         |                |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 047-G 11       |        | Concreto hidraulico por unidad de obra terminada (inciso 026-H 10) colado en seco                                                                                           |                |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 67 a1          |        | De Fc = 150 kg/cm <sup>2</sup> en conos de derrame                                                                                                                          | m <sup>3</sup> | 1 116.31 | 80.00               | 89 304.80     | 0.00              | 0.00       | 80.00         | 89 304.80    |
| 68 a2          |        | De Fc = 150 kg/cm <sup>2</sup> en postes                                                                                                                                    | m <sup>3</sup> | 1 612.54 | 10.60               | 17 092.92     | 0.00              | 0.00       | 10.60         | 17 092.92    |
| 69 a3          |        | De Fc = 250 kg/cm <sup>2</sup> en guarniciones                                                                                                                              | m <sup>3</sup> | 1 757.38 | 32.00               | 56 236.16     | 0.00              | 0.00       | 32.00         | 56 236.16    |
| 047-H          |        | ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO                                                                                                                                              |                |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 047-H 04       |        | Acero de refuerzo por unidad de obra terminada (inciso 027-H 03)                                                                                                            |                |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 70 a)          |        | Varillas de limite elastico igual o mayor de 4 000 kg/cm <sup>2</sup>                                                                                                       | kg             | 7.51     | 4 330.00            | 32 518.30     | 0.00              | 0.00       | 4 330.00      | 32 518.30    |
| 71 a)          |        | Malla LAC 96.33 o similar                                                                                                                                                   | m <sup>2</sup> | 21.53    | 400.00              | 8 612.00      | 0.00              | 0.00       | 400.00        | 8 612.00     |
| EP 044-E 12    |        | Sub-base y base contruados con materiales de los bancos que haya el contratista por unidad de obra terminada                                                                |                |          |                     |               |                   |            |               |              |
| 74             |        | Compactadas al noventa y cinco por ciento (95%)                                                                                                                             | m <sup>3</sup> | 165.70   | 2 252.00            | 373 156.40    | 0.00              | 0.00       | 2 252.00      | 373 156.40   |
| TOTALES        |        |                                                                                                                                                                             |                |          | SIVA                | 12,946,795.64 | 0.00              |            | 12,946,795.64 |              |
|                |        |                                                                                                                                                                             |                |          | CRVA                | 16,064,814.96 | 0.00              |            | 16,064,814.96 |              |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CUADRO DE COSTOS "PAVIMENTOS"

O B R A : CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO DE PEROTE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL KM 94+000 AL KM 111+581 UBICADOS AL NORPONIENTE DEL MUNICIPIO EN EL ESTADO DE VERACRUZ

CARRETERA : PUEBLA - XALAPA

T R A M O : LIBRAMIENTO DE PEROTE

S U B T R A M O : DEL KM 94+000 AL KM 111+581

| PARTIDA            | INCISO | DESCRIPCIÓN                                                                                       | UNIDAD | P.U.   | CONFORME A PROYECTO |               | FUERA DE PROYECTO |            | TOTALES       |               |
|--------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------------------|---------------|-------------------|------------|---------------|---------------|
|                    |        |                                                                                                   |        |        | CANTIDAD            | IMPORTE \$    | CANTIDAD          | IMPORTE \$ | CANTIDAD      | IMPORTE \$    |
| PAVIMENTOS 3.01.03 |        |                                                                                                   |        |        |                     |               |                   |            |               |               |
| 086 E              |        | SUB BASES Y BASES                                                                                 |        |        |                     |               |                   |            |               |               |
| 086 E 05           |        | Sub-bases o Bases, por unidad de obra terminada (incisos 074-H 04, EP 074-E 14 ), incluye acarreo |        |        |                     |               |                   |            |               |               |
| 42                 | 011    | Bata hidráulica de 0.35 m de espesor compactada al cien por ciento (100%)                         | m3     | 142.04 | 153 833.00          | 21 850 439.32 | 0.00              | 0.00       | 153 833.00    | 21 850 439.32 |
| 086 L              |        | CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO                                                                    |        |        |                     |               |                   |            |               |               |
| EP 081 E 01        |        | carpeta de concreto asfáltico, por unidad de obra terminada                                       |        |        |                     |               |                   |            |               |               |
| 43                 |        | compactado al noventa y cinco por ciento (95%)                                                    | m3     | 540.49 | 36 920.00           | 19 954 890.80 | 0.00              | 0.00       | 36 920.00     | 19 954 890.80 |
| TOTALES            |        |                                                                                                   |        |        | SIVA                | 41,803,330.12 | 0.00              |            | 41,803,330.12 |               |
|                    |        |                                                                                                   |        |        | CIYA                | 48,078,129.84 | 0.00              |            | 48,078,129.84 |               |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CUADRO DE COSTOS "OBRAS COMPLEMENTARIAS"

O B R A CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO DE PEROTE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL KM 94+000 AL KM 111+581 UBICADOS AL NORORIENTE DEL MUNICIPIO EN EL ESTADO DE VERACRUZ

CARRETERA PUEBLA XALAPA

T R A M O LIBRAMIENTO DE PEROTE

S U B T R A M O DEL KM 94+000 AL KM 111+581

| PARTIDA | INCISO      | DESCRIPCION                                                                                                                                         | UNIDAD         | P.U.     | CONFORME A PROYECTO |              | FUERA DE PROYECTO |            | TOTALES   |              |
|---------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|---------------------|--------------|-------------------|------------|-----------|--------------|
|         |             |                                                                                                                                                     |                |          | CANTIDAD            | IMPORTE \$   | CANTIDAD          | IMPORTE \$ | CANTIDAD  | IMPORTE \$   |
|         |             | <b>Botas de concreto hidráulico (inciso 044.H.02)</b>                                                                                               |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 36      | a.          | De 138 cm <sup>2</sup> de sección (15 cm de base mayor, 8 cm de base menor y 12 cm de altura)                                                       | m              | 20.21    | 12 975.00           | 262 224.75   | 0.00              | 0.00       | 12 975.00 | 262 224.75   |
|         | 047.Y.05    | Recurbamiento de curvas y contracurvas (inciso 044.H.04)                                                                                            |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         | EP 044.E.14 | Curvas                                                                                                                                              |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 37      |             | Con concreto hidráulico tipo de f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4")                                          | m <sup>3</sup> | 949.14   | 1 175.00            | 1 115 239.50 | 0.00              | 0.00       | 1 175.00  | 1 115 239.50 |
|         | 047.Y.06    | Lavaderos                                                                                                                                           |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         | 01          | De concreto hidráulico por unidad de obra terminada                                                                                                 |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 38      |             | De f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4")                                                                       | m <sup>3</sup> | 822.24   | 175.00              | 161 392.00   | 0.00              | 0.00       | 175.00    | 161 392.00   |
|         | 047.Y.06.01 | Metalcos (perfil 044.H.05)                                                                                                                          |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         |             | Formados con medio tubo de lámina de acero con doble capa de cemento asfáltico de 80 cm de diámetro y cable Num. 16                                 | m              | 381.25   | 180.00              | 68 825.00    | 0.00              | 0.00       | 180.00    | 68 825.00    |
| 39      |             | Cercado de derecho de vía con postes de concreto y cuatro (4) líneas de alambrado de pua por unidad de obra terminada                               | m              | 53.42    | 41 810.00           | 2 222 808.20 | 0.00              | 0.00       | 41 810.00 | 2 222 808.20 |
| 40      |             | Acopio, carga, acarreo y extendido de material de desperdicio y desechos sólidos en la zona de obra (trabajo de derecho de vía)                     | m <sup>3</sup> | 20.14    | 7 000.00            | 140 980.00   | 0.00              | 0.00       | 7 000.00  | 140 980.00   |
|         | EP 044.E.03 | TRABAJO DIVERSOS                                                                                                                                    |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         | 047.Y.06    | Lavaderos (inciso 044.H.05)                                                                                                                         |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         | 01          | De concreto hidráulico por unidad de obra terminada (inciso 028.H.10) de f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4") | m <sup>3</sup> | 922.24   | 8.40                | 7 746.82     | 0.00              | 0.00       | 8.40      | 7 746.82     |
| 72      |             | Defensas metálicas de lámina galvanizada tipo AASTHO M - 160 de 2 crestas, incluyendo sus accesorios por unidad de obra terminada                   | m              | 269.24   | 166.50              | 44 828.45    | 0.00              | 0.00       | 166.50    | 44 828.45    |
|         | EP 044.E.01 | SEÑALAMIENTO                                                                                                                                        |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         | EP 042.E.02 | De marcas en el pavimento, por unidad de obra terminada                                                                                             |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         |             | M - 5 Raya adicional continua para prohibir el rebase                                                                                               |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 75      |             | Color amarillo reflejante de 15 cm de ancho, continua (longitud efectiva)                                                                           | m              | 2.91     | 8 400.00            | 24 444.00    | 0.00              | 0.00       | 8 400.00  | 24 444.00    |
|         |             | M - 7 Raya adicional continua para prohibir el rebase                                                                                               |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 76      |             | Color blanco reflejante de 15 cm de ancho, discontinua (longitud efectiva)                                                                          | m              | 2.91     | 3 850.00            | 11 203.50    | 0.00              | 0.00       | 3 850.00  | 11 203.50    |
|         |             | M - 7 Rayas de Sal/Ent.                                                                                                                             |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 77      |             | Color blanco reflejante de 15 cm de ancho, discontinua (longitud efectiva)                                                                          | m              | 2.91     | 1 375.00            | 4 001.25     | 0.00              | 0.00       | 1 375.00  | 4 001.25     |
|         |             | M - 8 Rayas en las orillas de la calzada                                                                                                            |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 78      |             | Color blanco reflejante de 15 cm de ancho (longitud efectiva)                                                                                       | m              | 2.91     | 22 740.00           | 66 173.40    | 0.00              | 0.00       | 22 740.00 | 66 173.40    |
| 79      |             | Color amarillo reflejante de 15 cm de ancho (longitud efectiva)                                                                                     | m              | 2.91     | 15 540.00           | 45 221.40    | 0.00              | 0.00       | 15 540.00 | 45 221.40    |
|         |             | M - 8 Rayas canalizadoras                                                                                                                           |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 80      |             | Color blanco reflejante de 15 y 20 cm de ancho (línea efectiva)                                                                                     | m <sup>2</sup> | 139.11   | 735.00              | 102 245.85   | 0.00              | 0.00       | 735.00    | 102 245.85   |
|         | 047.Y       | TRABAJO DIVERSOS                                                                                                                                    |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         | EP 044.E.06 | Señalamiento vertical en carreteras, por unidad de obra terminada                                                                                   |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         |             | Señales preventivas                                                                                                                                 |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
|         |             | SP - 6 Curva                                                                                                                                        |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 81      |             | De 86 x 86 cm                                                                                                                                       | pza            | 817.90   | 20.00               | 16 358.00    | 0.00              | 0.00       | 20.00     | 16 358.00    |
|         |             | SP - 7 Codo                                                                                                                                         |                |          |                     |              |                   |            |           |              |
| 82      |             | De 117 x 117                                                                                                                                        | pza            | 1 159.37 | 10.00               | 11 593.70    | 0.00              | 0.00       | 10.00     | 11 593.70    |
| 83      |             | De 86 x 86                                                                                                                                          | pza            | 817.90   | 10.00               | 8 179.00     | 0.00              | 0.00       | 10.00     | 8 179.00     |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CUADRO DE COSTOS "OBRAS COMPLEMENTARIAS"

O B R A : CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO DEL PEROTE Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL KM 94+000 AL KM 111+581 UBICADOS AL NORPONIENTE DEL MUNICIPIO EN EL ESTADO DE VERACRUZ

CARRETERA : PUEBLA - XALAPA  
T R A M O : LIBRAMIENTO DEL PEROTE  
S U B T R A M O : DEL KM 94+000 AL KM 111+581



| PARTIDA | INCISO | DESCRIPCION                                                  | UNIDAD | P.U.      | CONFORME A PROYECTO |               | FUERA DE PROYECTO |            | TOTALES       |            |
|---------|--------|--------------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------------|---------------|-------------------|------------|---------------|------------|
|         |        |                                                              |        |           | CANTIDAD            | IMPORTE \$    | CANTIDAD          | IMPORTE \$ | CANTIDAD      | IMPORTE \$ |
| 84      |        | SP-17 Incorporación de tránsito                              | pza    | 1 159.37  | 20.00               | 23 187.40     | 0.00              | 0.00       | 20.00         | 23 187.40  |
| 85      |        | De 117 x 117 cm                                              | pza    | 817.99    | 20.00               | 16 359.80     | 0.00              | 0.00       | 20.00         | 16 359.80  |
| 86      |        | De 86 x 86 cm                                                | pza    | 1 159.37  | 20.00               | 23 187.40     | 0.00              | 0.00       | 20.00         | 23 187.40  |
| 87      |        | SP-18 Doble Circulación                                      | pza    | 817.99    | 20.00               | 16 359.80     | 0.00              | 0.00       | 20.00         | 16 359.80  |
| 88      |        | De 117 x 117 cm                                              | pza    | 817.99    | 15.00               | 12 269.85     | 0.00              | 0.00       | 15.00         | 12 269.85  |
| 89      |        | SP-19 Senda                                                  | pza    | 543.20    | 80.00               | 43 456.00     | 0.00              | 0.00       | 80.00         | 43 456.00  |
| 90      |        | De 86 x 86 cm                                                | pza    | 1 159.37  | 25.00               | 28 984.25     | 0.00              | 0.00       | 25.00         | 28 984.25  |
| 91      |        | SP-21 Estrechamiento asimétrico                              | pza    | 817.99    | 35.00               | 28 629.65     | 0.00              | 0.00       | 35.00         | 28 629.65  |
| 92      |        | De 86 x 86 cm                                                | pza    | 1 124.57  | 50.00               | 56 228.50     | 0.00              | 0.00       | 50.00         | 56 228.50  |
| 93      |        | Señales instructivas                                         | pza    | 24 115.92 | 10.00               | 241 159.20    | 0.00              | 0.00       | 10.00         | 241 159.20 |
| 94      |        | SR-7 de 70 cm por lado                                       | pza    | 33 362.87 | 20.00               | 667 859.40    | 0.00              | 0.00       | 20.00         | 667 859.40 |
| 95      |        | SR-9 Velocidad                                               | pza    | 54 818.56 | 10.00               | 548 185.60    | 0.00              | 0.00       | 10.00         | 548 185.60 |
| 96      |        | De 117 x 117 cm                                              | pza    | 43 910.54 | 5.00                | 219 597.70    | 0.00              | 0.00       | 5.00          | 219 597.70 |
| 97      |        | De 86 x 86 cm                                                | pza    | 16 373.73 | 5.00                | 81 868.65     | 0.00              | 0.00       | 5.00          | 81 868.65  |
| 98      |        | Señales informativas                                         | pza    | 22 171.90 | 20.00               | 443 438.00    | 0.00              | 0.00       | 20.00         | 443 438.00 |
| 99      |        | De destino                                                   | pza    | 1 008.62  | 10.00               | 10 086.20     | 0.00              | 0.00       | 10.00         | 10 086.20  |
| 100     |        | De 56 x 300 cm                                               | pza    | 1 112.99  | 10.00               | 11 129.90     | 0.00              | 0.00       | 10.00         | 11 129.90  |
| 101     |        | SID-13 Bandera                                               | pza    | 514.22    | 30.00               | 15 426.60     | 0.00              | 0.00       | 30.00         | 15 426.60  |
| 102     |        | De 244 x 488 cm                                              | pza    | 398.52    | 2 450.00            | 978 374.00    | 0.00              | 0.00       | 2 450.00      | 978 374.00 |
| 103     |        | SID-14 Bandera Doble                                         | m      | 686.25    | 1 100.00            | 754 875.00    | 0.00              | 0.00       | 1 100.00      | 754 875.00 |
| 104     |        | De 122 x 488 cm                                              | m      | 860.73    | 2.00                | 1 321.46      | 0.00              | 0.00       | 2.00          | 1 321.46   |
| 105     |        | SID-15 Elevada puente                                        | pza    | 307.04    | 4.00                | 1 228.16      | 0.00              | 0.00       | 4.00          | 1 228.16   |
| 106     |        | Con tres tableros de 244 x 488 cm                            | pza    | 295.44    | 6.00                | 1 772.64      | 0.00              | 0.00       | 6.00          | 1 772.64   |
| 107     |        | Con dos tableros de 244 x 488 cm                             | pza    | 27.64     | 556.00              | 15 367.84     | 0.00              | 0.00       | 556.00        | 15 367.84  |
| 108     |        | SID - Señal Baja                                             | pza    | 27.64     | 348.00              | 9 618.72      | 0.00              | 0.00       | 348.00        | 9 618.72   |
| 109     |        | De 244 x 420 cm                                              | pza    | 27.64     | 960.00              | 27 067.20     | 0.00              | 0.00       | 960.00        | 27 067.20  |
| 110     |        | SID - Tablero de senda                                       | pza    | 27.64     | 70.00               | 1 934.80      | 0.00              | 0.00       | 70.00         | 1 934.80   |
| 111     |        | De 150 x 180 cm                                              | pza    | 543.20    | 200.00              | 108 640.00    | 0.00              | 0.00       | 200.00        | 108 640.00 |
|         |        | Señal informativa de recomendación                           |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | SR-6                                                         |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | De 40 x 239 cm                                               |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | De 56 x 239 cm                                               |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | Señal informativa de identificación                          |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | SII-15 Kílometraje                                           |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | De 30 x 76 cm                                                |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | Obras y dispositivos diversos                                |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | OD-4 Defensa metálica                                        |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | defensa metálica de tres crestas AASTHO M-180 (EP 044-E 01a) |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | defensa central de concreto                                  |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | OD-5 de 51 x 122 cm                                          |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | 1 asterisco adscripciones                                    |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | SP-32 Tablero adicional de senda                             |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | De 35 x 117 cm                                               |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | SP-32 Tablero adicional de velocidad                         |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | Jy 30 x 100 cm                                               |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | Indicadores de alineamiento                                  |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | OD-7 Indicadores de curva peligrosa (EP 044-E 07)            |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | Blanco 100x100mm (cara 25 x 85 mm) una cara a cada 15 m      |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | Amarillo 100x100mm (cara 25 x 85 mm) una cara a cada 15 m    |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | Amarillo 100x100mm (cara 25 x 85 mm) una cara a cada 15 m    |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | Amarillo 100x100mm (cara 25 x 85 mm) dos caras a cada 15 m   |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | OD-12 Indicador de curva peligrosa                           |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
|         |        | De 16490 cm                                                  |        |           |                     |               |                   |            |               |            |
| TOTALES |        |                                                              |        |           | SLTA                | 8,696,879.26  | 0.00              | 0.00       | 8,696,879.26  |            |
|         |        |                                                              |        |           | CIVA                | 18,961,611.13 | 0.00              | 0.00       | 18,961,611.13 |            |

## RESUMEN CUADRO DE COSTOS

| DESCRIPCION         | CONFORME A<br>PROYECTO | FUERA DE<br>PROYECTO | TOTAL         |
|---------------------|------------------------|----------------------|---------------|
|                     | IMPORTE                | IMPORTE              | IMPORTE       |
|                     | \$                     | \$                   | \$            |
| TERRACERIAS         | 37,733,464.89          | 0.00                 | 37,733,464.89 |
| C/IVA               | 43,393,484.62          | 0.00                 | 43,393,484.62 |
| OBRAS DE DRENAJE    | 18,438,429.15          | 0.00                 | 18,438,429.15 |
| C/IVA               | 21,204,193.52          | 0.00                 | 21,204,193.52 |
| ESTRUCTURAS         | 13,986,795.64          | 0.00                 | 13,986,795.64 |
| C/IVA               | 16,084,814.98          | 0.00                 | 16,084,814.98 |
| PAVIMENTOS          | 41,805,330.12          | 0.00                 | 41,805,330.12 |
| C/IVA               | 48,076,129.64          | 0.00                 | 48,076,129.64 |
| OBRA COMPLEMENTARIA | 8,696,879.25           | 0.00                 | 8,696,879.25  |
| C/IVA               | 10,001,411.13          | 0.00                 | 10,001,411.13 |

## TOTALES

|       |                |   |                |
|-------|----------------|---|----------------|
|       | 120,660,899.04 | - | 120,660,899.04 |
| C/IVA | 138,760,033.90 | - | 138,760,033.90 |

**Cálculo de los ejes equivalentes a 8.2 toneladas:** se consultaron los datos viales que edita la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Los datos se tomaron de la carretera Zacatepec - Xalapa, clave 486 y número de ruta México 140 del Estado de Veracruz. Los datos registrados corresponden a la Cd. de Perote, como lugar de aforo, y origen destino, en el cual se obtuvo un Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) de 8970 vehículos en ambos sentidos, siendo este número el utilizado en cálculos porque es el total de vehículos que cruzan dicho municipio. La distribución vehicular de los resultados de aforos y origen destino es la siguiente:

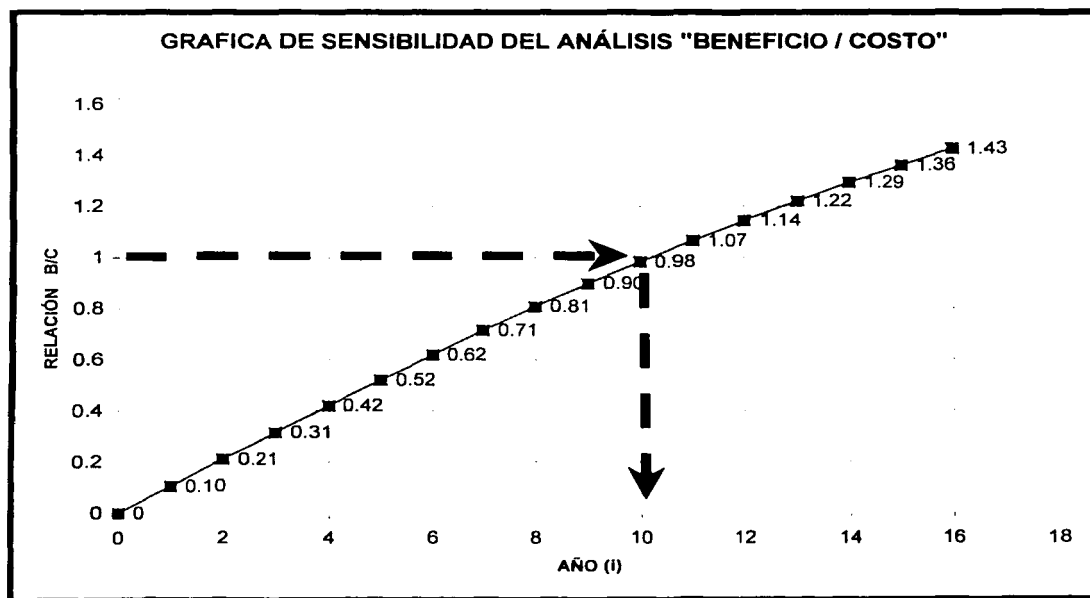
| TIPO DE VEHÍCULO | DISTRIBUCIÓN (%) |
|------------------|------------------|
| A                | 73               |
| B                | 4                |
| C                | 23               |

Con la información anterior y atendiendo la clasificación vehicular se procedió al cálculo de los ejes equivalentes a 8.2 toneladas, para 16 años de servicio (los datos viales corresponden al año de 1999) y tasa de crecimiento anual del 4%.



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

El resultado obtenido en el análisis beneficio-costos arroja el dictamen de que el proyecto es viable ya que el beneficio a obtenerse es mayor a uno lo cual nos indica que se obtendrían ganancias, como se muestra en la siguiente gráfica se puede observar que la inversión se obtendría aproximadamente en 10 años pero como se siguen generando gastos de mantenimiento e intereses generados el Libramiento se proyecta a 16 años en los cuales se recuperaría la inversión inicial, con lo cual se concluye que es factible la ejecución de dicho proyecto.



# **CAPITULO**

# **TRES**

---

### III SELECCIÓN DE RUTA

La elección de la ruta es la etapa más importante del proyecto de este tipo de obras, puesto que los errores que se pueden cometer en las etapas subsecuentes se corrigen de una manera más fácil y económica que una falla en el proceso de elección de ruta, que en general consiste en varios ciclos de reuniones, reconocimientos, informes y estudios.

En esta fase los trabajos son de carácter interdisciplinario, ya que intervienen profesionales de diferentes ramas de la ingeniería, como especialistas en proyecto geométrico y en planeación e ingenieros geólogos.

Para realizar el proyecto de una obra determinada, se efectúa primero un acopio exhaustivo de datos de la zona por comunicar, mediante mapas del país, del estado o del municipio que es este el caso, de preferencia con curvas de nivel topográfico, mapas de climas, geológicos y de minas, fotografías aéreas, etcétera.

Una vez obtenidos los planos con curvas de nivel, se inicia el estudio para el trazo de la carretera, considerando el mayor número variable de posibilidades, hasta seleccionar la más conveniente, misma que se tomará como tentativa para el eje de la carretera.

Siempre hay que considerar varios factores como son los requerimientos del derecho de vía, la división de propiedades, los cruces con ríos, las intersecciones con carreteras o ferrocarriles, un buen drenaje, la naturaleza y geología de los terrenos, estos factores y otros más, pueden influir en los alineamientos de la carretera.

---

El objeto principal del anteproyecto es definir la línea que mejor satisfaga los requerimientos de beneficio y costo, esta debe ser trazada en el campo o procesada fotogramétricamente, para desarrollar el proceso detallado.

### **III.1 Análisis de rutas posibles**

La elección de la mejor ruta entre varias posibilidades es un problema de cuya solución depende el futuro de las carreteras.

Al comparar las ventajas que ofrezcan las rutas posibles, es preciso hallar el costo aproximado de construcción, operación y conservación de la vía que se vaya a proyectar y compararlo con los beneficios probables que se deriven de ella. Así mismo deben tomarse en cuenta los perjuicios ocasionados por la obra, a fin de considerarlos en la evaluación.

Para el desarrollo de esta etapa se utilizan, comúnmente, las diversas cartas existentes, a escalas 1:500 000, 1:250 000, 1:100 000, 1:50 000 y 1:25 000, así como fotografías aéreas a escalas de 1:25 000, 1:50 000 de diversas fuentes generalmente éstas son tomadas con cámaras especiales.

Los aspectos geotécnicos e hidrológicos pueden presentarse en croquis o mosaicos fotogeológicos, sin embargo es conveniente que el resultado del análisis se conserve en pares estereoscópicos, para su mejor utilización por parte del proyectista, quien con base en la información anterior, el análisis topográfico y las consideraciones de operación, servicio y costo, estudia las diversas alternativas y determina las más convenientes.

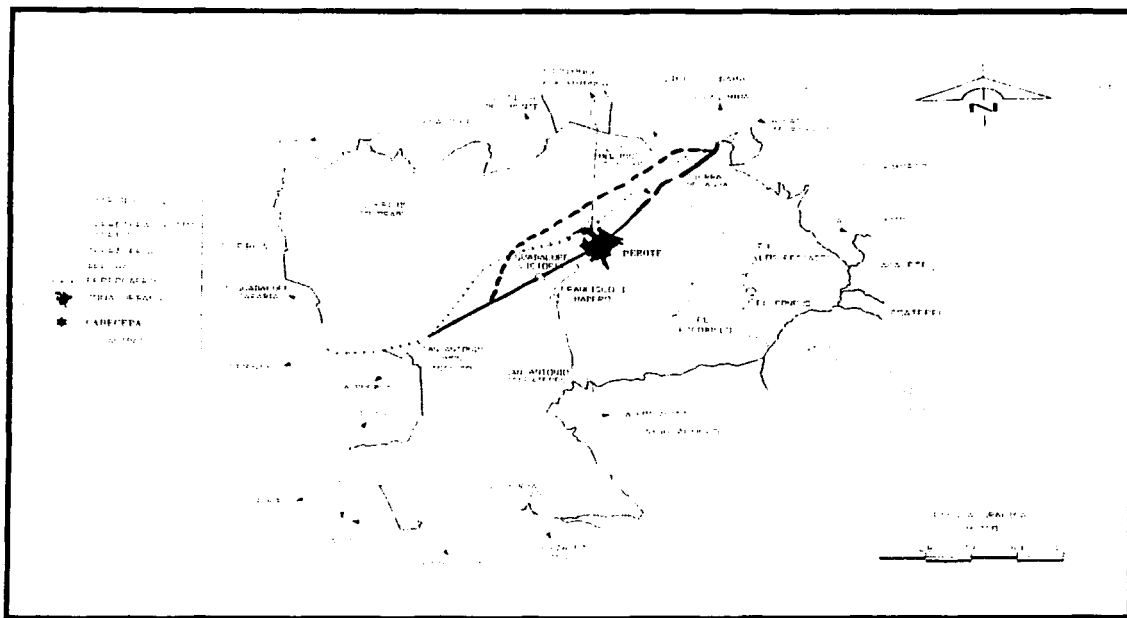
---

### III.1.1 Descripción y trazo de las rutas posibles

TESIS  
FALLA DE ORIGEN

Se propusieron dos alternativas para la solución del conflicto vehicular que se genera en el Municipio de Perote.

### Rutas alternativas



La primera consiste en ampliar el tramo desde el inicio del Municipio de Perote hasta donde termina, cruzando la zona urbana, ampliándolo de 2 a 4 carriles y así se tendría una velocidad promedio de 65 km/hr.

La otra alternativa es construir un libramiento carretero donde se aprovecharía para librar el Municipio Guadalupe Victoria, Perote y Los Molinos, con las siguientes características, dos cuerpos separados 10.00 m entre hombros, con un ancho de corona de 10.50 m c/u y velocidad de proyecto de 110 km/hr y una longitud de 17.581 Km.

### **III.2 Recorridos aéreos**

Normalmente se utilizan con mucho éxito los planos y las fotografías a escala de 1:50,000 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI). Los especialistas integrantes del grupo de selección de ruta analizan este material y proponen diferentes alternativas, que primero reconocen y estudian en vuelos altos en los que usan avionetas.

Como resultado de estos reconocimientos, se recomienda tomar fotografías aéreas a escala 1:20,000 o 1:10,000 de determinados corredores marcados en planos. Con estereoscopios, los especialistas interpretan o estudian estas fotografías, para después realizar reconocimientos posteriores por medio de helicópteros, en vuelos altos, medios y bajos. Así, es posible estudiar también en forma directa problemas importantes, porque estos aparatos tienen la facilidad de aterrizar en las zonas indicadas por los integrantes del grupo, o cerca de ellas.

---

Cuando el terreno es muy montañoso, las fotografías a escala 1: 50 000 son normalmente utilizadas para fotointerpretación, con el fin de delimitar las fajas del terreno que alojan las mejores líneas de ruta. La interpretación de las fotos a escala 1:50 000 se hace con la ayuda del material cartográfico, estereoscópico y barra de paralaje, para la medición aproximada de desniveles.

También es posible obtener datos aproximados de: pendientes longitudinales y transversales del terreno; tipo y densidad del drenaje natural, formaciones de rocas y suelos, presencia de fallas estructurales, bancos de materiales para construir la obra y zonas pantanosas y de inundación.

Tenemos que tomar siempre en cuenta que este tipo de estudios nos pueden prevenir que tipo de conflictos se nos pueden presentar durante la construcción del proyecto, pero lo más importante es que nos permite evitar zonas con conflicto como pueden ser fallas geológicas, ríos etcétera; además de que se contará con una amplia información del lugar, con planos restituídos, fotografías y mosaicos fotogramétricos en los cuales estará representada la ruta aceptada.

### **III.3 Criterio para elegir la ruta**

La etapa de selección de ruta comprende el estudio de diversas posibilidades de la ubicación de las vías de comunicación y la selección de la mas conveniente, con base en los costos de construcción, reconstrucción, conservación, operación de carreteras así como la proyección con la construcción de futuros caminos.

---

El estudio se basa en el reconocimiento de campo, fotointerpretación desde el punto de vista topográfico, de uso del suelo, geotécnico, hidrológico, y mediciones fotogramétricas para obtener perfiles del terreno, con fines de cálculo de cantidades de obra y costo de operación. Desde el punto de vista socioeconómico como su nombre lo indica, se debe conocer mediante un censo el desarrollo social y económico de la región por la que atraviesa la carretera en estudio, con esto nos damos cuenta de las posibilidades de llevarse a cabo un proyecto ya que éstos en la práctica son a futuro.

Aunque la ubicación de una carretera está determinada principalmente por diferentes factores económicos y constructivos, la consideración del paisaje debe tomarse en cuenta desde la primera fase de proyecto. Esta consideración se logra al proyectar la carretera en tal forma que su desarrollo se sienta lógico y natural dentro de la topografía y el paisaje. La integración de un tramo carretero se consigue al proyectarlo con la carretera actual de tal manera que su construcción no implique perturbaciones en gran escala de los sitios que atraviesa, tales como grandes cortes, terraplenes y bancos de préstamo de materiales.

Además de esa apariencia de emplazamiento natural que se logra al proyectar la carretera de acuerdo con criterios particulares y tratamiento de las secciones transversales, prestamos de material, zonas de derecho de vía y estructuras, la consideración del paisaje interviene en esta fase inicial de localización de la ruta, para proteger algunos sitios de especial interés cuyo valor amerite la variación de ésta evitando así su destrucción. El análisis se realizó para dos alternativas, la primera es la ampliación de la carretera actual la cual se ve afectada directamente por falta de espacio a lo largo de toda la población de Perote lo cual nos lleva a descartarla, por la razón de no cumplir con el ancho mínimo de carriles para el tipo de vehículos que normalmente se transportan por este camino.

---

Se ha elegido la segunda opción, principalmente por la intersección que se proyecta construir con la construcción de futuros caminos con la construcción de la carretera Amozoc – Perote que consiste en la construcción de un libramiento carretero que consta de una longitud de 17.581 km. con un tiempo de recorrido de 12 a 15 min. lo que representa un ahorro adicional aproximadamente de 45 a 50 min. por otro lado solucionando el conflicto de interconexión de los transportistas provenientes de Teziutlan y Martines de la Torre, los cuales entroncan en el centro de Perote para dirigirse al centro del País o Xalapa.

Así, el proyecto que se analiza en el presente trabajo es construir 17.581 km nuevos de carretera para un libramiento de la carretera 140 México-Xalapa con un ahorro de 45 a 50 min y un tiempo de recorrido de 12 a 15 min. dependiendo de la velocidad de recorrido.

#### **III.4 Integración a la red de futuros caminos**

El proyecto del libramiento carretero de Perote esta proyectado para ser interconectado con futuros caminos, los cuales están planeados de Norte a Sur, como lo es la carretera que inicia en Amozoc y terminaría ligándose al libramiento de Perote a la altura del Km. 100+000 en el entronque de Los Humeros, lo requiere de la existencia del libramiento de Perote para su intersección por el lado Norte del Municipio de Perote, tal como se indica en el siguiente larguillo.

---

# LARGUILLO DE FU

219

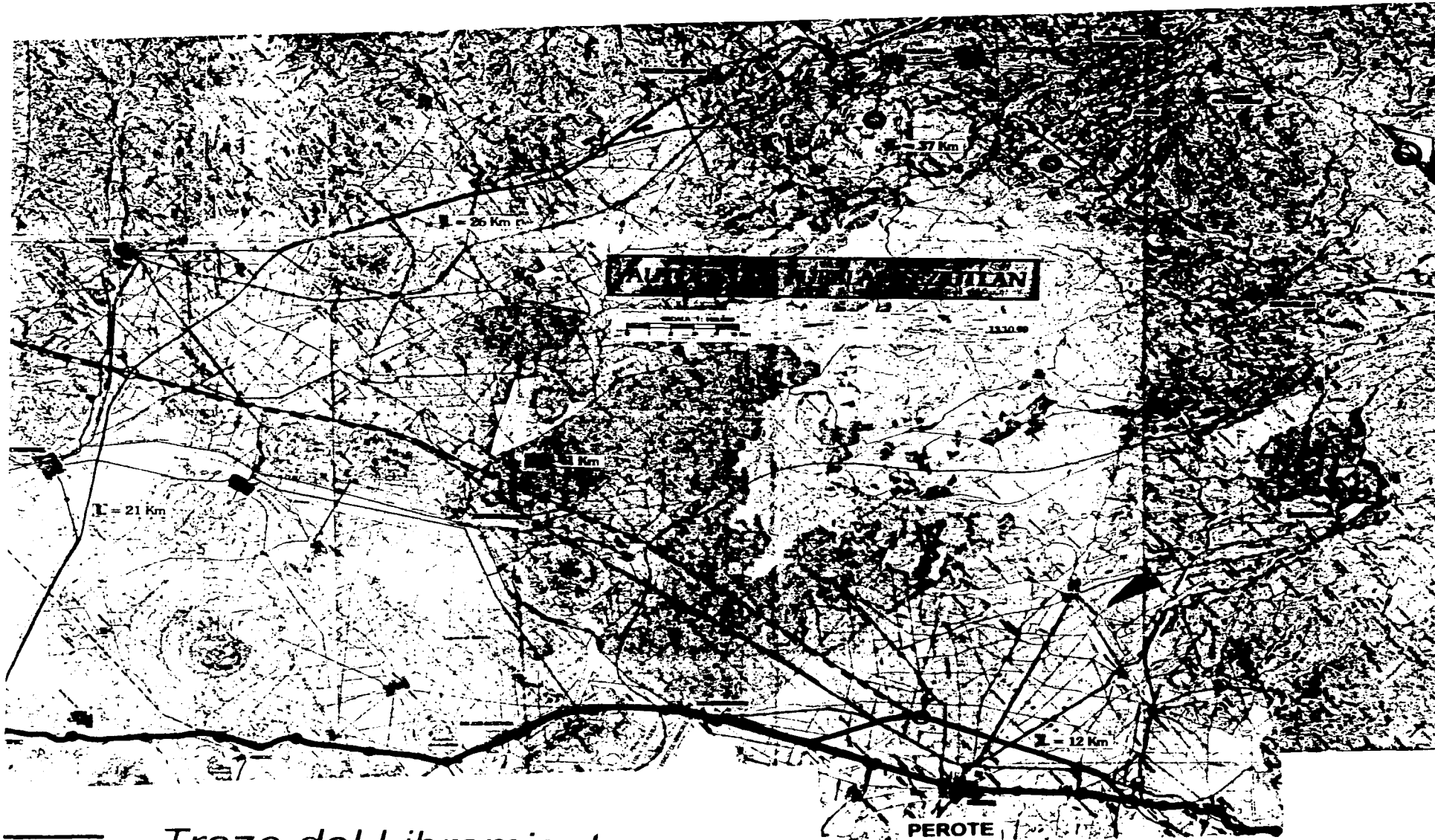


SIMBOLOGÍA :



# TUROS CAMINOS

49-1



- Trazo del Libramiento
- Carretera Libre de 2 Carriles
- Trazo de Futuros Caminos

# **CAPITULO**

# **CUATRO**

---

#### IV IMPACTO AMBIENTAL

En forma simple el ambiente puede definirse como "lo que nos rodea". Sin embargo en términos de lo que involucra al impacto ambiental, se requiere de una definición más específica. Ambiente es "el conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un lugar y tiempo determinados".

El Impacto Ambiental se define como la alteración favorable o desfavorable que experimenta el ambiente como resultado de la actividad humana o de la naturaleza. El estudio del impacto ambiental es una actividad diseñada para identificar y predecir la modificación de los componentes biogeofísico y socioeconómico del ambiente para interpretar y comunicar información acerca de los impactos, así como la forma de atenuar o minimizar los adversos.

Estos estudios son una herramienta para la toma de decisiones en la etapa de planeación y permiten seleccionar de las alternativas de un proyecto, la que ofrezca mayores beneficios tanto en el aspecto socioeconómico como en aspecto ambiental.

Durante el estudio del impacto ambiental de la zona se debe tener conciencia de las modificaciones al medio resultantes de la construcción y operación de una carretera que afectan el equilibrio natural en la zona.

Los proyectos carreteros tienen efectos sobre el ambiente físico (hidrología, edafología, y microclima) el ambiente biológico (fauna y flora) el ambiente socio económico, y finalmente las medidas de mitigación propuestas. Estos son los aspectos más relevantes cuando se realiza un análisis descriptivo del ambiente antes, durante y

---

después de llevar acabo la obra. Indicando lo anterior serán los temas que desarrollaré lo largo de este capitulo.

#### **IV. 1 Aspectos generales del medio físico y socioeconómico**

##### **IV.1.1 Climatología**

Durante el año los climas que prevalecen son los siguientes con clima templado subhúmedo con lluvias en verano el 14.9 % , Semifrío subhúmedo con lluvias en verano el 11.3 % , Frío 0.60% y semiseco templado el 73.2 % de la superficie municipal. La temperatura media promedio de la zona es de 12.7 °C. La precipitación pluvial total anual es de 2013.3 mm con temperatura media.

##### **IV.1.2 Geología**

La región en estudio pertenece a la provincia geológica de la Sierra Madre Oriental con una longitud de 1,350 km, una anchura de 150 km y una altura media de distancia de 2,200 km. La zona de Perote corresponde a la Sierra de Puebla. Esta formación comenzó como un plegamiento del cretácico medio y superior, sufriendo nuevos plegamientos en el cenozoico, a los cambios continuos se debe el sistema montañoso actual. La composición de las rocas pertenece a la era del Mesozoico y del Cenozoico, es decir son rocas plutónicas de los periodos antes mencionados y también se encuentran ciertos depósitos de bolsón. En el cuadro ( IV.a ) se muestra el tipo de rocas y la superficie que ocupa en la zona de Perote.

---

| ERA       | NOMBRE DEL PERIODO | TIPO DE ROCA o SUELO | UNIDAD LITOLÓGICA       | % DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL |
|-----------|--------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| CENOZOICO | Cuaternario        | Ígnea Extrusiva      | Brecha volcánica básica | 6.50                         |
|           |                    |                      | Toba básica             | 5.20                         |
|           |                    |                      | Toba ácida              | 49.30                        |
|           |                    |                      | Basalto                 | 18.00                        |
|           |                    |                      | Basalto-Brecha          | 1.30                         |
|           |                    |                      | Aluvial                 | 2.90                         |
|           | Terciario          | Ígnea Extrusiva      | Brecha volcánica Inter. | 6.80                         |
| MEZOSOICO | Cretácico          | Sedimentaria         | Caliza                  | 1.90                         |

Cuadro (IV.a) Tipo de rocas y superficie que ocupa la zona de Perote

#### IV.1.3 Sismicidad y Volcanismo

El terreno se localiza sobre una zona penisísmica y colinda al Este con el volcán Cofre de Perote ( 4,281msnm ) formación que no presenta actividad aparente, al noreste con la Sierra de Puebla.

#### IV.1.4 Suelos

La región por donde se trazara el eje de la carretera pertenece al grupo de suelos de praderas, encontrándose a 2400 msnm, lo cual nos indica que no se presentaron problemas de pendientes.

IV.1.4.1 Uso de Suelos

El uso potencial de la tierra tiene dos rubros el agrícola y el pecuario. En el siguiente cuadro (IV.b ) se muestra el porcentaje de la superficie utilizada en el municipio de Perote .

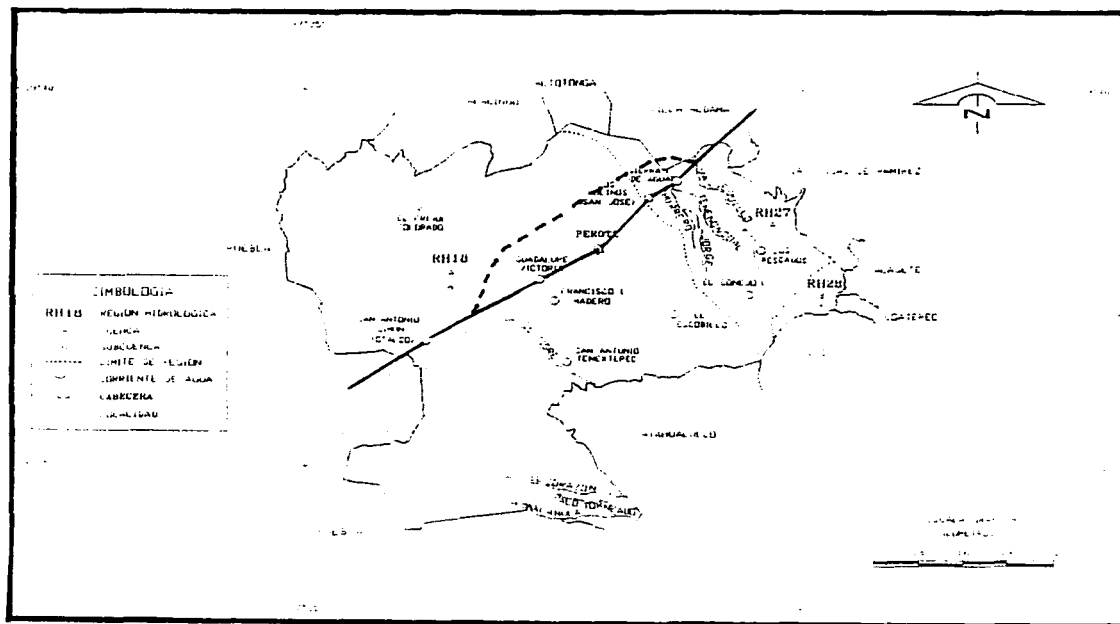
| CONCEPTO     | DESCRIPCIÓN                                                                         | %DE LA SUPERFICIE |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| USO AGRICOLA | Mecanizada continua                                                                 | 55.49             |
|              | Tracción animal estacional                                                          | 17.42             |
|              | Manual Continua                                                                     | 5.80              |
|              | Manual estacional                                                                   | 17.42             |
|              | No aptas para la agricultura                                                        | 3.87              |
| USO PECUARIO | Para el desarrollo de praderas cultivables.                                         | 65.49             |
|              | Para el aprovechamiento de vegetación natural diferente del pastizal.               | 6.13              |
|              | Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente para el ganado caprino. | 10.32             |
|              | No aptas para uso pecuario                                                          | 18.06             |
|              |                                                                                     |                   |

Cuadro ( IV.b ) Porcentaje de Suelos Agrícolas y Pecuarios

IV.1.5 Hidrografía

La zona de Perote pertenece a la región hidrológica N° 18. Esta región esta compuesta por corrientes de agua más cercanas dominadas el Tigre, el Corazón, Palo Torneado

y Tlaxcañuca. Y como se observa en el mapa ( IV.3 ) el proyecto del libramiento no se vera afectado en ningún momento por dichas corrientes puesto que no se llegan a cruzar.



Mapa ( IV.3 ) hidrografía en el Municipio de Perote

#### IV.1.6 Fauna

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En la zona del proyecto las especies originales no se encuentran en el terreno, puesto que fueron desplazadas por la aparición de zonas de cultivo y fueron sustituidas por

especies ganaderas, por tanto la construcción del proyecto no afectaría con el desarrollo de estas especies.

#### IV.1.7 Flora

Se distinguen tres zonas dedicadas a la agricultura, ganadería y silvicultura. La vegetación original ha sido modificada puesto que gran parte de la superficie del municipio es utilizado como terreno de cultivo, y de esta manera se impide el desarrollo natural de la vegetación.

#### IV.1.8 Rasgos Socioeconómicos

Hasta este punto podemos afirmar que han sido expuestos los aspectos físicos necesarios para llevar a acabo el análisis del impacto ambiental biótico, sin embargo no dejaremos de lado el aspecto social, así como desarrollaré mas adelante los aspectos socioeconómicos del municipio de Perote, los cuales se vieron con mayor detalle en el capítulo II de esta misma tesis. Por otra parte el medio socioeconómico también es importante para tener un panorama más amplio tomando en cuenta el medio físico y el medio social.

El ambiente natural sufre continuos cambios aun en ausencia del hombre. La evolución natural sucede a través de miles de años, cambios que traen como consecuencia transformación del medio y el aspecto del medio físico. Algunos de estos cambios naturales son irreversibles.

Las actividades realizadas por el hombre provocan cambios considerables en el medio natural, es por esta razón que soy enfático al afirmar que el análisis de impactos reduce en gran medida los cambios que la naturaleza sufrirá con la construcción de

---

cualquier proyecto. El medio social es un factor importante que se debe tomar en cuenta pero que no es determinante para llevar a cabo dicho proyecto.

El municipio de Perote cuenta con once localidades, San Antonio Tenextepec, San Antonio Limón, Los Molinos, La Gloria, Francisco I. Madero, Los Pescados, Sierra de Agua, El Conejo, El Frijol Colorado, El Escobillo, y Guadalupe Victoria.

El área de influencia del proyecto incluye y beneficia de forma directa a las localidades de Guadalupe Victoria, Los molinos y Sierra de Agua.

## **VI.2 Descripción de los impactos**

### **VI.2.1 Impacto ambiental debido a los preparativos**

#### **VI.2.1.1 Suelo y subsuelo**

Puede presentarse la erosión del suelo al remover la cubierta vegetal y llevar a cabo el despalme. Como consecuencia de lo anterior se produce una regresión de la cubierta vegetal, la cual protege al suelo. Es de vital importancia el cuidado de los desechos para evitar la acumulación de residuos.

#### **VI.2.1.2 Flora y fauna**

En el tramo en realidad es muy poca la flora y fauna original del lugar esto por convertirse la mayor parte del territorio del proyecto en áreas de cultivo. Las actividades propias del personal ocasionarán daños en las colindancias con el proyecto, en particular en las zonas de instalación de campamentos, ya que en ellas se da la

---

destrucción accidental de hábitat, rutas alimenticias y, en ocasiones, la caza de algunas especies.

Por otro lado, los polvos y gases emitidos en este proceso afectan las comunidades vegetales, ya que el polvo y los derivados del petróleo, acumulado en el follaje de las plantas, disminuye la capacidad de fotosíntesis. Con lo anterior, algunas especies de fauna las cuales son mínimas, son obligadas a desplazarse a otros lugares, o bien son eliminadas junto con la cubierta vegetal.

De igual modo la carretera constituirá una barrera para el desplazamiento de especies y sus agentes de dispersión.

#### VI.2.1.3 Atmósfera

Se producirán emisiones a la atmósfera, producto de la combustión interna de la maquinaria de construcción, así como la emisión de polvo, que se produce al remover la vegetación, o la capa superficial de suelo orgánico.

#### VI.2.1.4 Paisaje

Las cualidades estéticas se verán afectadas por la preparación del sitio. El ser humano percibe el territorio a través del paisaje de cultivos. En el proyecto esto se vera afectado y ocurrirá sobre todo en las cercanías del libramiento carretero debido a la pérdida de la vegetación.

---

#### VI.2.1.5 Sociedad

La operación de maquinaria en la zona constituye un aumento de los accidentes para las personas de la localidad. La emisión de gases y polvos es una posible afectación del medio ambiente, que puede traducirse en un riesgo para la salud de los trabajadores.

El desplazamiento y actividades del personal que labora en esta etapa incrementará la demanda existente de servicios públicos y otros satisfactores, lo cual conlleva a un aumento pequeño y temporal, en la demanda de mano de obra.

Las actividades de preparación del terreno para la construcción del libramiento, beneficiará a la población local de la Localidad de Guadalupe Victoria, Los Molinos y Sierra de Agua, por la generación de empleos de carácter temporal. Así mismo, propiciarán un incremento en la demanda y consumo de bienes y servicios relacionados con las obras del proyecto.

Un inconveniente que hay que resaltar es el daño reflejado en la actividad agrícola debido a la reducción de la superficie destinada a esta actividad en el espacio ocupado por la carretera.

A continuación se presenta la matriz de impactos que habrá durante la etapa de preparación.

---

## MATRIZ DE IMPACTOS QUE HABRÁ DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN

| MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES                           |                                    | ETAPAS DEL PROYECTO: 1.-Desmorte y Despalme 2.-Excavación, Corte y Ratenos 3.-Transporte de Material y Movimiento de Equipo 4.-Suministro de Combustible 5.-Suministro de Agua Potable 6.-Talleres y Almacenes 7.-Infraestructura |         |         |           |          |            |            |           |                       |                   |            |              |             |               |                     |                            |          |          |        |           |                     |                                     |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-----------|----------|------------|------------|-----------|-----------------------|-------------------|------------|--------------|-------------|---------------|---------------------|----------------------------|----------|----------|--------|-----------|---------------------|-------------------------------------|
| ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS |                                    | CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |           | DETERMINACIÓN         |                   | EVALUACIÓN |              |             |               |                     |                            |          |          |        |           |                     |                                     |
|                                                                        |                                    | 1                                                                                                                                                                                                                                 | 2       | 3       | 4         | 5        | 6          | 7          | 8         | 9                     | 10                | 11         | 12           |             |               |                     |                            |          |          |        |           |                     |                                     |
|                                                                        |                                    | Beneficio                                                                                                                                                                                                                         | Adverso | Directo | Indirecto | Temporal | Permanente | Localizado | Extensivo | Potencial a la fuente | Agudo a la fuente | Reversible | Irreversible | Recuperable | Inrecuperable | Misma de Mitigación | Probabilidad de Ocurrencia | Completo | Moderado | Severo | Creciente | Algunos de Impactos | Otra Amplitud: Gravedad del Impacto |
| Geografía                                                              | Amplitud                           |                                                                                                                                                                                                                                   | X       |         | X         | X        |            | X          |           | X                     |                   | X          | X            |             |               | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | 1                                   |
|                                                                        | Cantidad del área                  |                                                                                                                                                                                                                                   | X       |         | X         | X        |            | X          |           | X                     |                   | X          | X            |             |               | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | 2,3,4                               |
|                                                                        | Nivel de ruido                     |                                                                                                                                                                                                                                   | X       |         | X         | X        |            | X          |           | X                     |                   | X          | X            |             |               | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | 2,3                                 |
|                                                                        | Playas arenosas                    |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            |            | X         | X                     |                   | X          |              | X           |               | X                   | X                          | X        |          |        |           | X                   | 2                                   |
| Clima                                                                  | Llanura de material consolidado    |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | 2                                   |
|                                                                        | Llanura de material no consolidado |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | 1,2,5,7                             |
|                                                                        | Paraje                             |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        | X          |            | X         | X                     |                   | X          |              | X           |               | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | 1,2,3                               |
|                                                                        | Superficial                        |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
| Suelo                                                                  | Cortes y terraplenes               |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Superficiales                      |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Subterráneas                       |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Comunes                            |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
| Vegetación                                                             | Butemena                           |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Transporte Moral                   |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Selva meda                         |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Agricultura                        |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
| Fauna                                                                  | Manglar                            |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Arbusto                            |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Maniferos                          |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Aves                               |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
| Sociedad                                                               | Reptiles                           |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Peces                              |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Arrecifes                          |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Pastos                             |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
| Actividades                                                            | Empleo                             |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Vivienda equipamiento y servicios  |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Economía regional                  |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |
|                                                                        | Actividades productivas            |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X         |                       | X                 |            | X            |             | X             | X                   | X                          | X        |          |        |           |                     | X                                   |

## VI.2.2 Impacto ambiental debido a la etapa de construcción

## VI.2.2.1 Formación de terraplenes

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los terraplenes son formados con material de los cortes o de los bancos de material, este material debe ser compactado para lo cual se necesita cierta humedad, que de no se obtiene normalmente en forma natural, esto implica que se obtendrá adicionalmente agua cruda. Esta agua faltante que en este caso se considera de poco volumen por ser una región de clima subhúmedo, debe obtenerse de alguna fuente natural.

Pueden generarse polvos como consecuencia de estos movimientos y producirse afectaciones en la red de drenaje por la disposición inadecuada de materiales sobrantes. Asimismo se modifica el suelo reduciéndose la capacidad de infiltración. Finalmente, se emiten ruidos y residuos de la combustión por parte de la maquinaria que está transportando, formando y compactando el terraplén.

#### VI.2.2.2 Cortes y bancos de préstamo

Se contemplan cortes de menor importancia y explotación de bancos de materiales. En los Bancos de préstamo se estima el despilme y contaminación de ruido debido a la maquinaria que operara en el sitio.

#### VI.2.2.3 Superficie de rodamiento

El transporte y manejo de los materiales en esta etapa es en cantidades pequeñas, además de que son agregados y materiales cementantes que no contienen polvo libre. En esta fase queda sellada la carpeta de rodamiento y se elimina totalmente la capacidad de infiltración de agua al subsuelo, además, la maquinaria emite residuos de la combustión de hidrocarburos en sus motores y produce ruidos.

#### VI.2.2.4 Drenaje del libramiento

Las obras de drenaje se construyen antes que la terracería y existen lapsos cortos durante los cuales el sistema nuevo está en construcción y el natural ha dejado de

---

funcionar o ha sido canalizado fuera de su curso, modificando el patrón de escurrimientos en dado caso que se presenten corrientes de agua.

#### VI.2.2.5 Entronques

Los camiones que surten el concreto y las plantas de fuerza del equipo de bombeo, emiten gases a la atmósfera y producen ruido. Cuando se hacen los colados de concreto, se corre el riesgo de que cantidades no empleadas o mal colocadas queden esparcidas dentro de la zona de trabajo.

#### VI.2.2.6 Caseta de peaje

Al hacer la cimentación se efectuará desmonte y despalme, lo cual produce cambios en la forma y en las características del suelo. Para construir los muros se consume agua cruda por lo que hay que tener cuidado para su obtención, asimismo se cuidará no derramar mezclas con base de cemento en el ambiente natural. Todos estos acabados de tipo urbano pueden ocasionar desperdicios de tipo pétreo que pueden contaminar agua y suelo.

#### VI.2.2.7 Presencia de trabajadores

En todas las actividades de la construcción existen trabajadores que demandan agua potable, servicios sanitarios para los desechos, comida que genera desechos sólidos de tipo doméstico. El proporcionar estos servicios en forma inadecuada o disponer de, los desechos en forma indebida puede contaminar el cultivo o bien los suelos donde se infiltren o depositen.

---

#### VI.2.2.8 Suelo y subsuelo

Durante el proceso de construcción de la carretera se efectúan movimientos de tierra para constituir la terracería, modificando la disposición estratigráfica del suelo y quedando al descubierto nuevos horizontes con propiedades físicas y químicas diferentes a las originales. Dichos cambios no son favorables para el desarrollo de la vegetación y en otros casos puede interferirse con el flujo subterráneo del agua.

Las características físicas del suelo, sobre todo su grado de compactación, se verá afectado por el intenso tránsito de maquinaria pesada propia de la construcción. Asimismo, se tendrán sobrantes de materiales pétreos que se infiltran en el suelo y que se mezclan con el flujo subterráneo sobre todo en la parte media que es donde existe mejor filtración.

#### VI.2.2.9 Flora y fauna

El impacto sobre flora y fauna fue ocasionado durante los preparativos previos, con el desmonte y despalme de la superficie por ocupar, sin embargo se considera que los trabajadores pudiesen proseguir con prácticas inconvenientes de cacería en la zona y más allá del derecho de vía.

#### VI.2.2.10 Atmósfera

La presencia de maquinaria de construcción autopulsada por motores diesel en todas las actividades de construcción ocasionan una permanente emisión de los gases producto de la combustión interna de sus motores que contamina la atmósfera.

---

Esos mismos motores contaminan también con el ruido que producen cercano a los 80dB.

#### VI.2.2.11 Sociedad

Debido a la gran cantidad de gases y polvos emitidos pueden producirse enfermedades como irritación de las vías respiratorias y de los ojos.

#### VI.2.2.12 Economía

Indudablemente que las actividades propias de la construcción conllevan a la creación de fuentes de trabajo, lo cual beneficia a los habitantes de los poblados cercanos.

El uso de la maquinaria de construcción y de vehículos demanda de refacciones y servicios de mantenimiento, el personal que trabaje en la obra necesitará alimentos y bebidas, que serán abastecidos por los negocios de los poblados cercanos, en la medida que puedan satisfacer dichas necesidades.

A continuación se presenta la matriz de impactos que habrá durante la etapa de construcción.

---

## MATRIZ DE IMPACTOS QUE HABRÁ DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

| MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES                           |                                    | ETAPAS DEL PROYECTO: 1 -Desmorte y Despaje 2 -Excavación, Corte y Rellenos 3 -Transporte de Material y Movimiento de Equipo 4 -Suministro de Combustible 5 -Suministro de Agua Potable 6 -Talleres y Almacenes 7 -Infraestructura |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      |                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-----------|----------|------------|------------|---------------|---------------------|---------------------|------------|---------------|-------------|------------|------------------|----------------------------|------------|---------|--------|---------|----------------------|--------------------------------------|-----------|
| ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS |                                    | CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            | DETERMINACIÓN |                     | EVALUACIÓN MAGNITUD |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      |                                      |           |
|                                                                        |                                    | Beneficio                                                                                                                                                                                                                         | Adverso | Directo | Indirecto | Temporal | Permanente | Localizado | Extenso       | Provoca a la fuente | Afecta a la fuente  | Reversible | Irrreversible | Recuperable | Integrable | Modo de Medición | Probabilidad de Ocurrencia | Compatible | Modesto | Severo | Crítico | Ausencia de Impactos | Otra Actividad Generadora de Impacto |           |
| Atmosfera                                                              | Microclima                         |                                                                                                                                                                                                                                   | X       |         | X         | X        |            | X          |               | X                   |                     |            |               | X           | X          |                  | X                          | X          |         |        |         |                      | 1                                    |           |
|                                                                        | Cantidad del aire                  |                                                                                                                                                                                                                                   | X       |         | X         | X        |            | X          |               |                     |                     |            | X             | X           | X          |                  | X                          | X          |         |        |         |                      | 2,3,4                                |           |
| Geomorfología                                                          | Nivel de ruido                     |                                                                                                                                                                                                                                   | X       |         | X         | X        |            | X          |               |                     |                     |            | X             | X           | X          |                  | X                          | X          |         |        |         |                      | 2,3                                  |           |
|                                                                        | Playa arenosa                      |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      |                                      |           |
|                                                                        | Llanura de material consolidado    |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        | X       |                      | 2                                    |           |
|                                                                        | Llanura de material no consolidado |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        | X       |                      | 2                                    |           |
|                                                                        | Paraje                             |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        | X          | X          | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,2,5,7                              |           |
|                                                                        | Superficial                        |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,2,3                                |           |
| Océano Hidrografía                                                     | Cortes y terraplenes               |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,2,3,4,5                            |           |
|                                                                        | Superficiales                      |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         | X         | X        |            | X          | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,3,6,7                              |           |
|                                                                        | Subterráneas                       |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      |                                      |           |
|                                                                        | Corrientes                         |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      | X                                    | 1,3,4,5,8 |
|                                                                        | Batimétrica                        |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      | X                                    |           |
|                                                                        | Transporte Morat                   |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      | X                                    |           |
| Vegetación                                                             | Selva media                        |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      | X                                    |           |
|                                                                        | Agricultura                        |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           |          |            | X          | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        |         |                      | 1                                    |           |
|                                                                        | Manglar                            |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      | X                                    |           |
|                                                                        | Arbusto                            |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        |            |            | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        | X       |                      | 1                                    |           |
| Fauna                                                                  | Mamíferos                          |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        |            |            | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,2,3                                |           |
|                                                                        | Aves                               |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        |            |            | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,2,4                                |           |
|                                                                        | Reptiles                           |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      | 1,2,5                                |           |
|                                                                        | Peces                              |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        |            | X          | X             |                     | X                   |            | X             | X           | X          | X                | X                          | X          |         |        |         |                      |                                      |           |
| Minas                                                                  | Anfibios                           |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      | X                                    |           |
|                                                                        | Pastos                             |                                                                                                                                                                                                                                   |         |         |           |          |            |            |               |                     |                     |            |               |             |            |                  |                            |            |         |        |         |                      | X                                    |           |
| Sociedad                                                               | Empleo                             |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        |            |            | X             |                     | X                   |            |               |             |            |                  | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,2,3,7                              |           |
|                                                                        | Vivienda equipamiento y servicios  |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        |            |            | X             |                     | X                   |            |               |             |            |                  | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,2,3,7                              |           |
|                                                                        | Economía regional                  |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        |            |            | X             |                     | X                   |            |               |             |            |                  | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,2,3,7                              |           |
|                                                                        | Actividades productivas            |                                                                                                                                                                                                                                   | X       | X       |           | X        |            |            | X             |                     | X                   |            |               |             |            |                  | X                          | X          |         |        |         |                      | 1,2,3,7                              |           |

### VI.2.3 Impacto ambiental debido a la etapa de operación y mantenimiento

#### VI.2.3.1 Operación de la caseta de pago

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La caseta necesitará de servicios sanitarios, venta de combustibles y lubricantes, así como de alimentos, abastecimiento de agua potable y energía eléctrica. Como resultado de la operación se tienen desechos sólidos producto de los alimentos.

### VI.2.3.2 Mantenimiento

Las reparaciones parciales necesitarán de maquinaria que contamina con ruido y gases. Estas reparaciones también generan desechos sólidos, que aunque son de poco volumen, deben disponerse adecuadamente.

El impacto potencial correspondiente a las actividades de operación y mantenimiento está centrado en algunos desechos sólidos, de los que deberá garantizarse su adecuada disposición y, en el tratamiento adecuado y disposición final, de las aguas negras resultantes de los servicios sanitarios en la caseta de peaje.

## **IV.3 Medidas de mitigación y prevención**

### VI.3.1 Etapa de construcción

#### VI.3.1.1 Seguridad

El personal ocupado en la construcción deberá contar con medios para desplazarse rápidamente a los centros hospitalarios con que cuenta el Municipio de Perote, para cuando sea requerido por causa de accidente o enfermedad. La empresa contratista deberá contar con enlace radiofónico entre los diferentes frentes de trabajo, así como con un vehículo equipado para el rescate y traslado de personas accidentadas en este tipo de contingencias.

A todo el personal se le deberá dotar con cascos protectores y tapabocas para su protección y para evitar la inhalación de los polvos lanzados al aire durante el ataque y transporte de materiales.

---

Deberá contarse con un sistema de señalamiento dentro de la obra que recuerde e instruya sobre las normas y procedimientos de seguridad. Además se deberá contar con gente en el campo que atienda las zonas de mayor tránsito y vigile que personas extrañas no circulen cerca de la maquinaria.

#### VI.3.1.2 Aguas residuales y desechos sólidos

Habrà de disponerse en el campamento y en los diferentes frentes de trabajo agua potable, alimentación y servicios sanitarios para evitar el consumo de agua no tratada, con los consiguientes riesgos para la salud de los trabajadores, el contratista proveerá durante la construcción agua embotellada, adquiriéndola en las poblaciones cercanas.

En forma similar, deberá hacer arreglos con personas de las diferentes poblaciones cercanas para que vendan alimentos que cumplan con los estándares de calidad en materia de salud y los desechos de tipo doméstico que se generen se deberán llevar a los basureros de las localidades del municipales de Perote.

#### VI.3.1.3 Atmósfera

La emisión de gases contaminantes producto de los motores es inevitable, sin embargo, la emisión de polvos por el ataque y transporte de material se deberá minimizar manejando los materiales en estado húmedo y en camiones especialmente acondicionados para esta actividad, dotados de lonas o cubiertas plásticas que impidan la difusión de las partículas.

---

#### VI.3.1.4 Ruido

Con objeto de mitigar los efectos sonoros negativos al medio ambiente, se deberá vigilar que la maquinaria y camiones continúen equipados con los silenciadores para no rebasar los 85 dB.

#### VI.3.1.5 Flora y fauna

Antes de iniciar la construcción, en las zonas, se deberán organizar grupos que ahuyenten la fauna que pudiera encontrarse en el área que alojará la construcción.

El número de árboles a desmontar no se ha estimado. La madera producto del desmonte se deberá pagar como indemnización a los propietarios de los terrenos previo permiso de la Secretaría de Agricultura.

#### VI.3.1.6 Caminos de acceso

No habrá necesidad de construir nuevos caminos de acceso, bastará con mejorar los existentes pertenecientes a la CFE. Al término de la construcción todos estos caminos deberán quedar en condiciones óptimas de funcionamiento.

#### VI.3.1.7 Bancos de préstamo

Al término de la obra se deberá cubrir el piso del banco de materiales con la tierra orgánica producto del despalle del mismo banco, conformándola para que se constituya en una prolongación del microdrenaje y por último reforestándola.

---

### VI.3.1.8 Transporte desde el banco de préstamo

El contratista pedirá el servicio de explotación y transporte de bancos de materiales a quienes garanticen una explotación y transportes adecuados y éstos deberán recibir los materiales en fase húmeda.

### VI.3.2 Etapa de operación y mantenimiento

#### VI.3.2.1 Peaje

A la ecología general dentro de la zona de influencia le resulta conveniente que los vehículos utilicen la nueva vía de comunicación, ya que la emisión de hidrocarburos es menor a la generada por los mismos vehículos en la actual carretera. Se deberá concientizar por medio de campañas el mantener al mínimo los costos de peaje.

#### VI.3.2.2 Ruido

Deberá advertirse a los conductores de los vehículos, principalmente a los de carga de mayor tonelaje, que no deberá sobre pasar el límite de 80 dB.

#### VI.3.2.3 Servicios emergentes

Deberá contar con servicios de radiotelefonía de emergencia, transporte para heridos, remolque de vehículos accidentados o descompuestos y vigilancia de la Policía Federal de Caminos.

---

#### VI.3.2.4 Servicios en casetas

Deberán existir depósitos adecuados para la recolección de desechos sólidos, para disponerlos en el basurero municipal de Perote. La caseta dispondrá de energía eléctrica y de agua. El agua correspondiente a los servicios sanitarios se deberá descargar a una fosa séptica.

No deberá ponerse en operación la autopista sin que cuente con el señalamiento vial (horizontal y vertical) y se evitará la instalación de espectaculares dentro del derecho de vía.

#### VI.3.2.5 Mantenimiento

Se instalará el señalamiento adecuado mientras se realicen las operaciones de mantenimiento para evitar accidentes. Para evitar molestias a los usuarios éstas operaciones se realizarán en el plazo más corto posible.

#### VI.3.3 Preparativos finales (reforestación)

Al término de la construcción deberán reforestarse las partes no ocupadas del derecho de vía, cortes y plantíos. Se deberá retirar los materiales cementantes y agregados pétreos que pudieran haber quedado dispersos y después de esto se utilizarán los suelos orgánicos.

En las áreas que fueron de uso agrícola se deberán cubrir taludes de cortes y terraplenes con gramíneas, extendiendo éstas hasta 3 m fuera de la línea de ceros, fuera de esta franja se podrán sembrar arbustos y árboles a lo largo del límite del derecho de vía.

---

La siembra de árboles deberá suspenderse en el lado interior de las curvas a efecto de no obstruir la visibilidad. Los taludes de los cortes deberán cubrirse con suelo orgánico obtenido del despalme. Se sembrarán gramíneas en taludes menores a dos metros. Y en los de mayor altura se colocará "pasto alfombra".

Los bancos de préstamo deberán reestablecerse a una condición semejante a la original, fundamentalmente dejarlos con un drenaje que funcione por gravedad y el establecimiento de una cubierta con vegetación típica de la zona.

---

# **CAPITULO**

# **CINCO**

---

## V LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico tanto en el proyecto preliminar como en el proyecto definitivo se puede realizar por varios métodos desde el tradicional, que consiste en brigadas terrestres de localización o por el método fotogramétrico, dependiendo del tipo de topografía existente, para este proyecto se utilizó el fotográfico, el cual permite realizar el análisis de diferentes propuestas sobre dichas fotografías, y así seleccionar el más conveniente.

De acuerdo a la configuración del terreno, se consideran tres tipos de terreno: Plano, Lomerío y Montañoso. La definición de estos tres conceptos debe estar íntimamente ligada con las características que cada uno de ellos influyan en el proyecto, tanto en el alineamiento horizontal y vertical como en el diseño de la sección de construcción.

Se considera terreno plano, aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula. Como lomerío se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendientes transversales no mayor de 25°. Como montañoso se considera al terreno que ofrece pendientes transversales mayores de 25°, caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

En un terreno plano como es el caso del proyecto del Libramiento de Perote, será generalmente en terraplén, sensiblemente paralelo al terreno, con la altura suficiente para quedar a salvo de la humedad propia del suelo y de los escurrimientos en él, así como para dar cabida a las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel.

---

como consecuencia, los terraplenes estarán formados con material producto de préstamo, ya sean laterales o de banco. El proyecto de tramos con visibilidad de rebase, generalmente no presenta ninguna dificultad, tanto por lo que respecta al alineamiento horizontal como al vertical.

En un terreno considerado como lomerío, el proyectista estudiara la subrasante combinando las pendientes especificadas, obteniendo un alineamiento vertical ondulado, que en general permitirá aprovechar el material producto de los cortes, para formar los terraplenes contiguos. El proyecto de la subrasante a base de contrapendientes, la compensación longitudinal de las terracerías en tramos de longitud considerable, el hecho de no presentar problemas, deja el espacio vertical necesario para alojar las alcantarillas, los pasos a desnivel y puentes, son características de este tipo de terreno. Asimismo, cuando se requiere considerar la distancia de visibilidad de rebase en el proyecto del alineamiento vertical, se ocasiona un incremento en el volumen de tierra a mover.

En terreno montañoso, como consecuencia de la configuración topográfica, la formación de las terracerías se obtiene mediante la excavación de grandes volúmenes: el proyecto de la subrasante, queda generalmente condicionada a la pendiente transversal del terreno y el análisis de las secciones transversales en zonas críticas o en balcón. Cuando a causa de la excesiva pendiente transversal del terreno haya necesidad de alojar en firme la corona del camino, la elevación de la subrasante debe estudiarse considerando la construcción de muros de contención o de viaductos, con el objeto de obtener el menor costo del tramo.

---

Son características del terreno montañoso, el empleo frecuente de las especificaciones máximas, tanto en el alineamiento horizontal y vertical, la facilidad de disponer del espacio libre para dar cabida a alcantarillas y puentes, la presencia en el diagrama de masas de una serie de desperdicios interrumpidos por pequeños tramos compensados, la frecuencia de zonas críticas, los grandes volúmenes de tierra a mover, la necesidad de proyectar alcantarillas de alivio y el alto costo de construcción resultante si se quiere considerar en el proyecto la distancia de visibilidad de rebase.

Dada la íntima liga que existe entre los alineamientos horizontal y vertical en todos los casos antes descritos, especialmente en el último, es necesario que al proyectar el alineamiento horizontal, se tomen en cuenta los problemas que afectan el estudio económico de la subrasante.

### **V.1 Trazo del eje definitivo**

La línea definitiva se trazará y fijará en el campo con trompos y estacas, en estaciones cerradas de 20 m; más las intermedias que resulten como consecuencia de los PST, PC, PT, PCC Y PI que sean necesarios. Los trompos de estos último puntos, llevarán tachuelas. Tanto los trompos como las estacas, deberán clavarse bien, para evitar que se arranquen fácilmente. Si es necesario se utilizará cuña para este fin. El trazo registrara todos los entronques y cruces de caminos de terracerías, revestidos y pavimentos; los cruces son: cercas de alambre, obras construidas, arroyos, ríos y toda clase de líneas de conducción visibles (energía, ductos, teléfono, etc.), haciendo un croquis si es necesario. También deberá levantar: iglesias, mercados, panteones, palacios o agencias municipales, canchas de juego, que queden comprendidos dentro del derecho de vía si los hubiese (30 m. a cada lado del C.L.). En los caminos hay que indicar invariablemente su destino y el ángulo que forma con la línea definitiva.

---

Cuando el trazo definitivo se determinó en base a levantamiento preliminar, cada 2.5 Km. como máximo, se efectuará un cierre con el trazo preliminar, a fin de verificar la bondad del trabajo el cual no se encontrará menor de 1:5,000 en precisión.

Con apoyo en la poligonal, trazada y nivelada en la etapa de anteproyecto, se realiza el trazo de la llamada línea definitiva incluyendo las tangentes y curvas espirales y circulares, el cual fue realizado por el método de cadenamientos a cada 20 m. (caso tangentes) o cuerdas y deflexiones (caso curvas). Después de obtener la línea definitiva se nivelan las estaciones de 20 m. donde se pueden llegar a realizar correcciones en alguno de los ejes coordenados tanto en la planta como en el perfil.

A lo largo del eje a esto se le llama "cadenear" y a un lado también se clava una estaca a la cual se le escribe con pintura su kilometraje. Para el trazado de las curvas, se utilizan las deflexiones y las cuerdas que generalmente son de 20 m. Y de igual manera se clavan trompos y estacas.

En la siguiente carta topográfica se presenta el trazo del eje definitivo del libramiento de Perote del Km. 94+000 al Km. 111+581, con sus respectivas curvas horizontales las cuales tienen un grado de curvatura de 2°.

---



## V.2 Nivelación

En la zona predominan dos sistemas de topó-formas: bajadas rápidas en forma de barrancas, zona del Cofre de Perote y la zona donde se desarrolla el proyecto es un terreno plano, perteneciente al Valle de Perote.

La prominencia más alta correspondiente al Cofre de Perote, cuya altura sobre el nivel del mar alcanza los 3800 metros. Dentro del valle, con altura sobre el nivel del mar cercana a los 2380 m, sobresalen las lomas denominadas Cerro Colorado y Loma Tehuextocan. Al inicio del tramo en estudio resalta también Cerro Viejo, cuya altura es cercana a los 2500 msnm.

El tramo en estudio queda alojado en una zona con topografía plana a lomerío muy suave al final. Se estima que un 85 % quedará alojado en un terreno plano y la parte restante del 15 % en lomerío muy suave.

El procedimiento de nivelación, es utilizando el método de nivelación compuesta de "Ida" y una nivelación diferencial de "Regreso" para comprobar el desnivel entre bancos de nivel.

Se nivelarán con nivel fijo, todas las estaciones cerradas. Más las intermedias que resulten: trompos con tachuela y detalles (cuando la línea se aloje en terreno natural); poniendo B.N. cada 500 m. aproximadamente, las cuales se revisarán con una nivelación de regreso al B.N. de partida, promediando la diferencia que resulte entre el desnivel de ida y el de regreso, la cual en ningún caso deberá ser mayor a 6 mm. Los B.N. se referirán al trazo por medio de una normal y siempre se podrán en un objeto fijo: raíz o tronco de árbol (enterrando grapas cruzadas), esquina de banqueta,

---

guarnición de puente, brocal de pozo, etc.; pintando su número y elevación con esmalte azul. Deberán quedar ubicados a más de 20.00 m. del eje de trazo y fuera del derecho de vía y en caso de que haya monte, se abrirá una brecha para llegar fácilmente a ellos.

La identificación constará de dos números: el primero indicará el kilometraje final (del tramo de un kilómetro), en que está ubicado el B.N. y el segundo, el número progresivo que le corresponde según su ubicación en este tramo. El nivel debe registrar como detalle, es decir, dándole cota: los fondos de los canales, cunetas, arroyos, ríos y NAME (tanto en las zonas inundables, como en los arroyos y ríos que cruce la línea); y sin dar cota (salvo que sea detalle): los cruces con cerca de alambre y toda clase de líneas de conducción visible.

Cuando el terreno es plano se puede realizar el trazo en fotografías, obtenido por métodos fotogramétricos, como lo fue en el presente proyecto, para el chequeo de esta nivelación, se usarán preferentemente los B.N. establecidos en la nivelación preliminar o en los puntos de control fotogramétrico, siempre y cuando guarden la equidistancia y ubicación descrita, en caso de que estos B.N. no cumplan con estas condiciones o que se encuentren dentro del derecho de vía, deberán ser reubicados y referenciándolos al trazo definitivo.

El levantamiento de secciones transversales del terreno natural, se hace en cada una de las estaciones de 20 m. y los puntos de detalle que ya habían sido nivelados, levantándole hasta una longitud de por lo menos hasta 30 m. a cada lado del centro de línea ó hasta donde marque le derecho de vía.

Para este proyecto se indica que del lado derecho se levantara hasta 40 m. y del lado izquierdo solo 20 m.

En cuanto a los ejes para obras de drenaje y las referencias al trazo que también forman parte del levantamiento topográfico, solo me queda mencionar que por tratarse de actividades más sencillas, no se contempla una descripción detallada de cómo se realiza pero que sin embargo también deben llevarse a cabo.

Después del estudio, los datos que deberá de entregar la brigada serán:

- Libreta de trazo, nivel y secciones de topografía.
- Planta topográfica a escala 1:2,000 con planimetría y altimetría existente.
- Orientaciones solares a cada 5 Km.
- Coordenadas del trazo preliminar.

Así con los datos anteriores la Empresa entregara al representante, los resultados obtenidos, resumidos y reflejados en los siguientes conceptos:

- Anteproyecto definitivo .
  - Juego de fotografías de contacto con la línea de proyecto.
  - Perfil deducido del anteproyecto definitivo con volúmenes de obra.
-

# CAPITULO

# SEIS

---

## VI ESTUDIO GEOTÉCNICO

En este capítulo se darán a conocer los diferentes tipos de materiales que se encuentran a los alrededores al trazo del proyecto para el Libramiento Carretero de Perote. El área en estudio queda alojada dentro de la Provincia Fisiográfica denominada Eje Neovolcánico y al inicio del tramo en las estribaciones de La Sierra Madre del Sur.

### VI.1 Trabajos de exploración

El tramo en que se realizó el estudio se localiza en el estado de Veracruz; entre las poblaciones de San José Alchichica y Cruz Blanca, entre los límites de estados Puebla - Veracruz y el poblado de Guadalupe Victoria, el proyecto contempla la construcción de un libramiento, del lado norte a la Cd. de Perote ver figura 6.1. a partir del kilómetro 94+000 y hasta el poblado de Cruz Blanca,

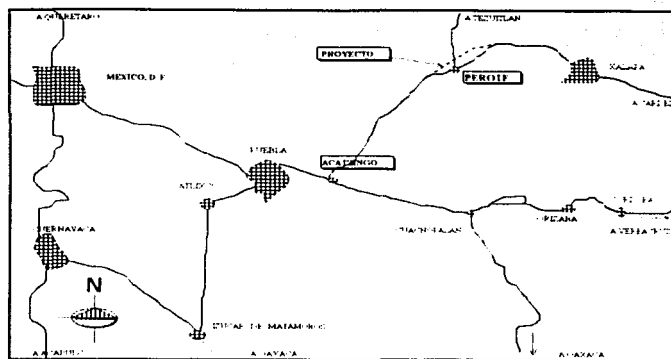


Figura 6.1 Plano general de localización

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### VI.2 Obtención de muestras de campo

Con el objeto de definir las características de calidad de los materiales sobre los cuales se alojará el camino, se efectuó en un principio un recorrido de inspección general por todo el sub-tramo con el fin de ubicar los sondeos exploratorios y localizar tentativamente los bancos de materiales para la construcción de las terracerías.

La exploración fue superficial y consistió en sondeos tipo pozo a cielo abierto (PCA) con una profundidad promedio de 1.5 metros ubicados estratégicamente, del lado izquierdo y a 10 metros del hombro de la carretera actual en la zona de ampliación y sobre el eje de proyecto del Libramiento.

En el recorrido definitivo se efectuó un levantamiento de los diferentes estratos detectados en los sondeos; todos los suelos fueron identificados mediante pruebas de campo y las rocas atendiendo su grado de intemperismo y fracturamiento, de los sondeos se obtuvieron muestras alteradas representativas, las cuales fueron enviadas al laboratorio para su análisis correspondiente.

Con el objeto de definir la estructura del pavimento existente se efectuó un estudio de espesores en el actual camino, el estudio consistió en la realización de calas en la parte exterior del acotamiento del mismo, dichas calas se profundizaron hasta alcanzar el material que conforma el cuerpo del terraplén. De las calas se obtuvieron muestras alteradas para su análisis en el laboratorio.

---

### VI.3 Pruebas de laboratorio

Las muestras obtenidas en los PCA efectuados sobre el trazo del libramiento y bancos de materiales para terracerías se enviaron al laboratorio; se efectuaron pruebas de calidad. Consistieron en: granulometría, límites de consistencia, humedad natural, contracción lineal y clasificación SUCS-SCT.

Para las pruebas de calidad se practicarán además, el peso volumétrico seco suelto (PVSS), peso volumétrico seco máximo (PVSM) y la humedad óptima, valor relativo de soporte (VRS) estándar y porcentaje de expansión; también se realizaron VRS modificados y la prueba del equivalente de arena para los materiales obtenidos en los bancos para terracerías.

También se efectuaron pruebas de calidad en los materiales obtenidos de las calas estructurales del pavimento actual, exclusivamente en las capas de subbase y base.

Con los resultados obtenidos del laboratorio se concluyo que no existen prácticamente problemas geotécnicos para la construcción de las terracerías, el terreno de cimentación que caracteriza al tramo es de buena a muy buena calidad.

---

#### **VI.4 Tipos de materiales**

El principio del tramo estudiado se encuentran rocas sedimentarias del tipo de las calizas, muy plegadas y fracturadas. Prácticamente en la totalidad del tramo es común encontrar en las lomas altas brechas volcánicas ó tezontle rojo y gris, en las partes bajas tobas cubriendo a gravas y arenas de pómez, a éstos últimos se les conoce en la región como "Tepexiles".

#### **VI.5 Bancos de préstamo**

Generalmente el material que se emplea en un terraplén es el que se encuentra sobre la misma ruta producto de cortes o préstamos laterales. Los bancos deberán contener como mínimo 10,000m<sup>3</sup> de material para que sea explotable. Los bancos para sub-rasante deberán ser homogéneos, y de esta manera evitar que los espesores del pavimento varíen con demasiada frecuencia, los podemos encontrar en formaciones de roca muy alterada o en bancos arenosos estratificados.

##### **VI.5.1 Tipos de bancos de préstamo**

- Longitudinales: son producto de los cortes.
  - Laterales: distancia al eje del camino de hasta 20 metros.
  - Banco de préstamo: distancia al eje del camino de 100 mts hasta 10 km. Más de 10 Km. No es costeable.
-

El estudio geotécnico incluyó la localización de bancos de materiales para la construcción de las terracerías y el pavimento. Dada las características del proyecto y de la calidad de los materiales de la zona, los materiales más adecuados para la formación de las terracerías en la ampliación y proyecto del Libramiento, son las brechas volcánicas y las tobas. Para estructurar el pavimento, existen en la zona bancos de roca caliza en explotación comercial, su uso deberá restringirse a la construcción de las capas de subbase y base hidráulica.

La roca caliza se encuentra medianamente intemperizada y de fracturada a muy fracturada, en ocasiones aparece contaminada con suelo orgánico o material arcilloso; sin embargo, con una adecuada supervisión en los frentes de explotación, podrían cumplirse especificaciones para su uso en las capas arriba mencionadas. Para la construcción de la carpeta asfáltica y el material de sello se recomiendan los bancos de los "Cerros Derrumbadas".

Los materiales necesarios para la construcción de las terracerías podrán obtenerse de los siguientes bancos:

| DENOMINACIÓN        | UBICACIÓN                   |
|---------------------|-----------------------------|
| 1.- TEPETOLO        | Km. 83+400, D/lzq. 7 050 m. |
| 2.- TOTALCO         | Km. 86+300, D/lzq. 100 m.   |
| 3.- EL MOLCAJETE    | Km. 94+000, D/der. 150 m.   |
| 4.- CERRO COLORADO  | Km. 95+930, D/lzq. 1 750 m. |
| 5.- LOMA LARGA      | Km. 102+535, D/lzq. 3000 m. |
| 6.- SIERRA DE AGUA  | Km. 108+040, D/lzq. 100 m.  |
| 7.- 20 DE NOVIEMBRE | Km. 111+581, D/lzq. 780 m.  |

Los bancos Tepetolo, El Molcajete y Cerro Colorado son brechas volcánicas ó Tezontle rojos y negros, son los materiales más recomendados para formar la capa subrasante, desde luego también para las capas inferiores de las terracerías.

Los bancos Loma Larga, Sierra de Agua y 20 de Noviembre, consisten en tobas volcánicas de composición arenolimsa y con gravas, éstos materiales son muy ligeros, sin embargo si se extrae adecuadamente mezclando los materiales finos que se tienen superficialmente con las gravas ó el Tepexil, se podrán utilizar para la formación de las capas de subrasante, subyacente y cuerpo del terraplén.

El banco Totalco consiste en un depósito aluvial de características limoarenosas, a este banco se recurrirá solo en caso extraordinario y su uso deberá restringirse a la formación del cuerpo del terraplén.

Se ubicaron tres bancos para la construcción de la estructura del pavimento, dos de roca caliza denominados "San Antonio" y "Yunes", otro de roca andesítica llamado "TRIDE". Los bancos de roca caliza deberán utilizarse para la capa de subbase y base. En el banco de roca andesítica se obtendrán los materiales pétreos necesarios para la fabricación del concreto asfáltico y el material para el riego de sello.

La ubicación de los bancos es la siguiente:

| DENOMINACIÓN    | UBICACIÓN                   |
|-----------------|-----------------------------|
| 1.- TRIDE       | Km. 83+400, D/Izq. 8 900 m. |
| 2.- SAN ANTONIO | Km. 85+500, D/Izq. 350 m.   |
| 3.- YUNES       | Km. 94+000, D/Izq. 3 000 m. |

Los banco Yunes y San Antonio son de características de calidad similares, el primero es de propiedad privada y el segundo es Ejidal. En éste último existen instalaciones abandonadas que pudieran reacondicionarse para la instalación de la trituradora.

En las siguientes croquis se muestran algunos croquis de localización de los bancos de materiales antes descritos, como los terrenos actualmente son utilizados para cultivo se tendrá que dar un especial tratamiento. Los bancos que a continuación se muestran en croquis son de propiedad ejidal, los cuales se les debe de dar el siguiente tratamiento para su explotación, en un principio el material producto de despalde deberá almacenarse para su posterior colocación en el fondo de la excavación abierta.

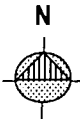
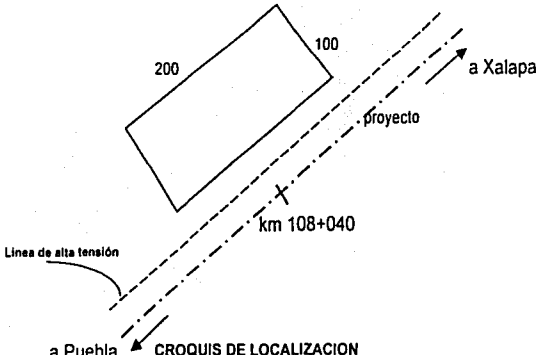
---

Figura 6.2 Banco para terracerías "Sierra de Agua"

|                                                        |                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <h2 style="margin: 0;">BANCO PARA<br/>TERRACERIAS</h2> | CARRETERA: <u>PUEBLA-XALAPA</u><br>TRAMO: <u>LIMITE DE EDOS. PUE./VER.-PEROTE Y LIBRAMIENTO PEROTE</u><br>SUBTRAMO: <u>Km 83+400 AL Km 111+581.214</u><br>ORIGEN: <u>ACATZINGO, PUE.</u> |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

BANCO DE MATERIAL PARA: TERRAPLEN, TRANSICION Y SUBRASANTE DENOMINACION: SIERRA DE AGUA

| UBICACION                | ESTRATO |             | CLASIFICACION SCT                                                              | TRATAMIENTO PROBABLE | COEFICIENTES DE VARIACION VOLUMETRICA |      |      |          | CLASIFICACION PRESUPUESTO A - B - C |
|--------------------------|---------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|------|------|----------|-------------------------------------|
|                          | No.     | ESPESOR (M) |                                                                                |                      | 90%                                   | 95%  | 100% | BANDEADO |                                     |
| Km 108+040 D/Izq. 100 m. | 1       | 0.20        | Suelo vegetal                                                                  | Despalme             |                                       |      |      |          | 100-00-00                           |
|                          | 2       | 8.00        | Arena arcillosa café claro, compacta y húmeda, con 25% de gravas de pómez (SC) | Compactado           | 1.05                                  | 1.00 | 0.95 |          | 40-60-00                            |
|                          |         |             |                                                                                |                      |                                       |      |      |          |                                     |
|                          |         |             |                                                                                |                      |                                       |      |      |          |                                     |
|                          |         |             |                                                                                |                      |                                       |      |      |          |                                     |
|                          |         |             |                                                                                |                      |                                       |      |      |          |                                     |
|                          |         |             |                                                                                |                      |                                       |      |      |          |                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>DATOS GENERALES DEL BANCO</b></p> <p>LARGO <u>200</u> m ANCHC <u>100</u> m</p> <p>ESPESOR <u>8.00</u> m</p> <p>CAPACIDAD DEL BANCO <u>160.000</u> m³</p> <p>VOLUMEN APROVECHABLE ESTUDIADO <u>160.000</u> m³</p> <p>% DE PARTICULAS &gt; DE 3" _____</p> <p>TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULAS _____ cm</p> <p><b>OBSERVACIONES:</b> Régimen de propiedad _____</p> <p>ejidal, Ejido de Sierra de Agua Mpio. de Perote _____</p> <p>Ver _____</p> <p>El material de despalme deberá almacenarse para su posterior tendido en el fondo de la excavación abierta. El terreno se utiliza actualmente para cultivo. El banco podrá ampliarse.</p> | <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">CROQUIS DE LOCALIZACION</p> </div> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

TESTES CON  
FALLA DE ORIGEN

## BANCO PARA TERRACERIAS

CARRETERA: PUEBLA-XALAPA  
 TRAMO: LIMITE DE EDOS. PUE./VER.-PEROTE Y LIBRAMIENTO PEROTE  
 SUBTRAMO: Km 83+400 AL Km 111+581.214  
 ORIGEN: ACATZINGO. PUE.

HOLLA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

BANCO DE MATERIAL PARA: TERRAPLEN, TRANSICION Y SUBRASANTE DENOMINACION: 20 DE NOVIEMBRE

| UBICACION             | ESTRATO |                | CLASIFICACION SCT                                                                     | TRATAMIENTO<br>PROBABLE | COEFICIENTES DE VARIACION<br>VOLUMETRICA |      |      |          | CLASIFICACION<br>PRESUPUESTO<br>A - B - C |
|-----------------------|---------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|------|------|----------|-------------------------------------------|
|                       | No.     | ESPEJOR<br>(M) |                                                                                       |                         | 90%                                      | 95%  | 100% | BANDEADO |                                           |
| Km 111+581 AD. 780 m. | 1       | 0 20           | Suelo vegetal                                                                         | Despalme                |                                          |      |      |          | 100-00-00                                 |
|                       | 2       | 7 00           | Arena poco arcillosa café claro, compacta y húmeda, con 38% de gravas de pómez(SP-SC) | Compactado              | 1.05                                     | 1.00 | 0.95 |          | 40-60-00                                  |
|                       |         |                |                                                                                       |                         |                                          |      |      |          |                                           |
|                       |         |                |                                                                                       |                         |                                          |      |      |          |                                           |
|                       |         |                |                                                                                       |                         |                                          |      |      |          |                                           |
|                       |         |                |                                                                                       |                         |                                          |      |      |          |                                           |
|                       |         |                |                                                                                       |                         |                                          |      |      |          |                                           |

### DATOS GENERALES DEL BANCO

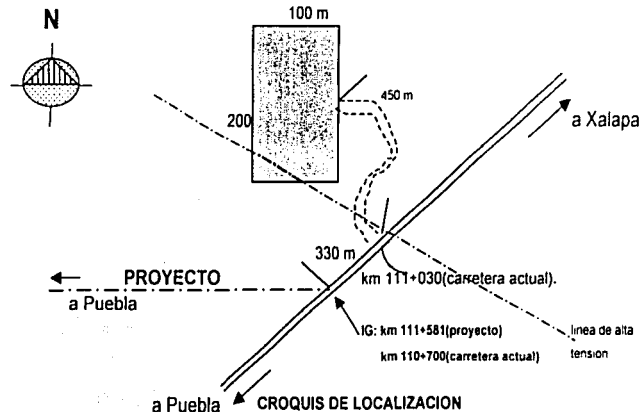
LARGO 200 m ANCHO 100 m  
 ESPESOR 7 00 m  
 CAPACIDAD DEL BANCO                      m<sup>3</sup>  
 VOLUMEN APROVECHABLE ESTUDIADO 140 000 M<sup>3</sup>  
 % DE PARTICULAS > DE 3                       
 TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULAS                      cm

### OBSERVACIONES: Régimen de propiedad

ejidal. Municipio de Perote

Ver

El material de despalme deberá almacenarse  
 para su posterior tendido en el fondo de la  
 excavación abierta. El terreno se utiliza actualmente  
 para cultivo. El banco podrá ampliarse.



### VI.6 Taludes de corte y terraplén

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En base a la practica para evitar las fallas de talud y asentamientos cuando se construyen terraplenes en terrenos blandos, es posible que se presenten fallas de talud que los afecten parcialmente, como en la figura 6.4 se puede observar, esto siendo provocado debido a que las fuerzas resistentes (esfuerzo cortante del terreno natural y del terraplén) son menores que las fuerzas actuantes (peso del terraplén).

Para evitar que se presente la falla de talud, debe tenderse dicho talud, esto con la finalidad de aumentar las fuerzas resistentes, haciendo que el peso de la cuña que se adiciona debe oponerse al deslizamiento del material. Por otro lado la Mecánica de Suelos, da una mejor solución que consiste en construir una berma a fin de que en las paredes de los cortes no se presenten fallas del talud.

En el caso de las bermas debe existir un buen drenado y por consiguiente es preciso construir una cuneta que descargue en forma adecuada para impedir la filtración del agua de lluvia, y evitar que disminuya la resistencia del suelo al esfuerzo cortante.

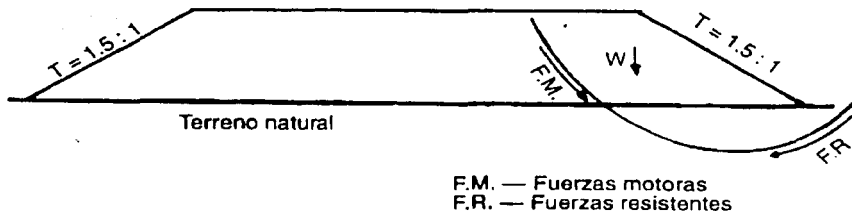


Figura 6.4 Deslizamiento de talud de un terraplén,  $W$ = Peso de la cuña;  $F_M$ = Fuerzas motrices;  
 $F_r$ = Fuerzas resistentes

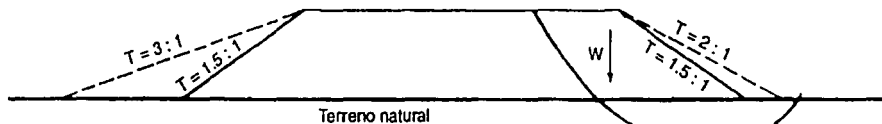


Figura 6.5 Tendido de talud para evitar la falla.

TESTE O.F.  
FALLA DE ORIGEN

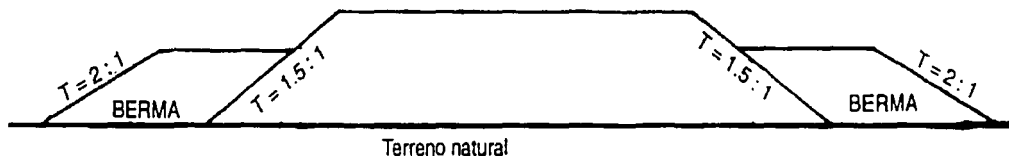


Figura 6.6 Construcción de una bermas para evitar la falla de talud.

Es muy importante para evitar fallas en los taludes de terraplenes y en cortes se deberá de proyectar de acuerdo con los materiales del terreno natural y los de relleno que se encuentren en la cercanía del trazo de la futura carretera.

Por ejemplo, los taludes en corte usuales son de 0 para roca firme, de 1 / 4:1 para pizarras, lutitas y calizas (material estratificado y consolidado), con echados horizontales o que no pongan en peligro la estabilidad; y de 1/ 2:1 en tepetates, arcillas o rocas fisuradas. En todos los casos y principalmente con materiales inertes, es conveniente provocar el crecimiento de hierba como puede ser el pasto o geotextiles para una mejor protección a la erosión.

# **CAPITULO**

# **SIETE**

---

## VII ESTUDIO DE PAVIMENTOS

### VII.1 Generalidades

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento del pavimento son las siguientes:

- ❖ La resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos.
- ❖ Una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas.
- ❖ Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua.

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores.

---

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa, el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior.

La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo, siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

#### VII.1.1 Tipos de pavimentos

Básicamente existen dos tipos de pavimentos: **Rígidos y Flexibles.**

#### VII.1.2 Pavimento rígido

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

---

### VII.1.3 Pavimento flexible

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

### VII.2 Efectos de clima y tránsito

Las características del tránsito que utilizara el camino que se habrá que construir, es vital importancia para propiciar el desarrollo. Puesto que por una vía puede transitar con cierta facilidad una cantidad determinada de vehículos de diferentes tipos, con cargas distintas que son las transmitidas a la estructura de diversas maneras, con relación al clima debe contar con un buen drenaje para no disminuir la resistencia de base y subbase.

#### VII.2.1 Tránsito diario promedio anual

Se llama tránsito diario promedio anual (TDPA) al número total de vehículos que pasan por una carretera en ambos sentidos durante un año, dividido entre 365 días. Para determinar el TDPA de un camino en operación, se cuenta en forma directa el tránsito mediante una operación que se llama aforo y que pueden realizar operarios o contadores mecánicos.

Para determinar el TDPA de este camino que se habrá de construir se tuvo que estimar en base en el tránsito inducido y el tránsito generado ya que todavía no hay tránsito sobre él, los cuales se definen a continuación:

---

El tránsito inducido es aquel que en la actualidad utiliza otros caminos, pero que usará el nuevo, para llegar al mismo destino, es decir, es el tránsito que tiene que realizar un recorrido muy largo o tardado, pero que al abrirse utilizará el nuevo camino por ser más directo o darle mayores comodidades para llegar a su destino.

El tránsito generado se conoce como una cuantificación de los productos agrícolas, ganaderos e industriales que se generarán y al calcular el número de vehículos que serán necesarios para su movimiento, además de los que se requerirán para efectuar actividades comerciales, turísticas, etc.

Para realizar estos estudios se consultaron los datos viales que edita la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en su edición de 1999. Los datos se tomaron de la carretera Zacatepec-Xalapa, clave 486 y número de ruta Mex-140 del Estado de Veracruz. Los datos registrados corresponden a la Cd. de Perote, como lugar de aforo, en ellos se calcula un Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) de 8970 vehículos en ambos sentidos.

### VII.2.2 Tránsito en el carril de diseño

Del TDPA se necesita conocer el porcentaje de vehículos que usara el carril en donde se carga más el movimiento, llamado carril de diseño, respecto a un camino de dos carriles, se tiene que el carril de diseño lleva de 60 % del TDPA que es el caso que se presenta en el presente trabajo, en cuanto a un camino de cuatro carriles el 50 % y el 40 % para seis o más carriles.

---

### VII.2.3 Composición del tránsito

La distribución vehicular es la siguiente:

| TIPO DE VEHICULO | DISTRIBUCIÓN (%) |
|------------------|------------------|
| A                | 73               |
| B                | 4                |
| C                | 23               |

### VII.2.4 Composición del clima

Según la clasificación de Köpen, modificado por E. García, el clima de la región se clasifica como templado por su temperatura y subhúmedo por su grado de humedad. La temperatura en el mes más frío es inferior a 18 °C, con precipitación media anual cercana a los 400 mm; con régimen de lluvias en verano, lo cual influye que en la carpeta se deben respetar las pendientes para el correcto bombeo y un buen drenaje para que no se presente derrumbes.

### VII.3 Capa Base

La capa base es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. La carpeta asfáltica es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento. Regularmente esta capa además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores.

---

En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales. En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario que los granos tengan una forma semejante a la que marcan las fronteras de las zonas, siendo de mayor importancia que el material tenga un VRS (valor relativo de soporte) y una plasticidad mínima; además se recomienda no compactar materiales en las bases que tengan una humedad igual o mayor que su límite plástico.

De acuerdo con el criterio usado en la actualidad se tiene que para carreteras con un tránsito menor a 1000 vehículos pesados, se recomienda que el espesor de la bases sea de 12 cm. Y cuando el tránsito sea mayor, se recomienda que el espesor mínimo sea de 15cm. Para las sub-bases la SCT recomienda un espesor mínimo de 10 cm.

#### **VII.4 Capa Sub-base**

La capa sub-base cumple una cuestión de economía ya que proporciona ahorro, al poder transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente de material de sub-base (no siempre se emplea en el pavimento), impide que el agua de las terracerías ascienda por capilaridad y evitar que el pavimento sea absorbido por la sub-rasante. Deberá transmitir en forma adecuada los esfuerzos a las terracerías.

Los materiales para sub-base y base estarán sujetos a los tratamientos mecánicos que lleguen a requerir para cumplir con las especificaciones adecuadas, siendo los más usuales:

---

La eliminación de desperdicios, el disgregado, el cribado, la trituración y en algunas ocasiones el lavado, los podemos encontrar en cauces de arroyos de tipo torrencial, en las partes cercanas al nacimiento de un río y en los cerros constituidos por rocas andesíticas, basálticas y calizas. Es de gran importancia conocer el tipo de terreno con el que se va a trabajar ya que en base a esto se elige el tipo de maquinaria y el personal suficiente para trabajar en forma adecuada. El material que se manda del banco para efectuar el análisis correspondiente, deberá traer las etiquetas adecuadas y al llegar a laboratorio se le efectuará un secado, su disgregación y se le cuarteará. En pavimentos se realizan básicamente 3 tipos de ensayos, granulometría, límites y máximo; que serán para clasificar el suelo, para controlar la obra y para proyectar el espesor y los porcentajes óptimos de aglutinante de las diferentes capas que se enlistan a continuación:

### **TERRAPLÉN**

- Clasificación granulométrica, contenido de humedad, límites de Atterberg.
- Control. Peso volumétrico seco máximo y grado de compactación

### **SUB-RASANTE**

- Clasificación granulométrica, contenido de humedad, límites de Atterberg.
  - Control. Peso volumétrico seco máximo y grado de compactación.
-

## BASE Y SUB-BASE

- Clasificación granulométrica, contenido de humedad, límites de Atterberg
- Control. Valor cementante, índice de durabilidad, PVSM, GC, equivalente de arena y expansión, adherencia con asfalto.

## CARPETA ASFÁLTICA

- Clasificación granulométrica, contenido de humedad, contenido de asfalto
- Control. Adherencia con asfalto, equivalente de arena, intemperismo, forma de la partícula, desgaste, densidad y absorción. Todas las pruebas que se realizan a los asfaltos.
- Diseño. Marshall, compresión simple.

### VII.5 Capa Sub-rasante y Sub-yacente

Cuando se va a construir un camino que presente un TDPA (Tránsito Diario Promedio Anual) mayor a 5000 vehículos, es necesario que se construya bajo la sub-rasante una capa conocida como sub-yacente; la cual deberá tener un espesor mínimo de 50 cm.

---

### VII.5.1. Funciones de los materiales

La función de la sub-rasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento. Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad.

Las características con las que debe cumplir son: tamaño máximo de 3", expansión máxima del 5%, grado de compactación mínimo del 95%; espesor mínimo de 30 cm para caminos de bajo tránsito y de 50cm en caminos con un TDPA > de 2000 vehículos. Otra de las funciones de la sub-rasante es evitar que el terraplén contamine al pavimento y que sea absorbido por las terracerías.

La finalidad del cuerpo del terraplén es proporcionar la altura necesaria para cumplir con el proyecto, deberá resistir las cargas de las capas superiores y distribuirlas adecuadamente en el terreno natural. Por normatividad no se acepta material del tipo MH, OH, y CH cuando su límite líquido sea mayor del 80%, deberá tener un VRS mínimo de 5%. Si esta compuesto de rocas, se recomienda formar capas del espesor del tamaño máximo y se pasará un tractor de oruga en tres ocasiones por cada lugar con un movimiento de zig-zag que se conoce como bandeado, el grado de compactación mínima será del 90% y si es necesario realizar modelos en barrancas donde no es fácil el empleo del equipo, se permite que el material se coloque a volteo hasta una altura donde ya pueda operar la maquinaria. Se recomienda el compactador pata de cabra con equipo de vibrado y un peso aproximado de 20 a 30 toneladas.

---

### VII.6 Método de diseño

Con la información anterior del tránsito y atendiendo la clasificación vehicular se procedió al cálculo de los ejes equivalentes a 8.2 toneladas (se utiliza como estándar un eje sencillo con ruedas simples, que soporta una carga total de 8.2 ton (18 000 lb), o sea 4.1 ton por rueda), para 16 años de servicio y tasa de crecimiento anual del 4%.

#### VII.6.1 Cálculo de los VRS críticos

Se calcularon los vrs críticos del terreno natural, considerando que el mismo se compactará al 90% de su PVSM en subyacente y subrasante. También se calcularon los vrs críticos al 95 y 100 % de compactación de los bancos de materiales para la construcción de las terracerías en la subbase y base. Los valores calculados por un laboratorio son:

| CAPA                 | VRS(%) |
|----------------------|--------|
| TERRENO NATURAL      | 12.19  |
| CUERPO DEL TERRAPLÉN | 17.70  |
| CAPA SUBYACENTE      | 53.19  |
| CAPA SUBRASANTE      | 72.85  |

El resultados de los cálculos anteriores se incluyen en los análisis siguientes.

---

Si se analiza el cuadro anterior se podrá notar que los valores relativos de soporte calculados para las capas subyacente y subrasante son muy altos. Se calcularon dos espesores, primero considerando los valores anteriormente calculados y segundo, disminuyendo los parámetros de diseño de las diferentes capas, con los siguientes valores:

| CAPA                        | VRS(%)       |
|-----------------------------|--------------|
| TERRENO NATURAL             | 12.00        |
| <b>CUERPO DEL TERRAPLÉN</b> | <b>12.00</b> |
| CAPA SUBYACENTE             | 15.00        |
| <b>CAPA SUBRASANTE</b>      | <b>20.00</b> |

En el primer caso se consideró un vrs de la sub-base del 80% y para la base del 95%; en el segundo caso los valores fueron del 60 y 95% respectivamente.

#### VI.6.2 Método de Porter modificado (Padrón)

De acuerdo con este método, se requiere contar con el tránsito equivalente durante la vida útil del pavimento y los datos del VRS de proyecto. Con el VRS de la parte superior del cuerpo del terraplén y el dato de tránsito, se encuentra un espesor D1; con el correspondiente a la capa subrasante, se encuentra el espesor D2, la diferencia entre estos dos valores, es el espesor de la capa subrasante que es necesario para resistir las cargas; sin embargo como esta capa puede llegar a tener hasta cinco funciones además de las estructurales, su espesor debe de ser de 30 cm como mínimo.

Sólo cuando el material del cuerpo del terraplén es de baja calidad y el tránsito es intenso, al efectuar el cálculo anterior puede haber espesores de capa subrasante mayores de 30 cm.

El espesor de las capas de pavimento, o sea el de la carpeta, la base y la sub-base, se calcula a partir del espesor D2 que corresponde a material de grava o natural. Como las materiales estabilizados en forma química o con asfalto tienen al utilizarse mayor resistencia que los naturales, el espesor de la capa que intervienen se puede reducir.

**Se recomienda utilizar los factores de equivalencia siguientes:**

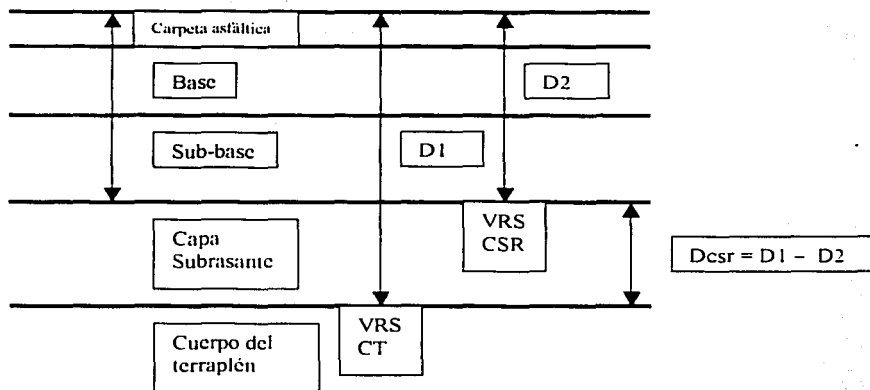
| Tipo de material                          | Factor de equivalencia |
|-------------------------------------------|------------------------|
| Carpeta de concreto asfáltico             | 2.0                    |
| Carp. de mezcla en lugar de buena calidad | 1.6                    |
| Material natural                          | 1.0                    |
| Mezcla asfáltica                          | 1.5                    |

Con los valores anteriores, es posible usar la siguiente igualdad:

$$D2 = a_1 d_1 + a_2 d_2 + a_3 d_3$$

En la siguiente figura se muestran los espesores  $D1$  y  $D2$  para la estructuración de una vía terrestre con pavimento flexible.

Figura VII.1 Método de Porter modificado (Padrón)



Donde:

- $D2$  = espesor de la grava necesaria en el pavimento, obtenido de la gráfica de proyecto mediante el VRS de proyecto de la capa subrasante.
- $a1, a2, a3$  = factores de equivalencia correspondientes a la carpeta, base y subrasante, de acuerdo con la calidad de los materiales que se usen.
- $d1, d2, d3$  = espesores reales de carpeta, base y sub-base.

## ESTRUCTURACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL CON PAVIMENTO FLEXIBLE

## Cálculo de espesores para pavimentos flexibles

## Método de Porter modificado (Padrón)

Obra: Libramiento carretero en el Municipio de Perote VeracruzTramo: Libramiento de PeroteSubtramo: Km 94+000 AL Km 111+581

Datos para proyecto:

Tránsito diario promedio anual en dos sentidos (TDPA): 8970 Veh.Tránsito en el carril de diseño (60%): 5382 Veh. Período de diseño (n): 16 añosTasa anual de crecimiento (r): 4 %Factor de proyección al futuro (C): 7966

| Tipo de vehiculos                    | Dist. Del tránsito (%) | Dist. Del tránsito (núm.) | Coef. De equivalencia | Ejes sencillos equivalentes de 8.2 T |
|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Vehiculos de hasta 15 ton            | 73                     | 3929                      | 0.06                  | 236                                  |
| Autobuses                            | 4                      | 215                       | 2.1                   | 452                                  |
| Camiones (15 a 23 ton)               | 10                     | 538                       | 2.1                   | 1130                                 |
| tractor c/semiremolque (25 a 33 ton) | 5                      | 269                       | 4.1                   | 1103                                 |
| Camión c/remolque (35 a 55 ton)      | 5                      | 269                       | 6.4                   | 1722                                 |
| Tractor c/semiremolque (65 a 85 ton) | 3                      | 161                       | 8.4                   | 1352                                 |
| Suma                                 |                        |                           |                       | 5,995.00                             |

transito equivalente acumulado

Al final de la vida útil = factor de proy (C) x suma =

47,756,170.00

## Calculo de espesores

VRs de diseño del cuerpo del terraplen 12 %D1 = Espesor de capa subrasante + pavimento 55 cm de gravaVRs de diseño de la capa subrasante 20 %D2 = Espesor de pavimento 42 cm de grava

Estructuración del pavimento

Nota  $C = [(1+r)^n - 1]/r \cdot 365$ 

| Capa       | Tipo            | Es. Real | Fact. de conv. | Esp. de gravas (cm) |         |
|------------|-----------------|----------|----------------|---------------------|---------|
|            |                 |          |                | por capa            | de pav. |
| Carpeta    | Mezcla en lugar | 8        | 1.5            | 12                  | 47      |
| Base       | Mezcla en lugar | 15       | 1              | 15                  |         |
| Sub-base   | Mezcla en lugar | 20       | 1              | 20                  | Total   |
| Subrasante | Mezcla en lugar | 30       | 1              | 30                  | 77      |

**Análisis de resultados del método Porter modificado (padrón).**

Datos obtenidos de nomograma:

$$D1 = 55 \text{ cm}$$

$$D2 = 42 \text{ cm}$$

- Espesor de capa subrasante

$$D_{csr} = D1 - D2 = 13 \text{ cm.}$$

Nota: Por norma el espesor mínimo para la capa subrasante es 30 cm.

Por lo tanto:  **$D_{csr} = 30 \text{ cm}$**

- Espesor de sub-base

$$D_{sb} = D2 - a_1d_1 - a_2d_2 = 42 - 8(2) - 15(1) = 11 \text{ cm}$$

Nota: Por norma espesor mínimo para la capa de sub-base es 20 cm.

Por lo tanto:  **$D_{sb} = 20 \text{ cm}$**

- Espesor de base

$$\text{Tránsito pesado actual: } 8970 (0.23) = 2063 \text{ Vehículos}$$

Nota: menos de 3,000 vehiculos pesados actuales = 15 cm (mínimo).

Por lo tanto:  **$D_b = 15 \text{ cm}$**

- Espesor de capa subyacente

Cuando se va a construir un camino que presente un TPDA mayor a 5000 vehículos, es necesario que se construya la capa subyacente; la cual deberá tener un espesor mínimo de 50 cm.

Por lo tanto:  **$D_{sy} = 20 \text{ cm (mínimo)}$**

- Espesor de carpeta asfáltica

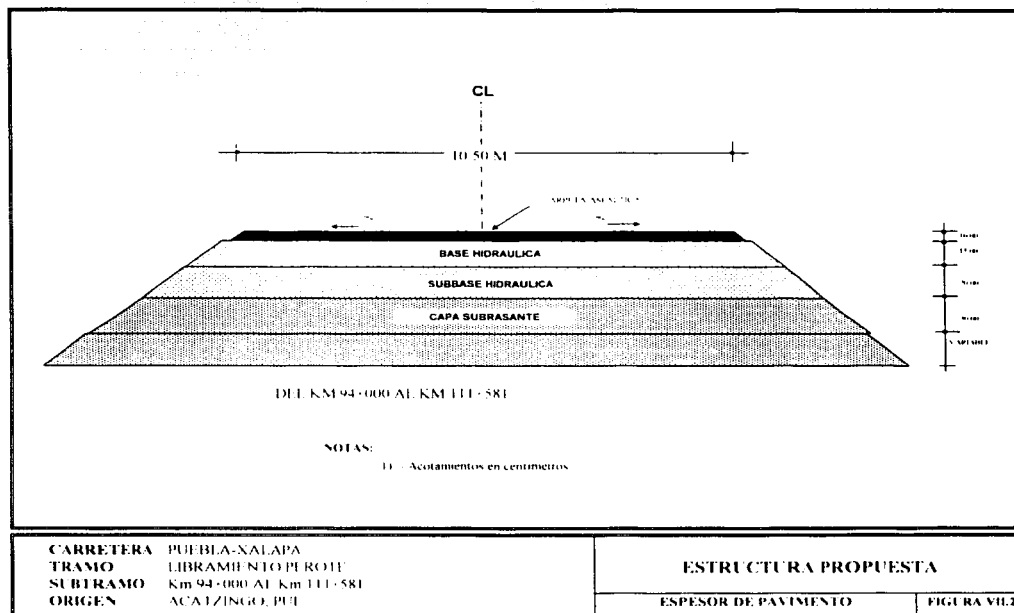
Nota: este método especifica un espesor mínimo de 8 cm.

Por lo tanto:  **$D_{ca} = 10 \text{ cm}$**

---

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Se ha considerado que se tendrán terraplenes bajos y probablemente algunos cortes. Además, si tomamos en cuenta que los bancos de materiales a utilizar para construir las terracerías serán desde una arena arcillosa ó limosa, de características similares al terreno natural en el caso más desfavorable y gravas y arenas de tezontle en el mejor de los casos, los valores adoptados en el ultimo cuadro parecen ser mas aceptables para el diseño. Así, la estructura recomendada es la siguiente:



# CAPITULO

# OCHO

---

## **VIII SECCIONES GEOMÉTRICAS TÍPICAS DE LAS CARRETERAS**

Se llama así a la representación gráfica de las secciones transversales, que contienen tanto los datos propios del diseño geométrico, como los correspondientes al empleo y tratamiento de los materiales que formarán las terracerías.

### **VIII.1 Alineamiento horizontal**

#### **VIII.1.1 Definición de alineamiento horizontal**

El alineamiento horizontal es la proyección del centro de la línea de una obra vial sobre un plano horizontal. Y sus principales elementos son las tangentes y las curvas horizontales.

#### **VIII.1.2 Características del alineamiento horizontal**

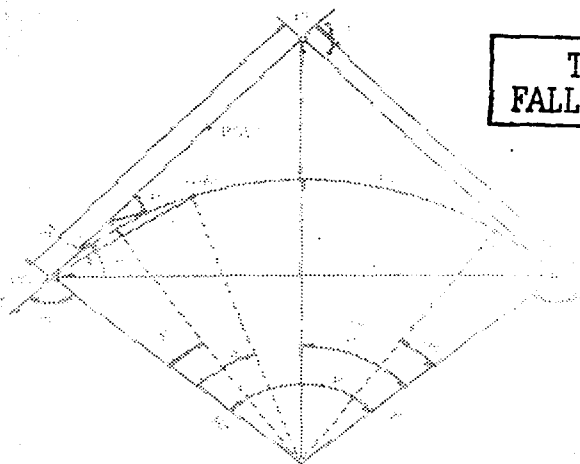
Las tangentes del alineamiento horizontal tienen longitud y dirección, la longitud es la distancia existente entre el fin de la curva horizontal anterior y el principio de la curva siguiente y su dirección es el rumbo. La longitud mínima de una tangente horizontal es aquella que se requiere para cambiar en forma conveniente la curvatura, la pendiente transversal y el ancho de la corona.

Un aspecto muy importante que hay que cuidar es la longitud de las tangentes, ya que se limitan a 15 Km por razones de seguridad, ya que las longitudes mayores causan somnolencia y dañan los ojos del operador, para contrarrestar este problema es conveniente introducir bayonetas con dos o tres curvas amplias a distancias de aproximadamente 15 Km.

---

Dos tangentes consecutivas del alineamiento horizontal se cruzan en un punto de inflexión (PI), formando entre si un ángulo de inflexión ( $\Delta$ ), que esta constituido por la continuación de la tangente de entrada hacia delante del PI y la tangente de salida.

### VIII.1.3 Principales elementos de la curva circular simple

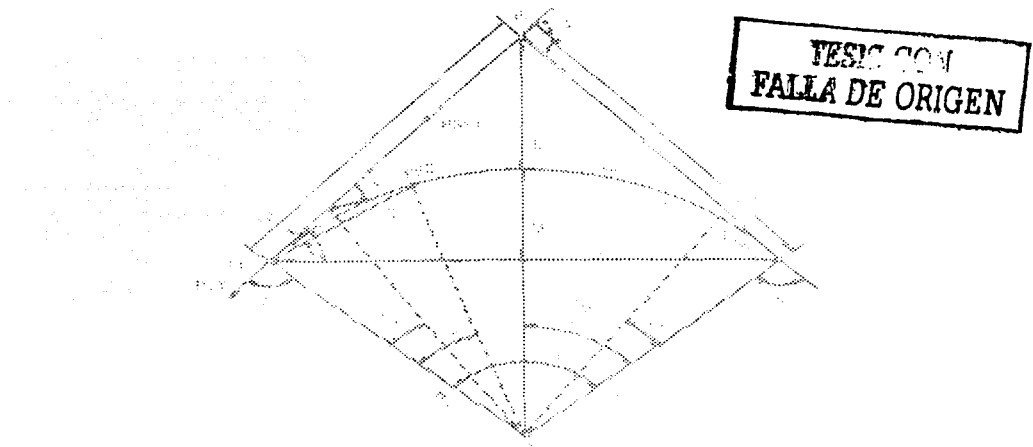


Cuadro VIII.1 Elementos de la curva circular simple

|             |                                                  |
|-------------|--------------------------------------------------|
| <b>PC</b>   | Punto en donde comienza la curva circular simple |
| <b>PT</b>   | Punto en donde termina la curva circular simple  |
| <b>PST</b>  | Punto sobre tangente                             |
| <b>PSST</b> | Punto sobre subtangente                          |
| <b>PSC</b>  | Punto sobre la curva circular                    |
| <b>O</b>    | Centro de la curva circular                      |

|            |                                          |
|------------|------------------------------------------|
| $\Delta$   | Ángulo de deflexión de la tangente       |
| $\Delta_c$ | Ángulo central de la curva circular      |
| $\theta$   | Ángulo de deflexión a un PSC             |
| $\phi$     | Ángulo de una cuerda cualquiera          |
| $\phi_c$   | Ángulo de una cuerda larga               |
| $G_c$      | Grado de curvatura de la cuerda circular |
| $R_c$      | Radio de la curva circular               |
| $ST$       | Subtangente                              |
| $C$        | Cuerda                                   |
| $L$        | Longitud de un arco                      |
| $L_c$      | Longitud de la curva circular            |

### VIII.1. Principales elementos de la curva circular con espiral



Cuadro VIII.2 Elementos de la curva circular con espirales

|                |                                                            |
|----------------|------------------------------------------------------------|
| <b>PI</b>      | Punto de intersección de las tangentes                     |
| <b>TE</b>      | Punto donde termina la tangente y empieza la espiral       |
| <b>EC</b>      | Punto donde termina la espiral y empieza la curva circular |
| <b>CE</b>      | Punto donde termina la curva circular y empieza la espiral |
| <b>ET</b>      | Punto donde termina la espiral y empieza la tangente       |
| <b>PSC</b>     | Punto cualquiera sobre la curva circular                   |
| <b>PSE</b>     | Punto cualquiera sobre la espiral                          |
| <b>PST</b>     | Punto cualquiera sobre las tangentes                       |
| <b>PSTe</b>    | Punto cualquiera sobre las subtangentes                    |
| $\Delta$       | Ángulo de deflexión de las tangentes                       |
| $\Delta_c$     | Ángulo central de la curva circular                        |
| $\theta_e$     | Deflexión de la espiral en el EC o CE                      |
| $\theta$       | Deflexión de la espiral en un PSE                          |
| $\phi'c$       | Ángulo de la cuerda larga                                  |
| $\phi_1$       | Ángulo entre la tang. a un PSE y una cuerda atrás          |
| $\phi_2$       | Ángulo entre la tang. a un PSE y una cuerda adelante       |
| $\phi$         | Ángulo entre dos cuerdas de la espiral                     |
| <b>Xc , Yc</b> | Coordenadas del EC o del CE                                |
| <b>P , K</b>   | Coordenada del PC o PT (desplazamiento)                    |
| <b>STe</b>     | Subtangente                                                |
| <b>TC</b>      | Tangente corta                                             |
| <b>CLe</b>     | Cuerda larga de la espiral                                 |
| <b>Ec</b>      | Externa                                                    |
| <b>Rc</b>      | Radio de la curva circular                                 |
| <b>LT</b>      | Longitud de la curva circular con espiral                  |

## VIII.2 Alineamiento vertical

### VIII.2.1 Definición de alineamiento vertical

El alineamiento vertical es la proyección del desarrollo del centro de línea de una vía terrestre sobre un plano vertical; sus elementos son las tangentes verticales y las curvas verticales.

### VIII.2.2 Características del alineamiento vertical

Las tangentes verticales están definidas por su longitud y su pendiente, la prolongación hacia delante de una tangente y la prolongación hacia atrás de la tangente siguiente se cortan en un punto de inflexión vertical (PIV), cuyos elementos son el cadenamiento y la elevación.

Para el proyecto del alineamiento vertical se definen tres tipos de pendientes de las tangentes verticales: mínima, gobernadora y máxima. En donde la mínima se requiere para asegurar el drenaje de la corona del camino y se especifica de 0.5 %. La pendiente gobernadora, en teoría, se puede mantener en forma indefinida al lo largo de todo el trazo. La pendiente máxima es la mayor que se puede usar en un proyecto. La pendiente gobernadora como la máxima se especifican en función del tipo de camino y de la topografía de la zona, para las especificaciones y uso de las pendientes se tiene que referir al Manual de proyecto Geométrico para Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).

---

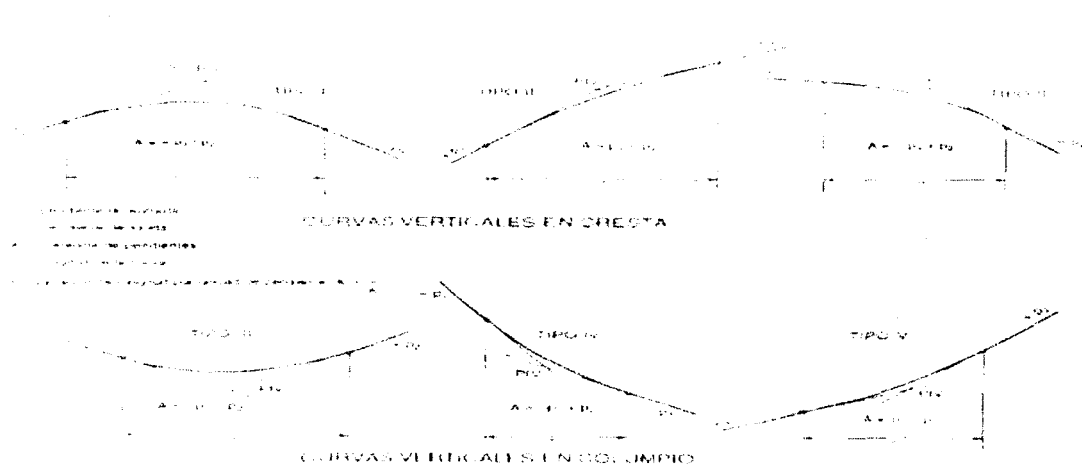
El paso de una tangente vertical a otra se realizara por medio de las curvas verticales, cuya característica principal es que la componente horizontal de la velocidad de proyecto de los vehículos es constante a través de ella. La curva que cumple con esta peculiaridad es la parábola; existiendo dos tipos de curvas, en cresta y en columpio.

La longitud de las curvas verticales debe garantizar el drenaje, tener buena apariencia y proporcionar comodidad al usuario.

Es conveniente que la longitud de las curvas verticales tenga un número par de estaciones de 20 metros y que el PCV (principio de curva vertical) coincida exactamente en una estación.

### VIII.2.3 Principales elementos de las curvas verticales

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Cuadro VIII.3 Elementos de curvas verticales

|           |                          |
|-----------|--------------------------|
| <b>P1</b> | Pendiente de entrada     |
| <b>P2</b> | Pendiente de salida      |
| <b>A</b>  | Diferencia de pendientes |
| <b>L</b>  | Longitud de la curva     |

### VIII.3 Secciones Transversales de construcción

Se entiende como sección transversal de un camino en un punto cualquiera de éste, como un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir las dimensiones de los elementos que forma el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Los elementos y conceptos que determinan el proyecto de una sección de construcción, pueden separarse en dos grupos claramente definidos:

- A) Los propios del diseño geométrico
- B) Los impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse la construcción de las terracerías.

**Los elementos que integran el grupo A son los siguientes:**

- A.1 Espesor de corte o terraplén
  - A.2 Corona
  - A.3 Calzada
  - A.4 Acotamiento
-

- A.5 Pendiente transversal
- A.6 Ampliación en curvas
- A.7 Pavimento
- A.8 Subcorona
- A.9 Taludes
- A.10 Cunetas y contracunetas

**Los elementos que integran el grupo B son los siguientes:**

- B.1 Despalme
- B.2 Compactación del terreno natural
- B.3 Escalones de liga
- B.4 Cuerpo de terraplén
- B.5 Capa subrasante
- B.6 Cuña de afinamiento
- B.7 Muro de retención
- B.8 Berma
- B.9 Estratos en corte
- B.10 Caja en corte

Tomando en cuenta que todos estos elementos son la base para el cálculo de la curva de masas, se procederá a explicar detalladamente la definición y objetivo de cada uno de ellos. Para tal explicación se recurrirá a tablas y figuras, haciendo énfasis en aquellos que requieren de mayor información y que son fundamentales en el cálculo de la curva de masas.

A continuación, de manera general se muestran los elementos correspondientes al grupo A y al B respectivamente.

---

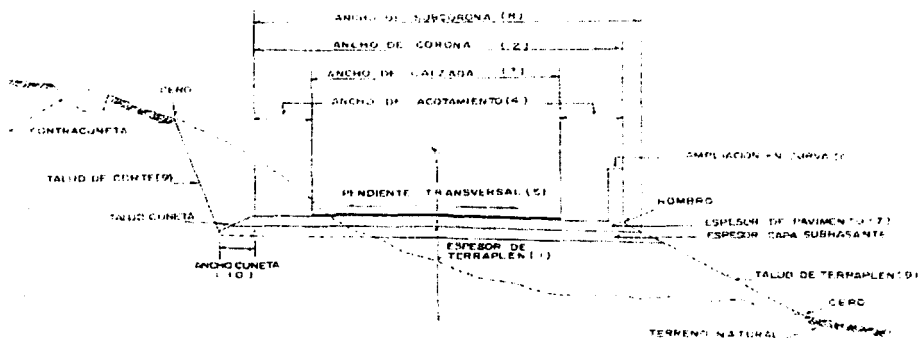


Figura VIII.1 Sección transversal típica conteniendo los elementos del grupo A

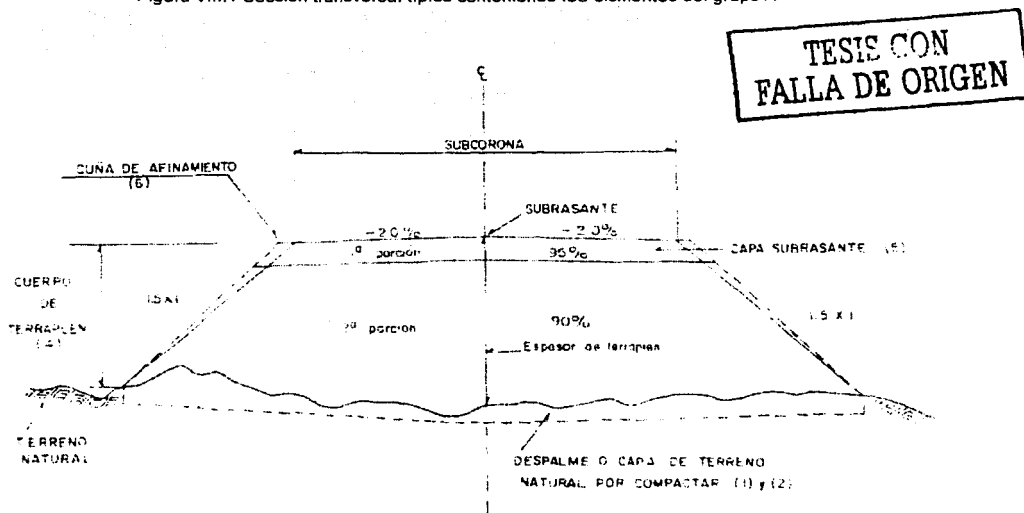


Figura VIII.2 Sección transversal típica conteniendo los elementos del grupo B

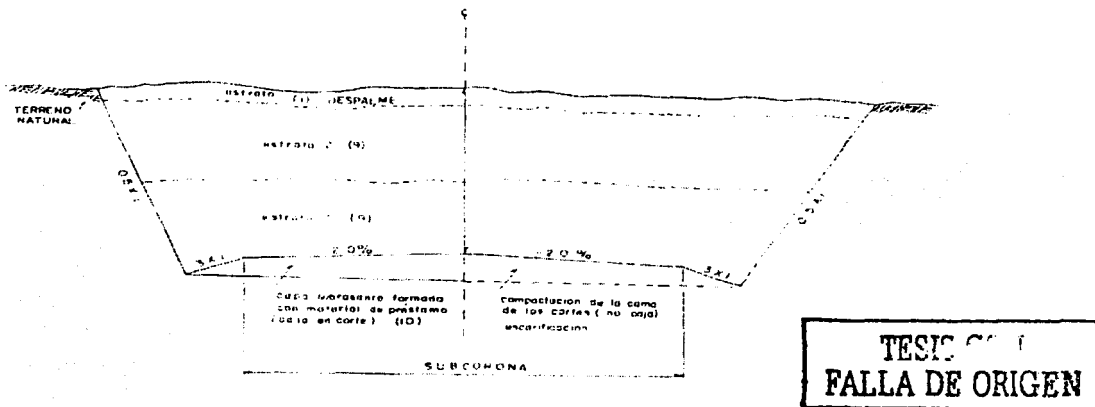


Figura VIII.3 Sección transversal típica conteniendo los elementos del grupo B

### VIII.3.1 Descripción de los elementos correspondientes al grupo A

**A.1 Espesor de corte o terraplén:** Es un valor numérico que nos indica la profundidad o altura que hay entre la subcorona y el terreno natural, obtenido de hacer la diferencia entre las elevaciones de la subrasante y el terreno natural, en un punto determinado sobre el eje del trazo del camino.

**A.2 Corona:** Es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, o sea entre las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o entre los interiores de las cunetas. En la sección transversal está representada por una línea. Los elementos que definen la corona son la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

Entendiéndose por rasante a la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical, el desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal está representado por un punto.

**A.3 Calzada:** La calzada es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal, ocupa un ancho mayor que cuando circula sobre una tangente y el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que se hace necesario dar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho de la tangente. A este sobreancho se le llama ampliación, la cual debe darse tanto a la calzada como a la corona.

**A.4 Acotamientos:** Los acotamientos son fajas contiguas a la calzada, comprendida entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino; su finalidad es proteger a la calzada contra la humedad y erosiones, proporcionan un ancho adicional fuera de la calzada, mejoran la visibilidad en las curvas y son posibles lugares de estacionamiento momentáneo.

El ancho de los acotamientos depende principalmente del volumen de tránsito y del nivel de servicio a que el camino vaya a funcionar.

**A.5 Pendiente Transversal:** Es la pendiente que se da a la corona normal a su eje. Según su relación con los elementos del alineamiento horizontal, se presentan tres casos.

A.5.1 Bombeo

A.5.2 Sobre-elevación

A.5.3 Transición del bombeo a la sobre-elevación

---

**A.5.1 Bombeo:** El bombeo es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre el camino. Un bombeo apropiado, será aquel que permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente, a fin de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad o inseguridad.

Este bombeo se acostumbra a expresarse en por ciento, por ejemplo el bombeo más usual tanto para carreteras como para ferrocarriles, es el de dos por ciento (2%).

**A.5.2 Sobre-elevación:** La sobre elevación es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

**A.5.3 Transición del bombeo a la sobre-elevación:** En el alineamiento horizontal, al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la pendiente de una corona, desde el bombeo hasta la sobre elevación correspondiente a la curva, este cambio se hace gradualmente en toda la longitud de la transición mixta o de la espiral de transición.

En el caso de la espiral de transición, su longitud debe ser tal que permita hacer adecuadamente el cambio de pendientes transversales. Cuando la curva circular no tiene espirales de transición, la transición de la sobre elevación puede efectuarse sobre las tangentes contiguas a la curva.

La longitud mínima para dar la sobre elevación, puede calcularse de la misma manera que una espiral de transición y numéricamente sus valores son iguales. Para pasar del bombeo a la sobre elevación, se tienen tres procedimientos. El primero consiste en girar la sección sobre el eje de la corona; el segundo en girar la sección sobre la orilla de la corona y tercero en girar la sección sobre la orilla exterior de la corona.

---

El primer procedimiento es el más conveniente ya que requiere menor longitud de transición y los desniveles relativos de los hombros son uniformes; los otros dos métodos tienen desventajas y solo se emplean en casos especiales.

A continuación en las figuras VIII.4 y VIII.5, se ilustra el primer procedimiento, indicando la variación de la sobre elevación y las secciones transversales en la mitad de las curvas; la otra es simétrica.

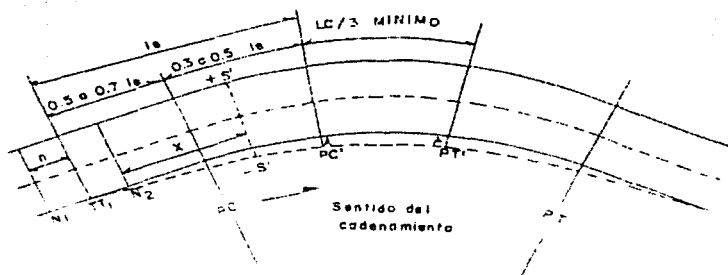
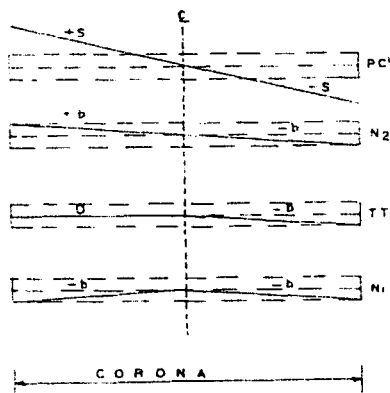


Figura VIII.4 Curva de transición de bombeo a sobre elevación



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura VIII.5 Secciones transversales de transición

$b$  = Bombeo del camino

$l_e$  = Longitud de transición mixta

$S$  = Sobre elevación mixta

$L_c$  = Longitud de la curva circular

$A$  = Ampliación de la corona en curva

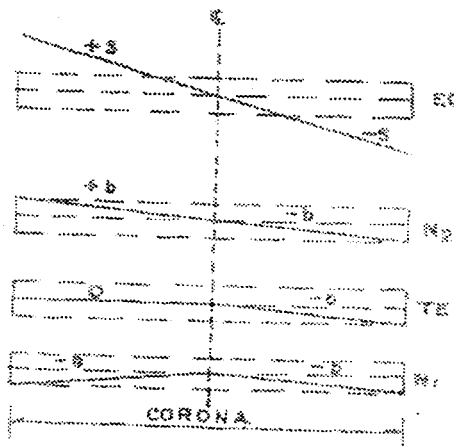
$P_c$  = Punto de comienzo de la curva circular

$P_t$  = Punto de comienzo de la tangente

$x$  = Distancia que define un punto cualquiera de la tangente de transición

$S'$  = Sobre elevación correspondiente a un punto cualquiera  $x$ .

$n$  = Distancia que define la ubicación de los  $N$



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TE = Termina tangente empieza espiral

EC = Termina espiral empieza circular

$L_e$  = Longitud de espiral de transición

Figura VIII 6 secciones transversales de transición

**A.6 Ampliación en curva:** La ampliación de la calzada en curva, se da en el lado inferior, la raya central se pinta posteriormente en el centro de la calzada ampliada. Para pasar del ancho de calzada en tangente al ancho de calzada en curva, se aprovecha la longitud de transición requerida para dar la sobre elevación, de manera que la orilla interior de la calzada forme una curva suave sin quiebres bruscos a lo largo de ella.

**A.7 Pavimento:** Se entiende por pavimento a la capa del material seleccionado y/o tratado, comprendidas entre la subcorona y la corona, que tienen por objeto soportar las cargas inducidas por el tránsito y repartirlas de tal manera que los esfuerzos transmitidos a la capa de terracerías subyacente a la subcorona, no le causen deformaciones perjudiciales; al mismo tiempo proporciona una superficie de rodamiento adecuado al tránsito. Los pavimentos generalmente, están formados por la subbase, la base y la carpeta definiendo ésta última la calzada del camino. Al espesor de la subbase más base se le conoce con el nombre genérico de revestimiento.

**A.8 Subcorona:** La subcorona es la superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento. En sección transversales una línea. Se entiende por terracerías, el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar el camino hasta las subcorona. La deficiencia de cotas entre el terreno natural y la subcorona, define los espesores de corte o terraplén en cada punto de la sección. A los puntos intermedios en donde esa diferencia es nula, se le llama puntos de paso y a las líneas que unen esos puntos en un tramo del camino, línea de paso.

**A.9 Taludes:** El talud es la inclinación del paramento de los cortes o de las terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente. Por extensión en caminos, se le llama también talud a la superficie que en cortes, queda comprendida entre la

---

línea de ceros y el fondo de la cuneta; y en terraplenes, lo que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

Los taludes de los corte y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forman. En terraplenes, dado el control que se tiene en la extracción y colocación del material que forma el talud, el valor comúnmente empleado para este es de 1.5 en los cortes, debido a la gran variedad en el tipo y disposición de los materiales, es indispensable un estudio, por somero que sea, para disminuir los taludes en cada caso.

**A.10 Cunetas:** Las cunetas y contracunetas, son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal.

Las cunetas son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o ambos lados de la corona, contiguas a los hombros, con el objeto de recibir en ellos el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

Normalmente, la cuneta tiene sección triangular con un ancho de 1.00 m. Medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta, su talud es generalmente de 3 por 1; del fondo de la cuneta parte el talud del corte. La capacidad hidráulica de esta sección, puede calcularse con los métodos establecidos y debe estar de acuerdo con la precipitación pluvial de la zona y el área drenada.

Cuando los caminos no se pavimentan inmediatamente después de construidas las terracerías, es necesario proyectar una cuneta provisional para drenar la subcorona como ya se había mencionado antes.

El ancho de esta cuneta provisional, debe definir en una cantidad "d" al ancho de la cuneta definitiva, para que cuando se pavimente o se recubra el camino, la cuneta definitiva quede con su ancho de proyecto.

---

En la figura siguiente, se ilustra la forma y dimensiones de la cuneta provisional y su relación con la cuneta definitiva.

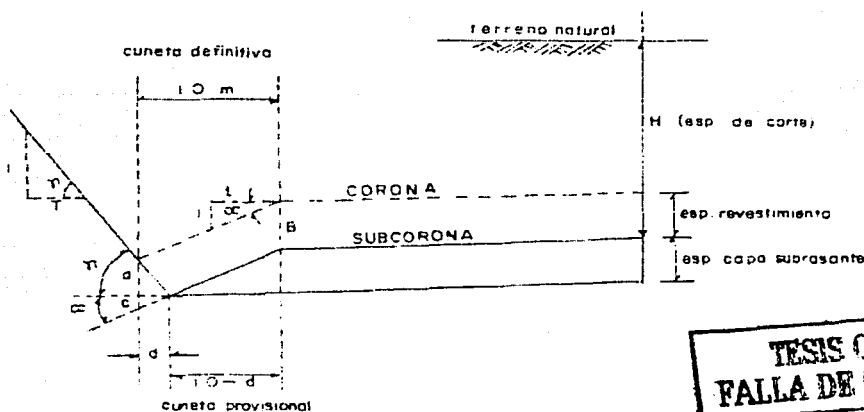


Figura VIII.7 Cuneta provisional en corte

La pendiente longitudinal de las cunetas generalmente es la misma que la del camino, pero puede aumentarse si las condiciones del drenaje así lo requiere y la compactación con otra solución indica que es conveniente.

La longitud de una cuneta, está limitada por su capacidad hidráulica, pues no debe permitirse que el agua rebase su sección y se extienda por el acotamiento, por lo que deberá limitarse esta longitud, colocando alcantarillas de alivio o proyectando las canalizaciones convenientes.

Cuando la velocidad del agua es fuerte, puede causar erosiones en la cuneta; para evitarlas habrá que disminuir esa velocidad o proteger las cunetas con materiales resistentes a la erosión.

### VIII.3.2 Descripción de los elementos correspondientes al grupo B

**B.1 Despalme:** Es la remoción de la capa superficial del terreno natural que, por sus características (capa vegetal) no es adecuada para la construcción de terracerías; ya sea que se trate de zonas en corte, en áreas destinadas para el desplante o de zonas de préstamo.

**B.2 Compactación del terreno natural:** Es la presión a la que se somete el material del terreno sobre el que se desplantará un terraplén o al que queda debajo de la subcorona o de la capa subrasante en un corte, para proporcionarle a ese material el peso volumétrico requerido.

**B.3 Escalón de liga.** Es el que se forma con el área de desplante de un terraplén cuando la pendiente transversal del terreno es poco menor que la inclinación del talud 1.5 x 1, a fin de obtener una liga adecuada entre ellos y evitar un deslizamiento del terraplén.

También se proyecta en casos de ampliación o reconstrucción de caminos existentes, Actualmente, dada la política en materia de caminos que se está siguiendo de reconstrucción y ampliación de los mismos.

**B.4 Cuerpo del terraplén:** Se llama así a la parte del terraplén que queda debajo de la subcorona. Está formado por una o más porciones según sea la elevación del terraplén, las características de los materiales y el tratamiento que se le dé.

---

**B.5 Capa subrasante:** Es la porción subyacente a la subcorona, tanto en corte como en terraplén. Su espesor es comúnmente de 30 cm; y está formada por materiales seleccionados para soportar las carga que le transmite el pavimento.

**B.6 Cuña de afinamiento:** Es el aumento lateral que se le da a un talud de terraplén, para lograr la compactación debida en las partes contiguas a él. Es de forma triangular, comúnmente de 20 cm de ancho en su parte superior al nivel del hombro de la subcorona y termina en la línea de ceros del talud o en el lecho superior de la porción inferior, si ésta es de material no compactable. Esta cuña debe recortarse en el afinamiento final.

**B.7 Muro de retención:** Cuando la línea de ceros del terraplén no intersecta al terreno natural, es necesario construir muros de retención, cuya ubicación y altura estarán dadas como resultado de un estudio económico.

**B.8 Berma:** En un terraplén, está formada por el material que se coloca adosado a su talud, a fin de darle mayor estabilidad el terraplén. En corte es un escalón que se hace cortando el talud, con el objeto de darle mayor estabilidad y de detener en él al material que se pueda desprender, evitando así que llegue hasta la corona del camino.

**B.9 Estratos en cortes:** Así se designa a las diferentes capas que aparecen en un corte, cuando cada una de ellas está formada por el material de distintas características de las demás. Una sección típica en corte, se muestra en la figura VIII.3, en donde se observa lo siguiente:

---

- a) La capa superficial del terreno o estrato (1), que en general está formada por materiales finos, si es aprovechable por su calidad formar el terraplén, si se considera como tal; si por el contrario es inadecuada para su empleo, viene a ser el despalme antes descrito.
- b) Las porciones (2) y (3), representan dos estratos formados por material adecuado para la formación de terracerías, pero cuyas características son distintas.

**B.10 Caja en corte:** Es la excavación adicional del material subyacente a la subcorona, inadecuado para formar la capa subrasante.

Este material debe ser substituido por otro de características apropiadas para formar la capa subrasante.

En caso de que el material de corte fuera apropiado para formar la capa subrasante, entonces dicho material se escarificaría y compactaría al porcentaje recomendado por la capa subrasante (95%).

### VIII.3.3 Especificaciones de la sección transversal

En base al volumen de tránsito y nivel de servicio, se han determinado las dimensiones convenientes para la sección transversal de los diferentes tipos de carreteras. Dichas especificaciones en el medio de las Vías Terrestres provienen principalmente de la Secretaria de comunicaciones y Transportes (SCT), para proyecto geométrico, tanto para proyecto geométrico, como en el aspecto estructural.

Tomando en cuenta el presente proyecto, la SCT fija la sección transversal para una carretera de dos carriles, con corona ideal de 12.20 metros, tomando en cuenta que la superficie de rodamiento deberá tener 7.20 metros y cada acotamiento 2.50 metros.

---

De forma económica se especifican las dimensiones recomendables para carreteras, tomando en cuenta los volúmenes de tránsito que se esperan dentro de la vida económica, así mismo para las otras características de la carretera, se han fijado igualmente las limitaciones recomendables de acuerdo con la experiencia y siempre en función del uso de la carretera, de la velocidad y de los tipos de vehículos que la utilizaran como este es el caso en la cual el mayor número de vehículos serán pesados.

Además de tomar en cuenta como base los volúmenes de los aforos horarios de tránsito, el tipo de vehículo y la velocidad de proyecto, para fijar las normas geométricas convenientes de dicha carretera.

La tabla VIII.1 muestra la anchura mínima de la calzada en una calzada de dos carriles y la tabla VIII.2 presenta los anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central de las carreteras siguiendo la clasificación técnica oficial.

| Velocidad<br>de proyecto<br>Km/hr | Vehículos por hora (proyecto) |      |          |      |           |      |           |      |            |      |
|-----------------------------------|-------------------------------|------|----------|------|-----------|------|-----------|------|------------|------|
|                                   | 10 a 50                       |      | 50 a 100 |      | 100 a 200 |      | 200 a 400 |      | Más de 400 |      |
|                                   | A                             | B    | A        | B    | A         | B    | A         | B    | A          | B    |
| 48                                | 5.40                          | 6.00 | 5.40     | 6.00 | 6.00      | 6.00 | 6.00      | 6.00 | 6.00       | 7.20 |
| 64                                | 5.40                          | 6.00 | 5.40     | 6.00 | 6.00      | 6.00 | 6.00      | 6.00 | 6.00       | 7.20 |
| 80                                | 5.40                          | 6.00 | 6.00     | 6.00 | 6.00      | 6.00 | 6.00      | 7.20 | 7.20       | 7.20 |
| 96                                | 6.00                          | 6.00 | 6.00     | 6.00 | 6.00      | 6.00 | 6.00      | 7.20 | 7.20       | 7.20 |
| 112                               | 6.00                          | 6.00 | 6.00     | 6.00 | 6.00      | 7.20 | 7.20      | 7.20 | 7.20       | 7.20 |

Tabla VIII.1 Anchura mínima para carreteras de dos carriles

NOTA

A Indica un tránsito exclusivamente de automóviles o en donde el pequeño porcentaje de vehículos comerciales influye muy poco en el movimiento general

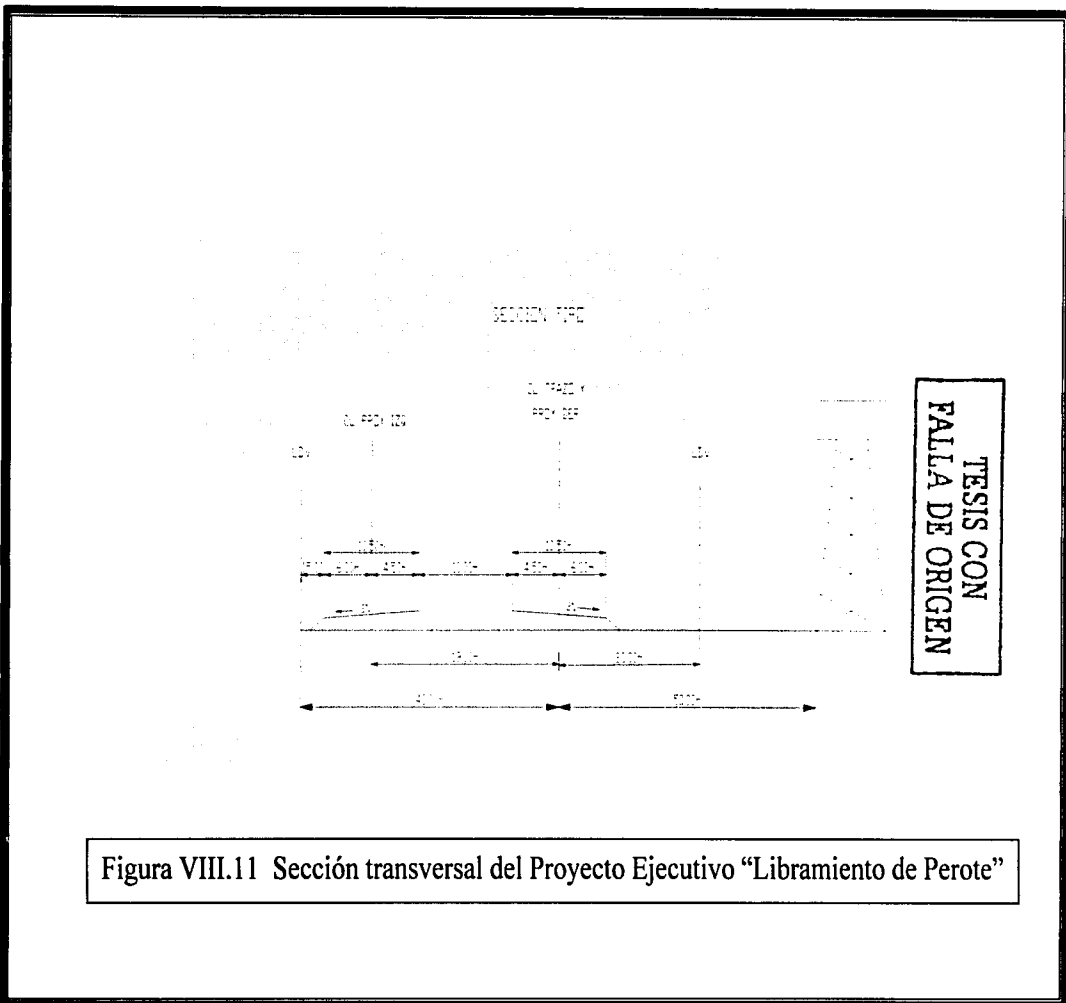
B Carreteras principales. Se considera tránsito importante de vehículos pesados

| Tipo de carretera |     | Ancho de<br>Corona<br>(m) | Ancho de<br>Calzada<br>(m) | Ancho de<br>Acolamientos<br>(m) |      | Ancho de<br>Faja separadora<br>central (m) |
|-------------------|-----|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|------|--------------------------------------------|
|                   |     |                           |                            |                                 |      |                                            |
| E                 |     | 4.00                      | 4.00                       | ----                            |      | ----                                       |
| D                 |     | 6.00                      | 6.00                       | ----                            |      | ----                                       |
| C                 |     | 7.00                      | 6.00                       | 0.50                            |      | ----                                       |
| B                 |     | 9.00                      | 7.00                       | 1.00                            |      | ----                                       |
| A                 | A2  | 12.00                     | 7.00                       | 2.50                            |      | ----                                       |
|                   | A4  | 22.00<br>min              | 2 x 7.00                   | Ext.                            | Int. | 1.00<br>min                                |
|                   |     |                           |                            | 3.00                            | 0.50 |                                            |
|                   | A4S | 2 x<br>11.00              | 2 x 7.00                   | 3.00                            | 1.00 | 8.00<br>min                                |

Tabla VIII.2 Secciones transversales de carreteras

FUENTE: SCT

Por lo tanto de forma económica y analizando las especificaciones de las tablas antes mencionadas se tienen las siguientes características para el Libramiento Carretero de Perote, dos cuerpos separados con un ancho de corona de 10.50 metros y una faja separadora de 10.00 metros, además de encontrarse el CL del proyecto del cuerpo derecho a una distancia de 50 metros de líneas de alta tensión pertenecientes a CFE, tal como se muestra en la figura siguiente.



# CAPITULO

# NUEVE

---

## **IX CURVA DE MASAS**

El correcto cálculo de un diagrama de masas, es importante para definir los procedimientos constructivos, el aprovechamiento de los materiales disponibles y el costo del proyecto, pero también depende mucho de las consideraciones geotécnicas así como de los cruces con vialidades existentes.

### **IX.1 Definición**

La curva de masas es una representación grafica de los volúmenes de terracerías que se moverán durante la construcción de una carretera y mediante acarreo compensar los volúmenes de corte y terraplén necesarios para la ejecución de la obra y así de esta manera evitar sobreacarreos, lo cual implicaría un costo innecesario en la ejecución del proyecto constructivo, motivo por el cual deben ser mínimos.

### **IX.2 Datos para la curva masa**

Antes de iniciar cualquier trabajo en gabinete, se debe tener la certeza de que los trabajos realizados en el campo como son nivelación, trazo, seccionamiento, obras de drenaje, etc; fueron ejecutados correctamente.

Para esto, se hace un recálculo de la información entregada por las brigadas de campo. En caso de que se llegara a encontrar algún error, este se analizara que tanto puede influir en el proyecto, y su naturaleza es probable que se tenga que regresar al campo para corregir dicho error. Tomando como punto de partida los datos de campo, siendo estos los siguientes:

---

- a) Trazo Definitivo: Este consiste o se compone básicamente de curvas simples o compuestas y de tangentes, en proyecto horizontal (en planta). Al trazo se le conoce también con el nombre genérico de alineamiento horizontal y al situarlo en el perfil representa en el eje del camino.
- b) Nivelación de Perfil Definitivo: Esta nivelación es llevada por el eje del camino trazado y como su nombre lo indica representara el perfil del eje del camino proyectado. Por regla general la nivelación se realiza cada 20 m, sin dejar de nivelar los detalles que cortan o intercectan al eje del camino.  
Por otro lado, puesto que se trata de un camino, es también necesario llevar un control en distancias, es decir, se va cadeneando el camino de tal manera que se reporten kilómetros y metros, separados por un signo más (ejem. 35 + 638.25 en donde 35 representa a los kilómetros y 638.25, los metros).
- c) Seccionamiento Transversal: Representa los perfiles del terreno, normales al eje proyectado del camino y se reportan al igual que la nivelación a cada 20 m, o menos cuando sea necesario. Dichas secciones a lo largo del camino representan una faja del terreno, la cual es necesaria para estudios posteriores del proyecto y movimiento de terracerías.

Teniendo perfectamente bien identificados los datos anteriores, se pasa a la fase de dibujo en donde existen dos básicos para el proyectista y estos son:

- a) Dibujo del Perfil del terreno: Para el caso de carreteras, este dibujo se hace a escala convencional que para fines de proyecto y según especificaciones de la SCT es de 1:200 en proyección vertical y de 1:2000 en proyección horizontal.
-

El proyecto se reporta por tramos de 5 Km. en cada tramo se calcularán sus correspondientes cantidades de obra, dejando un espacio suficiente para hacer la liga con tramos anteriores y posteriores al mismo.

- b) Dibujo del Seccionamiento Transversal del terreno: Se dibujan a escala 1:100 horizontal y vertical, espaciándolas según sea conveniente para después proyectarlas.

Una vez que se tengan los dibujos anteriores, se podrá analizar a la primera subrasante sobre el perfil del terreno. Aunque en muchas ocasiones el proyecto de la subrasante es propuesto en el estudio geotécnico, o en su defecto es obligada a que se conserve a una determinada elevación.

A continuación se muestra un plano perfil que corresponden al subtramo del Km. 100+000 al Km. 106+000 del proyecto ejecutivo del Libramiento de Perote en donde se realizaron, como antes se menciono el análisis de la subrasante económica para el calculo de los volúmenes de terracerías, así como la ubicación de los bancos de nivel a los cuales fue referido.

---

138



P E R F I L

|                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| DR. JOSE ALBERTO HERNANDEZ MORA | DR. WENDEL GARCIA JIM      |
| DIRECTOR GENERAL DE PLANEACION  | SECRETARIO DE COMUNICACION |

GOBIERNO DEL EDO. DE VERACRUZ

|                                                                                                                      |                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> <small>DEL LITO A EXPEDIR EN</small> </div> | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> <small>DEL ELITE HACER ASISTIR</small> </div> |
| Lugar y Fecha :                                                                                                      | MEXICO D.F., ENERO DEL 2001                                                                                            |

## ESPECIFICACIONES DE PROYECTO

**ESCALAS :**

[illegible][illegible]

#### OBRAS DE DRENAJE

| ZAMPEADO |   |    |      |      |
|----------|---|----|------|------|
| SECRET   | P | T  | C    |      |
|          |   |    | 1974 | 1975 |
|          | 7 | 10 | 24.1 | 24.1 |
|          | 7 | 10 | 24.1 | 24.1 |
|          | 7 | 10 | 24.1 | 24.1 |

ADERO ESTRUCTURAL

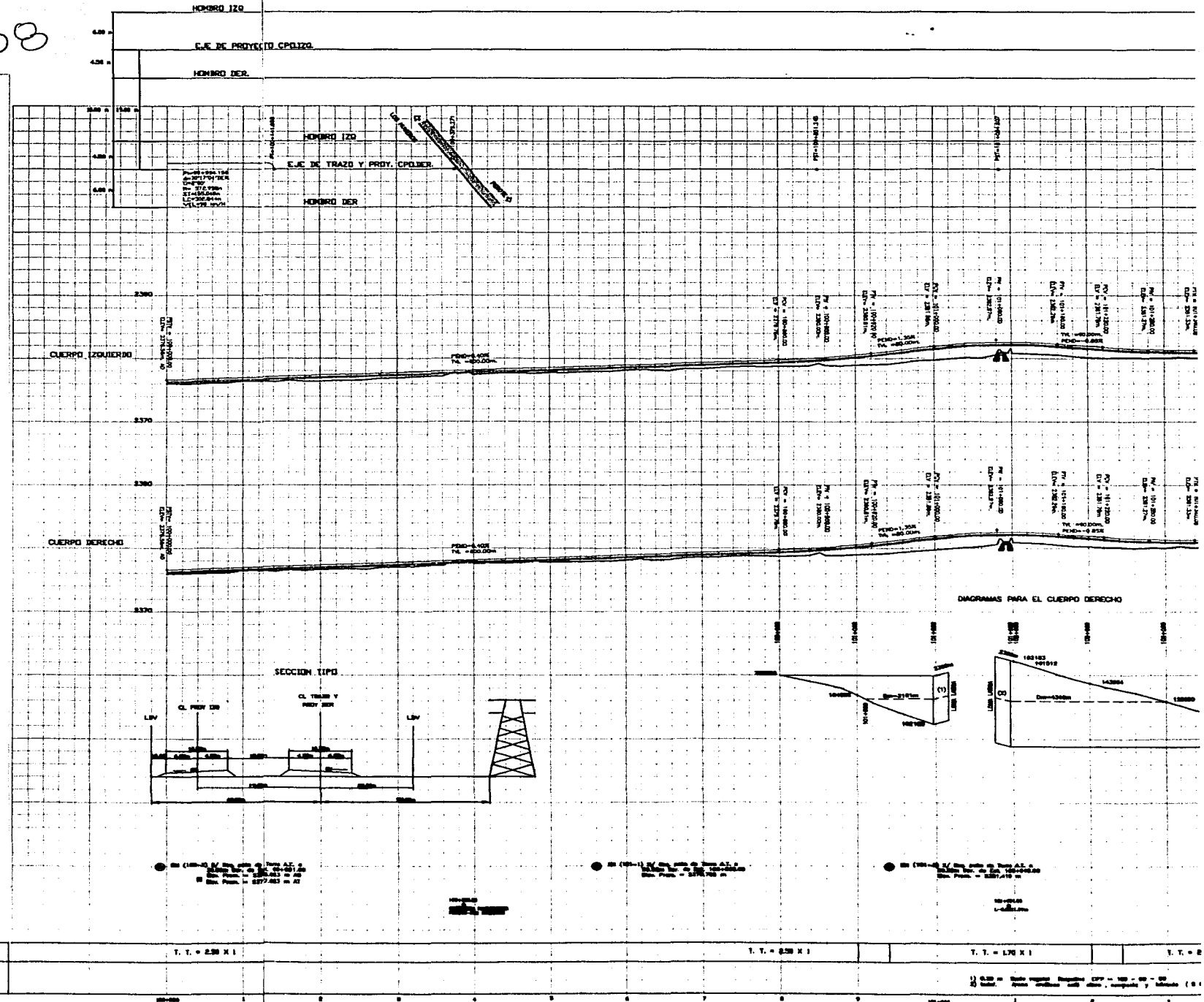
[illegible]

|             |   |
|-------------|---|
| CONCRETO    | 2 |
| MAQUETTERIA | 1 |

\_\_\_\_\_

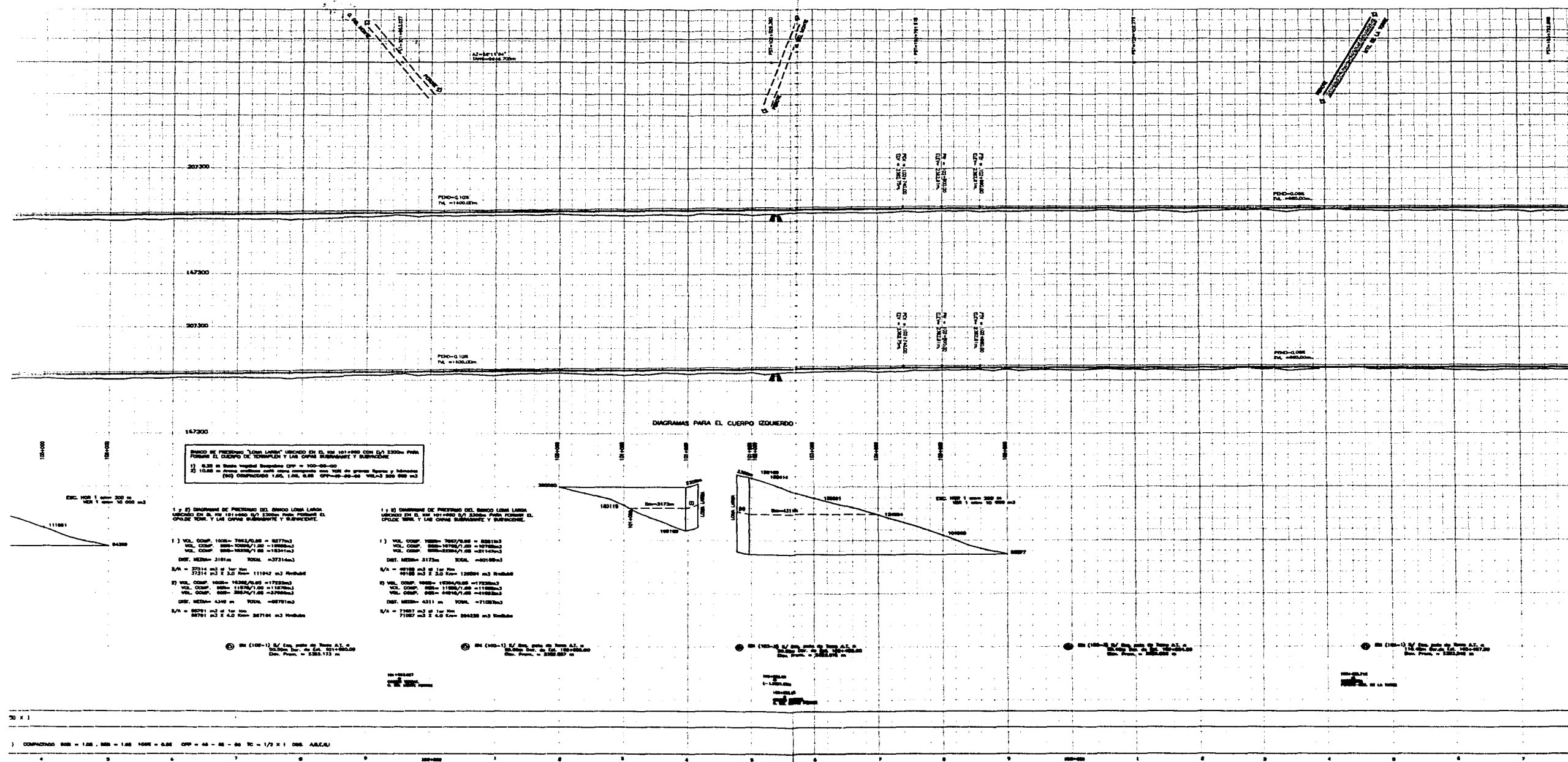
## TALUDES DE PROYECTO

## CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO



138-1

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

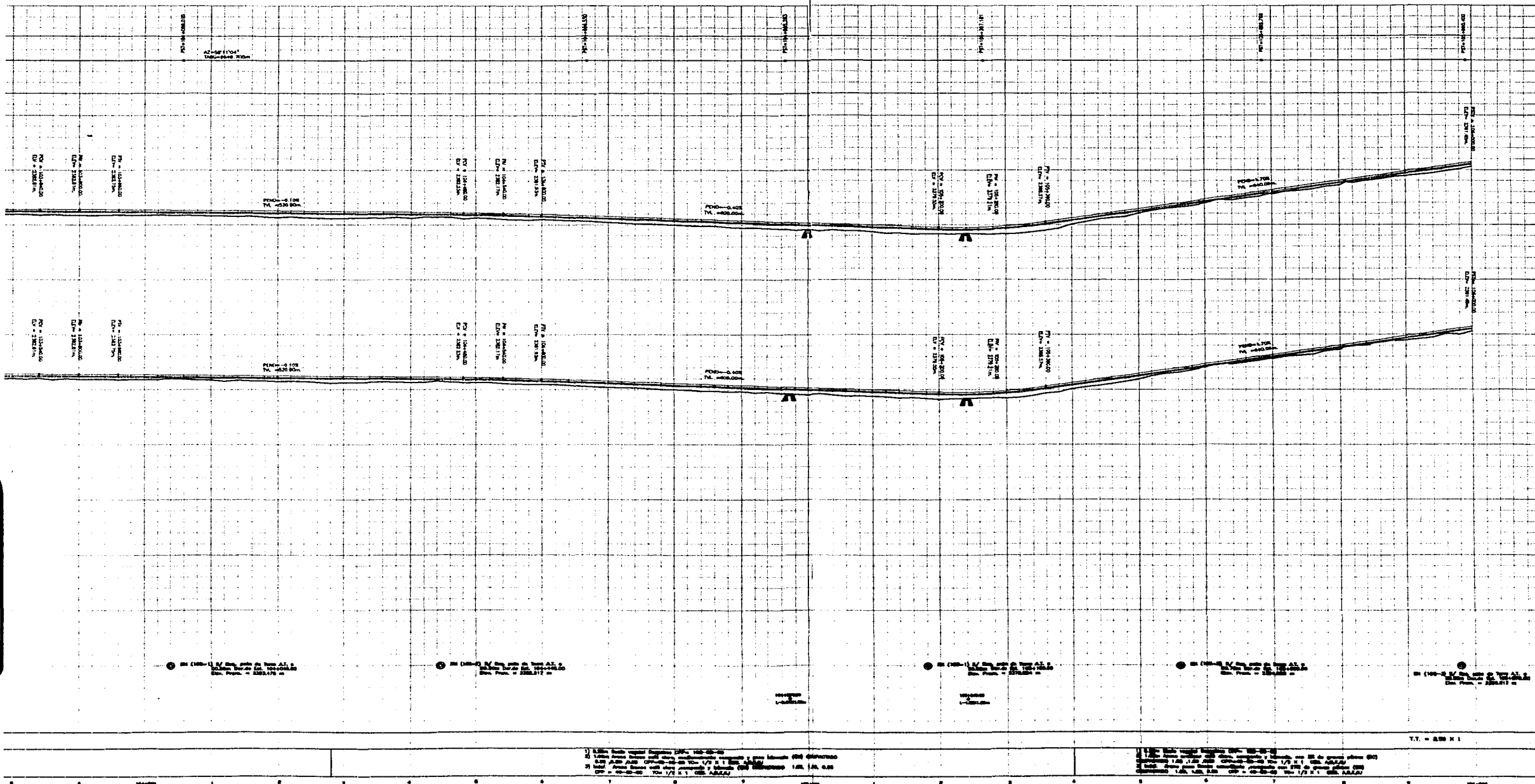


50 x 1

1 COMPACTADO 800 = 1.00 800 = 1.00 1000 = 0.80 C/P = 40 - 40 - 40 TC = 1/2 x 1 DSG. ALCU

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

138-2



## IX.2.1 Cálculo de subrasante y espesores

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Teniendo proyectada la subrasante definitiva sobre el perfil del terreno, como se puede observar en la siguiente figura:

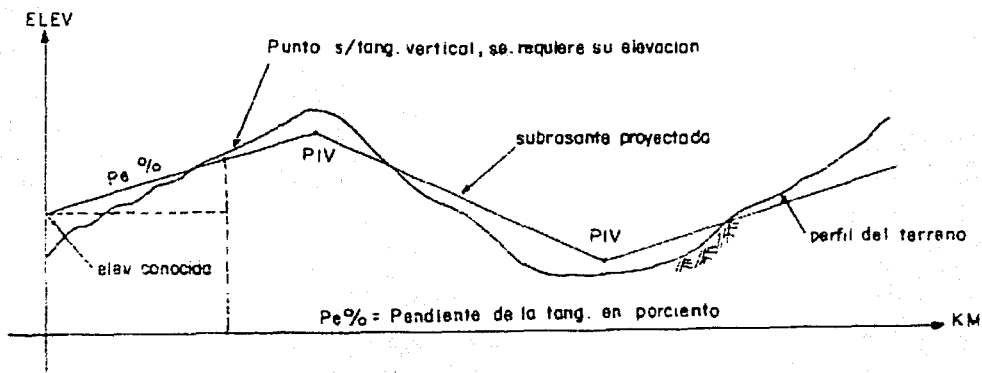
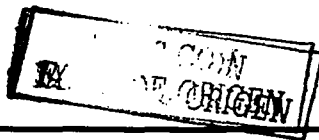


Figura IX.1 Proyecto de la subrasante sobre el perfil

Para obtener la elevación de un punto cualquiera sobre la subrasante que no pertenezca o que se encuentre sobre la curva vertical no representa mayor dificultad, partiendo de la base de que se conoce la pendiente que lleva la tangente y la distancia a dicho punto como se observa en la figura anterior, todo queda reducido a una simple operación de multiplicar dicha distancia por la pendiente (dividir entre 100 si  $P_e$  esta expresada en %), y el producto sumarlo o restarlo a una elevación conocida).



Lo que si requiere de un proceso cuidadoso, es el cálculo de la curvas verticales ya sean en cresta o en columpio, cuya secuela en ambos casos es similar. Para esto el proyectista debe saber por especificación cuales son los datos de control para el proyecto y de que tipo de caminos se trata, ya que al proyectar la subrasante debe tener cuidado de que las curvas verticales no se traslapen en su longitud.

### IX.2.2 Cálculo de Sobreelevaciones y Ampliaciones

Suponiendo ya calculado y revisado el alineamiento horizontal (trazo), y dado que ya han sido calculado los espesores para cada cadenamiento correspondiente al seccionamiento; para empezar a dibujar el proyecto de seccionamiento de construcción se necesita, por un lado, del ancho de la subcorona, y por otro de los valores de sobre elevación y ampliación. En lo que respecta al ancho e la subcorona, se sabe que este está dado por: ancho de corona, más ensanche, más ampliación (si se trata de una curva).

Las ampliaciones y sobreelevaciones sólo se aplica en caso de curva. Si se trata de tangentes, la ampliación es nula y la sobre elevación para a hacer lo que se llama bombeo que generalmente es del 2.0%.

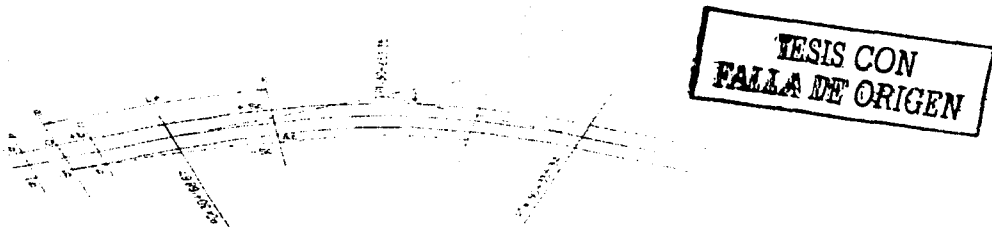


Figura IX.2 Curva de transición de bombeo a sobreelevación

### IX.2.3 Proyecto del Seccionamiento de construcción

En esta fase se supone ya calculado lo correspondiente a sobreelevaciones y ampliaciones y proceder a dibujar la sección de construcción del camino, como se observa en la siguiente figura:

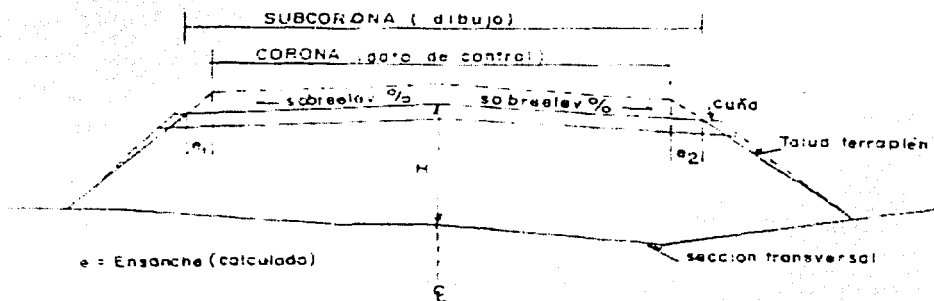


Figura IX.3 Sección de construcción en terraplén

Se necesita por un lado, de los datos de control para el proyecto del camino, es decir, se necesita de lo siguiente :

- Ancho de Corona: 10.50 m.
- Espesor de revestimiento (base más subbase): 0.45 m.
- Talud de terraplén : 1.70 x1
- Ancho de Cuneta: 1.00 m.
- Talud de corte: 0.50 x 1

En el caso de una sección en terraplén, se calculará el ensanche indicado en la figura IX.3, mientras que en el caso de una sección en corte, dicho ensanche será nulo como se observa en la siguiente figura; quedando el ancho de la subcorona como ancho de la corona.

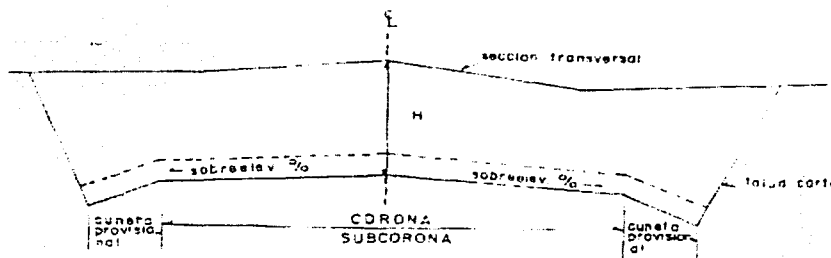


Figura IX.4 Sección de construcción en corte

Entonces, de las figuras anteriores, se deduce que las expresiones que definen el ancho de subcorona tanto en corte como en terraplén son las siguientes:

Subcorona en corte = corona + ampliación (en caso de curvas)

Subcorona en terraplén = corona + ensanche ( $e_1 + e_2$ ) + ampliación (caso de curvas) + cuña de afinamiento.

#### IX.2.4 Determinación de Áreas

El siguiente paso es la determinación de áreas de cada una de las secciones, dicha área comprenderá la región delimitada por el proyecto y la sección transversal. De manera ilustrativa se puede decir que las áreas por obtener son las siguientes:

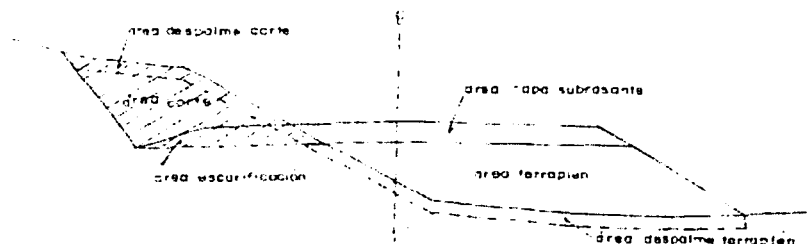


Figura IX.5 Sección tipo de áreas

Dentro de los diferentes procedimientos para obtener áreas, los tres siguientes son los más comunes.

a) Método Analítico: Este método también puede llamarse método de coordenadas, puesto que se basa en el empleo de coordenadas y/o proyecciones de un polígono del cual son conocidas estas mismas. De los métodos de coordenadas más conocidos, se pueden mencionar los siguientes: por diferencia de abscisas, por diferencia de ordenadas, de productos cruzados, dobles distancias meridianas y/o distancias paralelas.

Para determinar las áreas del seccionamiento los métodos empleados son los tres primeros, pero el tercero es el que más se utiliza para dicho cálculo.

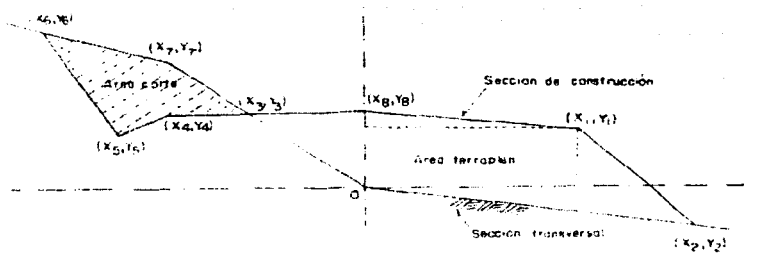


Figura IX.6 Área de la sección por el método analítico

b) Método Gráfico: En la figura siguiente, la sección en terraplén mostrada ha sido dividida en trapecios y dos triángulos extremos, mediante líneas verticales a una separación constante "S".

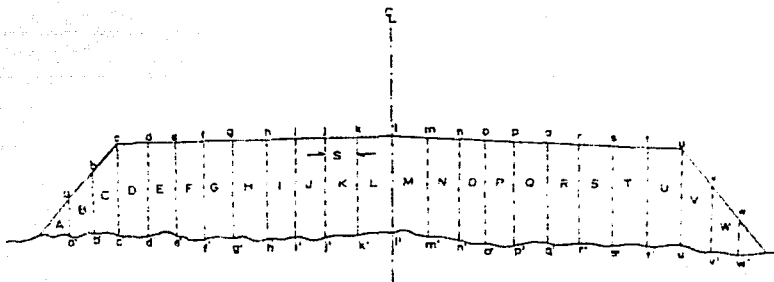


Figura IX.7 Área de la sección por método gráfico

Por lo tanto:

$$AT = S (a+b+c+d+e+f+\dots\dots\dots)$$

Para que esta expresión fuera exacta se necesitaría que las líneas verticales coincidieran en todos los casos con los puntos de cambios de pendiente del terreno y con los ceros, hombros y centro de línea de la sección, lo que no siempre sucede ; el error que se origina, es función de la equidistancia S y lógicamente será menor conforme S sea más pequeña, pero si la equidistancia S es menor, el cálculo será más tardado.

Nota: Este método en la actualidad ya no es usual para cálculos tradicionales de curva de masas.

c) Método del Planímetro: Por rapidez de su operación y por la precisión que proporciona, el planímetro es el instrumento que más se presenta para la determinación de áreas por el método tradicional entre los distintos tipos antes mencionados.

d) Método por Computadora: Actualmente existen diversos programas ejecutados por computadora, los cuales se pueden realizar el cálculo de áreas y volúmenes; ya sean para cortes o terraplenes en cuestión de minutos. La eficacia de este método depende del conocimiento y manejo del programa y de la correcta insertación de la información obtenida en campo.

### IX.2.5 Calculo de Volúmenes

Una vez que se han determinado las áreas de las secciones de construcción se procede al cálculo de volúmenes de tierra para ello es necesario suponer que el camino esta formado por una serie de prismoides, tanto en corte como en terraplén. Cada uno de estos prismoides esta limitado en sus extremos por dos superficies paralelas verticales, representadas por las secciones de construcción y lateralmente por los planos de los taludes, de la subcorona y del terreno natural.

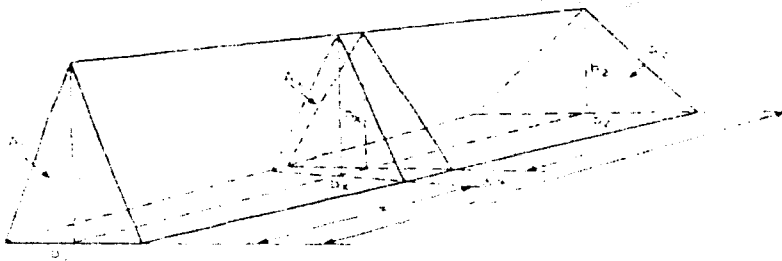


Figura IX.8 Volumen de un prismoide triangular

Por lo tanto:

$$V = \frac{L}{2} (A1 + A2)$$

Aquí dado que las bases de los prismoides son iguales tiene un error nulo. Hasta aquí se han considerado prismoides en tramos rectos del camino. Cuando el camino va en curva horizontal, las secciones transversales no son rectas entre sí y la expresión anterior no es válida.

Es por esto que se ha optado por calcular los volúmenes con la formula de áreas medias, pero considerando el mayor número de secciones posibles en terrenos muy accidentados. Es norma común considerar secciones en las estaciones cerradas de 20 m. en los puntos principales de las curvas del alineamiento horizontal y en donde ocurren cambios notables en la pendiente longitudinal o transversal del terreno.

Por otro lado uno de los datos de mayor interés para el diagrama de masas son los coeficientes de variación volumétrica de los materiales que se utilizarán en la construcción de las terracerías. El peso volumétrico seco de un material en el lugar en donde ha de ser extraído no será nunca el mismo que el material colocado ya en el terraplén: cuando el material se excava, es frecuente que su volumen aumente para reducirse otra vez cuando es compactado en su lugar final, dependiendo esta reducción, obviamente, del grado de compactación que se obtenga.

El coeficiente de variación volumétrica es un número que expresa la relación entre el peso volumétrico seco en estado natural y el mismo concepto cuando el material esta compactado a un cierto grado de compactación.

---

Es conveniente expresarlo como:

$$C_{vv} \equiv \frac{bn / d \max}{Gc}$$

**dn** : Es el peso volumétrico seco del suelo en estado natural, en el lugar del que ha de ser extraído.

**Dmax** : Es el máximo peso volumétrico seco que puede obtenerse para ese suelo con la prueba de control de compactación que se este empleando.

**Gc** : Es el grado de compactación que se especifique para el caso.

El coeficiente de variación volumétrica permite establecer los volúmenes de materiales que han de ser excavados y obtenidos en los bancos de préstamo, para llegar al volumen que se requiere en las terracerías.

### **IX.3 Movimiento de terracerías**

Las terracerías pueden definirse como los volúmenes de materiales que se extraen lateralmente o de bancos de préstamo, o que sirven de relleno en la construcción de una vía terrestre.

#### **IX.3.1 Subrasante económica**

Es aquella que nos haga tener el menor movimiento de terracerías, cumpliendo con los siguientes elementos.

- ❖ Cumplir con las normas del alineamiento vertical
  - ❖ Producir la máxima compensación de cortes y terraplenes
  - ❖ Aplicar las recomendaciones geotécnicas
  - ❖ Dar espacio a las obras transversales del drenaje
-

IX.3.2 Seccionamiento

Es importante tomar en cuenta que en el caso de zonas planas se deben tomar en cuenta las recomendaciones de terraplenes como las siguientes para terreno plano.

- ❖ Terraplenes de baja altura
- ❖ Para los movimientos de tierras se tiene dos tipos de prestamos:
  - Prestamos laterales, que son hasta 100 metros
  - Bancos de préstamo después de 100 metros
- ❖ Alcantarillas de dos tipos:
  - Losas chaparras
  - Tubos
- ❖ Tomar en cuenta que se pueden presentar problemas de geotecnia.

IX.3.3 Áreas y volúmenes

El cálculo de áreas se realiza por medio de planímetros ó computadora, con el siguiente formato.

| Estación | Área de corte | Área de terraplén | Longitud | Unidad de corte | Factor de Unidad volumétrica | Unidad de corte abundado | Unidad de terraplén | Suma algebraica, Coordenada de curva masa |
|----------|---------------|-------------------|----------|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------------------|
|          |               |                   |          |                 |                              |                          |                     |                                           |
|          |               |                   |          |                 |                              |                          |                     |                                           |
|          |               |                   |          |                 |                              |                          |                     |                                           |

Cuadro IX.1 Formato para calcular la curva de masas

### IX.3.4 Ordenadas de curva masa

Es la suma algebraica de volúmenes de cortes abundados tomados como positivos y los volúmenes de terraplenes tomados como negativos, desde un punto tomado como origen hasta la estación que estemos estudiando.

### IX.3.5 Compensadoras

Al trazar una línea Horizontal cualquiera sobre la curva masa que nos corte a varios puntos de la curva, provoca que los volúmenes de corte y terraplén que tenemos en las figuras cerradas que se forman están compensados entre si.

A está línea horizontal se le llama compensadora general y en algún proyecto puede haber varias compensadoras generales, y en un tramo se puede tener más de una compensadora.

### IX.3.6 Acarreos

El acarreo es el producto del volumen de material que se moverá por la distancia al lugar en donde será colocado.

$$Ac \approx V(D)$$

Ac = Acarreo

V = Volumen por acarrear

D = Distancia del acarreo

---

IX.3.6.1 Observaciones sobre la compensadora

- Cuando la figura de la curva masa es un máximo el acarreo será hacia delante de un corte o de un terraplén
- Si se tiene un mínimo el acarreo será hacia atrás
- Si la figura esta arriba de la compensadora, el acarreo será hacia delante
- Si la figura esta abajo el acarreo será hacia atrás

IX.3.6.2 Tipos de acarreos

- **El acarreo total:** Está representado por el acarreo que no se paga en la curva masa ya que esta pagado en la extracción y es de 20 metros máximo.
- **El sobre acarreo:** Es el área que sobra de la curva masa eliminando el acarreo libre y representa el volumen que se pagará de la curva de masas.

Las unidades del sobre acarreo son  $m^3 * m$ . Y para fines de pago se tiene que realizar un cambio de unidades dependiendo de la maquinaria que se utilice.

| Tipo de Maquinaria | Sobre-acarreo<br>(Dist. Máx.) | Unidad de pago |
|--------------------|-------------------------------|----------------|
| Bulldózer          | 80 m.                         | $M^3 * Est.$   |
| Escrepa            | Hasta 480 m.                  | $M^3 * Hm.$    |
| Camión             | Mas de 480 m.                 | $M^3 * Km.$    |

Cuadro IX.2 Unidades de pago del sobre acarreo

A continuación se presentan planos que corresponden al subtramo del Km. 100+000 al Km. 106+000, en donde se puede apreciar las cantidades de obra (terracerías, acarreos y drenaje menor), movimiento de terracerías, referencias del trazo, sección tipo, perfil del trazo de proyecto, elevaciones de la subrasante, paso inferior vehicular con su respectiva ubicación, así como los datos de proyecto.

#### IX.3.6.3 Descripción de planos

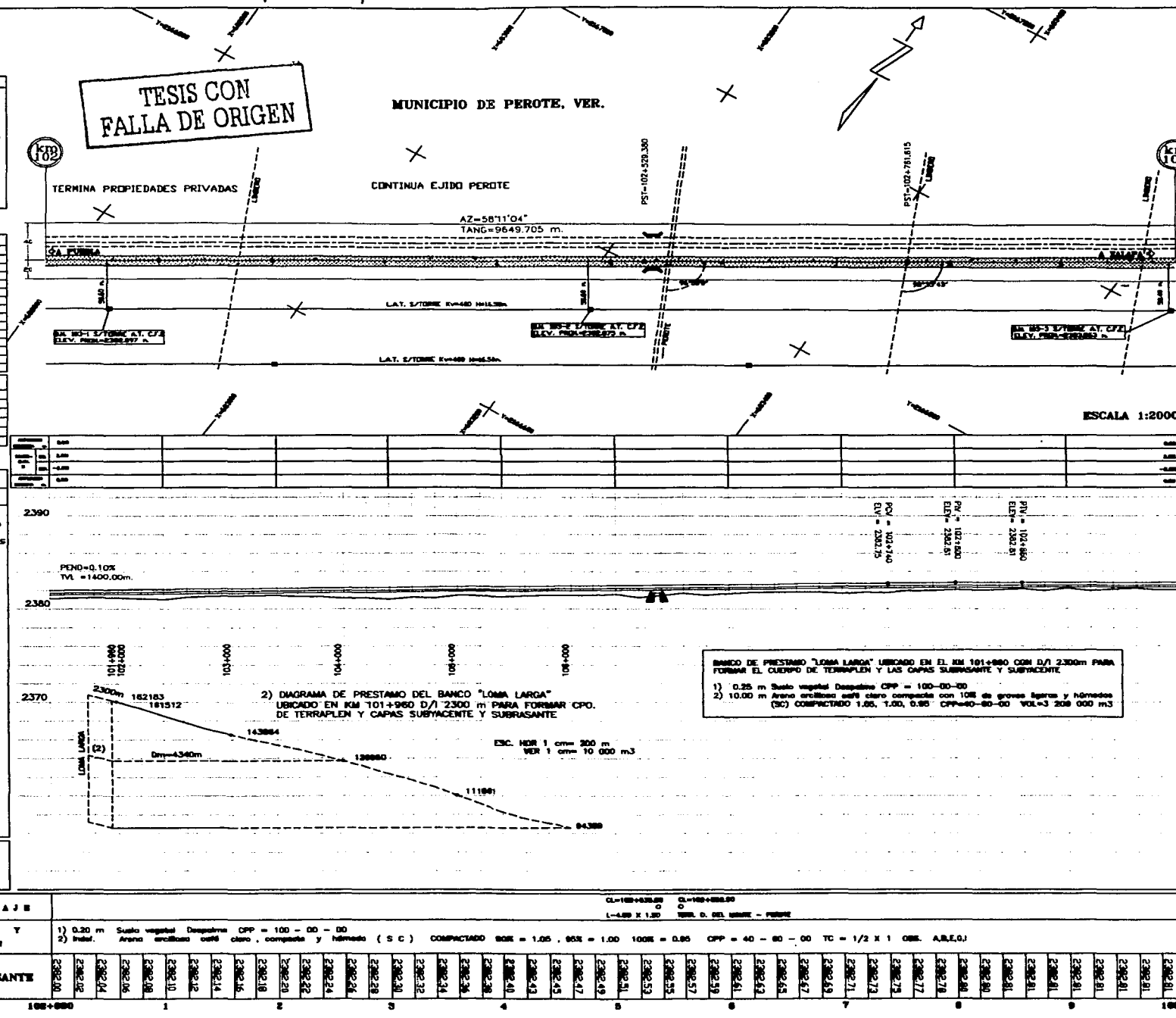
En el plano se sintetiza toda la información de los estudios preliminares realizados por brigadas de campo y se plasma el trabajo exhaustivo que esto representa. La lectura de los planos es la siguiente, en la parte superior izquierda indica las características de las subtangentes como lo es donde inician y dimensiones X e Y. Al lado izquierdo se asientan los movimientos de terracerías, especificando las cantidades y la distancia de pago, al centro se aprecia al perfil con su respectiva elevación y cadenamiento, la ubicación de bancos de nivel, en la parte inferior se especifica la estratigrafía y clasificación así como el grado de compactación necesario y la elevación de la subrasante y cadenamiento. En la parte superior derecha se encuentran los datos de proyecto y la sección tipo de construcción, en la parte derecha se encuentra el cuadro de cantidades de obra de terracerías como (excavación, compactaciones y prestamos) así como cantidades de obra para obras de drenaje menor como excavaciones, mamposterías y concreto hidráulico. También se pueden encontrar la ubicación de los bancos de préstamo correspondientes al subtramo así como el tipo de materiales que se encuentran en éste, por último en la parte inferior derecha se pueden observar los datos generales de la obra.

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CUERPO DERECHO**



[illegible][illegible]

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

|                                                                    |                                                                    |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| INGENIERO EN GEODESIA<br>DR. WILSON DE GUZMAN                      | Jefe de Oficina de la<br>Oficina de Planeación                     | OBRAS DE DREN<br><br>ESTRATIGRAFIA<br>CLASIFICACION<br><br>ELEVACION DE LA SUBRAS |
| DR. ESTEBAN GUZMAN DIAZ<br>Subdirector de la Oficina de Planeación | DR. DAVID ROYAL PARRA<br>Director de la Oficina de Planeación      |                                                                                   |
| DR. JOSE JUAN GARCIA<br>Director de la Oficina de Planeación       | DR. JOSE MARIA DIAZ<br>Director de la Oficina de Planeación        |                                                                                   |
| DR. JUAN C. GUZMAN DIAZ<br>Director de la Oficina de Planeación    | DR. JOSE MARIA GARCIA DIAZ<br>Director de la Oficina de Planeación |                                                                                   |

**2) DIAGRAMA DE PRESTAMO DEL BANCO "LOMA LARGA"**  
UBICADO EN KM. 101+980 D/I 2300 m. PARA FORMAR CPO.  
DE TERRAPLEN Y CAPAS SUBYACENTE Y SUBRASANTE.

ESC. HOR: 1 cm = 200 m  
VER: 1 cm = 10 000 m<sup>3</sup>

BANCO DE PRESTAMO "LOMA LARGA" UBICADO EN EL KM 101+980 CON O/I 2300m PARA FORMAR EL CUERPO DE TERRAPLEN Y LAS CAPAS SUBYACENTE Y SUBRASANTE.

- 1)- 0.25 m Suelo vegetal Bosqueño GFF - 100-00-00
- 2) 10.00 m Arena arcillosa café claro compuesta con 10% de grava ligera y hórdenas
- (EC) COMPACTADO 1.05, -1.00, 0.95 CFP-60-60-00 VOL.-3 350 000 m<sup>3</sup>

|       |        |                                                                                                                                                                                                                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
|-------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| A J E |        | CL=103+438.718<br>0°<br>01' 45" N<br>84° 05' 15" W                                                                                                                                                                       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| Y     |        | 1) 0.20 m Suelo vegetal Despeque de CFF = 100 - 90 - 90<br>2) 0.20 m Arena gruesa ceniza y Compostado y fertilizado ( 5 C ) COMPACTADO 98% - 1.00 - 98% - 1.00 100% - 0.95 CFF = 40 - 60 - 90 TC = 1/2 x 1 CSE. A.B.E.J. |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| ANTE  | 2.2817 | 2.2818                                                                                                                                                                                                                   | 2.2819 | 2.2820 | 2.2821 | 2.2822 | 2.2823 | 2.2824 | 2.2825 | 2.2826 | 2.2827 | 2.2828 | 2.2829 | 2.2830 | 2.2831 | 2.2832 | 2.2833 | 2.2834 | 2.2835 | 2.2836 | 2.2837 | 2.2838 | 2.2839 | 2.2840 | 2.2841 | 2.2842 | 2.2843 | 2.2844 | 2.2845 | 2.2846 | 2.2847 | 2.2848 | 2.2849 | 2.2850 | 2.2851 | 2.2852 | 2.2853 | 2.2854 | 2.2855 | 2.2856 | 2.2857 | 2.2858 | 2.2859 | 2.2860 | 2.2861 | 2.2862 | 2.2863 | 2.2864 | 2.2865 | 2.2866 | 2.2867 | 2.2868 | 2.2869 | 2.2870 | 2.2871 | 2.2872 | 2.2873 | 2.2874 | 2.2875 | 2.2876 | 2.2877 | 2.2878 | 2.2879 | 2.2880 | 2.2881 | 2.2882 | 2.2883 | 2.2884 | 2.2885 | 2.2886 | 2.2887 | 2.2888 | 2.2889 | 2.2890 | 2.2891 | 2.2892 | 2.2893 | 2.2894 | 2.2895 | 2.2896 | 2.2897 | 2.2898 | 2.2899 | 2.2900 | 2.2901 | 2.2902 | 2.2903 | 2.2904 | 2.2905 | 2.2906 | 2.2907 | 2.2908 | 2.2909 | 2.2910 | 2.2911 | 2.2912 | 2.2913 | 2.2914 | 2.2915 | 2.2916 | 2.2917 | 2.2918 | 2.2919 | 2.2920 | 2.2921 | 2.2922 | 2.2923 | 2.2924 | 2.2925 | 2.2926 | 2.2927 | 2.2928 | 2.2929 | 2.2930 | 2.2931 | 2.2932 | 2.2933 | 2.2934 | 2.2935 | 2.2936 | 2.2937 | 2.2938 | 2.2939 | 2.2940 | 2.2941 | 2.2942 | 2.2943 | 2.2944 | 2.2945 | 2.2946 | 2.2947 | 2.2948 | 2.2949 | 2.2950 | 2.2951 | 2.2952 | 2.2953 | 2.2954 | 2.2955 | 2.2956 | 2.2957 | 2.2958 | 2.2959 | 2.2960 | 2.2961 | 2.2962 | 2.2963 | 2.2964 | 2.2965 | 2.2966 | 2.2967 | 2.2968 | 2.2969 | 2.2970 | 2.2971 | 2.2972 | 2.2973 | 2.2974 | 2.2975 | 2.2976 | 2.2977 | 2.2978 | 2.2979 | 2.2980 | 2.2981 | 2.2982 | 2.2983 | 2.2984 | 2.2985 | 2.2986 | 2.2987 | 2.2988 | 2.2989 | 2.2990 | 2.2991 | 2.2992 | 2.2993 | 2.2994 | 2.2995 | 2.2996 | 2.2997 | 2.2998 | 2.2999 | 2.3000 | 2.3001 | 2.3002 | 2.3003 | 2.3004 | 2.3005 | 2.3006 | 2.3007 | 2.3008 | 2.3009 | 2.3010 | 2.3011 | 2.3012 | 2.3013 | 2.3014 | 2.3015 | 2.3016 | 2.3017 | 2.3018 | 2.3019 | 2.3020 | 2.3021 | 2.3022 | 2.3023 | 2.3024 | 2.3025 | 2.3026 | 2.3027 | 2.3028 | 2.3029 | 2.3030 | 2.3031 | 2.3032 | 2.3033 | 2.3034 | 2.3035 | 2.3036 | 2.3037 | 2.3038 | 2.3039 | 2.3040 | 2.3041 | 2.3042 | 2.3043 | 2.3044 | 2.3045 | 2.3046 | 2.3047 | 2.3048 | 2.3049 | 2.3050 | 2.3051 | 2.3052 | 2.3053 | 2.3054 | 2.3055 | 2.3056 | 2.3057 | 2.3058 | 2.3059 | 2.3060 | 2.3061 | 2.3062 | 2.3063 | 2.3064 | 2.3065 | 2.3066 | 2.3067 | 2.3068 | 2.3069 | 2.3070 | 2.3071 | 2.3072 | 2.3073 | 2.3074 | 2.3075 | 2.3076 | 2.3077 | 2.3078 | 2.3079 | 2.3080 | 2.3081 | 2.3082 | 2.3083 | 2.3084 | 2.3085 | 2.3086 | 2.3087 | 2.3088 | 2.3089 | 2.3090 | 2.3091 | 2.3092 | 2.3093 | 2.3094 | 2.3095 | 2.3096 | 2.3097 | 2.3098 | 2.3099 | 2.3100 | 2.3101 | 2.3102 | 2.3103 | 2.3104 | 2.3105 | 2.3106 | 2.3107 | 2.3108 | 2.3109 | 2.3110 | 2.3111 | 2.3112 | 2.3113 | 2.3114 | 2.3115 | 2.3116 | 2.3117 | 2.3118 | 2.3119 | 2.3120 | 2.3121 | 2.3122 | 2.3123 | 2.3124 | 2.3125 | 2.3126 | 2.3127 | 2.3128 | 2.3129 | 2.3130 | 2.3131 | 2.3132 | 2.3133 | 2.3134 | 2.3135 | 2.3136 | 2.3137 | 2.3138 | 2.3139 | 2.3140 | 2.3141 | 2.3142 | 2.3143 | 2.3144 | 2.3145 | 2.3146 | 2.3147 | 2.3148 | 2.3149 | 2.3150 | 2.3151 | 2.3152 | 2.3153 | 2.3154 | 2.3155 | 2.3156 | 2.3157 | 2.3158 | 2.3159 | 2.3160 | 2.3161 | 2.3162 | 2.3163 | 2.3164 | 2.3165 | 2.3166 | 2.3167 | 2.3168 | 2.3169 | 2.3170 | 2.3171 | 2.3172 | 2.3173 | 2.3174 | 2.3175 | 2.3176 | 2.3177 | 2.3178 | 2.3179 | 2.3180 | 2.3181 | 2.3182 | 2.3183 | 2.3184 | 2.3185 | 2.3186 | 2.3187 | 2.3188 | 2.3189 | 2.3190 | 2.3191 | 2.3192 | 2.3193 | 2.3194 | 2.3195 | 2.3196 | 2.3197 | 2.3198 | 2.3199 | 2.3200 | 2.3201 | 2.3202 | 2.3203 | 2.3204 | 2.3205 | 2.3206 | 2.3207 | 2.3208 | 2.3209 | 2.3210 | 2.3211 | 2.3212 | 2.3213 | 2.3214 | 2.3215 | 2.3216 | 2.3217 | 2.3218 | 2.3219 | 2.3220 | 2.3221 | 2.3222 | 2.3223 | 2.3224 | 2.3225 | 2.3226 | 2.3227 | 2.3228 | 2.3229 | 2.3230 | 2.3231 | 2.3232 | 2.3233 | 2.3234 | 2.3235 | 2.3236 | 2.3237 | 2.3238 | 2.3239 | 2.3240 | 2.3241 | 2.3242 | 2.3243 | 2.3244 | 2.3245 | 2.3246 | 2.3247 | 2.3248 | 2.3249 | 2.3250 | 2.3251 | 2.3252 | 2.3253 | 2.3254 | 2.3255 | 2.3256 | 2.3257 | 2.3258 | 2.3259 | 2.3260 | 2.3261 | 2.3262 | 2.3263 | 2.3264 | 2.3265 | 2.3266 | 2.3267 | 2.3268 | 2.3269 | 2.3270 | 2.3271 | 2.3272 | 2.3273 | 2.3274 | 2.3275 | 2.3276 | 2.3277 | 2.3278 | 2.3279 | 2.3280 | 2.3281 | 2.3282 | 2.3283 | 2.3284 | 2.3285 | 2.3286 | 2.3287 | 2.3288 | 2.3289 | 2.3290 | 2.3291 | 2.3292 | 2.3293 | 2.3294 | 2.3295 | 2.3296 | 2.3297 | 2.3298 | 2.3299 | 2.3300 | 2.3301 | 2.3302 | 2.3303 | 2.3304 | 2.3305 | 2.3306 | 2.3307 | 2.3308 | 2.3309 | 2.3310 | 2.3311 | 2.3312 | 2.3313 | 2.3314 | 2.3315 | 2.3316 | 2.3317 | 2.3318 | 2.3319 | 2.3320 | 2.3321 | 2.3322 | 2.3323 | 2.3324 | 2.3325 | 2.3326 | 2.3327 | 2.3328 | 2.3329 | 2.3330 | 2.3331 | 2.3332 | 2.3333 | 2.3334 | 2.3335 | 2.3336 | 2.3337 | 2.3338 | 2.3339 | 2.3340 | 2.3341 | 2.3342 | 2.3343 | 2.3344 | 2.3345 | 2.3346 | 2.3347 | 2.3348 | 2.3349 | 2.3350 | 2.3351 | 2.3352 | 2.3353 | 2.3354 | 2.3355 | 2.3356 | 2.3357 | 2.3358 | 2.3359 | 2.3360 | 2.3361 | 2.3362 | 2.3363 | 2.3364 | 2.3365 | 2.3366 | 2.3367 | 2.3368 | 2.3369 | 2.3370 | 2.3371 | 2.3372 | 2.3373 | 2.3374 | 2.3375 | 2.3376 | 2.3377 | 2.3378 | 2.3379 | 2.3380 | 2.3381 | 2.3382 | 2.3383 | 2.3384 | 2.3385 | 2.3386 | 2.3387 | 2.3388 | 2.3389 | 2.3390 | 2.3391 | 2.3392 | 2.3393 | 2.3394 | 2.3395 | 2.3396 | 2.3397 | 2.3398 | 2.3399 | 2.3400 | 2.3401 | 2.3402 | 2.3403 | 2.3404 | 2.3405 | 2.3406 | 2.3407 | 2.3408 | 2.3409 | 2.3410 | 2.3411 | 2.3412 | 2.3413 | 2.3414 | 2.3415 | 2.3416 | 2.3417 | 2.3418 | 2.3419 | 2.3420 | 2.3421 | 2.3422 | 2.3423 | 2.3424 | 2.3425 | 2.3426 | 2.3427 | 2.3428 | 2.3429 | 2.3430 | 2.3431 | 2.3432 | 2.3433 | 2.3434 | 2.3435 | 2.3436 | 2.3437 | 2.3438 | 2.3439 | 2.3440 | 2.3441 | 2.3442 | 2.3443 | 2.3444 | 2.3445 | 2.3446 | 2.3447 | 2.3448 | 2.3449 | 2.3450 | 2.3451 | 2.3452 | 2.3453 | 2.3454 | 2.3455 | 2.3456 | 2.3457 | 2.3458 | 2.3459 | 2.3460 | 2.3461 | 2.3462 | 2.3463 | 2.3464 | 2.3465 | 2.3466 | 2.3467 | 2.3468 | 2.3469 | 2.3470 | 2.3471 | 2.3472 | 2.3473 | 2.3474 | 2.3475 | 2.3476 | 2.3477 | 2.3478 | 2.3479 | 2.3480 | 2.3481 | 2.3482 | 2.3483 | 2.3484 | 2.3485 | 2.3486 | 2.3487 | 2.3488 | 2.3489 | 2.3490 | 2.3491 | 2.3492 | 2.3493 | 2.3494 | 2.3495 | 2.3496 | 2.3497 | 2.3498 | 2.3499 | 2.3500 | 2.3501 | 2.3502 | 2.3503 | 2.3504 | 2.3505 | 2.3506 | 2.3507 | 2.3508 | 2.3509 | 2.3510 | 2.3511 | 2.3512 | 2.3513 | 2.3514 | 2.3515 | 2.3516 | 2.3517 | 2.3518 | 2.3519 | 2.3520 | 2.3521 | 2.3522 | 2.3523 | 2.3524 | 2.3525 | 2.3526 | 2.3527 | 2.3528 | 2.3529 | 2.3530 | 2.3531 | 2.3532 | 2.3533 | 2.3534 | 2.3535 | 2.3536 | 2.3537 | 2.3538 | 2.3539 | 2.3540 | 2.3541 | 2.3542 | 2.3543 | 2.3544 | 2.3545 | 2.3546 | 2.3547 | 2.3548 | 2.3549 | 2.3550 | 2.3551 | 2.3552 | 2.3553 | 2.3554 | 2.3555 | 2.3556 | 2.3557 | 2.3558 | 2.3559 | 2.3560 | 2.3561 | 2.3562 | 2.3563 | 2.3564 | 2.3565 | 2.3566 | 2.3567 | 2.3568 | 2.3569 | 2.3570 | 2.3571 | 2.3572 | 2.3573 | 2.3574 | 2.3575 | 2.3576 | 2.3577 | 2.3578 | 2.3579 | 2.3580 | 2.3581 | 2.3582 | 2.3583 | 2.3584 | 2.3585 | 2.3586 | 2.3587 | 2.3588 | 2.3589 | 2.3590 | 2.3591 | 2.3592 | 2.3593 | 2.3594 | 2.3595 | 2.3596 | 2.3597 | 2.3598 | 2.3599 | 2.3600 | 2.3601 | 2.3602 | 2.3603 | 2.3604 | 2.3605 | 2.3606 | 2.3607 | 2.3608 | 2.3609 | 2.3610 | 2.3611 | 2.3612 | 2.3613 | 2.3614 | 2.3615 | 2.3616 | 2.3617 | 2.3618 | 2.3619 | 2.3620 | 2.3621 | 2.3622 | 2.3623 | 2.3624 | 2.3625 | 2.3626 | 2.3627 | 2.3628 | 2.3629 | 2.3630 | 2.3631 | 2.3632 | 2.3633 | 2.3634 | 2.3635 | 2.3636 | 2.3637 | 2.3638 | 2.3639 | 2.3640 | 2.3641 | 2.3642 | 2.3643 | 2.3644 | 2.3645 | 2.3646 | 2.3647 | 2.3648 | 2.3649 | 2.3650 | 2.3651 | 2.3652 | 2.3653 | 2.3654 | 2.3655 | 2.3656 | 2.3657 | 2.3658 | 2.3659 | 2.3660 | 2.3661 | 2.3662 | 2.3663 | 2.3664 | 2.3665 | 2.3666 | 2.3667 | 2.3668 | 2.3669 | 2.3670 | 2.3671 | 2.3672 | 2.3673 | 2.3674 | 2.3675 | 2.3676 | 2.3677 | 2.3678 | 2.3679 | 2.3680 | 2.3681 | 2.3682 | 2.3683 | 2.3684 | 2.3685 | 2.3686 | 2.3687 | 2.3688 | 2.3689 | 2.3690 | 2.3691 | 2.3692 | 2.3693 | 2.3694 | 2.3695 | 2.3696 | 2.3697 | 2.3698 | 2.3699 | 2.3700 | 2.3701 | 2.3702 | 2.3703 | 2.3704 | 2.3705 | 2.3706 | 2.3707 | 2.3708 | 2.3709 | 2.3710 | 2.3711 | 2.3712 | 2.3713 | 2.3714 | 2.3715 | 2.3716 | 2.3717 | 2.3718 | 2.3719 | 2.3720 | 2.3721 | 2.3722 | 2.3723 | 2.3724 | 2.3725 | 2.3726 | 2.3727 | 2.3728 | 2.3729 | 2.3730 | 2.3731 | 2.3732 | 2.3733 | 2.3734 | 2.3735 | 2.3736 | 2.3737 | 2.3738 | 2.3739 | 2.3740 | 2.3741 | 2.3742 | 2.3743 | 2.3744 | 2.3745 | 2.3746 | 2.3747 | 2.3748 | 2.3749 | 2.3750 | 2.3751 | 2.3752 | 2.3753 | 2.3754 | 2.3755 | 2.3756 | 2.3757 | 2.3758 | 2.3759 | 2.3760 | 2.3761 | 2.3762 | 2.3763 | 2.3764 | 2.3765 | 2.3766 | 2.3767 | 2.3768 | 2.3769 | 2.3770 | 2.3771 | 2.3772 | 2.3773 | 2.3774 | 2.3775 | 2.3776 | 2.3777 | 2.3778 | 2.3779 | 2.3780 | 2.3781 | 2.3782 | 2.3783 | 2.3784 | 2.3785 | 2.3786 | 2.3787 | 2.3788 | 2.3789 | 2.3790 | 2.3791 | 2.3792 | 2.3793 | 2.3794 | 2.3795 | 2.3796 | 2.3797 | 2.3798 | 2.3799 | 2.3800 | 2.3801 | 2.3802 | 2.3803 | 2.3804 | 2.3805 | 2.3806 | 2.3807 | 2.3808 | 2.3809 | 2.3810 | 2.3811 | 2.3812 | 2.3813 | 2.3814 | 2.3815 | 2.3816 | 2.3817 | 2.3818 | 2.3819 | 2.3820 | 2.3821 | 2.3822 | 2.3823 | 2.3824 | 2.3825 | 2.3826 | 2.3827 | 2.3828 | 2.3829 | 2.3830 | 2.3831 | 2.3832 | 2.3833 | 2.3834 | 2.3835 | 2.3836 | 2.3837 | 2.3838 | 2.3839 | 2.3840 | 2.3841 | 2.3842 | 2.3843 | 2.3844 | 2.3845 | 2.3846 | 2.3847 | 2.3848 | 2.3849 | 2.3850 | 2.3851 | 2.3852 | 2.3853 | 2.3854 | 2.3855 | 2.3856 | 2.3857 | 2.3858 | 2.3859 | 2.3860 | 2.3861 | 2.3862 | 2.3863 | 2.3864 | 2.3865 | 2.3866 | 2.3867 | 2.3868 | 2.3869 | 2.3870 | 2.3871 | 2.3872 | 2.3873 | 2.3874 | 2.3875 | 2.3876 | 2.3877 | 2.3878 | 2.3879 | 2.3880 | 2.3881 | 2.3882 | 2.3883 | 2.3884 | 2.3885 | 2.3886 | 2.3887 | 2.3888 | 2.3889 | 2.3890 | 2.3891 | 2.3892 | 2.3893 | 2.3894 | 2.3895 | 2.3896 | 2.3897 | 2.3898 | 2.3899 | 2.3900 | 2.3901 | 2.3902 | 2.3903 | 2.3904 | 2.3905 | 2.3906 | 2.3907 | 2.3908 | 2.3909 | 2.3910 | 2.3911 | 2.3912 | 2.3913 | 2.3914 | 2.3915 | 2.3916 | 2.3917 | 2.3918 | 2.3919 | 2.3920 | 2.3921 | 2.392 |

[illegible]

POLIGONAL DE REFERENCIA

REFERENCIAS DEL TRAZO

| PI      | PC      | PT      | PI      | PC      | PT      | PI      | PC      | PT      | PI      | PC      | PT      |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 |

GEOMETRIA DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL

| CURVA | PC      | PT      | PI      | PC      | PT      | PI      | PC      | PT      | PI      | PC      | PT      |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1     | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 | 101+000 |

MOVIMIENTO DE TERRACERIAS

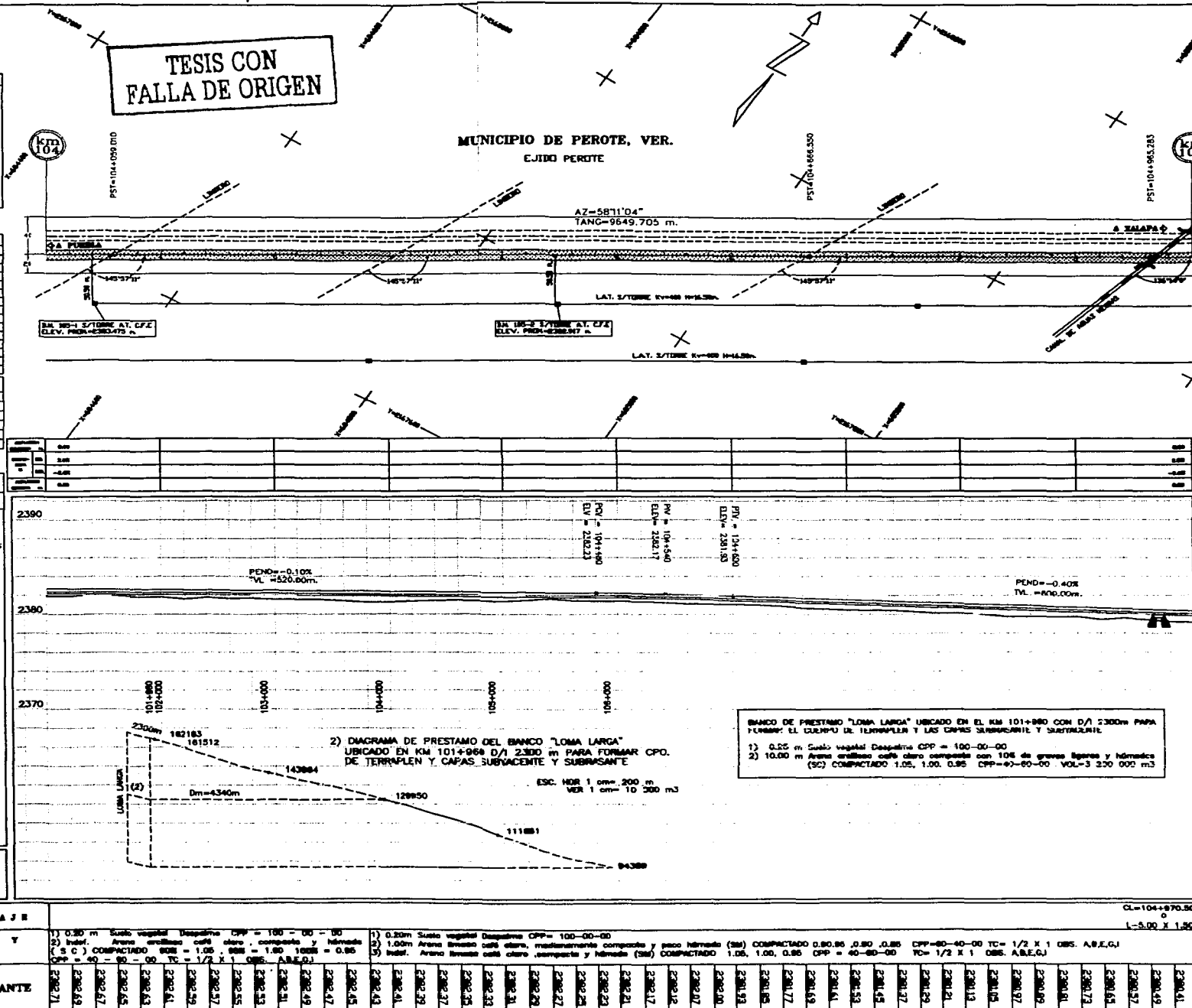
| MOVIMIENTO No. | VOLUMEN OBTENIDO m3 | DISTANCIA DE PAGO | CANTIDAD | UNIDAD | VOLUMEN DE PAGO | UNIDAD   |
|----------------|---------------------|-------------------|----------|--------|-----------------|----------|
| 2              | 17964               | 4340              | 1.0      | KM     | 17964           | n3 1erKm |
|                |                     |                   | 4.0      | KM     | 71856           | n3KmSubs |

NOTAS:

1. Sección transversal de la obra en el punto de inicio.

2. Sección transversal de la obra en el punto de fin.

3. Sección transversal de la obra en el punto de fin.



DATOS DE PROYECTO

SECCION TIPO

ESCALA 1:2000

CANTIDADES DE OBRA

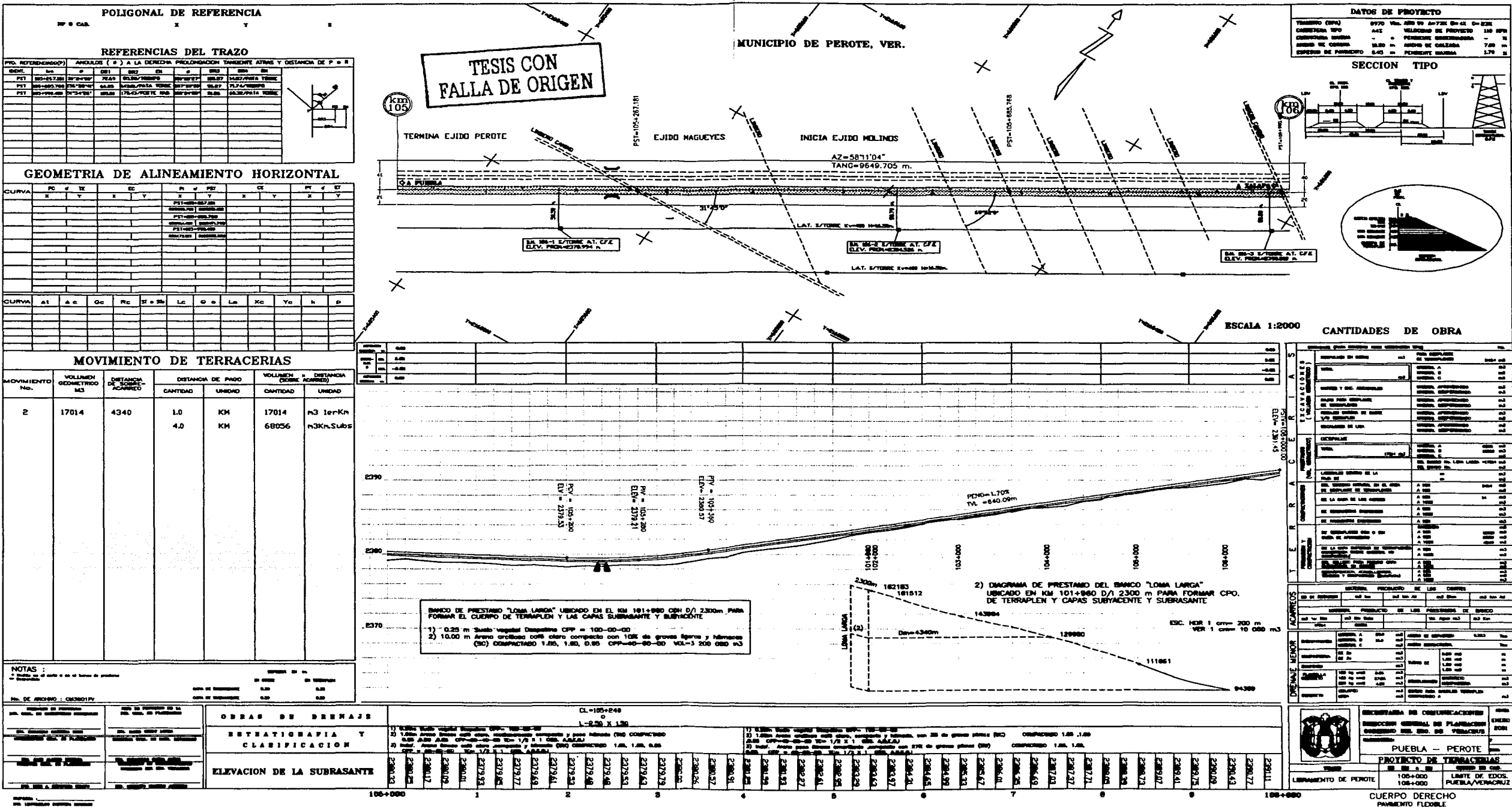
| ITEM | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD |
|------|-------------|----------|--------|
| 1    | ...         | ...      | ...    |

SECRETARIA DE COMUNICACIONES

PROYECTO DE TERRACERIAS

LIBRAMIENTO DE PEROTE

CUERPO DERECHO PAVIMENTO FLEXIBLE



# **CAPITULO**

# **DIEZ**

---

## **X OBRAS DE DRENAJE MENOR**

### **X.1 Generalidades**

El diseño de las obras de drenaje es una de las partes principales y de gran importancia en el proyecto de vías terrestres, de ahí el cual que debe tenerse al elegir y diseñar dichas obras; una mala localización o un mal diseño ocasiona problemas graves en el buen funcionamiento de una vía de comunicación, ya se trate de una carretera o un ferrocarril, pues la falla de una obra, trae como consecuencia la interrupción del servicio de la vía en operación, así como las molestias causadas a los usuarios por las pérdidas económicas que llegan a ser de bastante consideración.

Los principales daños causados a los caminos es provocado por el agua, la cual provoca que disminuya la resistencia de los suelos, fallas en los terraplenes, cortes y superficies de rodamiento. Y la finalidad de las obras de drenaje es la de desalojar a la mayor brevedad posible el agua de la obra.

El llamado drenaje artificial es el conjunto de obras que sirven para captar, conducir y alejar del camino el agua que pudiera causar problemas posteriores a su construcción. Para la construcción de caminos y en general las vías terrestres, se requieren estudios cuidadosos del drenaje.

Cuando se construye un camino por lo general se cortan escurrimientos naturales, haciendo que el paso del agua sólo pase en sitios estratégicos elegidos por el proyectista, con la finalidad de alejar el agua lo más pronto posible, de esta forma el

---

agua que antes de la construcción del camino corría libremente deberá canalizarse en forma adecuada para concentrarse en estas obras, con lo cual se originan las obras de captación y de conducción.

El estudio de las obras de drenaje debe iniciarse desde la elección de ruta eligiéndose una zona que tenga menos problemas de escurrimiento y de ser posible utilizando las pendientes permisibles y tratando de utilizar los parteaguas, en donde el drenaje será mínimo.

Cuando los caminos se localizan en las laderas de las serranías el drenaje aumenta, aunque las cuencas y los escurrimientos están generalmente bien definidos, al contrario de los terrenos planos, donde se pueden tener los mayores problemas de drenaje porque a menudo ni las cuencas ni los escurrimientos están bien definidos.

Si desde la etapa de elección de ruta no se elige la zona más adecuada, se presentarán problemas durante la vida del camino y aumentarán de manera innecesaria los costos de conservación.

Cuando la longitud del camino por construir es importante, los primeros reconocimientos se realizan en avioneta o helicóptero, también son muy útiles las fotografías aéreas, ya sean de (INEGI, SCT) de los gobiernos estatales y de particulares.

---

## X.2 Estudio de cuencas hidrológicas

Siempre hay que tomar en cuenta que las características de las cuencas se alteran cuando se construye un camino, porque éste ocasiona modificaciones en el uso de la tierra al propiciar el desarrollo económico en su zona de influencia.

Los puntos principales que deben considerarse en la elección y proyección de una obra de drenaje tanto en carreteras como en ferrocarriles.

- I.- Localización del eje de la obra
- II.- Área por drenar
- III.- Área hidráulica necesaria
- IV.- Elección del tipo de obra

### X.2.1 Localización del eje de la obra

Este es una de los puntos más importantes y en el que debe tener especial atención, ya que una mala localización puede provocar la falla de la obra, aunque ésta haya sido muy bien proyectada.

La localización del eje de la obra deberá hacerse de preferencia siguiendo el cauce de los escurrimientos, siempre y cuando la forma del mismo y su pendiente longitudinal lo permitan, tomando en consideración que la pendiente esté delimitada de la manera siguiente:

- Para losas y cajones de 0 a 12 %.
- Para bóvedas de 0 a 20 %.

Pudiendo incrementarse hasta 25 % siempre y cuando el cimientado sea escalonado.

---

En tubos varía de 0 a 45 %; a partir de 30 %, se pondrán muros de anclaje por lo menos cada 5 ó 10 m; estas pendientes son máximas. En los casos en que las necesidades obliguen a incrementar la pendiente de la obra, se deberán hacer las recomendaciones al respecto, como cimientos escalonados en bóvedas o muros de anclaje en tubos, en el caso de las losas no es posible incrementar la pendiente ya que por ser de concreto el efecto del revenimiento nos lo impide.

Deberá procurarse hasta donde sea posible que los ejes para apoyar los proyectos de las obras sean normales o radiales al eje del camino; ya sea que esté localizado en tangentes o en curvas respectivamente; cuando la dirección del escurrimiento no permita trazarlos en esa forma, tendrán que esviarse de acuerdo con el eje del escurrimiento. Se entiende por esviaje el ángulo que forma el eje de la obra con una normal o radial al eje del camino, dicho esviaje podrá ser izquierdo o derecho.

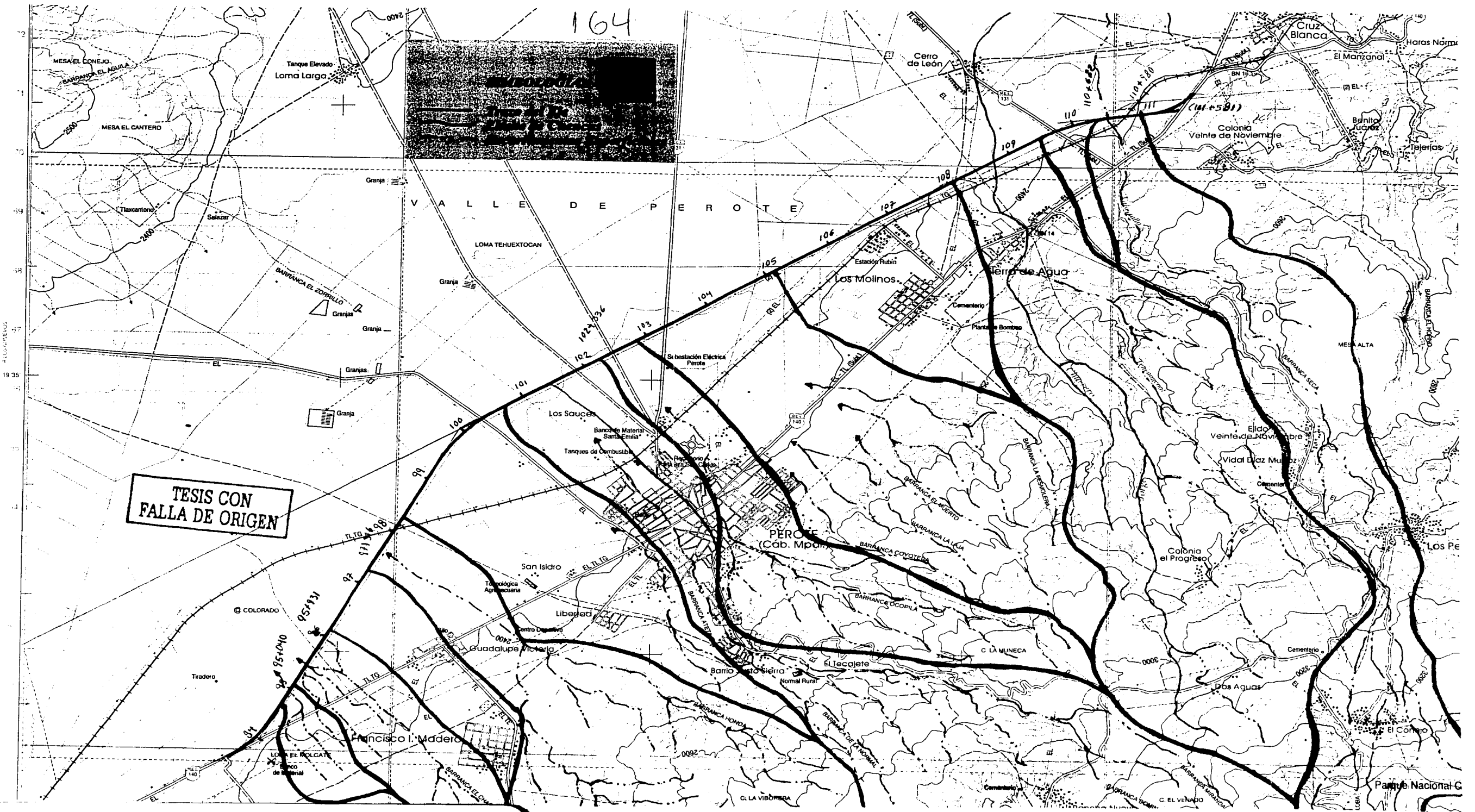
Cuando el eje del camino se encuentra localizado en terreno montañosa o escarpado y por tanto su pendiente transversal es muy fuerte, resulta casi imposible ubicar los ejes de las obras a lo largo de los fondos de los escurrimientos porque la pendiente de los mismos es mayor que la especificada como máxima, en ese caso se buscará otra solución que puede ser la localización del eje en la ladera del escurrimiento, apoyando en ella la salida de la obra; en este caso se escogerá la margen que presente mejores condiciones (esviaje menor, cimentación, etc.).

En los casos que por necesidades del proyecto de las terracerías se construyan muros de contención y se requiera una obra de drenaje, esta deberá trazarse normal o radial y su salida se empotrá en el muro o en la parte superior del cimiento, en cuyo caso el mismo muro hará las veces del muro de cabeza de la obra si se trata de un tubo.

---



164



El calculo del área por drenar se puede efectuar en la forma siguiente:

- a) Midiéndola directamente en el campo cuando se trate de superficies pequeñas.
- b) Apoyándose en plantas topográficas de restitución fotogramétrica a escala, delimitando las cuencas respecto al eje del camino previamente ubicado y midiendo el área directamente con planímetro.
- c) Apoyándose en fotografías aéreas de contacto a escala y siguiendo el mismo procedimiento indicado en el inciso anterior.

El área obtenida por cualquiera de estas formas, deberá transformarse a unidades de superficie, (Ha).

### X.2.3 Área hidráulica necesaria

Se entiende por área hidráulica necesaria, aquella capaz de dejar un determinado gasto (Q) producto de la precipitación del lugar.

Existen formas empíricas para determinar el gasto en corrientes de diferentes condiciones hidráulicas, los métodos hidrológicos, para efectos de magnitud de los volúmenes de agua que se manejen, se puede utilizar la formula de Talbot, que se ha empleado con resultados aceptables hasta la fecha y que esta expresada por:

$$a = 0.1832 C^4 A^3$$

---

En donde:

$a$  = Área hidráulica necesaria en ( $m^2$ )

$A$  = Área para drenar en (Ha)

$C$  = Coeficiente que depende del tipo de terreno.

#### X.2.4 Elección de tipo de Obra

Una vez calculada el área hidráulica necesaria " $a$ " se procede a elegir el tipo que la satisfaga adecuadamente y dentro de condiciones de máxima seguridad; para ello es necesario considerar que las diferentes obras; tubos, losas, y bóvedas, no deben trabajar a presión, es decir llenos, sino que siempre deberá dejarse un área libre esto resulta muy importante sobre todo en tubos de lámina que por ser encajables no se juntan y llegan a presentarse filtraciones que resultan perjudiciales para las terracerías.

Para una buena elección del tipo de obra debe tomarse en cuenta:

##### X.2.4.1 Área hidráulica necesaria.

De acuerdo con el área hidráulica, la obra puede ser de una o más líneas de tubos dispuestos en batería cuando proporcionen una economía con respecto a otra obra de igual área y que sea factible construir; se puede elegir una losa, una bóveda o un cajón de concreto armado, dependiendo de los factores que intervengan en este.

---

X.2.4.2 Pendiente de la obra**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Si la pendiente de la obra rebasa ciertos límites, que se citaron en la localización del eje de la obra, entonces es importante tomar en cuenta que una pendiente hasta del 12% permite elegir una obra de tubos, losa, bóveda o cajón. Cuando esta pendiente se ha mayor al 12% pero menor de 20%, podrá elegirse entre una batería de tubos y una bóveda, cuando rebase el 20% deberá elegirse una obra compuesta por tubos, no debiéndose admitir una pendiente mayor al 45%.

En aquellos casos en los que teniendo una bóveda y por condiciones especiales del escurrimiento de que se trate no reúna los requisitos de pendiente, se podrá proyectar dicha bóveda con una mayor pendiente sin pasar de 25%, pero con la condición de que el cimientado se proyecte y construya de forma escalonada.

Tratándose de tubos cuya pendiente sea mayor de 30% deberá recomendarse que se construyan muros de anclaje a determinada distancia dentro de la longitud de la obra, con el objeto de evitar el desplazamiento de la misma, Como se muestra en la siguiente figura.

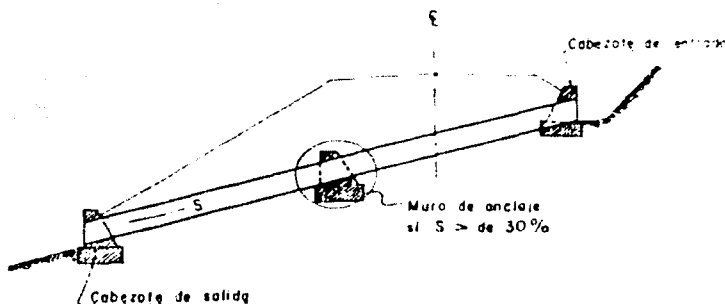


Figura X.2 Muro de anclaje

#### X.2.4.3 Altura mínima y máxima de terraplenes

Otro de los factores importantes en la elección del tipo de obra es la altura del terraplén o relleno sobre las mismas, ya que depende de ésta, el que podamos alojar un tubo, una bóveda o una losa.

En terreno lomerío suave o plano tal como se presenta en este proyecto, normalmente no hay problemas para dejar el terraplén mínimo de acuerdo con el tipo de obra elegido. La altura mínima del terraplén será aquella que nos permita alojar el tipo de obra elegido y además que nos garantice un colchón mínimo sobre la parte más desfavorable (hombro) de la superestructura o clave, se han venido considerando los siguientes valores para estos casos:

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| Tubo de Concreto                   | 0.80 m. |
| Tubo de Lámina                     | 0.30 m. |
| Losas y Cajones de Concreto Armado | 0.20 m. |
| Bóvedas de Mampostería             | 1.00 m. |

El colchón se mide de la parte superior de la superestructura de la obra al nivel de la rasante. Estos colchones mínimos sobre la estructura de la obra es lo que nos viene a dar el valor de la elevación para la rasante mínima, que nos permita alojar la obra seleccionada.

El proyecto de la obra puede calcularse en rasante o subrasante mínima, dependiendo de la realización de las terracerías. Después de esto, podemos definir como rasante mínima, la elevación mínima en la corona para dar cabida a una alcantarilla, tomándose en consideración su colchón mínimo.

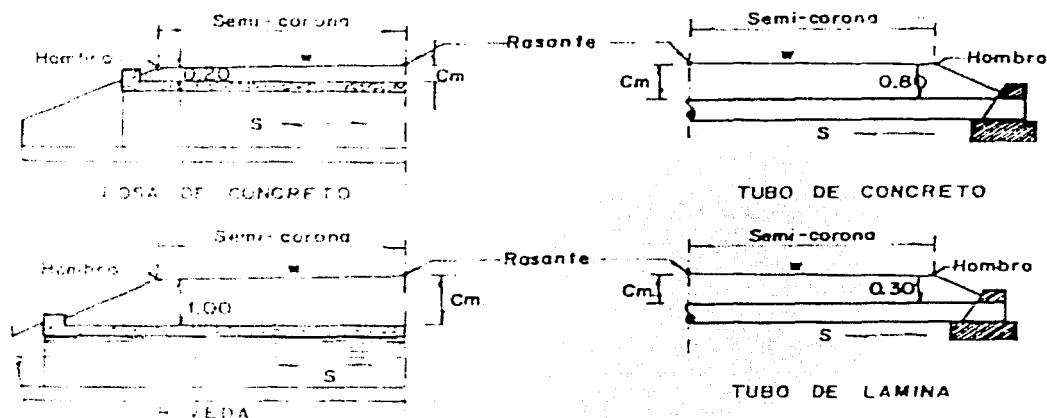


Figura X.3 Espesor de colchón mínimo

#### X.2.4.4 Materiales de construcción

Los materiales de construcción constituyen otro de los factores que influyen en la elección del tipo de obra ya que cada uno requiere de la facilidad y manejo de materiales específicos así como se puede tener una obra vial localizada en terreno montañoso y sin acceso en donde resultan complicadas las maniobras para transportar tubos concreto o lámina al lugar de su construcción, pudiéndose elegir otro tipo de obra.

En el proyecto que se presenta no hay problemas de esta naturaleza, ya que se trata de un lomerío plano y se puede realizar cualquier tipo de obra. La elección de los materiales será de acuerdo a los recursos económicos con los que se cuente.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### X.2.4.5 Capacidad de carga del terreno

El factor de capacidad de carga es determinante para la elección del tipo de obra ya que proporciona seguridad en gran parte de los proyectos para su estabilidad y evita que obras como losas, bóvedas o cajones fallen en su cimentación.

En función de los factores que se han citado, el drenajista de acuerdo a su criterio deberá elegir el tipo de obra, adecuado a cada caso sin perder de vista la importancia del drenaje, su estabilidad, funcionamiento, funcionamiento hidráulico y economía del proyecto.

Por otro lado se debe tomar en cuenta también para el diseño de las obras de drenaje la cantidad anual de agua que cae y si lo hace en forma de aguacero o de lluvia fina. La precipitación pluvial total anual es de 2013 mm en el Municipio de Perote.

#### X.3 Diseño y calculo de la obra

El objeto principal de este cálculo es conocer la longitud de la obra en el nivel de desplante y cruce elegido, para lo cual se toman los siguientes datos fijados de acuerdo con las condiciones topohidráulicas del escurrimiento.

- A) Pendiente: Se refiere a la pendiente que deberá tener la obra de acuerdo con el eje del terreno, la cual se reflejara en el plano de perfil del eje de la obra, tomando en cuenta que no se permiten rellenos en el desplante, salvo en casos especiales y estos no deberán tener un espesor mayor de 1.00 m; compactándose a 95 %, la pendiente estará dada en (%).
-

- B) Desplante: La profundidad de desplante (D), en relación con el eje de la obra levantada en campo, dependerá de la pendiente transversal del terreno, capacidad del mismo y la pendiente (S) de la obra.
- Cuando haya necesidad de rellenar bajo el desplante deberá procurarse que el límite de éste quede a una distancia mínima de 2.50 m. de la cara interna del cimientto del cabezote, con el objeto de que dicho cimientto quede en terreno firme, no permitiéndose por ningún concepto el relleno bajo del mismo, como se muestra en la siguiente figura.

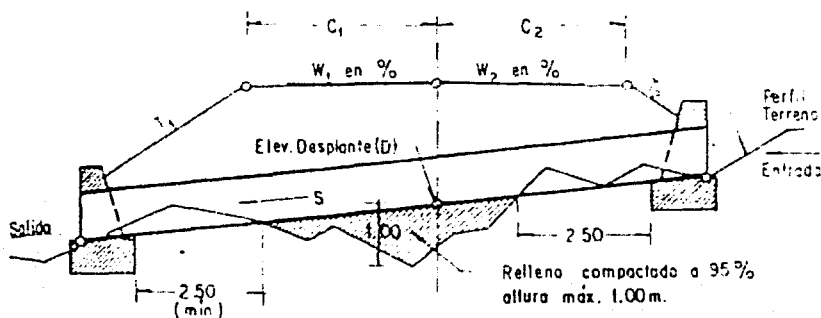


Figura X.3 Relleno bajo desplante

- C) Espesor de la Superestructura (e) : Este renglón se refiere únicamente para cuando la obra que se proyecta es una losa o una bóveda, en caso de que sean tubos se anotará el espesor de la pared de éste, si es de concreto, cuando se trate de losas se toma el espesor de la misma, en caso de bóveda será el espesor de la clave. Los valores (e) están tabulados en los "Proyectos tipo de Obras de Drenaje para Carreteras"

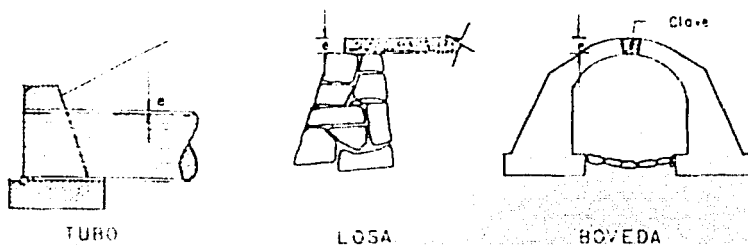


Figura X.4 Espesores en la superestructura

- D) **Altura de la Directriz (b) :** Se refiere a la altura que hay desde el punto donde hace contacto la línea de talud y la cara interna de la guarnición, a la parte superior de la losa o bóveda en caso de tubos se toma la cara interna del cabezote. La altura de la directriz varía de acuerdo con el tipo de obra que se proyecte.

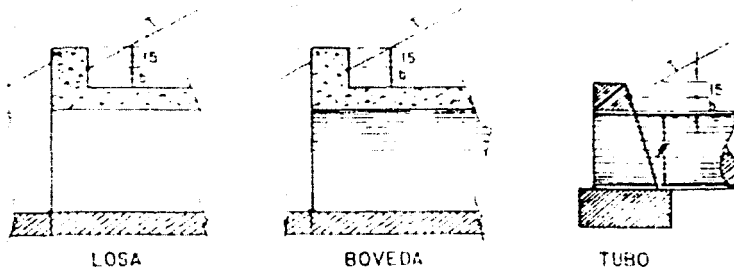


Figura X.5 Altura de la directriz

En el cuadro siguiente se presenta un formulario que se utiliza para calcular la obtención de la longitud de obra.

# SISTEMA CON FALLA DE ORIGEN

## FORMULAS PARA EL CALCULO DE LONGITUD DE OBRA

### SECCION DE TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA

|                                  |                                |                                  |                                                                           |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| $X_1 = \pm(Y_1 \tan e)$          | $\tan e =$ _____               | $X_2 = \pm(Y_2 \tan e)$          | Signo(-) del lado del esbozo.                                             |
| $C_1 = \frac{Y_1}{\cos e}$       | $\cos e =$ _____               | $C_2 = \frac{Y_2}{\cos e}$       |                                                                           |
| $R_1 = R \pm X_1 p$              | $\sin e =$ _____               | $R_2 = R \pm X_2 p$              | Conservar el signo algebraico de (p)<br>Conservar signo algebraico de (w) |
| $H_1 = R_1 \pm Y_1 W_1$          | $T_n =$ _____                  | $H_2 = R_2 \pm Y_2 W_2$          |                                                                           |
| $\cos e \pm K =$                 | $K = p \cdot T_n \cdot \sin e$ | $\cos e \pm K =$                 | Conservar el signo de (p) del lado del esbozo                             |
| $T_1 = \frac{T_n}{\cos e \pm K}$ |                                | $T_2 = \frac{T_n}{\cos e \pm K}$ |                                                                           |

### LONGITUD DE OBRA

|                                                                                 |                               |                                        |                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| $\frac{1}{T_1} =$                                                               | $M = g + b$                   | $Q = \text{Ancho}$                     | $\frac{1}{T_2} =$                                      |
| $\frac{1}{T_1} \pm S =$                                                         | $M_1 = g + b \pm (Q \cdot S)$ | $M_2 = -(Q \cdot S) \text{ en salida}$ | $\frac{1}{T_2} \pm S = (+) \text{ para entrada}$       |
| $F_1 = F'_1 \pm (C_1 \cdot S)$                                                  | $F'_1 = D + M_1$              | $F'_2 = D + M_2$                       | $F_2 = \text{Signo (+) para la entrada}$               |
| $h_1 = H_1 - F_1$                                                               | $Q' = \frac{Q}{\cos e}$       | $Q' \cdot S =$                         | $h_2 = H_2 - F_2$                                      |
| $d_1 = \frac{h_1}{\frac{1}{T_1} \pm S}$                                         | $L = L_1 + L_2$               |                                        | $d_2 = \frac{h_2}{\frac{1}{T_2} \pm S}$ (+) en entrada |
| $L_1 = C_1 + d_1 + Q$                                                           | $L' = L \cdot \alpha + \beta$ |                                        | $L_2 = C_2 + d_2 + Q$                                  |
| $\alpha = \sec \angle \text{cuyo Tan es } "S"$                                  | $\beta = (g + esp) \cdot S$   |                                        |                                                        |
| Tramos de 125 m. $L_T =$ _____ m. Dif. = _____ m. Corrección = $\frac{Dif}{2R}$ |                               |                                        |                                                        |

### AJUSTE A NUMERO CERRADO DE TRAMOS

|                   |                                                                                                        |                   |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| $h'_1 =$ _____ m. | $\leq R = \left( \frac{1}{\frac{1}{T_1} \pm S} \right) + \left( \frac{1}{\frac{1}{T_2} \pm S} \right)$ | $h'_2 =$ _____ m. |
| $d'_1 =$ _____ m. | $T + T =$ _____                                                                                        | $d'_2 =$ _____ m. |
| $L'_1 =$ _____ m. | $L'' =$ _____ m.                                                                                       | $L'_2 =$ _____ m. |
| $L_1 =$ _____ m.  | $L =$ _____ m.                                                                                         | $L_2 =$ _____ m.  |

Cuadro X.1 Formulario

**Nomenclatura:**

M = altura que hay entre la elevación del desplante y directriz

D = Desplante

b = Altura de la directriz

H = Altura libre de la obra

e = Espesor de la superestructura

r = Radio del medio punto

$\phi$  = Diámetro del tubo

Q = Ancho del cabezote a la altura de la directriz

S = Pendiente de la obra

L = Longitud de obra

$\beta$  = Valor que resulta de multiplicar el diámetro de tubo, más el espesor de (e), por la pendiente de obra (S)

$\alpha$  = Secante del ángulo cuya tangente es la pendiente de la obra

S' = Nueva pendiente resultante

L<sub>T</sub> = Longitud por numero de tramos

**X.4 Funcionamiento hidráulico**

La justificación al funcionamiento de drenaje es consignada en una relación de obras, por tramo de 5 Km y la explicación de cada caso, ubicando el lugar y a la necesidad de cada proyecto; se incluyen todos aquellos datos que se juzguen convenientes para el buen funcionamiento del mismo además de justificar la necesidad de construir o no construir contracunetas si es que el proyecto lo requiere.

---

Una vez que se tiene el proyecto de las obras de drenaje, para un tramo de 5 Km, se debe verificar el funcionamiento del drenaje. Para ello se realiza un resumen de la manera como se solucionó el drenaje en este tramo.

Este resumen consta de las siguientes partes:

- Relación en forma tabulada, de todas las obras de drenaje incluidos que se encuentren en el tramo según sea el caso.
- Resumen en el que se indica la forma como se resolvió cada obra, todas las observaciones necesarias al respecto, a cuáles escurrimientos se las suprimieron las obras y cómo se canalizaron, así como las rectificaciones se cauces en caso de que hubiese.
- En cada obra llevada a cabo, se tendrá que realizar croquis de la planta referido al eje del camino, además de la memoria de cálculo, los planos constructivos y las cantidades de obra a realizar.

Para el mejor entendimiento de este punto se anexa un ejemplo de cómo deberá elaborarse un reporte de funcionamiento de drenaje.

#### FUNCIONAMIENTO DE DRENAJE

Referencia.

Lugar y Fecha.- \_\_\_\_\_

---

## I.- CARRETERA

Carretera: \_\_\_\_\_

Tramo: \_\_\_\_\_

Subtramo: \_\_\_\_\_

Origen: \_\_\_\_\_

De Km. \_\_\_\_\_ a Km. \_\_\_\_\_

## II.- PROYECTO

En este punto del reporte deberá proporcionarse una relación de las estaciones en donde se proponen obras de drenaje en el tramo mencionado.

| Número | Estación | Cruce | Área "A"<br>(Ha) | Coef. "C" | Área "a"<br>(m) | Tipo de<br>Obra |
|--------|----------|-------|------------------|-----------|-----------------|-----------------|
|        |          |       |                  |           |                 |                 |
|        |          |       |                  |           |                 |                 |
|        |          |       |                  |           |                 |                 |

## III.- NOTAS

Aquí se anotan aquellas observaciones hechas en el campo para cada propuesta; como lo son, la planta topográfica, el perfil y las secciones de construcción respectivas. También se podrán incluir recomendaciones; como podrá apreciarse entre más datos de campo se aporten en el funcionamiento de drenaje, nos formará un criterio más amplio para diseñar las obras. A continuación se ejemplifica este punto.

1.- El eje del trazo se localiza en una zona de lomerío con escurrideros de cauce bien definido y pendiente transversal de consideración, estimándose adecuado un coeficiente de escurrimiento del tipo C de 0.8 para la formula de Talbot.

2.- Las áreas de las cuencas por drenar se determinaron.....

#### IV.- GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN

En este punto del reporte se explica la geometría del proyecto de obra vial, que esta formada por tangentes, curvas verticales, perfil, elevaciones, ampliación, etc. Con el objeto de tener todos los elementos necesarios para el proyecto geométrico de las obras de drenaje.

Se ha elaborado una forma especial llamada "Datos de Terracerías", forma —4 ; en donde se vacían datos obtenidos . Se anexa la tabla antes mencionada.

---

| CARRETERA | TRAMO | SUB TRAMO | ORIGEN | DE KM |
|-----------|-------|-----------|--------|-------|
| 1         | 1     | 1         | 1      | 1     |
| 2         | 2     | 2         | 2      | 2     |
| 3         | 3     | 3         | 3      | 3     |
| 4         | 4     | 4         | 4      | 4     |
| 5         | 5     | 5         | 5      | 5     |
| 6         | 6     | 6         | 6      | 6     |
| 7         | 7     | 7         | 7      | 7     |
| 8         | 8     | 8         | 8      | 8     |
| 9         | 9     | 9         | 9      | 9     |
| 10        | 10    | 10        | 10     | 10    |
| 11        | 11    | 11        | 11     | 11    |
| 12        | 12    | 12        | 12     | 12    |
| 13        | 13    | 13        | 13     | 13    |
| 14        | 14    | 14        | 14     | 14    |
| 15        | 15    | 15        | 15     | 15    |
| 16        | 16    | 16        | 16     | 16    |
| 17        | 17    | 17        | 17     | 17    |
| 18        | 18    | 18        | 18     | 18    |
| 19        | 19    | 19        | 19     | 19    |
| 20        | 20    | 20        | 20     | 20    |
| 21        | 21    | 21        | 21     | 21    |
| 22        | 22    | 22        | 22     | 22    |
| 23        | 23    | 23        | 23     | 23    |
| 24        | 24    | 24        | 24     | 24    |
| 25        | 25    | 25        | 25     | 25    |
| 26        | 26    | 26        | 26     | 26    |
| 27        | 27    | 27        | 27     | 27    |
| 28        | 28    | 28        | 28     | 28    |
| 29        | 29    | 29        | 29     | 29    |
| 30        | 30    | 30        | 30     | 30    |
| 31        | 31    | 31        | 31     | 31    |
| 32        | 32    | 32        | 32     | 32    |
| 33        | 33    | 33        | 33     | 33    |
| 34        | 34    | 34        | 34     | 34    |
| 35        | 35    | 35        | 35     | 35    |
| 36        | 36    | 36        | 36     | 36    |
| 37        | 37    | 37        | 37     | 37    |
| 38        | 38    | 38        | 38     | 38    |
| 39        | 39    | 39        | 39     | 39    |
| 40        | 40    | 40        | 40     | 40    |
| 41        | 41    | 41        | 41     | 41    |
| 42        | 42    | 42        | 42     | 42    |
| 43        | 43    | 43        | 43     | 43    |
| 44        | 44    | 44        | 44     | 44    |
| 45        | 45    | 45        | 45     | 45    |
| 46        | 46    | 46        | 46     | 46    |
| 47        | 47    | 47        | 47     | 47    |
| 48        | 48    | 48        | 48     | 48    |
| 49        | 49    | 49        | 49     | 49    |
| 50        | 50    | 50        | 50     | 50    |
| 51        | 51    | 51        | 51     | 51    |
| 52        | 52    | 52        | 52     | 52    |
| 53        | 53    | 53        | 53     | 53    |
| 54        | 54    | 54        | 54     | 54    |
| 55        | 55    | 55        | 55     | 55    |
| 56        | 56    | 56        | 56     | 56    |
| 57        | 57    | 57        | 57     | 57    |
| 58        | 58    | 58        | 58     | 58    |
| 59        | 59    | 59        | 59     | 59    |
| 60        | 60    | 60        | 60     | 60    |
| 61        | 61    | 61        | 61     | 61    |
| 62        | 62    | 62        | 62     | 62    |
| 63        | 63    | 63        | 63     | 63    |
| 64        | 64    | 64        | 64     | 64    |
| 65        | 65    | 65        | 65     | 65    |
| 66        | 66    | 66        | 66     | 66    |
| 67        | 67    | 67        | 67     | 67    |
| 68        | 68    | 68        | 68     | 68    |
| 69        | 69    | 69        | 69     | 69    |
| 70        | 70    | 70        | 70     | 70    |
| 71        | 71    | 71        | 71     | 71    |
| 72        | 72    | 72        | 72     | 72    |
| 73        | 73    | 73        | 73     | 73    |
| 74        | 74    | 74        | 74     | 74    |
| 75        | 75    | 75        | 75     | 75    |
| 76        | 76    | 76        | 76     | 76    |
| 77        | 77    | 77        | 77     | 77    |
| 78        | 78    | 78        | 78     | 78    |
| 79        | 79    | 79        | 79     | 79    |
| 80        | 80    | 80        | 80     | 80    |
| 81        | 81    | 81        | 81     | 81    |
| 82        | 82    | 82        | 82     | 82    |
| 83        | 83    | 83        | 83     | 83    |
| 84        | 84    | 84        | 84     | 84    |
| 85        | 85    | 85        | 85     | 85    |
| 86        | 86    | 86        | 86     | 86    |
| 87        | 87    | 87        | 87</   |       |

**ANCHO DE CORONA**

ESPESOR DE BASE Y SUB-BASE  
ESPESOR DE CARPETA

CUNETAS: ANCHO \_\_\_\_\_  
PROFUNDIDAD \_\_\_\_\_

[illegible]

**Cuadro X.2 Formato F-4**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

# CAPITULO

# ONCE

---

## **XI CONCLUSIONES**

La construcción del Libramiento Carretero en el Municipio de Perote contribuirá al fortalecimiento de los lazos de intercambio económico entre dos ciudades. Y favorecerá el ahorro en los costos de transporte y operación, lo cual se verá reflejado en las actividades comerciales y de servicios de la región.

Por otro lado el proyecto implica beneficios durante el proceso de construcción, ya que generara empleos temporales y algunos permanentes.

La ejecución de esta vía permitirá una conexión mas ágil entre la Ciudad de Xalapa y el sur del Estado de Veracruz, lo cual dará un mayor auge a las poblaciones en pleno desarrollo y una ruta con la cual se podrá desplazar a la ciudad de Xalapa de una forma más rápida, permitiendo que dicho estado cuente con una vía corta de altas especificaciones el cual fortalecerá el intercambio comercial entre el centro del país y Xalapa.

La ruta actual se reducirá en un tiempo estimado de 45 min. de la Ciudad de México-Puebla-Xalapa, cruzando por el municipio de Perote; esto dependía del horario del tránsito, el cual proporcionara mayor seguridad y confort al usuario con un importante ahorro en costos de operación y mantenimiento de los vehículos.

El impacto ambiental que se generará debido a la construcción del libramiento es inevitable, sin embargo se han tomado en cuenta medidas de mitigación y prevención necesarias para evitar efectos secundarios y el menor daño pasible a la fauna y flora en la zona del proyecto, durante la ejecución de éste.

---

En la etapa de construcción se generarán empleos directos, para personas relacionadas con la industria de la construcción y servicios necesarios. Posteriormente durante la operación y mantenimiento se crearán algunos empleos permanentes. Además se contemplan empleos indirectos como el hospedaje y la alimentación en el Municipio de Perote y las Localidades cercanas.

La construcción del libramiento beneficiara directamente a Xalapa, así como la actividad comercial que actualmente circula por esta vía, por otro lado existirán otro tipo de beneficios como la disminución de accidentes dentro del Municipio de Perote, la incorporación al desarrollo comercial de las diferentes Localidades dentro del estado de Veracruz y cercanas a Perote para el intercambio en líneas de autobuses y camiones de carga ya que a la fecha existen varios proyectos para intercomunicar dichas localidades a esta vía.

Por otro lado, el tránsito diario promedio anual en la carretera actual oscila en los 9,870 vehículos en ambos sentidos, y se espera que al inaugurarse el libramiento de Perote se incremente el TDPA un 4 % anual.

Finalmente con la realización del presente trabajo se puede justificar la necesidad de la ejecución del libramiento donde se enfocan, los diferentes beneficios que se obtendrán de su construcción.

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- ❖ Atlas de Carreteras  
Guía Roji  
México D.F. 2001.
  - ❖ CUADERNO ESTADÍSTICO MUNICIPAL "PEROTE ESTADO DE VERACRUZ"  
H. Ayuntamiento Constitucional de Perote  
INEGI  
Gobierno del Estado de Veracruz, Edición 1999.
  - ❖ ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES  
Fernando Olivera Bustamante  
Editorial CECSA  
México, D.F. 1996.
  - ❖ FUNDAMENTOS DE GEOLOGÍA FÍSICA  
Lett – Judson  
Editorial LIMUSA  
México D.F. 1993.
  - ❖ INGENIERÍA DE CARRETERAS  
Paul H. Wright, Radnor J. Paquette  
Editorial LIMUSA  
México, D.F. 1993.
  - ❖ INGENIERÍA DE TRÁNSITO, Fundamentos y Aplicaciones  
Rafael Cal y Mayor R. James Cárdenas G.  
Editorial Alfaomega  
México, D.F. 2000.
  - ❖ LA INGENIERÍA DE SUELOS EN LAS VÍAS TERRESTRES  
Rico R. Alfonso, Emilio del Castillo  
Editorial LIMUSA  
México, D.F. 1989.
-

- ❖ MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
México, D.F. 1984.
- ❖ SEMINARIO DE INGENIERÍA VIAL  
"Planeación Estratégica en la Infraestructura Carretera"  
Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías terrestres  
México D.F. Octubre, 2001.
- ❖ TOPOGRAFÍA GENERAL  
Montes de Oca Miguel  
Editorial Alfaomega  
México D.F. 1996.

**Tesis:**

- ❖ ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA AUTOPISTA JALA-  
PUERTO VALLARTA  
Tesis profesional  
León Espinosa Nancy Noemí  
UNAM 1999.
- ❖ PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA SAN  
ROBERTO. ALLENDE EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN  
Tesis Profesional  
Vargas Berra Vicente, Ruiz Ceron Christian  
UNAM 2000.

**Paginas Web :**

- ❖ [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
  - ❖ [www.sct.gob.mx](http://www.sct.gob.mx)
  - ❖ [www.construaprende.cjb.net](http://www.construaprende.cjb.net)
  - ❖ [www.ingenieriacivil.cbj.net](http://www.ingenieriacivil.cbj.net)
-

- ❖ **MANUAL PRACTICO PARA CALCULO DE DRENAJE EN CARRETERAS**  
Ings: Candido Mondragón Rivera  
Hugo Ricardez Valencia  
México, D.F.
  
  - ❖ **MANUAL DEL INGENIERO CIVIL**  
Frederick S. Merritt, M. Kent Loftin, Jonathan T. Ricketts  
Cuarta Edición, Tomo II  
Editorial Mc Graw Hill
-