



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN

ESTUDIO GEOTECNICO Y PROYECTO GEOMETRICO  
DEL CAMINO: ESPAÑITA-IXTACUIXTLA EN EL  
ESTADO DE TLAXCALA

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A N :  
MIGUEL ENRIQUE VELAZQUEZ MARTINEZ  
LUIS MARTINEZ MAXIMO

DIRECTOR DE TESIS: ING. JOSE P. MEJORADA MOTA



**ENEP**  
ARAGON

SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEXICO 1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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 está 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.

# I N D I C E

	Pag.
INDICE -----	2
CAPITULO I	
INTRODUCCION -----	6
CAPITULO II	
GENERALIDADES	
2.1 Etapas de un camino -----	8
2.2 Antecedentes y descripción del proyecto -----	11
2.2.1 Antecedentes -----	11
2.2.2 Descripción del proyecto -----	11
2.3 Características regionales -----	11
2.3.1 Morfología -----	11
2.3.2 Clima -----	11
2.3.3 Geología -----	11
CAPITULO III	
PROYECTO PRELIMINAR PARA EL CAMINO	
3.1 Anteproyecto -----	13
3.1.1 Trazo preliminar -----	13
3.1.2 Nivelación de la línea preliminar -----	13
3.1.3 Levantamiento de las secciones transversales de topografía -----	14
3.1.4 Estudios geotécnicos -----	14
3.1.5 Estudios de drenaje -----	14
3.1.6 Formulación del anteproyecto -----	15
CAPITULO IV	
PROYECTO DEFINITIVO DEL CAMINO	
4.1 Planta definitiva -----	17
4.2 Trazo definitivo -----	17
4.2.1 Procedimiento para el trazo -----	17
4.2.2 Registro de campo -----	18
4.3 Cálculo de coordenadas -----	19
4.4 Alineamiento horizontal	
4.4.1 Definición y elementos que lo integran -----	27
4.4.2 Tangentes -----	27
4.4.3 Curvas circulares -----	27
4.4.4 Curvas de transición -----	30
4.5 Nivelación -----	31
4.5.1 Nivelación de perfil -----	31
4.5.2 Nivelación diferencial -----	32
4.5.3 Registro de campo -----	32
4.5.4 Cálculo de las cotas de nivel -----	32
4.6 Perfil definitivo	
4.6.1 Dibujo del perfil definitivo -----	33
4.6.2 Alineamiento vertical -----	33
4.7 Sección transversal	
4.7.1 Definición y elementos que la integran -----	47
4.7.2 Corona -----	47
4.7.3 Subcorona -----	55
4.7.4 Cunetas y contracunetas -----	57
4.7.5 Taludes -----	60
4.7.6 Partes complementarias -----	61
4.7.7 Registro de campo -----	61

	Pag.	
<b>CAPITULO V</b>		
<b>ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA PROYECTO Y CONSTRUCCION DE TERRACERIAS</b>		
5.1 Generalidades		
5.1.1 Objeto del estudio -----	72	
5.1.2 Referencias -----	72	
5.1.3 Exploración y muestras -----	72	
5.2 Geotecnia		
5.2.1 Características del subsuelo -----	72	
5.2.2 Ensayes de laboratorio -----	73	
5.3 Datos para el proyecto -----	73	
5.3.1 Cortes y terraplenes -----	73	
5.3.2 Capa subrasante -----	87	
5.3.3 Cimentación de obras de drenaje menor -----	87	
5.3.4 Obras complementarias de drenaje -----	88	
5.3.5 Bancos de materiales para obras de drenaje -----	88	
5.4 Normas de construcción -----	88	
5.4.1 Desmonte -----	88	
5.4.2 Despalmes -----	88	
5.4.3 Cortes -----	91	
5.4.4 Terraplenes -----	91	
5.4.5 Capa subrasante -----	91	
<b>CAPITULO VI</b>		
<b>CURVA MASA</b>		
6.1 Generalidades -----	93	
6.2 Proyecto de la subrasante -----	93	
6.2.1 Elementos que definen el proyecto de la subrasante -----	93	
6.3 Cálculo de volúmenes y movimientos de terracerías --	97	
6.3.1 Secciones de construcción -----	97	
6.3.2 Determinación de áreas -----	98	
6.3.3 Cálculo de volúmenes -----	98	
6.3.4 Movimientos de terracerías -----	101	
<b>CAPITULO VII</b>		
<b>PROYECTO DE DRENAJE -----</b>		<b>128</b>
7.1 Funcionamiento hidráulico -----	130	
Registro de nivelación del eje de la obra -----	133	
Dibujo del perfil de la obra -----	134	
Cálculo de longitud de obra -----	135	
Plano constructivo -----	136	
<b>CAPITULO VIII</b>		
<b>ESTUDIO PARA PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO</b>		
8.1 Generalidades		
8.1.1 Objeto del estudio -----	138	
8.1.2 Socioeconomía -----	138	
8.2 Estudios		
8.2.1 Campo -----	138	
8.2.2 Laboratorio -----	138	
8.2.3 Tránsito -----	139	
8.2.4 Selección de bancos -----	139	
8.3 Proyecto		
8.3.1 Criterio -----	139	
8.3.2 Parámetros -----	145	
8.3.3 Secciones estructurales -----	145	
8.4 Normas generales de construcción -----	145	

8.4.1 Terracerías -----	Pag. 151
8.4.2 Pavimento -----	151
8.4.3 Recomendaciones -----	153
8.5 Cantidad de obra -----	153
CAPITULO IX	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	163
BIBLIOGRAFIA -----	165

# CAPITULO I

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

En el presente trabajo se describe la manera de llevar a cabo el estudio geotécnico y proyecto geométrico, para la realización de un camino. tal es el caso del camino: España - Ixtacuixtla, en el Estado de Tlaxcala.

El estudio geotécnico es todo el conjunto de estudios de campo y laboratorio. recorridos e inspecciones, análisis y cálculos que conducen al conjunto de recomendaciones y conclusiones necesarias para establecer los lineamientos a que se ha de sujetar el proyecto y el procedimiento de construcción del camino.

En la ejecución de un estudio geotecnico pueden distinguirse dos etapas. La primera comprende reconocimientos, exploración, levantamiento de datos y las pruebas de laboratorio. En la segunda etapa se recopila la información disponible, se analiza y se producen recomendaciones detalladas y concretas; redactando por último el informe correspondiente.

Respecto al proyecto geométrico, esta formado por la definición geométrica y estructural de las terracerías, el drenaje, el pavimento y las obras complementarias. Cada uno de estos elementos en las diferentes etapas de su estructura, se define mediante el análisis de varias alternativas en las que se comparan costos y beneficios.

No se mencionan las intersecciones, el señalamiento, los puentes y túneles, por no ser un camino de primera importancia.

Cabe hacer mención que en lo referente a los movimientos de terracerías se conjuntan tanto los estudios debidamente requisitados como el trazo geométrico del camino. Todo esto para construir un camino económico y funcional considerando bajos costos de operación y conservación.

Se aplican los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el transcurso de la formación académica del estudiante en el area de Ingeniería Civil, a un caso real; como son: topografía, geología, mecánica de suelos, hidráulica e hidrología, pavimentos, vías terrestres. Los cuales se conjugan para la elaboración del trabajo.

Esperando que pueda ser útil a quienes tengan interés en el tema.

Por último es importante comentar que del tramo en estudio (km 0+000 a km 8+000), se tomo el tramo representativo del km 3+300 al km 4+600; ya que en este se contemplan mejor los conceptos para objeto de estudio.

## CAPITULO II

## CAPITULO I I

### GENERALIDADES

#### 2.1 Etapas de un camino.

En el estudio de un camino se distinguen varias etapas que se indican a continuacion:

- a) La planeacion
- b) El proyecto
- c) La construccion
- d) Operacion y seguimiento del camino

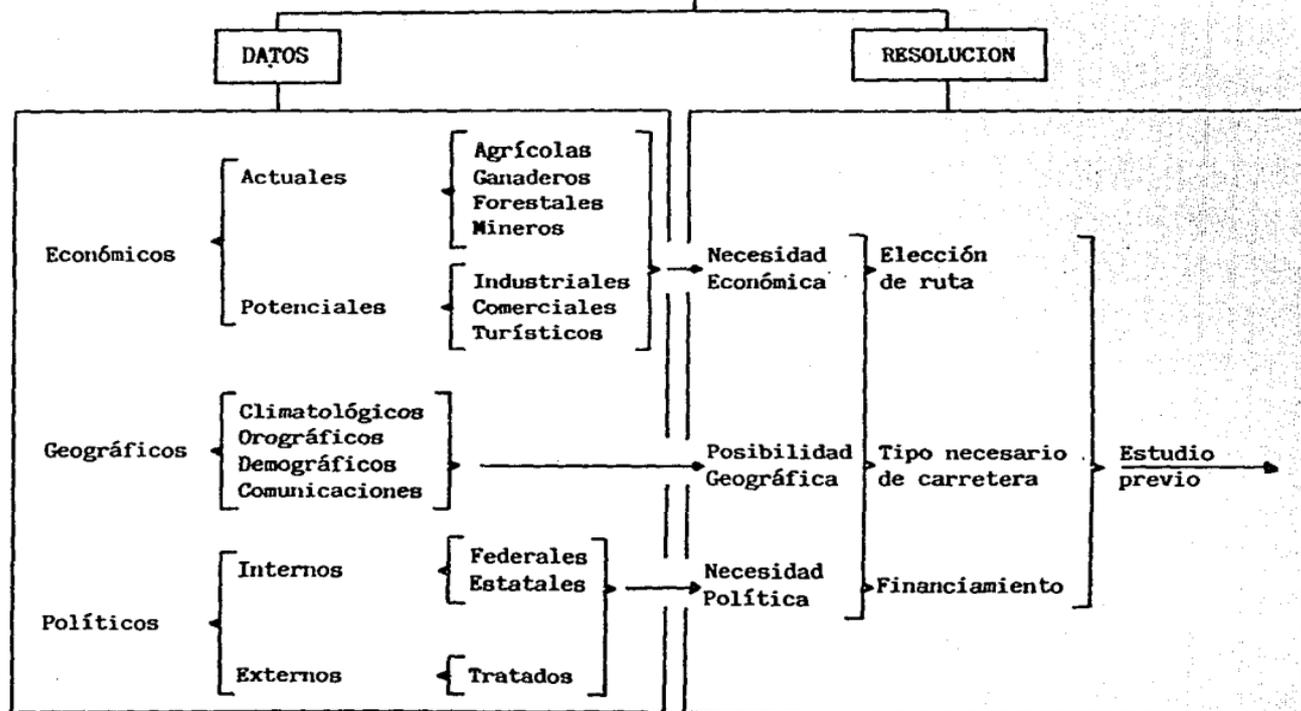
El trabajo realizado por la Planeacion es el estudio previo. Este pasa a el Proyecto, el cual se elabora teniendo al estudio previo como punto de partida y realizandose los estudios topograficos, geologicos, de mecanica de suelos y de estructuras para formar los planos y especificaciones de construccion. Estos pasan a la siguiente fase que es la Construccion. El resultado de este trabajo combinado es la Operacion y seguimiento del camino, o sea la fase final para la cual se planeo, se proyecto y se ejecuto la obra.

#### a) La Planeacion.

La planeacion consiste en agrupar, dentro del analisis tecnico, de manera armonica y coordinada, todos los factores geografico-fisicos, economico-sociales y politicos que caracterizan a una determinada region. El objeto de lo anterior es el descubrir claramente la variedad de problemas y deficiencias de toda indole, las zonas de mayor actividad humana actual y aquellas economicamente potenciales, para dar por ultimo como resultado, un estudio previo. Este estudio servira como instrumento eficaz para ajustar, equilibrar, coordinar y promover el adelanto mas completo de la zona considerada. La conclusion da a conocer los lineamientos de una obra vial por ejecutar, todo con fundamento en la demanda de caminos deducida de las condiciones socio-economico-politicas prevalecentes.

En el cuadro siguiente se presenta la division de la ----- planeacion.

# LA PLANEACION



b) El Proyecto.

Proyectar carreteras en México, hoy implica una gran responsabilidad y un reto, pues la situación económica del país obliga más que nunca a continuar el desarrollo nacional dentro de un marco estricto de austeridad y racionalidad en la ejecución de las obras.

El proyecto de carreteras está formado por la definición geométrica y estructural de las terracerías, el drenaje, el pavimento, las intersecciones, el señalamiento, los puentes, los túneles y las obras complementarias.

Cada uno de estos elementos, en las diferentes etapas de su estudio se define mediante el análisis de varias alternativas en las que se comparan costos y beneficios. Si tradicionalmente se manejaron los costos de construcción, operación y conservación, ya resulta indispensable incluir los costos financieros, los costos sociales y los ecológicos.

En el proyecto debe considerarse siempre a la carretera como un conjunto que tiene tránsito variable, un desarrollo, una combinación de alineamientos y una combinación de secciones transversales que implican costos y beneficios variables con el tiempo.

En la actual situación, se requiere que lo primordial del proyecto debe ser la del camino que crece, es decir, que los

proyectos se elaboren de manera que la carretera pueda evolucionar en su geometría y en su estructura para atender, con el mínimo costo total a los requerimientos del tránsito y de sus servicios colaterales.

c) La Construcción.

En la construcción se cuida y se comprueba que la ejecución de la obra se haga conforme a lo especificado en el proyecto.

Una intervención de gran importancia, es la de delinear y proponer los procedimientos de construcción y el equipo más adecuado en concordancia con los suelos que van a ser atacados y los materiales que se van a emplear, teniendo en cuenta en las recomendaciones que se hagan, el problema topográfico.

d) Operación y seguimiento del camino.

Una vez terminada la obra, se iniciará la etapa de operación, protección y mantenimiento de las instalaciones construidas.

Lo anterior incluye el monitoreo continuo de su funcionamiento y ésta se realizará en forma permanente, ya que a través de ella se generará información para evaluar los resultados del proyecto y retroalimentar la etapa del diagnóstico. Todo esto permitirá actualizar la identificación y problemas que se presenten y por lo tanto, las acciones necesarias para resolverlos.

## 2.2 Antecedentes y descripción del proyecto.

### 2.2.1 Antecedentes.

El Gobierno del Estado de Tlaxcala requirió de la modernización y pavimentación del camino estatal Española - Ixtacuixtla, con origen en la población de Española, Tlaxcala. Para llevar a cabo el nuevo proyecto geométrico se requiere del estudio geotécnico de la zona en la que se ubica la actual vía de comunicación.

En la actualidad el camino presenta la sección geométrica a nivel de subcorona, la cual está protegida por el material de revestimiento provisional, cuenta con obras de drenaje menor y algunas complementarias, como son: cunetas no revestidas y contracunetas.

La finalidad que tendrá el proyecto es de brindar al usuario un camino con especificaciones geométricas que le permitan circular cómoda y seguramente; así también comunicará más rápidamente los caminos: Texcoco - Apizaco y ----- San Martín - Tlaxcala.

### 2.2.2 Descripción del proyecto.

El proyecto geométrico corresponde al del tipo "D" mejorado de la clasificación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en el que se considera: ancho de corona de 6.00 metros, pendiente máxima de 9%, grado de curvatura máxima de 11 y velocidad de operación de 50 - 70 km/hr.

## 2.3 Características regionales.

### 2.3.1 Morfología.

La morfología de la zona donde se desarrolla el proyecto, es de terreno clasificado como lomerío suave que cambia a fuerte del km 6+000 en adelante.

### 2.3.2 Clima.

Según el Sistema de clasificación Koopen, modificado por E. García para adaptarlo a la República Mexicana, la zona donde se desarrolla el proyecto, tiene un clima que pertenece a los templados húmedos, el más húmedo con temperatura media anual de 16.C y poca oscilación térmica entre 5 y 7.C. El régimen pluviométrico es de lluvias de verano con porcentaje de lluvias invernales menor al 5% del anual. La acumulación total por año es del orden de 800 mm.

### 2.3.3 Geología.

La geología de la zona está representada por formaciones del Cenozoico, períodos Cuaternario y Terciario Superior e Inferior, de origen ígneo, los materiales están representados por rocas clasificadas como ígneas extrusivas básicas, andesita, piroclásticas y tobas. El camino se ubica sobre una toba arcillosa, color café, muy compacta y húmeda.

## CAPITULO III

## C A P I T U L O   I I I

### PROYECTO PRELIMINAR PARA EL CAMINO

Debido a que en el presente trabajo no fue necesario la realización del proyecto preliminar, unicamente se describirá la metodología a seguir para el anteproyecto de un camino.

#### 3.1 Anteproyecto.

Es el resultado de estudios y levantamientos topográficos que se llevan a cabo con base en los datos previos, para situar en planos obtenidos de esos levantamientos, el eje que seguirá el camino.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes definirá la ruta general y los puntos obligados que deberá tocar el camino.

El anteproyecto se desarrollara de acuerdo con las especificaciones de proyecto geométrico vigentes en la Secretaría para el tipo de camino de que se trate.

Los trabajos comprenderán lo siguiente:

##### 3.1.1 Trazo preliminar.

Consistirá en el trazo y levantamiento de una poligonal abierta, cuyos vértices se establecerán convenientemente en el terreno, considerando la topografía de la zona y las especificaciones de proyecto.

Dichos vértices se amojonaran y se determinaran las deflexiones que forman las tangentes inmediatas, con aproximación de un minuto, referenciando uno de cada cinco vértices, como mínimo.

En las tangentes se localizaran estaciones cerradas cada 20 metros, identificandolas con trompos y estacas. Cada cinco kilometros se orientaran las tangentes correspondientes para determinar su rumbo astronómico y comprobar que el cierre angular de la poligonal queda dentro de la tolerancia que establece la siguiente expresión:

$$T = a N$$

donde:

T = Tolerancia en minutos

a = Aproximación de lectura en el tránsito

N = Numero de lecturas efectuadas

##### 3.1.2 Nivelación de la línea preliminar.

Se determinaran las elevaciones del terreno en las estaciones cerradas y en los puntos intermedios que se requiera para definir el perfil del terreno a lo largo de la poligonal.

debidamente señalados. La elevación de cada banco se comprobara utilizando los metodos convencionales. La tolerancia que se aceptara para dicha comprobación será la que se obtenga de aplicar la siguiente expresión:

$$T = 0.01 K$$

donde:

T = Tolerancia en centímetros

K = Numero de kilometros nivelados

La elevación de los bancos y la de los puntos de liga se determinaran al milimetro.

### 3.1.3 Levantamiento de las secciones transversales de topografía.

Se levantarán estas secciones en las estaciones cerradas y en todos los puntos intermedios que se requiera para definir la configuración del terreno y los accidentes existentes, con la amplitud suficiente para obtener la faja necesaria para alojar en ella al anteproyecto. La equidistancia de las cotas redondas será congruente con el tipo de terreno.

Las plantas topográficas se dibujaran a escala 1:2000, con curvas de nivel a cada dos metros o a cada metro, según lo especifique la Secretaría.

### 3.1.4 Estudios Geotécnicos.

La determinación de los coeficientes de variación volumetrica, clasificación de suelos y rocas, inclinación de taludes y demás datos geométricos, se obtendrán con base en los estudios geotécnicos realizados.

Un estudio geotécnico a nivel de anteproyecto preliminar, cubrirá todos los aspectos de un estudio geotécnico definitivo, pero con menor detalle, haciendo por otra parte mayor hincapie en aquellos aspectos del terreno de cimentación que pudieran afectar la ubicación del proyecto, tanto en alineamiento horizontal como en rasante.

La información geotécnica deberá presentarse en forma sencilla, clara y ordenada, traduciendo las características de las formaciones observadas en el campo, a valores numéricos y recomendaciones que puedan ser tomadas en cuenta en el proyecto geométrico.

### 3.1.5 Estudios de Drenaje.

Las dimensiones y características de las obras de drenaje, se determinaran de acuerdo con los estudios de drenaje efectuados. Asimismo, deberá incluirse una estimación de las obras complementarias de drenaje que requiera el camino.

El proyecto del sistema de drenaje de un camino se plantea atendiendo a tres pasos basicos en la solución : Localización del cruce mas adecuado, análisis hidrológico e hidraulico de --

las zonas por drenar y diseño hidráulico de las estructuras componentes del mismo.

### 3.1.6 Formulación del Anteproyecto.

Con apoyo en la planta topográfica se determinara el eje del camino, definiendo su alineamiento horizontal mediante tangentes y curvas circulares, estableciendo las longitudes y rumbos de las tangentes, las deflexiones, el grado y las longitudes de las curvas y los cadenamientos del principio y fin de cada curva (PC y PT).

El perfil del terreno sobre el eje del camino se obtendrá deduciéndolo del plano topográfico y se dibujara a escala horizontal 1:2000 y vertical 1:200.

El alineamiento vertical del camino se definirá obteniendo las elevaciones de la rasante cada 200 metros, las longitudes y pendientes de las tangentes verticales, así como el cadenamiento y la elevación de los puntos característicos de las curvas verticales (PCV, PIV y PTV).

El anteproyecto del camino deberá corresponder a la solución mas económica posible, considerando los volúmenes de obra, movimientos de terracerías y los precios del tabulador de la Secretaría vigentes en la zona en que se localiza el camino. Para ello se harán los ajustes que sean necesarios tanto al alineamiento horizontal como al proyecto de la rasante.

Elaboración de planos. Los planos se elaboraran conteniendo toda la informacion requerida.

## CAPITULO IV

## CAPITULO IV

### PROYECTO DEFINITIVO DEL CAMINO

La etapa de proyecto se inicia una vez situada la línea, con estudios de una precisión tal, que permiten definir las características geométricas del camino, las propiedades de los materiales que lo formaran y las condiciones de las corrientes que cruza.

Con respecto a las características geométricas, los estudios permitirán definir la inclinación de los taludes de cortes y terraplenes y la elevación de la subrasante.

Referente a las propiedades de los materiales que formaran las terracerías, se dictaran normas para su detección, explotación, manejo, tratamiento y compactación.

Las obras de drenaje quedaran definidas principalmente por las condiciones hidráulicas de las corrientes que cruza el camino unidas a las características de los materiales del cauce.

Buscando la mayor economía posible en la construcción del camino se realiza el cálculo de los movimientos de terracerías por medio del diagrama de curva masa; asimismo se dan los procedimientos que deben seguirse durante la construcción.

#### 4.1 Planta Definitiva.

La planta definitiva se elabora a partir del registro del trazo definitivo del cual se toman los elementos para calcular las coordenadas, estos elementos son: las distancias libres entre PC y PT, las subtangentes, los rumbos de las líneas con sus nombres de los PST, PC, PT, PI, TE, ET, etc.

#### 4.2 Trazo Definitivo.

##### 4.2.1 Procedimiento para el trazo.

Se localizan los vértices o puntos de inflexión (PI) que sean necesarios para la poligonal.

Elegidos los puntos de inflexión, se coloca el tránsito en el primer PI, se centra, se nivela y se toma línea hacia el PI.

0

1

Con el tránsito se van alineando a los cadeneros, los cuales con ayuda de plomada y cinta van midiendo longitudes de 20 metros, las cuales son las estaciones cerradas, estas se señalan con trompos y estacas en las que se anota el cadenamamiento; cuando no es posible medir los tramos de 20 metros por cuestión de topografía, los cadeneros se auxilian con fichas para trazar provisionalmente distancias menores y recogerlas cuando hayan completado la estación cerrada.

Al trazar la última estación cerrada antes de llegar al PI<sup>1</sup>, se toma la distancia que existe de esta al PI<sup>1</sup>, anotandose la suma de la medida más el último cadenamiento que es la distancia total del PI<sup>0</sup> al PI<sup>1</sup>, la cual se anota en una estaca testigo.

Después de transportar el tránsito al PI<sup>1</sup>, nuevamente se centra. se nivela y se pone en ceros: auxiliandose con una baliza en el PI<sup>0</sup> se toma línea con el aparato en posición inversa, después se da vuelta de campana (prolongación de la línea PI<sup>0</sup>-PI<sup>1</sup>), se afloja el tornillo particular y se visa el siguiente punto de inflexión PI<sup>2</sup>, a continuación se lee el ángulo de deflexión, anotando si es derecha o izquierda, esta operación se repite mínimo dos veces para comprobar el valor del ángulo.

Para proseguir el trazo de las estaciones cerradas, al cadenamiento de la siguiente estación se le resta el kilometraje de la estación anterior (PI<sup>1</sup>) para que sea esta la

distancia que se mida, ejemplo:	
distancia de PI <sup>0</sup> a PI <sup>1</sup>	26.34 metros
estación siguiente después de PI <sup>1</sup>	0+040.00
distancia de trazo 40.00 - 26.34	13.66 metros

De esta manera se continua el trazo, haciendo además una orientación astronómica, esto con el fin de controlar angularmente la poligonal.

Como en algunos casos las distancias existentes entre los puntos de inflexión son demasiado largas, se procede a colocar puntos intermedios de apoyo, los cuales se conocen como puntos sobre tangente (PST), mismos que se localizan sobre la tangente y sirven para colocar el tránsito en ellos y así facilitar el trazo.

#### 4.2.2 Registro de campo.

Este registro se va controlando de abajo hacia arriba, teniendo en el las siguientes columnas:

Estación. En ella se coloca el nombre del punto sobre el cual se encuentra centrado el aparato.

Punto de estación. Se anota el nombre del punto que se esta visando (punto de adelante), de los cadenamientos de las estaciones cerradas (PST, PC, PT, PI).

Deflexión. Se anota el valor de la deflexión que existe en el vértice en que esta colocado el aparato, en la columna

Rumbo magnético observado (RMO). Se anota el valor angular del RMO.

Rumbo astronómico calculado (RAC). Se anota el valor del RAC, el cual se tendrá en la primera línea y a cada cinco o 10 kilómetros, para efecto de comprobación.

Referencias. Se hace un dibujo indicando los puntos referidos con distancia y valor angular.

Este levantamiento se lleva a cabo utilizando el método de radiaciones el cual consiste en ir tomando el ángulo que existe entre el eje y la línea que une a la estación con el punto deseado, utilizando el tránsito que parte de 0 00' en su vernier y haciéndolo girar en el sentido de las manecillas del reloj e ir radiando todos los objetos referenciados, hasta lograr una vuelta completa de 360 , o sea llegar nuevamente a visar el punto de adelante del trazo.

Simultáneamente se toman las distancias que existen de la estación al detalle planimétrico.

Para localizar estos datos en la planta no es necesario calcular las coordenadas para cada uno de los objetos referenciados, por lo que únicamente se trazan con el transportador.

#### 4.3 Cálculo de Coordenadas.

Del registro del trazo definitivo se toman los elementos para el cálculo de coordenadas: estos elementos son: las distancias libres entre PC y PT, las subtangentes, los rumbos de las líneas con sus rumbos de los PST, PC, PT, PI, TE, ET, etc.

#### Procedimiento:

Las columnas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se llenan con valores obtenidos del registro del trazo definitivo.

Los R.A.C. se obtienen por el procedimiento de deflexiones a partir de un rumbo conocido, dado por la orientación astronómica.

#### Procedimiento de Deflexiones.

Para este método se utiliza el diagrama No. 1:

Las deflexiones derechas son las que giran en el sentido de las manecillas del reloj y las izquierdas en sentido contrario. Los rumbos giran de norte a este y oeste, y de sur a este y oeste; por lo tanto a los rumbos N-E y S-W se les suman las deflexiones derechas y se les restan las deflexiones izquierdas, y a los rumbos N-W y S-E se les suman las deflexiones izquierdas y se les restan las derechas.

Siguiendo este procedimiento se calculan todos los R.A.C.

**REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO**

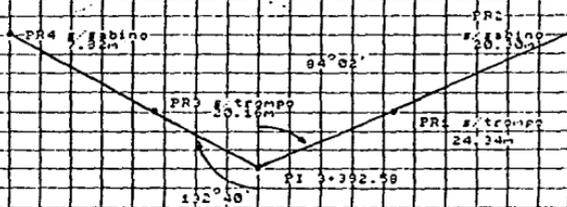
CAMINO: ESPANITA - INTACUIXTLA  
 SUB TRAMO: KM 3+123 KM 3+570

TRAMO: KM. 0+000 KM. 9+000  
 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

**U . N . A . M .**  
**K.N.E.P. ARAGON**  
 ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

Estacion	Deflexion	Datos Curva	Rumbo Magnetico Observado	Rumbo Astronomico Calculado
570	27° 18'	PI 3+532.76		
560	24° 33'	61° 34' D		
550	21° 40'	G 11°		
540	19° 03'	R 104.17		
530	16° 10'	SI. 62.06		
520	13° 33'	LC. 111.94		
510	10° 40'	D/H 0 16' 30"		
3+500	8° 03'			
490	5° 10'			
480	2° 32'			
3+470.7	FC 0° 00'			
460				
440				
3+421.65	FI 8° 47' 30"	PI 3+392.58		
420	9° 33'	17° 55' D		
3+400	5° 33'	G 6°		
380	2° 33'	R 190.99		
3+363.04	FC 0° 00'	SI 29.54		
360		LC 58.61		
340		D/H 0 09'		
320				
3+300				
280				
260				
240				
220				
2+200				
180				
160				
140				
120				

**R E F E R E N C I A S**



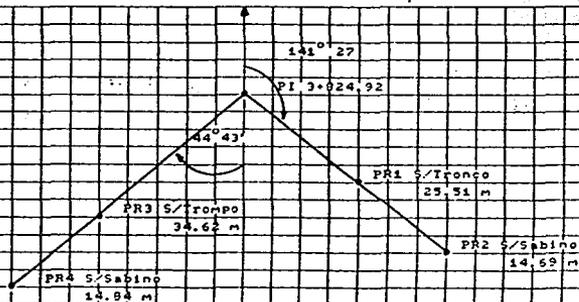
**REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO**

CAMINO: ESPANITA - IXTACUIVILA      TRAMO: KM. 0.000 KM 8.000  
 SUB TRAMO: KM. 3.500 KM. 3.840      ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

U . N . A . M .  
 E.N.K.F. ARAGON  
 ING. CIVIL      TESIS PROFESIONAL

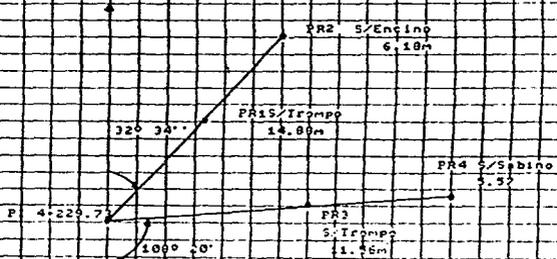
Estacion	Deflexion	Datos Curva	Rumbo Magnetico Observado	Rumbo Astronomico Calculado
3+850	100 03'	PI 3+824.92		
840	150 33'	440 44' I		
930	130 03'	G 100		
920	100 33'	R 114.59		
910	00 03'	SI 47.15		
800	50 33'	LC 89.47		
790	30 03'	D/H 00 15'		
780	00 33'			
3+777.77	PC	00 00'		
	CL			
760				
740				
720				
3+700				
3+609.78	PI	20 24'	I	
690				
660				
640				
620				
600				
3+322.64	PI	300 47'		
330		300 03'		

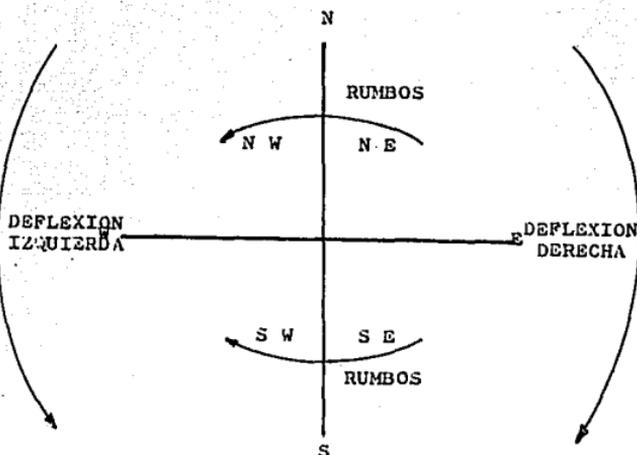
**REFERENCIAS**





REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO						U . N . A . M .	
CAMINO: ESPANITA -IXTACUIXTLA				TRAMO: KM. 0+000 KM 0+000		I.N.E.F. ARAGON	
SUB TRAMO: KM. 4+090 KM. 4+460				ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA		ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL	
Estacion		Deflexion	Datos Curva	Rumbo Magnetico Observado	Rumbo Astronomico Calculado	REFERENCIAS	
460							
440							
420							
400							
380							
4+379.61	PI	10 48' I					
360							
340							
320							
4+300							
280							
4+273.14	P.T.	170 59'	PI 4+229.73				
270		170 21'	350 57' D				
260		150 21'	G 80				
250		130 21'	R 143.24				
240		110 21'	SI 46.47				
230		90 21'	LC 99.88				
220		70 21'	D/H 00 12'				
210		50 21'					
200		30 21'					
190		10 21'					
4+193.26	P.C	00 00'					
190							
160							
140							
120							
4+115.07	P.T	520 10' 30'					
110		500 47'					
4+100		400 02'					
090		450 17'					





Se obtienen las funciones trigonométricas seno y coseno para cada uno de los valores angulares de los rumbos y se colocan en la columna a que corresponden.

Los valores obtenidos de seno y coseno se multiplican por las distancias y se colocan en las columnas que indiquen la dirección del rumbo, ya sea E o W y N o S, según corresponda.

La columna de las "X" parte con un valor arbitrario suficientemente grande para evitar así tener abscisas negativas, a ese valor se le suman los datos de la columna E y se le restan los de la columna W, según corresponda.

La columna de las "Y" también parte con un valor arbitrario suficientemente grande para evitar tener ordenadas negativas, a ese valor se le suman los datos de la columna N y se le restan los de la columna S, según corresponda.

De esta manera se calculan las coordenadas (X,Y).

Ya determinadas las coordenadas, se procede a dibujar el eje del trazo proyectando las curvas horizontales, haciendo uso de un juego de círculos previamente elaborados con lamina de mica y a la misma escala de la planta y cada una tendrá el grado y el radio a que pertenecen, así como su cadenamamiento correspondiente.



X=52,200

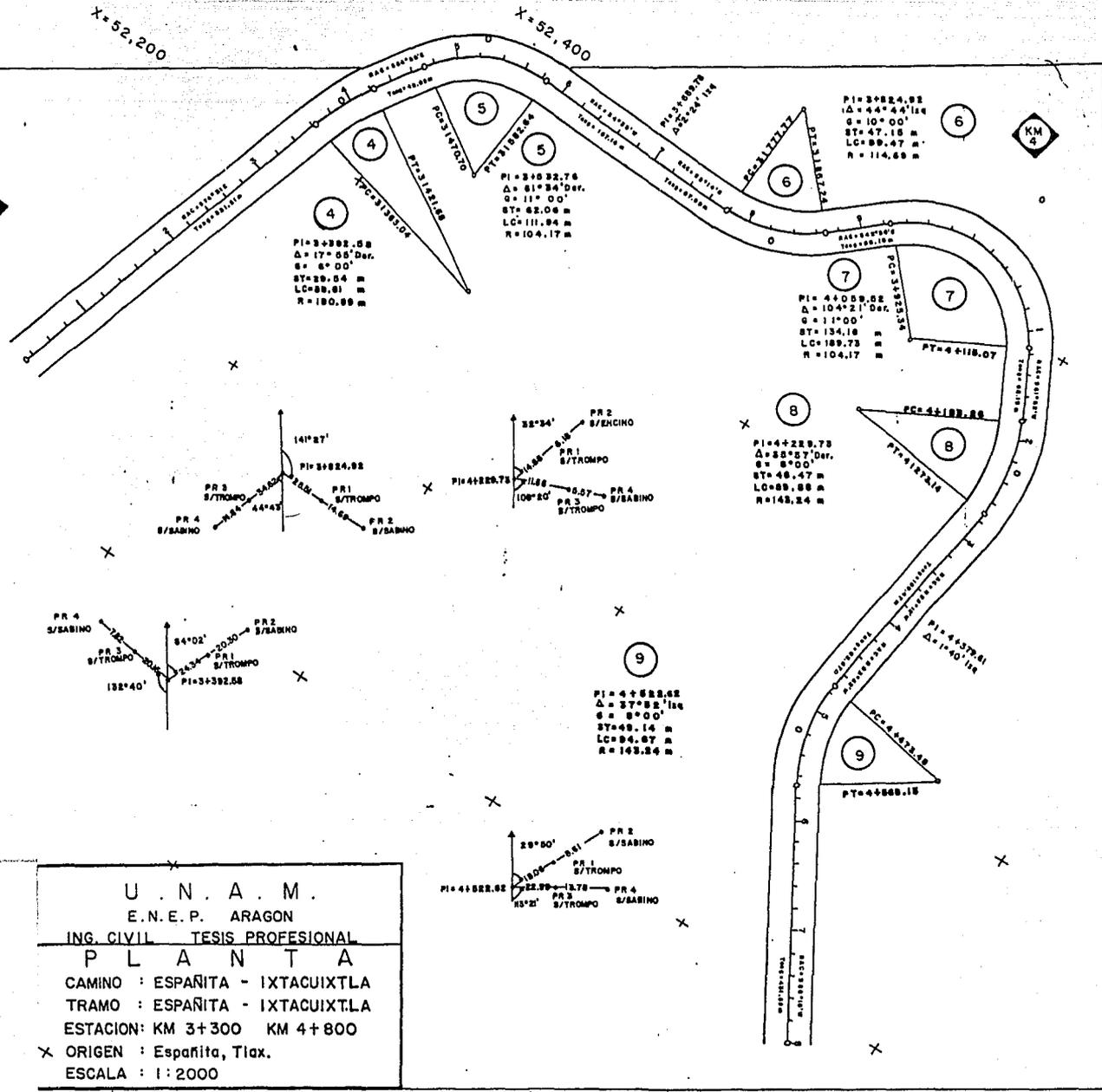
X=52,400

Y=46,800

Y=46,600

KM 3

KM 4



PI=3+392.58  
 $\Delta = 17^{\circ} 55'$  Der.  
 $\theta = 8^{\circ} 00'$   
 ST=29.04 m  
 LC=88.61 m  
 R=180.89 m

PI=3+832.76  
 $\Delta = 81^{\circ} 34'$  Der.  
 $\theta = 11^{\circ} 00'$   
 ST=82.04 m  
 LC=111.94 m  
 R=104.17 m

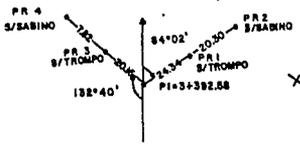
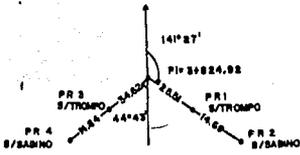
PI=3+824.92  
 $\Delta = 44^{\circ} 44'$  Der.  
 $\theta = 10^{\circ} 00'$   
 ST=47.18 m  
 LC=89.47 m  
 R=114.69 m

PI=4+059.52  
 $\Delta = 104^{\circ} 21'$  Der.  
 $\theta = 11^{\circ} 00'$   
 ST=134.18 m  
 LC=189.73 m  
 R=104.17 m

PI=4+229.73  
 $\Delta = 88^{\circ} 57'$  Der.  
 $\theta = 8^{\circ} 00'$   
 ST=48.47 m  
 LC=89.66 m  
 R=143.24 m

PI=4+622.65  
 $\Delta = 37^{\circ} 52'$  Der.  
 $\theta = 8^{\circ} 00'$   
 ST=43.14 m  
 LC=84.07 m  
 R=143.24 m

PI=4+822.82  
 $\Delta = 28^{\circ} 00'$  Der.  
 $\theta = 15^{\circ} 21'$   
 ST=22.99 m  
 LC=43.70 m  
 R=109.12 m



U. N. A. M.  
 E. N. E. P. ARAGON  
 ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL  
 P L A N T A  
 CAMINO : ESPAÑITA - IXTACUIXTLA  
 TRAMO : ESPAÑITA - IXTACUIXTLA  
 ESTACION: KM 3+300 KM 4+800  
 X ORIGEN : Españita, Tlax.  
 ESCALA : 1:2000

X=51,400

X=51,600

X=51,800

#### 4.4 Alineamiento Horizontal.

##### 4.4.1 Definición y elementos que lo integran.

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino.

Los elementos que integran el alineamiento horizontal son: las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

##### 4.4.2 Tangentes.

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por  $\Delta$ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina punto sobre tangente; y se le representa por PST.

La longitud máxima de una tangente esta condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes. debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo. o bien. porque favorecen los deslumbramientos durante la noche: por tal razón. conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas esta definida por la longitud necesaria para dar la sobreelevación y ampliación a esas curvas.

##### 4.4.3 Curvas Circulares.

Las curvas circulares son los arcos de circulo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas: las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de circulo o de dos o más sucesivos. de diferente radio.

##### A) Curvas Circulares Simples.

Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, esta se denomina curva simple. En el sentido del cadenamamiento. las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha.

Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la Fig. No. 4.1 y se calculan como sigue:

1) Grado de curvatura. Es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros. Se representa como Gc.

#### 4.4 Alineamiento Horizontal.

##### 4.4.1 Definición y elementos que lo integran.

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino.

Los elementos que integran el alineamiento horizontal son: las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

##### 4.4.2 Tangentes.

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por  $\alpha$ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal, localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina punto sobre tangente; y se le representa por PST.

La longitud máxima de una tangente esta condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien, porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas esta definida por la longitud necesaria para dar la sobreelevación y ampliación a esas curvas.

##### 4.4.3 Curvas Circulares.

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas: las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

##### A) Curvas Circulares Simples.

Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, esta se denomina curva simple. En el sentido del cadenamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha.

Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la Fig. No. 4.1 y se calculan como sigue:

1) Grado de curvatura. Es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros. Se representa como  $G_c$ .

$$G_c = \frac{1145.92}{R_c}$$

2) Radio de la curva. Es el radio de la curva circular. Se simboliza como  $R_c$ .

$$R_c = \frac{1145.92}{G_c}$$

3) Angulo central. Es el ángulo subtendido por la curva circular. Se simboliza como  $\Delta_c$ . En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

4) Longitud de curva. Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se representa como  $L_c$ .

$$L_c = 20 \frac{\Delta_c}{G_c}$$

5) Subtangente. Es la distancia entre el PI y el PC o PT, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa como  $ST$ .

$$ST = R_c \tan \frac{\Delta_c}{2}$$

6) Externa. Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra  $E$ .

$$E = R_c \left( \sec \frac{\Delta_c}{2} - 1 \right)$$

7) Ordenada media. Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se simboliza con la letra  $M$ .

$$M = R_c \operatorname{sen} \operatorname{ver} \frac{\Delta_c}{2}$$

8) Deflexión en un punto cualquiera de la curva. Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en PC y la tangente en el punto considerado. Se le representa como  $C$ .

$$C = \frac{G_c l}{20}$$



9) Cuerda. Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva. Se le denomina C. Si esos puntos son el PC y el PT. a la cuerda resultante se le denomina Cuerda Larga.

$$C = 2 R_c \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$$

Para cuerda larga:

$$CL = 2 R_c \operatorname{sen} \frac{\Delta c}{2}$$

10) Angulo de la cuerda. Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y la cuerda considerada. Se representa como  $\phi$ .

$$\phi = \frac{G_c}{40}$$

Para cuerda larga:

$$\phi_c = \frac{G_c}{40}$$

B) Curvas Circulares Compuestas. Son aquellas que están formadas por dos o más curvas simples del mismo sentido y de diferente radio, o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario, compuestas inversas. En caminos debe evitarse este tipo de curvas, porque introducen cambios de curvatura peligrosos; sin embargo, en intersecciones pueden emplearse siempre y cuando la relación entre dos radios consecutivos no sobrepase la cantidad de 2.0 y se resuelva satisfactoriamente la transición de la sobreelevación.

#### 4.4.4 Curvas de transición.

Cuando un vehículo pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y a la ampliación necesarias. Para lograr este cambio gradual se usan las curvas de transición.

La curva de transición es la que liga una tangente con una curva circular, teniendo como característica principal, que en su longitud se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular.

#### 4.5 Nivelación.

Para llevar a cabo la nivelación del trazo se utilizaron dos métodos.

Primero. Nivelación de perfil. Se utiliza para determinar las cotas de las estaciones cerradas, para obtener con estas cotas el perfil del trazo.

Segundo. nivelación diferencial. Se utiliza como método de comprobación del trabajo desarrollado a cada 500 metros.

##### 4.5.1 Nivelación de perfil.

Se localiza el origen del trazo que es de donde se partirá para llevar a cabo la nivelación, después se fija el banco de nivel (B.N.) de partida.

La numeración que se asigna a los B.N. que se requieren para la nivelación, son en tal forma que representan las coordenadas del camino, es decir:

El primer banco de nivel se numera B.N. 0-1 en donde:

1. El primer número representa el kilómetro del trazo.
2. El segundo número representa el orden progresivo de los B.N. que se localizan a lo largo del mismo kilómetro.

Se coloca el nivel fijo en una posición tal que este cerca del primer B.N. y de la cual sea posible visar el mayor número de estaciones cerradas, con el fin de nivelar el mayor número de estas desde la misma posición, elegida esta primera posición se nivela el aparato.

Se dirige la visual del aparato hacia el B.N. de partida para tomar la altura que existe en el apoyándose de un estadal, esta lectura se anota en la columna positiva del registro de campo.

A continuación se desplaza el estadal por la línea poniéndolo a cada 10 metros y en algunos detalles topográficos, se toman las lecturas respectivas y se anotan en la libreta sin forzar las condiciones de buena visibilidad; estas lecturas se anotan en la columna de puntos intermedios del registro de campo.

Una vez visada la última estación visible, para continuar con el trabajo de nivelación se requiere del apoyo de un punto de liga (PL), al cual se le toma su lectura sin cambiar de posición el nivel fijo y se anota en la columna negativa del registro de campo, y sin mover el estadal del PL asignado, se procede a cambiar el aparato a otra posición en la que también sea posible observar el mayor número de estaciones y el PL asignado, para posteriormente desde la nueva posición tomar la lectura del PL anotándola en la columna positiva del registro: esta metodología se lleva a cabo para todos los PL necesarios.

Ejecutado el punto anterior, se procede de acuerdo al cuarto punto hasta terminar con la nivelación del trazo.

Se lleva a cabo una comprobación a cada 500 metros de trazo nivelado, es decir de B.N. a B.N. mediante una nivelación diferencial, explicada a continuación.

#### 4.5.2 Nivelación Diferencial.

Para este método se sigue la misma secuencia en el campo que el de la nivelación de perfil, solo que en el únicamente se establecen y hacen lecturas en los PL hasta llegar al B.N. de partida.

Una vez terminada la nivelación del primer tramo de trazo y su comprobación, se suman las columnas positivas y negativas del registro de campo y de los resultados totales se efectúa una suma algebraica, la cual debe ser igual a cero o en su defecto se permite una tolerancia de  $+0.01 K$ , siendo K el número de kilómetros nivelados; o también se considera una regla práctica de tolerancia de 5 mm por cada 500 metros nivelados.

#### 4.5.3 Registro de campo.

Este registro se anota de arriba hacia abajo, teniendo las siguientes columnas:

Estación. Se anota el punto observado por el nivel fijo, ya sea un B.N., PL, PI, o alguna estación cerrada.

(+) Positiva. Se anotan las lecturas de los puntos observados hacia atrás.

( ) Altura de aparato. En ella se colocan los valores que se obtienen del cálculo de la altura de aparato para cada posición que se tenga.

(-) Negativa. Se anotan las lecturas de los puntos observados hacia adelante.

Lecturas intermedias. En esta columna se van anotando las alturas de las estaciones del trazo.

Elevación. Se anotan los valores de las cotas al centímetro que por efecto de los cálculos se vayan obteniendo para cada uno de los puntos observados.

Observaciones. Se detallan algunas notas que se consideren importantes, como por ejemplo: el B.N. 0-1 quedó señalizado s/pintura roja en base de caja de teléfonos de México ubicado en plaza principal. Elevación arbitraria 1000.000

#### 4.5.4 Cálculo de las cotas de nivel.

Este cálculo se realiza en la libreta de nivel, a continuación se explica su secuencia:

a) Con la elevación promedio asignada al primer B.N., se puede calcular la altura del aparato a la cual se le suma la altura (positiva) que se obtiene del B.N. con el estadal.

elevación del B.N. 0-1	1000.000
lectura medida en el estadal colocado en el B.N. 0-1	0.441
altura del aparato	1000.441

b) Para el cálculo de las cotas de los puntos intermedios, a la altura del aparato se le resta la lectura del estadal obtenida para cada uno de los puntos.

altura del aparato	1000.441
elevación del punto intermedio (lectura de estadal en punto intermedio)	0.91
elevación de la cota del punto intermedio	999.53

c) Las cotas de los PL se obtendrán al restarle la lectura (negativa) de estos a la altura anterior del aparato.

altura del aparato	1000.441
lectura (negativa) de PL	3.411
elevación de la cota de PL	997.030

d) La altura de aparato para cada PL. se obtiene sumándole a la cota de estos puntos su lectura positiva.

elevación de cota de PL	997.030
lectura (positiva) de PL	0.161
altura de aparato en PL	997.191

e) Se continua de esta manera hasta obtener todas las cotas de los puntos indicados en el trazo.

#### 4.6 Perfil Definitivo.

##### 4.6.1 Dibujo del perfil definitivo.

El perfil definitivo se obtiene a partir de la nivelación del trazo definitivo, la cual se revisa al hacer el cálculo aritmético de las cotas de la nivelación y la comprobación aritmética de los chek's de bancos.

A continuación se procede a dibujar el perfil del terreno natural en base a las cotas y cadensamientos del trazo usando la escala horizontal 1:2000 y la vertical 1:200.

Bajo el perfil se van colocando los letreros referentes a los bancos de nivel, y teniendo dibujado el perfil definitivo se proyecta el alineamiento vertical o línea subrasante para definir las pendientes y hacer ciertas correcciones a las mismas y obtener las pendientes definitivas.

##### 4.6.2 Alineamiento Vertical.

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante.

El alineamiento vertical se compone de tangentes y curvas.

1) Tangentes. Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, se representa como Tv. La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

REGISTRO DE NIVEL					U. N. A. M.	
CAMINO: ESPANITA - IXTACUIXTLA			TRAMO: KM0+000 KM. 0+000		E.N.E.P. ARAGON	
SUB TRAMO: KM. 4+220 KM. 4+360			ORIGEN: ESPANITA, ILA <C>CALA		ING. CIVIL IESIS PROFESIONAL	
Estacion	*	$\nabla$	-	LECTURA INTERMEDIA	ELEVACION	O B S E R V A C I O N E S
4+220				2.31	905.00	
230				1.79	906.32	
240				1.35	906.76	
260				0.72	907.09	
4+273.14	PI			0.33	907.70	BN 4-2 S/Grapas en cruz en tronco de sabino a 17.5 metros de estacion 4+360 lado derecho
280				0.10	908.01	Ep = 922.110
FL-6	3.497	911.409	0.121		907.992	CHECK BN 4-2 a BN 4-1
4+300				2.02	908.67	
320				2.16	909.33	BN 4-2
340				1.36	910.13	0.291
360				0.51	910.90	0.000 3.772
FL-7	3.010	915.223	0.076		911.413	0.430 3.053
4+380				3.44	911.70	0.595 3.017
400				2.63	912.59	0.400 3.041
420				1.04	913.30	0.072 3.707
440				0.91	914.31	0.111 4.000
FL-8	3.498	910.664	0.057		915.166	0.309 3.051
460				3.30	915.28	0.377 3.947
4+473.40				2.65	916.01	0.657 3.594
480				2.24	916.42	
490				1.64	917.02	SUMAS 3.400 36.910
4+500				1.04	917.52	-33.510
510				0.41	918.25	+ 0.007/2= -0.004
FL-9	3.059	922.492	0.031		919.53	+33.517
520				3.65	919.94	+ 0.007
530				3.00	919.45	
540				2.29	920.20	
560				1.05	921.44	
				0.7	921.79	
BN 4-2			0.370		922.114	
SUMAS	35.904		2.207			
		+ 33.517				

REGISTRO DE NIVEL						U . N . A . M I.N.E.F. ARAGON ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL
CAMINO: ESPANITA -IXTACUIXTLA SUB TRAMO: KM.3-970 KM.4-200			TRAMO:KM.0-000 KM.0-000 ORIGEN: ESPANITA,TLAXCALA			
Estacion	+	$\nabla$	-	LECTURA INTERMEDIA	ELEVACION	O B S E R V A C I O N E S
BN 4-1	2.455	091.052			020.597	
970				3.25	027.00	
PL-1	3.517	090.909	0.660		020.392	
980				3.90	020.01	
990				3.45	020.46	
4-000				2.73	025.10	
010				2.07	021.04	
020				1.14	022.77	
030				1.40	022.43	
040				1.32	022.59	
PL-2	3.022	097.372	0.359		023.55	
050				3.90	023.39	
060				2.93	024.44	
070				1.96	025.41	
080				1.16	026.21	
090				0.31	027.06	
PL-3	3.900	901.202	0.150		027.222	
4-100				3.33	027.072	
110				2.50	029.62	
115	P.C			2.20	029.00	
120				1.00	029.40	
140				0.34	020.06	
PL-4	3.706	904.592	0.326		020.076	
160				2.40	022.10	
180				1.13	023.45	
4-192.25	P.C			0.73	023.65	
PL-5	3.660	908.113	0.129		024.453	
4-200				3.45	024.66	

REGISTRO DE NIVEL						U . N . A . M .	
CAMINO: ESPAÑITA -IXTACUIXTLA				TRAMO: KM 0-000 KM 0-000		E.N.E.P. ARAGON	
SUB TRAMO: KM. 3-740 KM. 3-960				ORIGEN: ESPAÑITA, TLAXCALA		ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL	
Estacion	+	$\Delta$	-	LECTURA INTERMEDIA	ELEVACION	O B S E R V A C I O N E S	
3-740				3.27	896.86		
PL-7	0.240	886.407	3.094		896.239	BN 4-1 S/Grapas en cruz en tronco de sabino a 40.0 metros de la	
760				0.87	995.62	estacion 3-950 lado derecho	
	CL			1.74	884.75	E P = 888.597	
3-777.77	PC			1.81	894.68		
780				1.89	894.68	CHECK BN 4-1 a BN 3-2	
790				2.20	894.29	+	
3-800				2.41	884.88	BN 4-1	0.084
810				2.53	883.96	PL-1	8.687 3.442
820				2.58	883.91	PL-2	3.709 0.188
830				2.54	883.95	PL-3	3.940 0.045
840				2.35	884.14	PL-4	3.681 0.208
850				2.12	884.79	PL-5	3.561 0.007
860				1.98	884.31	PL-6	3.605 0.054
3-861.24				1.91	884.99	PL-7	3.875 0.114
PL-8	2.566	884.303	1.750		894.737	PL-8	3.752 0.191
890				2.52	884.68	BN 3-2	0.396
3-900				2.35	884.95		
3-920.				2.04	895.26	SUMAS	25.906 4.645
3-925.34	PC			1.93	895.37		
930				1.00	885.50		+22.261 + 0.002/-2=-0.001
940				1.54	895.76		-22.259
950				1.20	886.02		-00.002
960				1.22	896.08		
PL-9	2.111	888.601	0.813		896.490		
BN 4-1			0.003		885.578		
SUMAS	7.203		29.462				
		-22.259					

REGISTRO DE NIVEL

CAMINO: ESPAÑA - IXTACUIXILA  
SUB TRAMO: KM. 3+460 KM. 3+720

TRAMO: KM. 0+000 KM. 0+800  
ORIGEN: ESPAÑA, TLAXCALA

U . N . A . M .  
E . N . E . P . ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

Estacion	+		-	LECTURA INTERMEDIA	ELEVACION	OBSERVACIONES
BN 3-2	0.427	911.284			910.057	
3+460				2.21	909.070	
3+470.70	P.C			2.95	909.430	
480				2.50	907.780	
PL-1	0.410	907.066	3.020		907.456	
490				0.84	907.030	
3+500				1.72	906.130	
510				2.66	905.210	
520				3.65	904.220	
PL-2	0.380	904.291	3.963		903.903	
530				1.04	903.250	
540				1.67	902.620	
550				2.10	902.110	
560				2.77	901.520	
570				3.56	900.730	
PL-3	0.180	900.637	3.034		900.457	
590				0.75	899.090	
3+582.64	P.T			0.90	899.660	
3+600				2.47	899.170	
PL-4	0.202	896.985	3.053		896.784	
3+620				0.57	896.420	
640				2.22	894.770	
660				3.77	893.220	
PL-5	0.350	893.520	3.709		893.279	
680				1.86	891.770	
3+682.79	F.I			2.55	890.900	
3+700				3.55	890.090	
PL-6	0.321	890.133	3.016		897.012	
720				1.72	898.410	

REGISTRO DE NIVEL

CAMINO: ESPANITA - IXTACUICHTLA TRAMO: KM. 0-000 KM. 0-000  
 SUB TRAMO: KM. 3-060 KM. 3-440 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

U . N . A . M .  
 I.M.E.P. ARAGON  
 ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

Estacion	+	$\nabla$	-	LECTURA INTERMEDIA	ELEVACION	OBSERVACIONES
BN 3-1	1.312	916.391			915.079	
3+060				1.36	915.070	
000				1.50	914.910	BN 3-2 S/GRAPAS EN CRUZ EN TRONCO DE SABINO A 11.30m DE
3+100				1.69	914.700	ESTACION 3+440 LADO IZQUIERDO
120				1.06	914.530	
PL-1	0.043	914.536	1.099		914.493	E.P.=910.957
140				0.20	914.260	
160				0.54	914.000	CHECK B.N 3-2 A B.N 3-1
180				0.06	913.600	
3+200				1.20	913.240	B.N 3-2 2.327
220				1.57	912.970	PL-1 1.004 0.909
240				1.07	912.670	PL-2 2.497 0.151
260				2.10	912.440	BN 3-1 1.343
280				2.19	912.350	
PL-2	1.067	913.417	2.106		912.350	SUMAS 6.620 2.403
3+300				1.09	912.340	
320				1.04	912.300	+4.225
340				1.14	912.200	-4.219
360				1.20	912.140	+0.006/2=-0.003
3+363.00				1.30	912.120	
3+380				1.40	911.940	
3+400				1.99	911.410	
420				2.95	910.970	
3+421.60				2.61	910.910	
440				3.33	910.090	
PL-3	1.120	911.207	3.250		910.167	
BN 3-2			0.427		910.060	
SUMAS	3.542		7.761			
		4.219				

U. N. A. M.  
E. N. E. P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA-IXTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 0+800  
SUB TRAMO: KM 3+320 KM 4+260 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

MEMORIA DE CALCULO

CALCULO DE ELEVACIONES DE ESTACIONES INTERMEDIAS INTERPOLADAS EN GABINETE

ESTACION NIVELADA EN CAMPO	ELEVACION	ESTACION INTEEPOLADA EN GABINETE	ELEVACION INTERPOLADA
3+320.00	912.38		
3+340.00	912.28		
3+380.00	911.94	3+327.58	912.29
3+400.00	911.44	3+382.58	911.88
3+420.00	911.44		
3+420.00	910.37	3+402.11	911.38
3+420.00	899.17		
3+420.00	896.42	3+606.54	897.59
3+740.00	886.86		
3+760.00	885.62	3+755.77	885.88
3+790.00	884.29		
3+800.00	884.08	3+799.77	884.08
3+840.00	884.14		
3+850.00	884.37	3+845.24	884.26
3+880.00	884.68		
3+900.00	884.35	3+894.84	884.38
3+940.00	865.76		
3+950.00	886.82	3+949.34	886.80
4+090.00	897.06		
4+100.00	897.87	4+091.07	897.15
4+120.00	899.40		
4+140.00	900.86	4+133.07	900.79
4+160.00	902.18		
4+180.00	903.45	4+165.76	902.55
4+200.00	904.55		
4+220.00	905.30	4+200.74	904.70
4+240.00	905.76		
4+260.00	907.33	4+255.64	907.25

U. N. A. M.  
E. N. E. P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA-IXTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 8+000  
SUB TRAMO: KM 4+200 KM 4+600 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

MEMORIA DE CALCULO

CALCULO DE ELEVACIONES DE ESTACIONES INTERMEDIAS INTERPOLADAS EN GABINETE

ESTACION NIVELADA EN CARRO	ELEVACION	ESTACION INTERPOLADA EN GABINETE	ELEVACION INTERPOLADA
<u>4+200.00</u>	<u>308.01</u>		
4+300.00	908.67	4+290.64	908.37
<u>4+400.00</u>	<u>314.31</u>		
4+460.00	915.28	4+453.38	815.09
<u>4+490.00</u>	<u>317.02</u>		
4+500.00	917.62	4+490.98	317.08
<u>4+540.00</u>	<u>320.20</u>		
4+560.00	921.44	4+550.65	920.66
<u>4+580.00</u>	<u>322.39</u>		
4+600.00	923.27	4+585.65	922.64

Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV, y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto de le representa por la letra A.

A) Pendiente gobernadora. Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno: la mejor pendiente gobernadora para cada caso, será aquella que al conjugar esos conceptos, permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deban proyectar para ajustarse en lo posible al terreno.

B) Pendiente máxima. Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno.

C) Pendiente mínima. La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula: en los cortes se recomienda 0.5% mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas; en ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial en la zona podrá llevar a aumentar esa pendiente mínima.

D) Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical. Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido.

Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son fundamentalmente el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

El vehículo con su relación peso/potencia, define características de operación que determinan la velocidad con que es capaz de recorrer una pendiente dada. La configuración del terreno impone condiciones al proyecto que, desde el punto de vista económico, obligan a la utilización de pendientes que reducen la velocidad de los vehículos pesados y hacen que estos interfieran con los vehículos ligeros. El volumen y la composición del tránsito son elementos primordiales para el estudio económico del tramo, ya que los costos de operación dependen básicamente de ellos.

2) Curvas Verticales. Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de esta, se representa como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva al final de esta.

A) Forma de la curva. La condición que se considera optima para la conducción de un vehículo, corresponde a un movimiento cuya componente horizontal de la velocidad sea constante. Por lo que:

$$Y = K x^2 + P x$$

expresión que corresponde a la ecuación de una parábola que es la recomendada para emplearse en las curvas verticales. Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente. En la Fig. No. 4.2 se ilustran los tipos representativos de curvas verticales en cresta y en columpio.

B) Cálculo de los elementos de la curva parabólica. Los elementos de una curva vertical son los mostrados en la Fig. No. 4.3. y se calculan como sigue:

- 1) Longitud. Es la distancia medida horizontalmente entre el PCV y el PTV. Existen cuatro criterios para determinar la longitud de las curvas, que son:
  - a) Criterio de comodidad
  - b) Criterio de apariencia
  - c) Criterio de drenaje
  - d) Criterio de seguridad

Para proyecto, el criterio a seguir debe ser el de seguridad, que satisface cuando menos la distancia de visibilidad de parada.

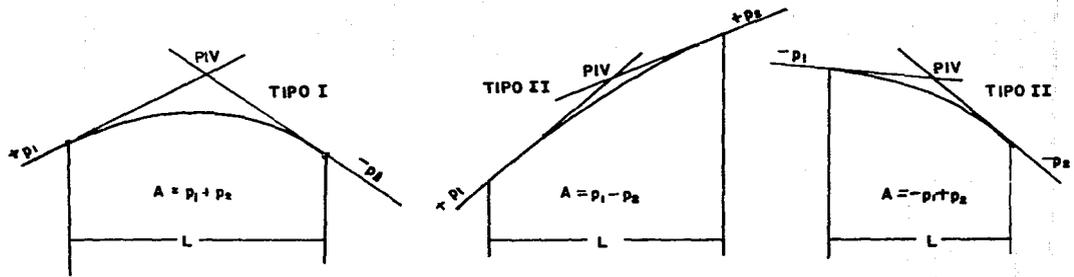
Criterio de Seguridad. Se aplica a curvas en cresta y en columpio. La longitud de curva debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. En algunos casos, el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de rebase.

Las expresiones para calcular la longitud de las curvas verticales, tanto para la distancia de visibilidad de parada como de rebase, son las siguientes:

Para curvas en cresta:

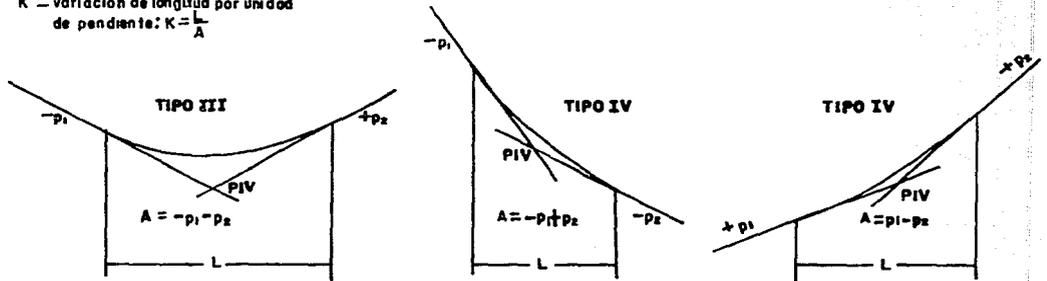
$$D > L \quad L = 2 D - \frac{C}{A}$$

$$D < L \quad L = \frac{A D^2}{C}$$



$p_1$  - pendiente de entrada  
 $p_2$  - pendiente de salida  
 $A$  - diferencia de pendientes  
 $L$  - Longitud de la curva  
 $K$  - variación de longitud por unidad de pendiente:  $K = \frac{L}{A}$

### CURVAS VERTICALES EN CRESTA



### CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO

Fig. No. 4.2 TIPOS DE CURVAS VERTICALES



Para curvas en columpio:

$$D > L \quad L = \frac{2D - C + 3.5D}{A}$$

$$D < L \quad L = \frac{AD^2}{C + 3.5D}$$

donde:

L = Longitud de la curva vertical, en metros

D = Distancia de visibilidad de parada o de rebase, en metros

A = Diferencia algebraica de pendientes, en por ciento

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> = Constantes que dependen de la altura del ojo del conductor o altura de los faros y de la altura del obstáculo o altura del vehículo

El valor de las constantes para el vehículo considerado se indica en el cuadro siguiente:

CONSTANTE	PARA DISTANCIA DE VISIBILIDAD	
	DE PARADA	DE REBASE
C <sub>1</sub>	425	1000
C <sub>2</sub>	120	----

Las curvas diseñadas para distancia de visibilidad de rebase resultan de gran longitud y solo deberán proyectarse cuando no se afecte el costo del camino más allá de lo permisible o donde lo amerite el nivel de servicio.

2) Pendiente en un punto cualquiera de la curva. Para determinar esta pendiente P, se parte de la propiedad de la parábola de que la variación de pendiente a lo largo de ella respecto a su longitud, es uniforme.

$$P = P_1 - \frac{A l}{L}$$

donde:

P, P' y A están expresados en por ciento

l y L están expresados en metros

3) Pendiente de la cuerda a un punto cualquiera. Para determinar esta pendiente simbolizada como P' se hace uso de la propiedad de la parábola de que la pendiente de una cuerda es el promedio de las pendientes de las tangentes a la parábola en los puntos extremos de la cuerda.

$$P' = P - \frac{A l}{2 L}$$

4) Desviación respecto a la tangente. Es la diferencia de ordenada entre la prolongación de la tangente y la curva llamada t.

$$t = \frac{A l^2}{200 L}$$

5) Externa. Es la distancia entre el PIV y la curva, medida verticalmente: se le representa como E.

$$E = \frac{A L}{800}$$

6) Flecha. Es la distancia entre la curva y la cuerda PCV-FTV, medida verticalmente: se representa como f.

$$f = \frac{A L}{800} = E$$

7) Elevación de un punto cualquiera de la curva Zn.

$$Z_n = Z_o + P - \frac{A l^2}{200 L}$$

y expresando a l y L en estaciones de 20 metros, y llamando n y N a las longitudes l y L en estaciones, se tendrá:

$$Z_n = Z_o + P - \frac{A n^2}{10 N}$$

esta expresión se emplea para calcular las elevaciones de la curva vertical.

#### 4.7 SECCION TRANSVERSAL.

##### 4.7.1 Definición y elementos que la integran.

La sección transversal de un camino en un punto cualquiera de este es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Los elementos que integran y definen la sección transversal son: la corona, la subcorona, las cunetas y contracunetas, los taludes y las partes complementarias. En la Fig. No. 4.4 se muestra una sección transversal típica de un camino en una tangente del alineamiento horizontal.

##### 4.7.2 Corona.

La corona es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, o sean las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o los interiores de las cunetas. En la sección transversal esta representada por una línea.

Los elementos que definen la corona son: la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

A) Rasante. La rasante es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal esta representada por un punto.

B) 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:

- 1) Bombeo.
- 2) Sobreelevación.
- 3) Transición del bombeo a la sobreelevación.

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 e inseguridad.

2) Sobreelevación. La sobreelevación 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.

3) Transición del bombeo a la sobreelevación. En el alineamiento horizontal, al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobreelevación correspondiente a la curva; este cambio se hace gradualmente en toda la longitud de la espiral de transición. La longitud de la espiral debe ser tal, que permita hacer adecuadamente el cambio de pendientes transversales.

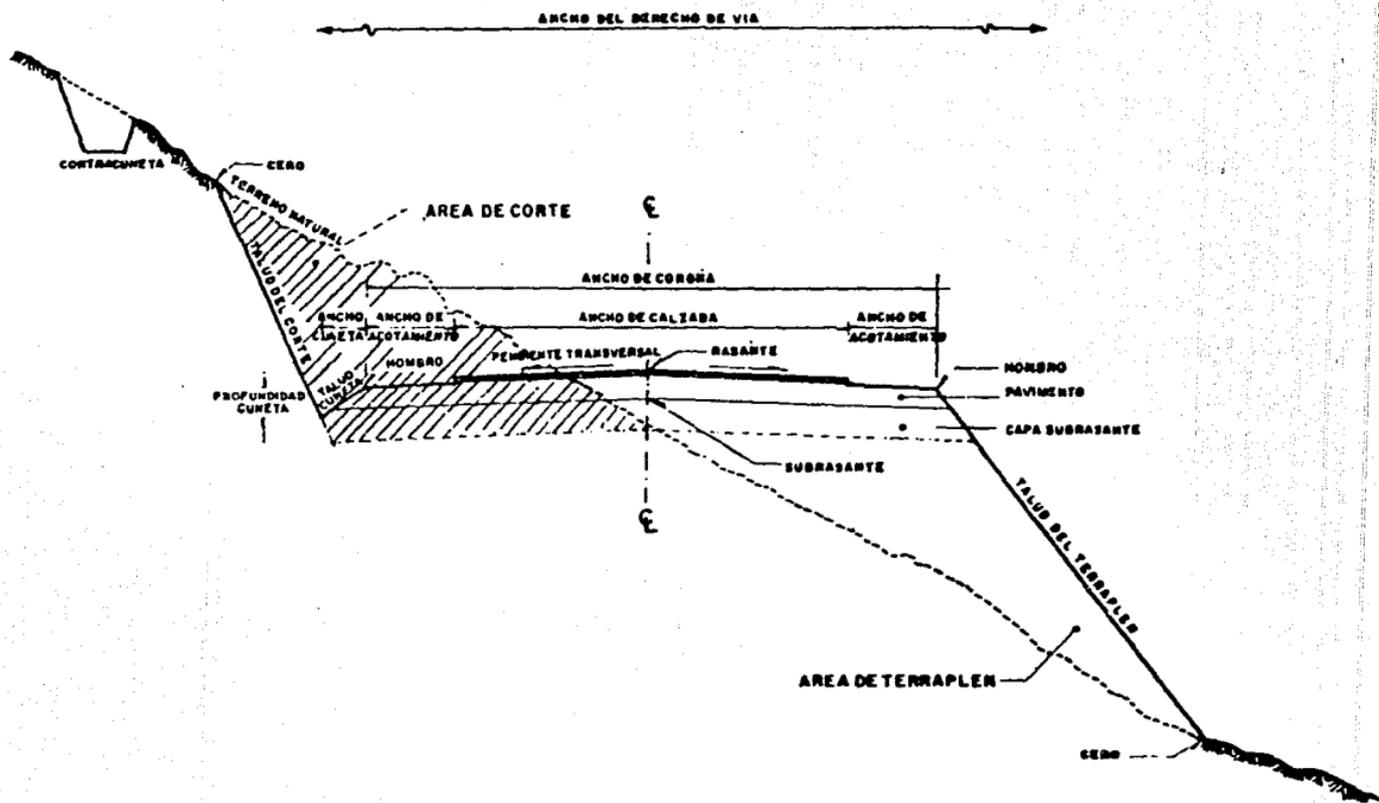


FIG. No. 4.4 SECCION TRANSVERSAL TÍPICA EN UNA TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Para pasar del bombeo a la sobreelevación se utilizó el procedimiento que consiste en girar la sección sobre el eje de la corona. En la Fig. No. 4.5 se ilustra tal procedimiento donde se indica la variación de la sobreelevación y las secciones transversales en la mitad de la curva; la otra mitad es simétrica. En la sección A. a una distancia N antes del punto donde comienza la transición, se tiene la sección normal en tangente. en esa sección se empieza a girar el ala exterior con centro en el eje de la corona, a fin de que en el TT esté

1  
a nivel como se muestra en la sección B y el ala interior conserve su pendiente original de bombeo b: a partir de ese punto se sigue girando el ala exterior hasta que se hace colineal con el ala interior, como se muestra en la sección C, a partir de la cual, se gira la sección completa hasta obtener la sobreelevación S de la curva en el PCA.

C) 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.

El ancho de calzada es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical. Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

1) Ancho de calzada en tangente. Para determinar el ancho de calzada en tangente, debe establecerse el nivel de servicio deseado al final del plazo de previsión o en un determinado año de vida del camino: con este dato y los estudios económicos correspondientes, pueden determinarse el ancho y número de carriles.

2) Ancho de calzada en curvas del alineamiento horizontal. Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento 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 en tangente. A este sobreancho se le llama ampliación, la cual debe darse tanto a la calzada como a la corona.

Para pasar del ancho de calzada en tangente al ancho de calzada en curva, se aprovecha la longitud de transición requerida para dar la sobreelevación, de manera que la orilla interior de la calzada forme una curva suave sin quiebres bruscos a lo largo de ella.

D) Acotamientos. Los acotamientos son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Tienen como ventajas principales las siguientes:

1) Dar seguridad al usuario del camino al proporcionarle un ---

U N A M  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPAÑITA - IXTACUXTLA  
SUB TRAMO:

TRAMO: KM 0+000 - KM 0+000  
ORIGEN: ESPAÑITA, TLAXCALA

SOBRE-ELEVACIONES Y AMPLIACIONES

CADERNAMIENTO	SOBRE-ELEVACION		AMPLIACION		ANCHO NORMAL - SUBRASANTE C/AMPLIACION				CUNETAS		TALUDES	
	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	ANCHO	PROF.	IZQ.	DER.
3300.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.31	3.31					1.5X1	1.5X1
3320.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.95	0.30	1/4X1	1/4X1
H1 3326.33	-2.00	-2.00	0.00	0.00								
TT1 3337.58	0.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.95	0.30	1/4X1	1/4X1
3337.58	0.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.95	0.30		1/4X1
3340.00	0.45	-2.00	0.00	0.04	3.00	3.00		3.84	0.95	0.30		1/4X1
H2 3348.83	2.00	-2.00	0.00	0.17								
3360.00	3.39	-3.99	0.00	0.35	3.00	3.00		3.35	0.95	0.30		1/4X1
PC 3363.04	4.53	-4.53	0.00	0.40								
3360.00	7.54	-7.54	0.00	0.66	3.00	3.00		3.66	0.95	0.30		1/4X1
PCA 3362.58	8.00	-8.00	0.00	0.70	3.00	3.00		3.70	0.95	0.30		1.4X1
3362.58	9.00	-8.00	0.00	0.70	3.00	3.00		3.70	0.95	0.30		1.4X1
3400.00	0.00	-3.00	0.00	0.70	3.27	3.00		3.70	0.95	0.30	1.5X1	1.4X1
3402.11	0.00	-8.00	0.00	0.70	3.27	3.00		3.70	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
PTA 3402.11	0.00	-3.00	0.00	0.70								
3420.00	0.39	-3.39	0.00	0.67	3.27	3.00		3.67	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
PT 3421.65	0.42	-3.42	0.00	0.67								
3440.00	0.32	-0.62	0.00	0.71	3.27	3.00		3.71	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
3460.00	3.25	-3.25	0.00	0.75	3.26	3.00		3.75	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
PC 3470.70	3.48	-3.48	0.00	0.78	3.26	3.35		4.13	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
3470.70	3.48	-3.48	0.00	0.78								
3480.00	3.68	-3.68	0.00	0.80	3.26	3.00		3.80	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
3500.00	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.26	3.00		3.70	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
3520.00	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.26	3.00		3.90	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
3540.00	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.00	3.00		3.90	0.95	0.30	1/4X1	1/4X1
3550.00	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.00	3.00		3.90	0.95	0.30	1/4X1	1/4X1
3560.00	3.72	-3.72	0.00	0.87	3.00	3.00		3.87	0.95	0.30	1/4X1	1/4X1
3570.00	7.63	-7.63	0.00	0.69								
3580.00	5.55	-5.55	0.00	0.50	3.00	3.00		3.50	0.95	0.30	1/4X1	1/4X1
PT 3582.64	5.00	-5.00	0.00	0.45								
H3 3597.04	2.00	-2.00	0.00	0.19								
3600.00	1.38	-2.00	0.00	0.12	3.00	3.00		3.12	0.95	0.30	1/4X1	1/4X1
3606.64	0.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.95	0.30	1/4X1	1/4X1
TT2 3606.64	0.00	-2.00	0.00	0.00								
H4 3616.24	-2.00	-2.00	0.00	0.00								
3620.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.95	0.30	1/4X1	1/5X1

U N A M  
E.N.E.P. ARAGON

ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA - IXTACUILTLA  
SUB TRAMO:

TRAMO: KM 0+000 - KM 0+000  
ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

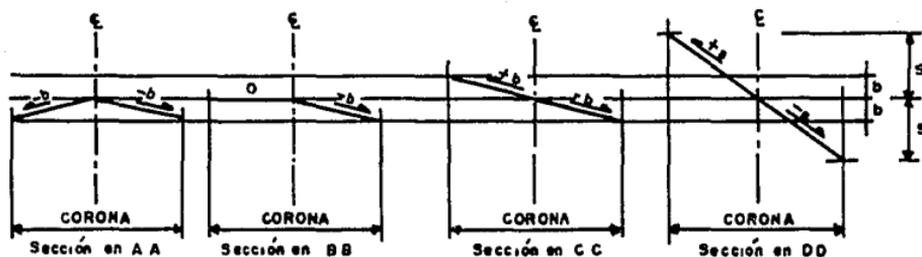
**SOBRE-ELEVACIONES Y AMPLIACIONES**

CADENAMIENTO	SOBRE-ELEVACION		AMPLIACION		ANCHO - SUBRASANTE NORMAL - AMPLIACION				CUIETA		TALUDES	
	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	ANCHO	PROF	IZQ.	DER.
3640.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.35	0.30	1/4X1	1/4X1
3660.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.35	0.30	1/4X1	1/4X1
3680.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.35	0.30	1/4X1	1/4X1
3700.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.35	0.30	1/4X1	1/4X1
3720.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.35	0.30	1/4X1	1/4X1
3740.00	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.00	3.00			0.35	0.30	1/4X1	1/4X1
NI 3746.10	-2.00	-2.00	0.00	0.00								
3755.37	-2.00	-2.00	0.00	0.00	3.31	3.30					1.5X1	1.5X1
III 3755.77	-2.00	0.00	0.00	0.00								
3760.00	-2.00	0.00	0.00	0.00	3.31	3.30	3.40				1.5X1	1.5X1
NI 3765.44	-2.00	2.00	0.00	0.00								
PI 3777.77	-4.55	4.55	0.45	0.00								
3780.00	-5.01	5.01	0.50	0.00	3.32	3.28	3.32				1.5X1	1.5X1
3795.77	-3.10	3.10	0.30	0.00	3.35	3.26	4.25				1.5X1	1.5X1
PCN 3799.77	-3.10	3.10	0.30	0.00								
3800.00	-3.10	3.10	0.30	0.00	3.35	3.26	4.25				1.5X1	1.5X1
3820.00	-3.10	3.10	0.30	0.00	3.35	3.26	4.25				1.5X1	1.5X1
3840.00	-3.10	3.10	0.30	0.00	3.00	3.00	3.30	0.35	0.30	1/4X1	1/4X1	
PTA 3845.24	-3.10	3.10	0.30	0.00	3.00	3.00	3.30	0.35	0.30	1/4X1	1/4X1	
3845.24	-3.10	3.10	0.30	0.00								
3860.00	-6.39	6.39	0.60	0.00	3.00	3.00	3.63	0.35	0.30	1/4X1	1/4X1	
PT 3867.24	-5.06	5.06	0.50	0.00								
3880.00	-2.72	2.72	0.27	0.00	3.00	3.00	3.27	0.35	0.30	1/4X1	1/4X1	
III 3894.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.31	3.00		0.35	0.30	1.5X1	1/4X1
3894.84	0.00	0.00	0.00	0.00								
3900.00	0.35	-0.35	0.00	0.00	0.09	3.31	3.30	3.39			1.5X1	1.5X1
3920.00	4.62	-4.62	0.00	0.42	3.29	3.20	3.62				1.5X1	1.5X1
PI 3925.34	5.60	-5.60	0.00	0.50								
3940.00	8.29	-8.29	0.00	0.75	3.27	3.27		4.09	0.95	0.30	1/5X1	1/5X1
PIA 3949.14	10.00	-10.00	0.00	0.90								
3949.14	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.26	3.35		4.25	0.95	0.30	1/5X1	1.5X1
3960.00	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.26	3.35		4.25	0.95	0.30	1/5X1	1/5X1
3980.00	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.00	3.35		4.25	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
4000.00	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.26	3.35		4.25	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1
4020.00	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.00	3.35		4.25	0.95	0.30	1/4X1	1/4X1
4040.00	10.00	-10.00	0.00	0.90	3.26	3.35		4.25	0.95	0.30	1/5X1	1/4X1

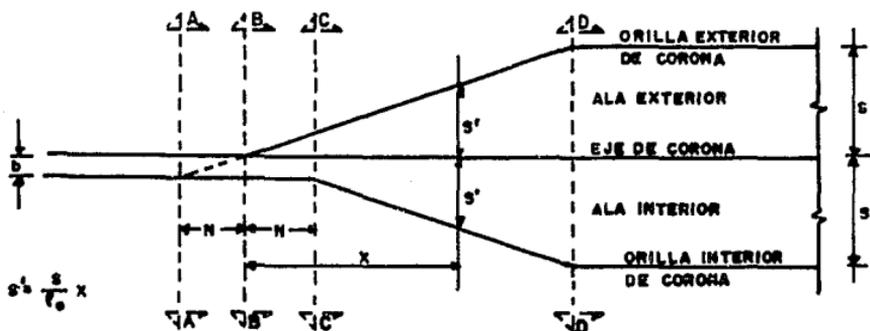




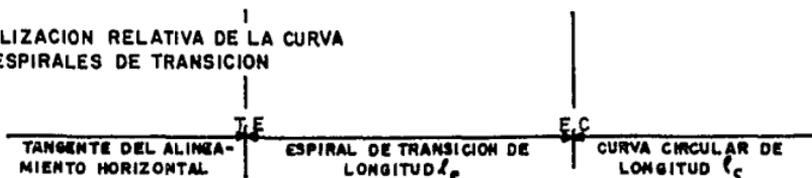
## SECCIONES TRANSVERSALES



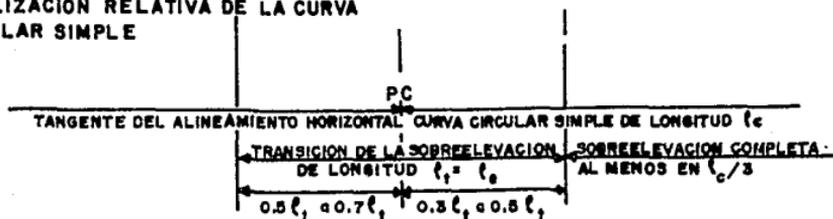
## VARIACION DE LA SOBREELEVACION



## LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CON ESPIRALES DE TRANSICION



## LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE



ancho adicional fuera de la calzada, en el que puede aludir accidentes potenciales o reducir su severidad, pudiendo también estacionarse en ellos en caso obligado.

2) Proteger contra la humedad y posibles erosiones a la calzada, así como dar confinamiento al pavimento.

3) Mejorar la visibilidad en los tramos en curva, sobre todo cuando el camino va en corte.

4) Facilitar los trabajos de conservación.

5) Dar mejor apariencia al camino.

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

El color, textura y espesor de los acotamientos, dependerá de los objetivos que se quiera lograr con ellos y su pendiente transversal será la misma que la de la calzada.

El proyecto no considera los acotamientos por el mínimo volumen de tránsito y nivel de servicio del camino.

#### 4.7.3 Subcorona.

La subcorona es la superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento. En sección transversal es una línea.

Se entiende por terracerías, el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar el camino hasta formar la subcorona. La diferencia 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 les llama puntos de paso y a las líneas que unen esos puntos en un tramo del camino, línea de paso. A los puntos extremos de la sección donde los taludes cortan el terreno natural, se les llama ceros y a las líneas que los unen a lo largo del camino, líneas de ceros.

Se entiende por pavimento, a la capa o capas de material seleccionado y/o tratado, comprendidas entre la subcorona y la corona, que tiene por objeto soportar las cargas inducidas por el tránsito y repartirlas de 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 adecuada al tránsito. Los pavimentos generalmente están formados por la sub-base, la base y la carpeta, definiendo esta última la calzada del camino.

Los elementos que definen la subcorona y que son básicos para el proyecto de las secciones de construcción del camino, son la subrasante, la pendiente transversal y el ancho.

A) Subrasante. La subrasante es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. En la sección transversal es un punto cuya diferencia de elevación con la ---

rasante. está determinada por el espesor del pavimento y cuyo desnivel con respecto al terreno natural, sirve para determinar el espesor de corte o terraplén.

B) Pendiente transversal. La pendiente transversal de la subcorona es la misma que la de la corona. logrando mantener uniforme el espesor del pavimento. puede ser bombeo o sobreelevación, según que la sección esté en tangente, en curva o en transición.

C) Ancho. El ancho de subcorona es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte. Este ancho esta en función del ancho de corona y del ensanche.

La expresión general para calcular el ancho  $A_s$  de la subcorona es la siguiente:

$$A_s = C + e_1 + e_2 + A$$

donde:

$A_s$  = Ancho de la subcorona. en metros

$C$  = Ancho de la corona en tangente, en metros

$e_1$  y  $e_2$  = Ensanche; a cada lado del camino. en metros

$A$  = Ampliación de la calzada en la sección considerada. en metros

El ensanche es el sobreancho que se da a cada lado de la subcorona para que, con los taludes de proyecto, pueda obtenerse el ancho de corona después de construir las capas de base y sub-base: es función del espesor de base y sub-base, de la pendiente transversal y de los taludes.

Cuando el camino va en corte y se proyecta cuneta provisional, el hombro de la subcorona queda en la misma vertical que el de la corona y el ensanche es nulo (Fig. No. 4.6); pero cuando el camino se va a pavimentar inmediatamente después de construídas las terracerías y no hay necesidad de construir la cuneta provisional, la cuneta definitiva quedara formada con el material de base y sub-base y por el talud del corte ----- (Fig. No. 4.7). En este caso el ensanche de la subcorona se calcula como sigue:

$$e = \frac{B}{1 + S} \cdot t$$

donde:

$e$  = Ensanche, en metros

$B$  = Espesor de base y sub-base. en metros

$t$  = Talud de la cuneta

S = Sobreelevación o pendiente transversal de la corona y la subcorona, con su signo

La expresión anterior puede aplicarse también para el cálculo del ensanche en terraplenes, en cuyo caso, t es el talud del terraplén.

Cuando el espesor del pavimento y/o la pendiente transversal tienen valores altos, la subcorona corta primero al talud del corte que al talud de la cuneta, como se muestra en la Fig. No. 4.7-B. En este caso, la aplicación de la expresión anterior daría como resultado la magnitud E, que es mayor de un metro, lo que indica que el ensanche debe calcularse con otra expresión, la cual es la siguiente:

$$e = \frac{\frac{1}{T} + \frac{1}{t} - B}{\frac{1}{T} - S}$$

donde:

e = Ensanche, en metros

B = Espesor de base y sub-base, en metros

T = Talud del corte

t = Talud de la cuneta

S = Sobreelevación o pendiente transversal de la corona y la subcorona, con su signo

#### 4.7.4 Cunetas y Contracunetas.

Las cunetas y contracunetas son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal.

A) Cunetas. 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 ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

Normalmente la cuneta tiene sección triangular con un ancho de un metro medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta; su talud es generalmente de 3:1; del fondo de la cuneta parte el talud del corte. La capacidad hidráulica de esta sección debe estar de acuerdo con la precipitación pluvial de la zona y el área drenada.

Cuando los caminos no se pavimentan inmediatamente después de construídas las terracerías, es necesario proyectar una cuneta provisional para drenar la subcorona. El ancho de esta cuneta provisional debe diferir 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 Fig. No. 4.6 se ilustra la forma y dimensiones de la cuneta provisional y su relación con la cuneta definitiva.

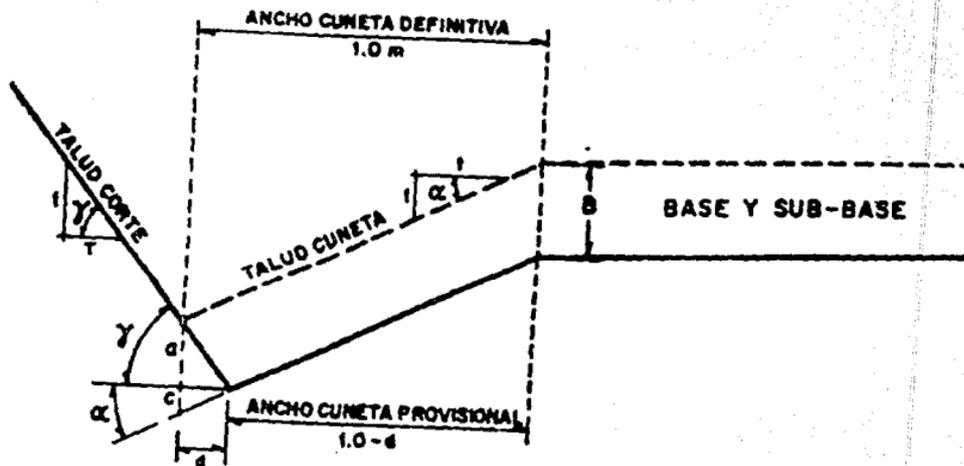


FIG. No. 4.6 CUNETA PROVISIONAL

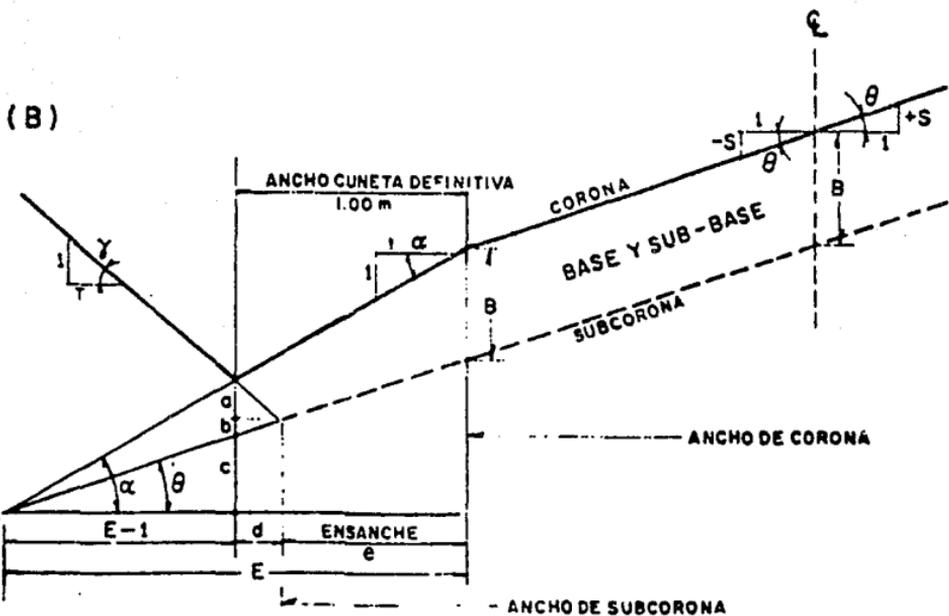
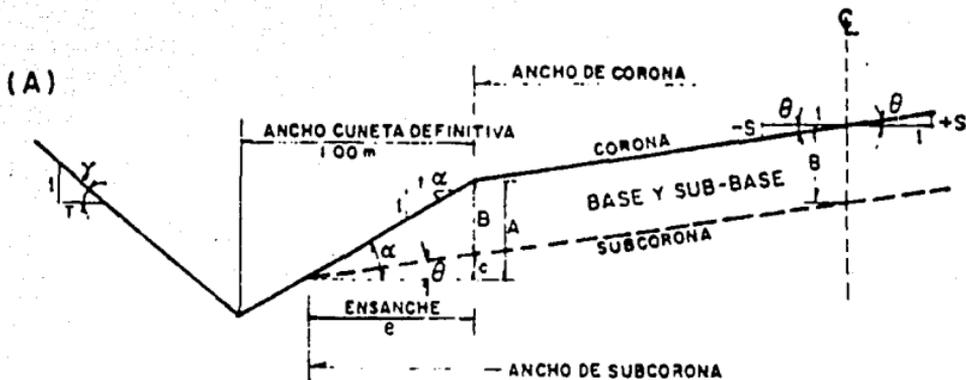


FIG. No. 4.7 ENSANCHE DE LA SUBCORONA

$$d = \frac{B}{\frac{1}{T} + \frac{1}{t}}$$

donde:

d = Reducción que hay que hacer al ancho de la cuneta definitiva, para tener el ancho de la cuneta provisional, en metros

B = Espesor de base y sub-base, en metros

T y t = Taludes del corte y de la cuneta, respectivamente

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

La longitud de una cuneta esta 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.

B) Contracunetas. Generalmente son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural. Se construyen perpendiculares a la pendiente máxima del terreno con el fin de lograr una intersección eficiente del escurrimiento laminar. Su proyecto en dimensiones y localización está determinado por el escurrimiento posible, por la configuración del terreno y por las características geotécnicas de los materiales que lo forman, pues a veces las contracunetas son perjudiciales si en su longitud ocurren filtraciones que redunden a la inestabilidad de los taludes del corte; en estos casos debe estudiarse la conveniencia de impermeabilizarlas, sustituirlas por bordos o buscar otra solución.

#### 4.7.5 Taludes.

El talud es la inclinación del paramento de los cortes o de los 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, la que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

Los taludes de los cortes 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 aunque sea someramente para definir los taludes en cada caso.

#### 4.7.6 Partes Complementarias.

Bajo esta denominación se incluyen aquellos elementos de la sección transversal que concurren ocasionalmente y con los cuales se trata de mejorar la operación y conservación del camino. Tales elementos son las guarniciones, bordillos, banquetas y fajas separadoras.

#### 4.7.7 Levantamiento de las Secciones de Construcción.

Estas secciones son perfiles levantados en el terreno transversalmente al eje definitivo: la longitud de ellas es de aproximadamente de 10 a 20 metros a cada lado del eje. Las secciones de construcción se alinean de la misma forma que en las secciones de topografía: la única diferencia es que en las primeras no se consideran las cotas de cada trompo de estación cerrada, obteniéndose tan solo desniveles que el terreno presenta.

Además de las estaciones cerradas para el levantamiento de secciones de construcción se emplea también aquellas estaciones intermedias que el perfil definitivo de la línea así lo registre. Las distancias arrancan con 0.00 metros a partir del centro del camino y se obtienen los desniveles relativos de los quiebres importantes a lo largo de la línea transversal, dándoles signos positivos a los que quedan más altos que el origen y negativos a los que quedan abajo de él.

Generalmente las secciones de construcción se levantan con nivel de mano y en casos especiales pueden levantarse con nivel fijo.













U - N - A - M -		CAMINO: ESPANITA - INTACUAVITLA										DE ESTACION:		
E.N.E.F. ARAGON		TRAMO: KM 0-000 KM 9-000										ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA		
ING. CIVIL		TESIS PROFESIONAL										SUBTRAMO: KM 3-327.38 - KM 4-165.74		
COTA	+15.00	-8.90	-7.84	-7.20	-4.55	-3.40	-3.20	-4.59	-2.80	+7.20	+7.70	+4.38	+3.68	-7.10
DESNIVEL	-0.42	+0.00	-0.13	-0.00	-0.14	+0.00	-0.30	-0.19	+0.00	-0.10	-0.14	-0.40	+0.50	-0.30
COTA	+15.70	-9.80	-8.00	-7.70	-4.70	-3.50	-4.30	-1.95	-3.49	-0.29	-7.10	-8.49	-10.60	-11.40
DESNIVEL	+0.00	+0.30	-0.40	-0.20	-0.30	+0.30	-0.01	-0.01	-0.20	-0.29	-0.41	-0.98	-0.30	-0.00
COTA	+15.00	-4.70	-3.61	-3.32	-4.80	-3.40	-4.17	-6.98	+7.72	+9.30	+10.60	+11.40	+12.20	+13.00
DESNIVEL	-0.01	+0.30	-0.18	-0.10	-0.30	-0.30	-0.38	-0.30	+0.62	+0.30	+0.20	+0.50	+0.10	+0.31
COTA	+15.00	-12.70	-10.39	-6.64	-3.64	-3.50	-4.11	-1.30	+2.21	+3.10	+3.05	+6.29	+7.30	+10.62
DESNIVEL	+1.10	+0.10	-0.93	+0.74	-0.43	-0.30	+0.30	+0.00	+0.13	+0.10	+0.70	+0.41	+0.40	+0.29
COTA	+15.00	-10.60	-9.30	-8.93	-7.40	-7.00	-3.30	-5.23	-3.87	+3.30	+4.10	+3.00	+3.27	+6.00
DESNIVEL	-0.32	-0.40	-0.30	-0.27	-0.20	-0.30	-0.00	-0.63	+0.03	+0.10	-0.43	-0.40	-0.07	+0.00
COTA	+15.00	-10.21	-8.64	-6.64	-3.73	-4.80	-3.42	-4.39	-3.30	-6.04	-7.57	-10.91	-15.00	
DESNIVEL	-2.90	-2.60	-3.24	-1.28	-0.72	-0.30	-0.02	-0.10	-0.20	-0.64	-1.44	-1.71	-2.82	
COTA	+15.00	-10.10	-7.80	-4.40	-3.70	-2.60	-2.00	-1.67	-4.00	+7.40	+1.50	+0.20	+2.10	+10.00
DESNIVEL	-4.00	-4.30	-3.10	-1.30	-0.39	-0.30	-0.10	+0.00	+0.30	+0.00	-0.50	-1.30	-1.60	-1.70
COTA	+15.00	+10.28	-8.40	-7.00	-3.60	-4.70	+3.40	-2.17	-1.80	-0.00	-3.70	-0.27	+2.40	+1.12
DESNIVEL	-0.23	-0.25	-0.20	-0.22	-0.10	-0.10	-0.10	-0.30	-0.30	-0.20	-0.10	-0.34	+0.10	+0.12
COTA	+15.00	-11.99	-9.80	-6.23	-4.55	-2.52	-3.50	-4.67	-3.22	-5.70	-7.20	-8.00	-8.97	-10.00
DESNIVEL	-0.43	-0.47	-0.70	-0.10	-0.77	-0.00	-0.57	-0.67	-0.10	-0.20	-0.10	-0.00	-0.35	-0.30
COTA	+15.00	-13.30	-7.55	-9.30	-7.31	-3.70	-2.49	-0.60	-0.90	+3.00	+3.40	+3.00	+7.70	+8.45
DESNIVEL	-0.51	-0.60	-0.42	-0.60	-0.13	-0.50	-0.13	-0.00	-0.20	+0.00	+0.00	+0.70	+0.20	+0.37
COTA	+18.34	-8.90	-7.62	-6.41	-3.41	-3.70	-1.50	-3.71	-4.70	+6.30	+7.99	-11.00	-12.91	-15.00
DESNIVEL	-1.27	-0.40	-0.44	-0.62	-0.07	-0.30	-0.10	-0.32	-0.90	+0.80	+0.04	-0.02	-0.17	-0.04
COTA	+15.00	-7.47	-3.70	-3.19	-3.40	-3.20	-4.62	-3.62	-9.40	+13.20	+14.62			
DESNIVEL	-2.31	-1.42	-0.50	-0.50	-0.00	-0.00	-0.40	-1.30	-1.40	+1.80	+1.61			
COTA	+15.00	-12.30	-8.60	-7.34	-4.80	-3.14	-7.04	-4.30	-5.24	+6.30	+11.01	+12.20	+18.07	
DESNIVEL	-2.07	-2.40	-1.70	-1.67	-0.44	-0.04	-0.07	-0.37	-0.98	+0.50	+1.60	+2.70	+2.31	



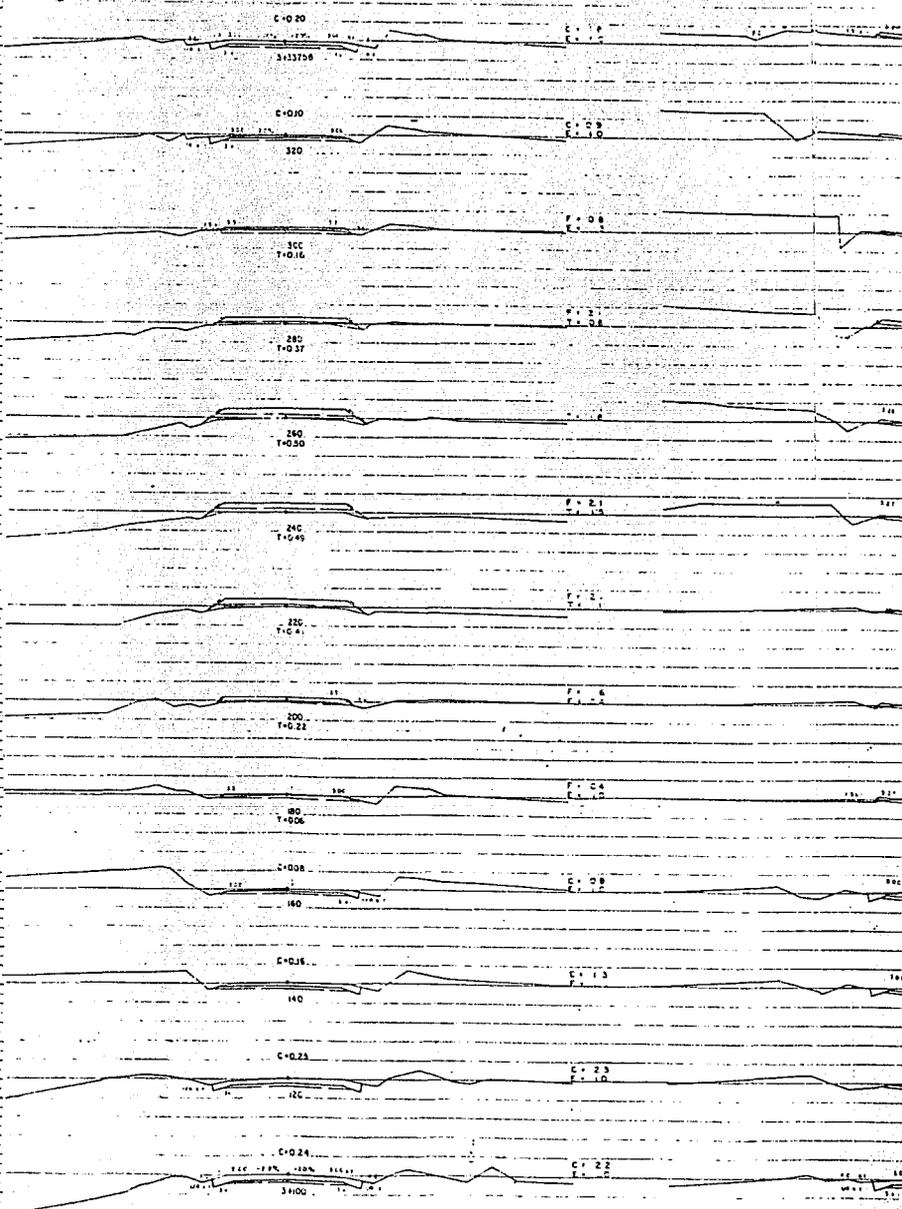
ABREVIATURAS

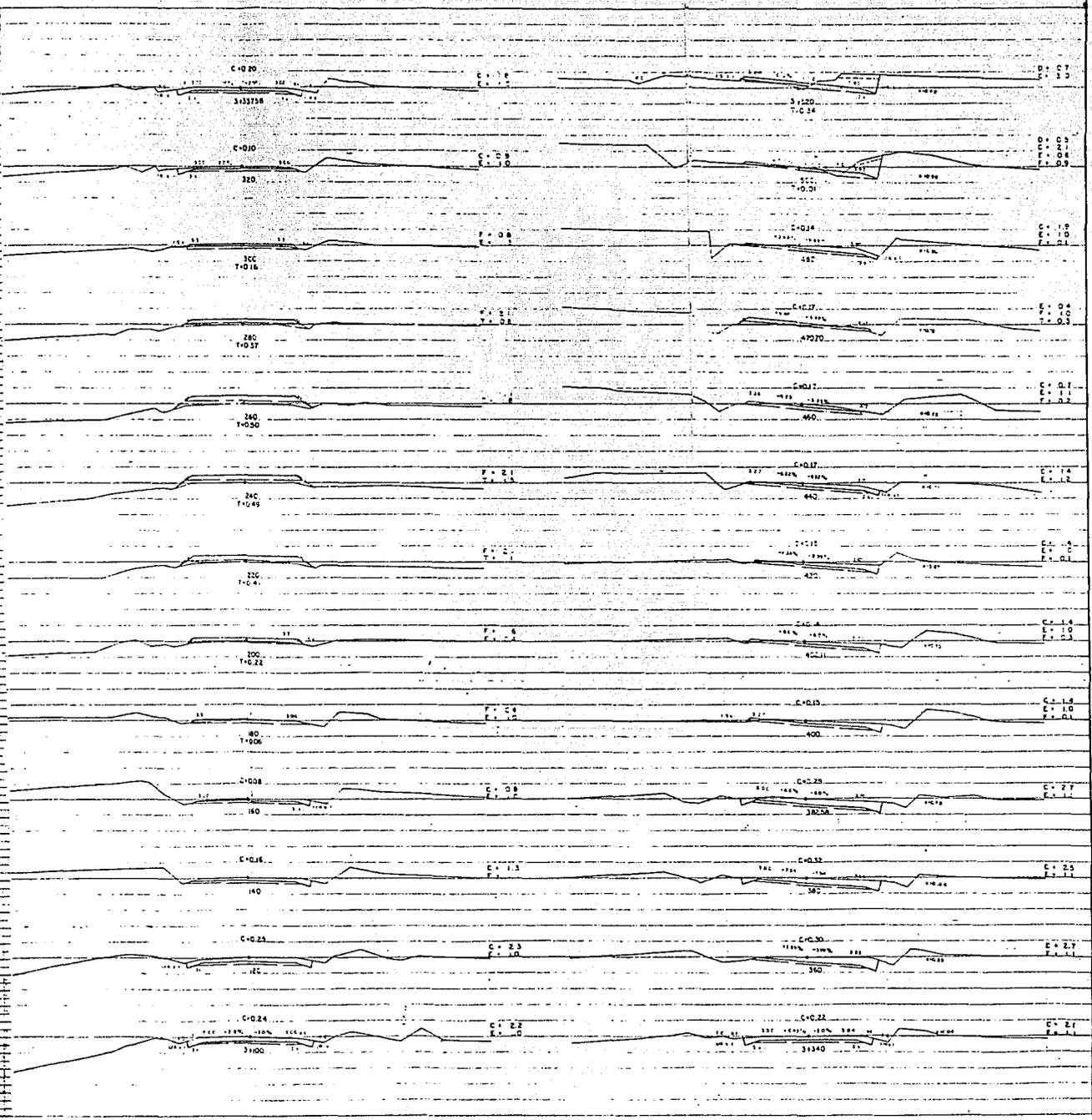
- D = Area de Drenaje
- C = Area de Corte
- Cy = Area de Corte y Relleno
- EL = Sección de Llave
- F = Area de Fierro

UNAM  
 FENEPE ARAGON  
 ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

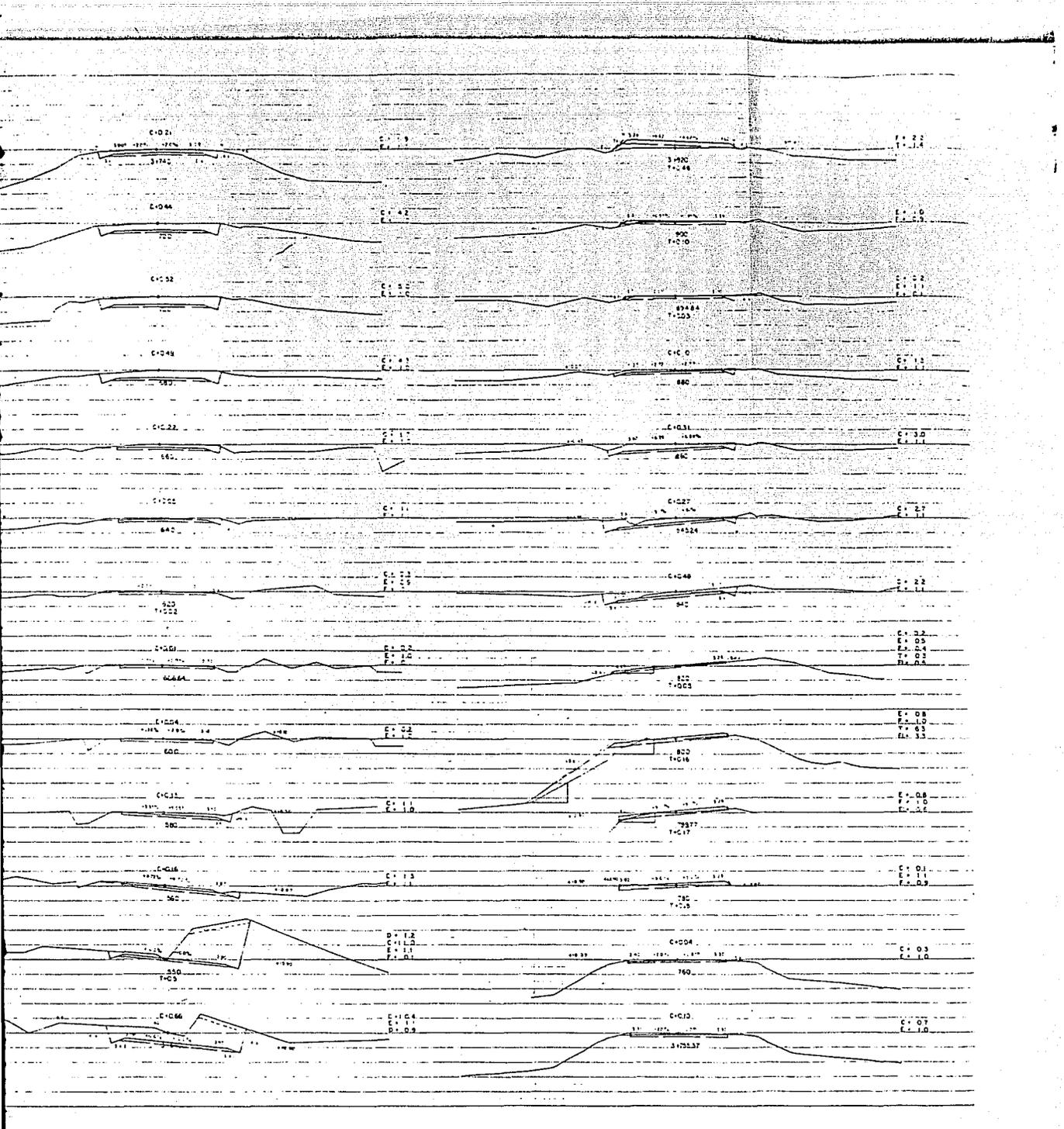
SECCIONES

CAMINO ESPANITA-XTACUIXTLA  
 TRAMO ESPANITA-XTACUIXTLA  
 ESTACION 3+900 A 3+920  
 Origen Espanita, Mex.  
 Escala 1:1000









CAPITULO V

## C A P I T U L O V

### ESTUDIO GEOTECNICO PARA PROYECTO Y CONSTRUCCION DE TERRACERIAS

#### 5.1 Generalidades.

##### 5.1.1 Objeto del estudio.

El estudio geotécnico tiene por objeto proporcionar la información adecuada para el cálculo de los movimientos de tierras: indicar los procedimientos de construcción que garanticen un buen comportamiento de la obra considerando el tipo de la misma, las condiciones geológicas y climatológicas de la región, y proporcionar una relación de las obras complementarias de drenaje que servirán de guía para cuando se lleve a cabo la construcción para seleccionar las zonas del camino susceptibles de necesitar dichas obras.

##### 5.1.2 Referencias.

El estudio geotécnico se refirió a los cadenamientos del trazo del proyecto definitivo, el que se llevo a cabo por medio del método tradicional de levantamientos topográficos, con estacamientos a cada 20 metros.

También se contó con el perfil del terreno a lo largo del eje del proyecto.

##### 5.1.3 Exploración y muestras.

La exploración se realizó por medio de la excavación con barretas, pico y pala pozas a cielo abierto de hasta un metro de profundidad, y de calas para determinar espesores, las que se programaron a lo largo de la línea del eje del proyecto y se espaciaron uno de otro de acuerdo con las condiciones geológicas encontradas.

En las calas y en los pozos a cielo abierto se realizó la clasificación de los suelos en forma preliminar según el Sistema SUCS, se determinaron los pesos volumétricos en el lugar, mismos que sirvieron para evaluar los coeficientes de variación volumétrica, los valores de estos se extrapolaron a zonas con características semejantes.

#### 5.2 Geotecnia.

##### 5.2.1 Características del subsuelo.

En base a la exploración realizada sobre el desarrollo del trazo del proyecto, a la información geológica previa y a los resultados de los ensayos de laboratorio, se conocieron las características de los suelos.

En la zona se encuentra una formación de material ígneo que se clasificó como toba andesítica muy compacta de coloración café y alterada. Los suelos que se obtendrán son: arena arcillosa, -

húmeda y muy compacta y arcilla de baja a mediana plasticidad que contiene hasta 45% de arena fina. húmeda y su consistencia varía de firme a dura.

En el anexo 5.1 se encuentran hojas con croquis de los suelos interferidos abajo de la línea de proyecto.

#### 5.2.2 Ensaye de laboratorio.

Los materiales extraídos de los pozos a cielo abierto excavados en el terreno natural y en los bancos. se sometieron en el laboratorio a los siguientes ensayos:

De clasificación

- 1) Granulometría
- 2) Límites de Atterberg

De calidad:

- 1) Contracción lineal
- 2) Peso Específico Seco Suelto
- 3) Peso Específico Seco Máximo
- 4) Valor Relativo de Soporte Estándar. con expansión por saturación

En el anexo 5.2 se encuentran los resultados de los ensayos de laboratorio, efectuados en los materiales muestreados.

#### 5.3 Datos para el Proyecto.

De acuerdo a las características geológicas y climatológicas de la región, así como a las propiedades de los suelos existentes, a continuación se proporcionan los datos para el proyecto de las terracerías.

##### 5.3.1 Cortes y terraplenes.

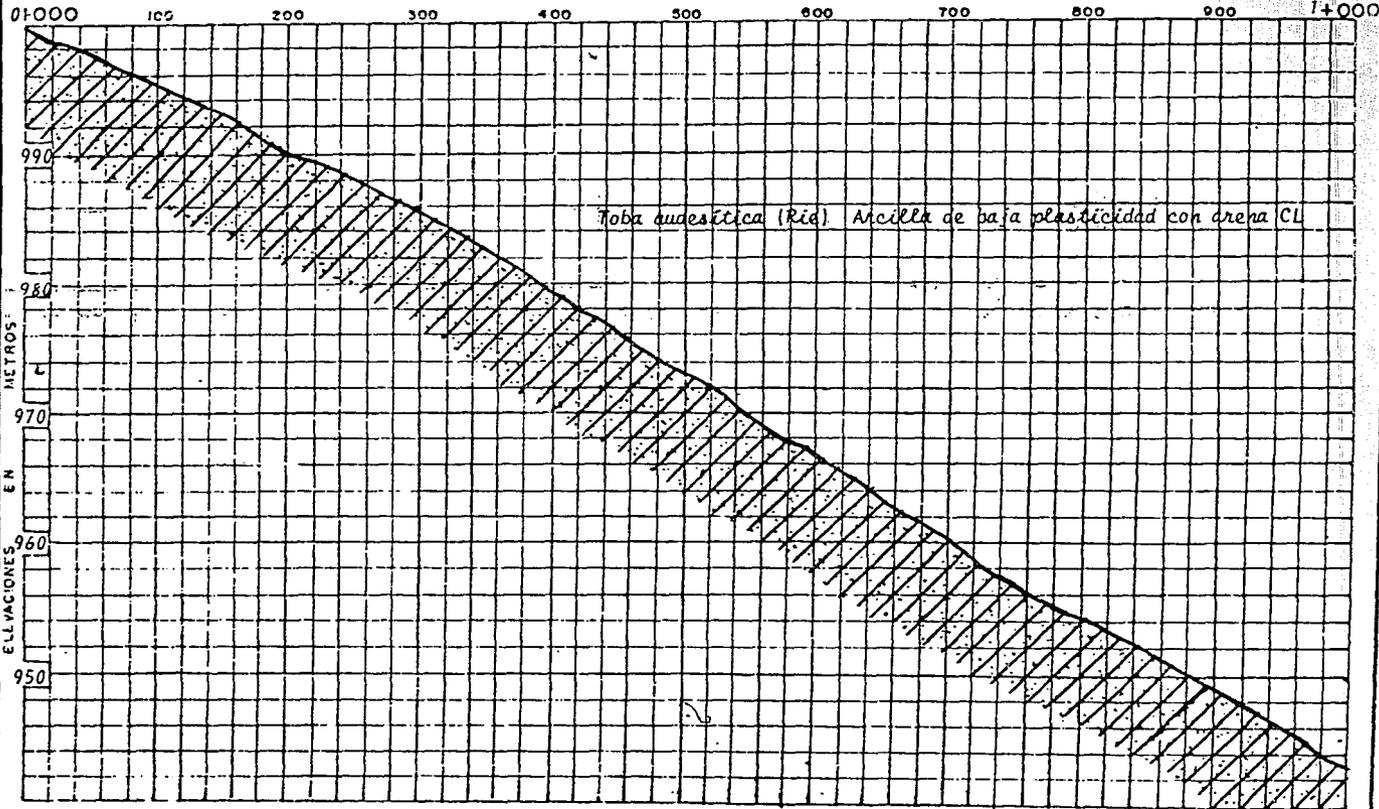
De acuerdo al criterio de emplear las terracerías del camino actual, solo en las zonas de modificación las terracerías se formarán con los materiales que se encuentran a lo largo del eje del proyecto, excepto los suelos superficiales que se usarán para cubrir los taludes de los terraplenes o se desperdiciarán.

Los materiales que se encuentran, en general se clasifican como "compactables", y se podrán atacar con tractor tipo Bulldozer.

En el anexo 5.3 se encuentran tres hojas de datos geotécnicos para el cálculo de la curva masa, en los que se indica la clasificación SUCS, tratamiento probable, el coeficiente de variación volumétrica, la clasificación para presupuesto, la altura máxima y el talud para cortes, así como las observaciones para la utilización de cada material.

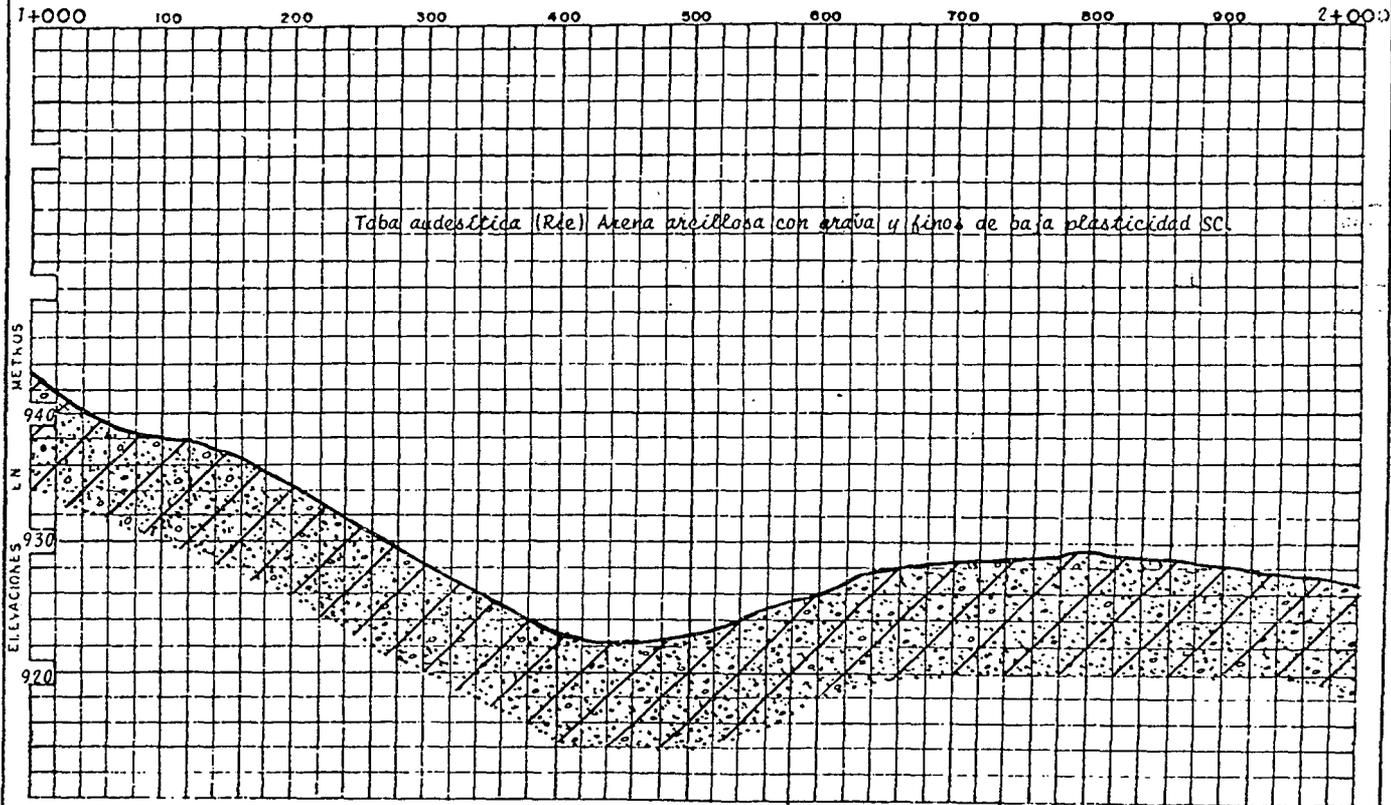
El talud para los terraplenes será invariablemente de 1.5:1. no importando la altura total a la rasante, y en corte de 1/4:1.

Las condiciones que presentan las terracerías actuales definen la altura de la línea subrasante, la cual se recomienda fijar -



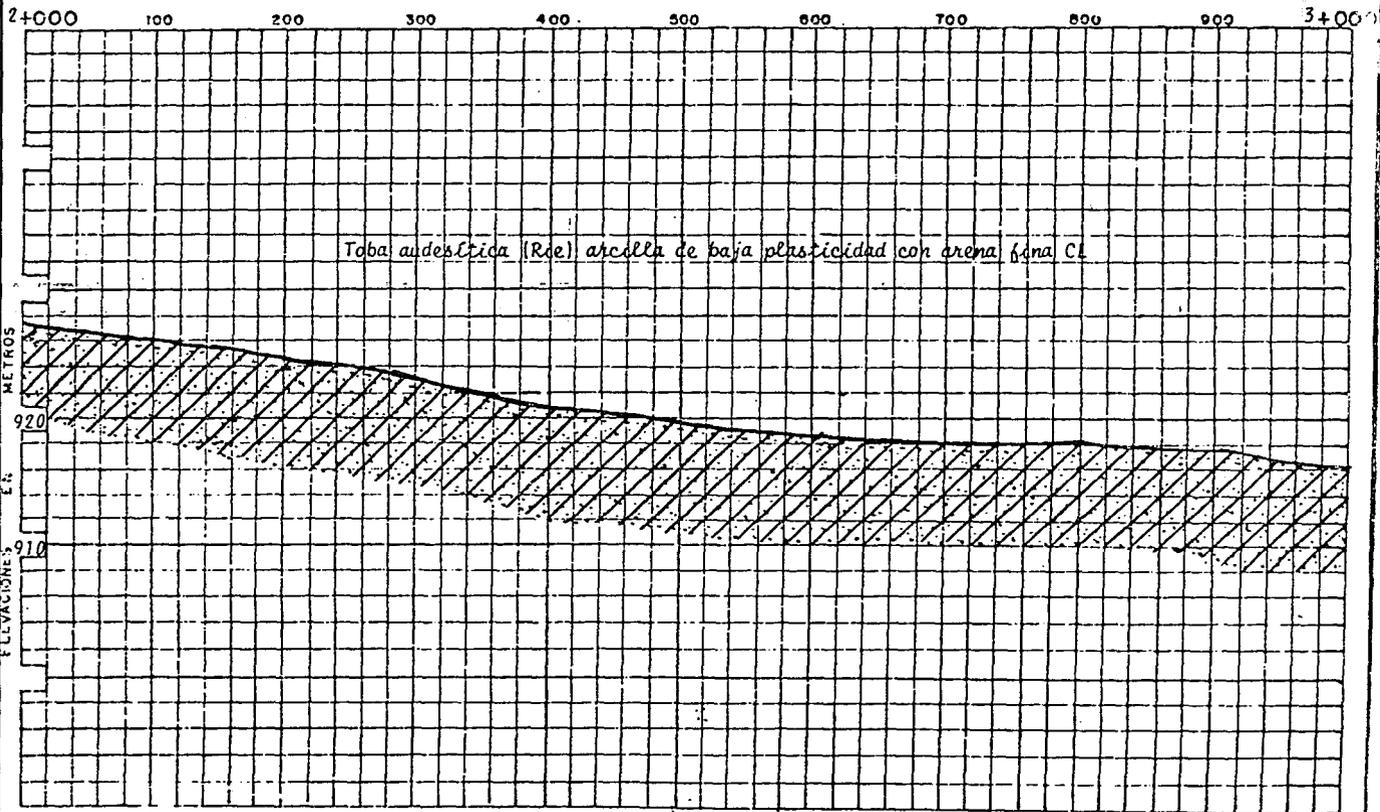
CARRETERA : ESPANITA - IXTACUIXTLA TRAMO: \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO: KM. 0+000 - KM. 8+000 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA



CARRETERA: ESPANITA - IXTACUIXTLA TRAMO: \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO: KM 0+000 - KM. 8+000 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

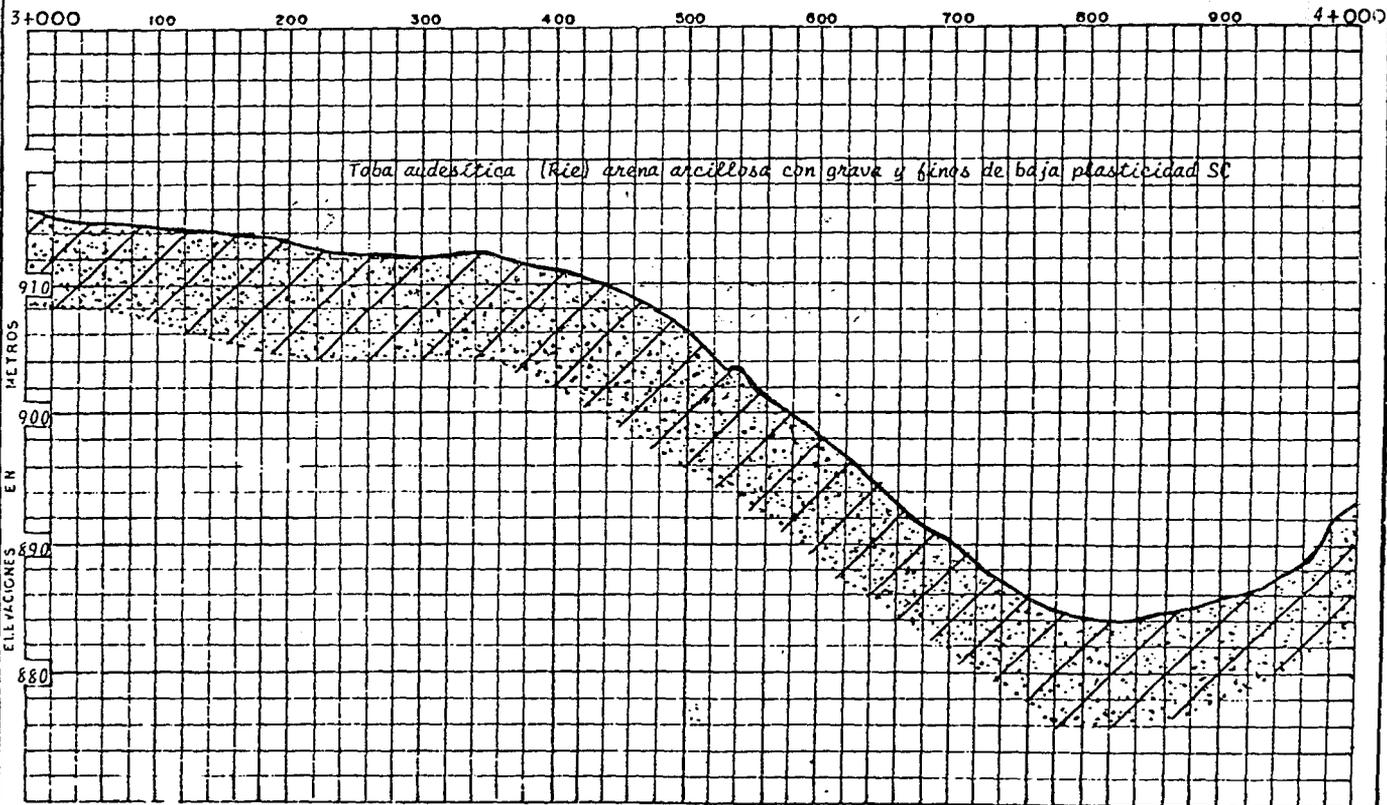


CARRETERA: ESPANITA - IXTACUIXTLA

TRAMO: \_\_\_\_\_

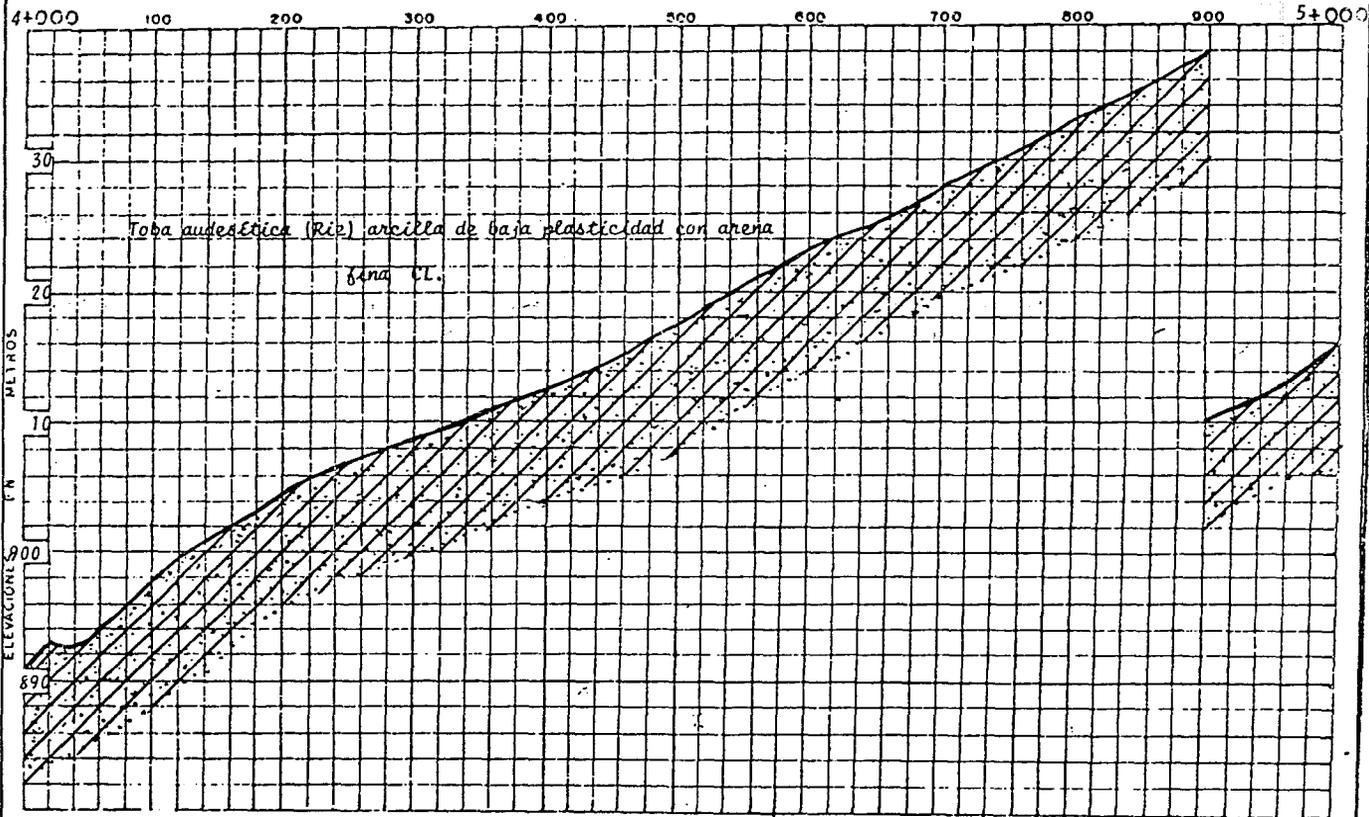
SUB-TRAMO: KM. 0+000 - KM. 8+000

ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA



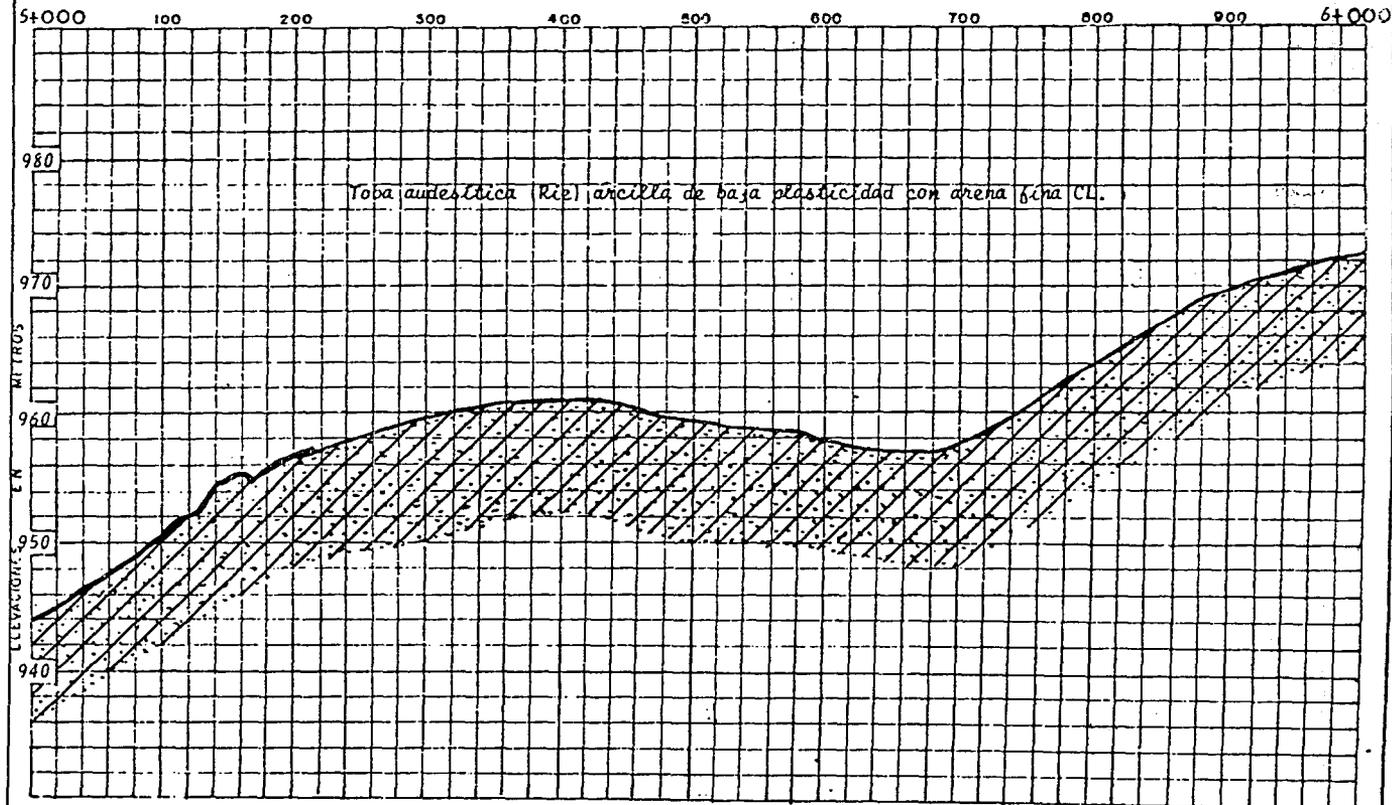
CARRETERA : ESPANITA - IXTACUIXTLA TRAMO: \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO: KM 0+000 - KM 8+000 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA



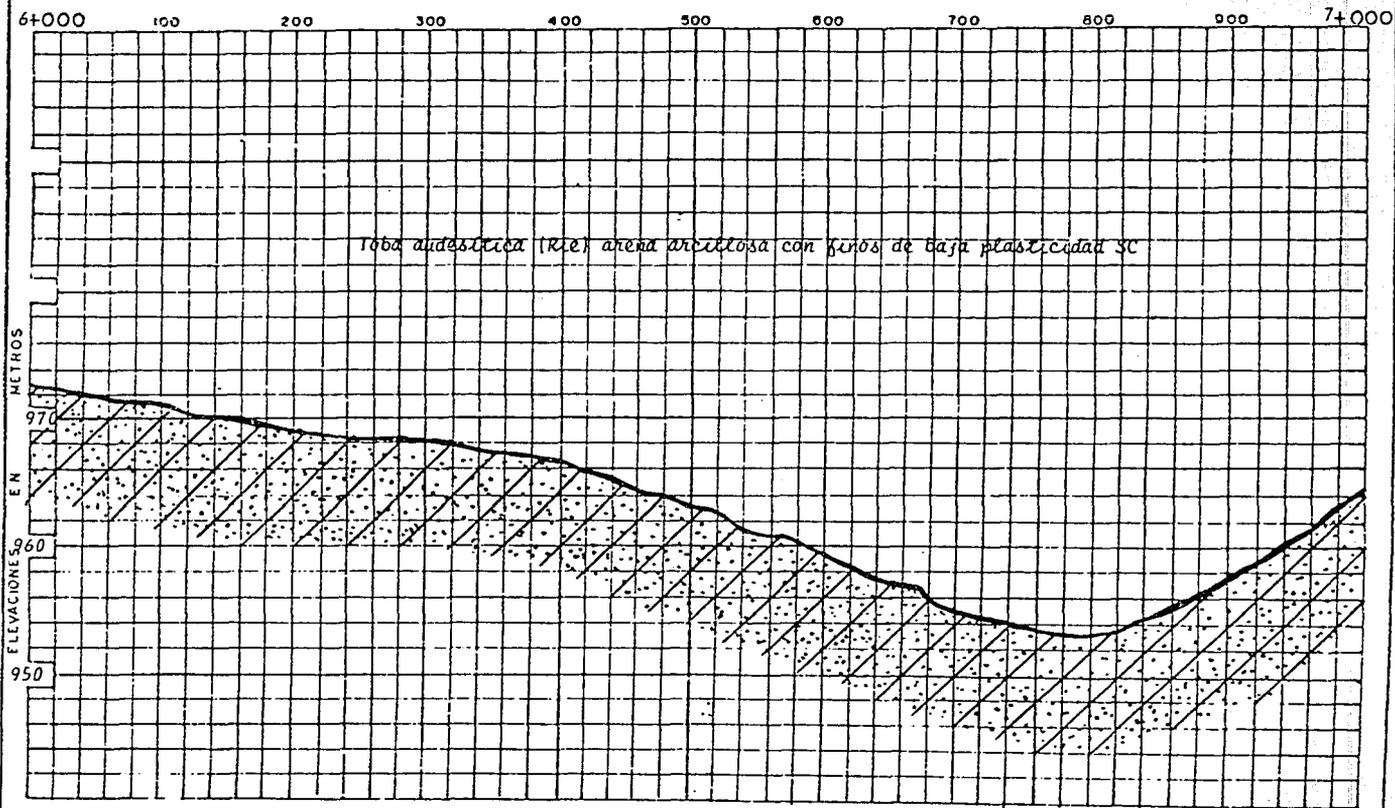
CARRETERA: ESPANITA - IXTACUIXTLA TRAMO: \_\_\_\_\_  
 SUB-TRAMO: KM 0+000 - KM. 8+000 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA



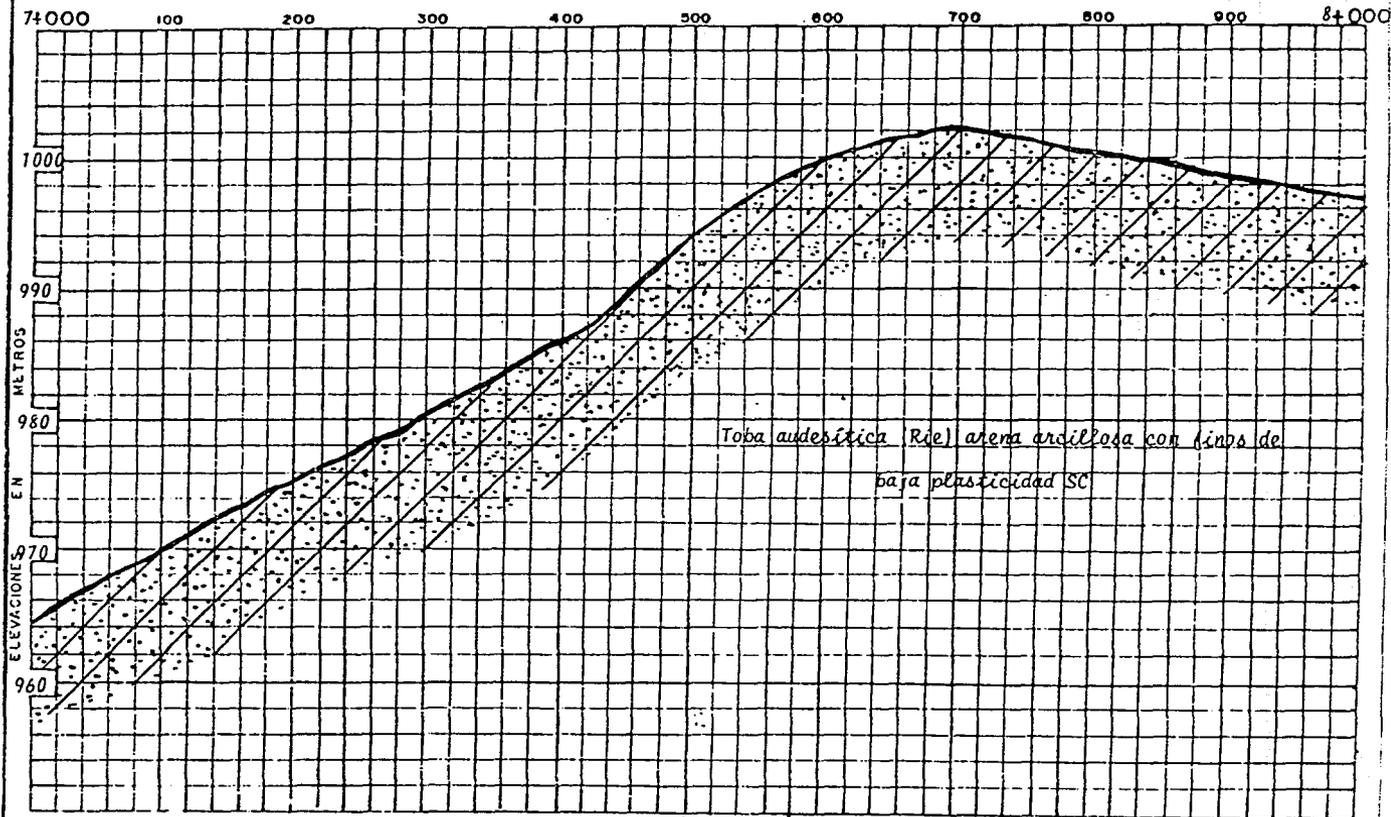
CARRETERA: ESPANITA - IXTACUXTLA TRAMO: \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO: KM. 0+000 - KM. 8+000 ORIGEN: ESPANITA, Tlaxcala



CARRETERA : ESPANITA - IXTACUIXTLA TRAMO: \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO: KM. 0+000 - KM. 8+000 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA



CARRETERA : ESPANITA - IXTACUIXTLA TRAMO : \_\_\_\_\_  
 SUB-TRAMO : KM. 0+000 - KM. 8+000 ORIGEN : ESPANITA, TLAXCALA

## ANEXO 5.2

UBICACION		0+040	0+020	1+500	2+000	3+000	4+000	5+000	6+000	7+000	8+000
NUMERO DE SONDEO											
PROFUNDIDAD (m)											
DESPALME											
TAMANO MAXIMO		3/8"	3/4"	1"	3/8"	No 4	3/8"	1"	3/8"	1"	3/8"
% QUE PASA LA MALLA N-4		95.0	97.0	83.0	99.0	96.0	97.0	97.0	99.0	94.0	91.0
% QUE PASA LA MALLA N-40		88.0	87.0	58.0	95.0	91.0	81.0	92.0	90.0	79.0	87.0
% QUE PASA LA MALLA N-200		55.0	52.0	20.0	60.0	45.0	70.0	56.0	45.0	33.0	55.0
LIMITE LIQUIDO		29.0	27.0	31.0	32.0	23.0	41.0	30.0	40.0	31.0	32.0
LIMITE PLASTICO		15.0	15.0	20.0	10.0	17.0	23.0	10.0	19.0	19.0	19.0
INDICE PLASTICO		14.0	12.0	11.0	22.0	6.0	10.0	12.0	21.0	12.0	13.0
CONTRACCION LINEAL		4.2	3.9	3.9	6.5	1.9	6.0	3.9	7.0	4.2	4.5
CLASIFICACION		CL	CL	SC	CL	SC	CL	CL	SC	SC	CL
EQUIVALENTE DE ARMA											
PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO		1130	1110	1225	1140	1235	1130	1180	1065	1100	1200
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO, PORTER				1700							
HUMEDAD OPTIMA PORTER				19.3							
VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR		10.3	16.5	24.3	19.0	18.7	27.9	13.0	17.2	40.4	13.9
% DE EXPANSION		0.5	0.3	0.0	0.5	0.7	0.2	0.9	0.9	0.2	1.3
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO, PROCTOR		1600	1680		1610	1700	1590	1645	1480	1600	1660
HUMEDAD OPTIMA PROCTOR		19.2	10.0		20.5	15.5	22.5	19.0	26.0	20.5	19.0
PESO VOLUMETRICO SECO NATURAL											
HUMEDAD NATURAL		14.0	16.0		17.0	14.0	17.7	16.1	21.4	15.1	14.0
% DE COMPACTACION		97.0	98.0	99.0	99.0	93.0	92.0	99.0	97.0	99.0	97.0
U . R . S . MODIFICADO	90 %										
	95 %										
	100 %										
RESUMEN DE DATOS DE LOS ENSAYES DE LABORATORIO							U . N . A . M . E.N.E.P. ARAGON				
CAMINO: ESPAÑITA -IXTACUIXTLA				TRAMO: KM 0+000 KM 0+000			ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL				
SUB TRAMO:				ORIGEN: ESPAÑITA, TLAXCALA							







OBSERVACIONES A LAS HOJAS DE DATOS  
PARA EL CALCULO DE LA CURVA MASA

- a) Material cuya calidad no le permite ser empleado en la construcción y que se desperdiciará. Indicar despilme de 30 cm.
- b) Suelo cuya calidad y características solo le permite ser utilizado en la construcción del cuerpo del terraplén.
- c) En terraplenes formados con este suelo y en cortes ejecutados en el mismo proyectándose capa subrasante con material proveniente del banco de préstamo más cercano.
- d) Suelo cuya calidad y características le permite ser empleado en la formación del cuerpo del terraplén y capa subrasante.
- e) Suelo que se empleará en la construcción de la base hidráulica del pavimento.

de acuerdo a lo siguiente:

- 1) Del Km 0+000 al Km 1+060 (zona urbana de la población de Españaíta) irá a cuando menos 15 cm. abajo del nivel del brocal de los pozos de visita del drenaje de aguas negras de la población. Pudiendo emplearse el material para formar cuerpo de terraplén y/o capa subrasante.
- 2) Del Km 1+060 al Km 1+360 la línea subrasante irá a pelo de tierra.
- 3) Del Km 1+360 al Km 3+060 se fijara la línea a 8 cm. de la superficie de rodamiento. Indicando utilizar el material recortado en la base hidráulica del pavimento.
- 4) Del Km 3+060 al Km 8+000 la línea subrasante irá a pelo de tierra.

### 5.3.2 Capa Subrasante.

La capa subrasante se construirá utilizando el material que forma actualmente la subcorona del camino, proyectándose con espesor de 30 cm. De acuerdo a las características que presenta el material regional, el grado de compactación es en la mayoría de los casos superior a 95%, que indican las normas de la SCT por lo que la capa se proyectará teniendo en cuenta lo siguiente:

- 1) Del Km 0+000 al Km 1+060 indicar escarificación y compactación de los 15 cm. inferiores a la superficie descubierta por la caja indicada anteriormente, marcando el bombeo de 2%.
- 2) Del Km 1+060 al Km 1+360 indicar escarificación y compactación de los 15 cm. inferiores a la superficie de rodamiento, indicando el bombeo respectivo.
- 3) Del Km 1+360 al Km 3+060 indicar escarificación y compactación de los 15 cm. inferiores a la superficie descubierta por el corte indicado anteriormente, marcando bombeo de 2%.
- 4) Del Km 3+060 al Km 8+000 indicar escarificación y compactación de los 15 cm. inferiores a la superficie de rodamiento, indicando el bombeo respectivo.
- 5) En las zonas de modificación se proyectará la capa subrasante empleando el material del terreno natural.

### 5.3.3 Cimentación de obras de drenaje menor.

El camino en operación tiene construidas todas las obras de drenaje menor, las que fueron resueltas a base de alcantarillas de tubo con diámetro de 0.76 cm. a excepción de la ubicada en la estación 3+777.11 en donde se cruza una cañada en donde existe en el fondo una bóveda y prácticamente por encima de ella se construyó una losa. En general todas las obras tienen las dimensiones hidráulicas necesarias para permitir el escurrimiento natural del agua por lo que solo es necesario ampliar algunas de ellas, sin embargo si se llegara a requerir el cambio de tubo a losa se recomienda considerar para capacidad de carga 10 toneladas por metro cuadrado.

En la obra de la estación 3+777.11, se observaron los aleros fracturados, por lo que es necesario antes de reconstruirlos, revisar cuidadosamente el área de desplante, en caso de ser ---

parte del colchón de la losa se compactan los 50 cm. superiores al 95%.

#### 5.3.4 Obras complementarias de drenaje.

De acuerdo a las características topográficas y climatológicas de la región, así como las características del proyecto, se considera construir las obras complementarias de drenaje, recomendándose que impermeabilicen las cunetas inmediatamente después que se formen, empleando concreto hidráulico.

De acuerdo a las condiciones geológicas de la región se considera que no existe problema de flujo de agua en las zonas de lomerío.

En los terraplenes mayores de dos metros se construirán bordillos y lavaderos, pudiendo usarse suelo cemento para los bordillos y concreto hidráulico para los lavaderos.

En el anexo 5.4 se incluye una relación de las cantidades de obra de estos elementos.

#### 5.3.5 Bancos de materiales para obras de drenaje.

Los materiales que se usaran en la construcción de las obras complementarias de drenaje como son arena y grava para concreto hidráulico, se obtendrán de los bancos: De Torres y la Magdalena en la inmediación de la población de Españita, sobre el camino a Mixtepec en donde se extrae tezontle, material que es adecuado para elaborar concreto hidráulico con la -----

2  
resistencia de 100 Kg/cm .

#### 5.4 Normas de construcción.

Los materiales empleados en la construcción de las terracerías, incluyendo la capa subrasante, se regirán por las normas de calidad especificadas en el libro 4, capítulo 4.01.01.002 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la ejecución de los trabajos, con lo indicado en el libro 3 de la misma Secretaría.

##### 5.4.1 Desmonte.

En las zonas de modificación se despejará la vegetación existente en el derecho de vía, se talarán los arbustos y desentrajarán, se quitará la hierba y maleza, así también si no es utilizable se estibar y quemará. Estos trabajos estarán realizados cuando menos un kilómetro adelante del frente de construcción de las terracerías.

##### 5.4.2 Despalmes.

En las áreas de los cortes y desplantes de los terraplenes, se desalojará la capa superficial del terreno natural que contenga materia orgánica y vegetal. El espesor mínimo de esta capa es de 30 cm. y el producto del despalmes se colocará cerca de la línea de ceros de la sección del terraplén. Este trabajo será terminado 500 metros adelante del frente de construcción.





#### 5.4.3 Cortes.

Se efectuarán los cortes empleando el equipo conveniente, de acuerdo al tipo de material existente. tractor de mas de 20 toneladas con ripper, el producto del corte se empleará de acuerdo a lo indicado en las hojas de suelos del estudio geotécnico.

Se evitará hasta donde sea posible aflojar el material mas allá de la superficie técnica de los taludes. La excavación será hasta el nivel de la línea subrasante del proyecto, debiendo quedar la superficie lo más uniforme posible, no teniendo salientes mayores a 5 cm.

Una vez vaciados los cortes y con oportunidad necesaria, se perfilarán las cunetas y se excavarán las contracunetas.

Para dar por terminado el trabajo de un corte es necesario se verifique el alineamiento, perfil y la sección en forma, ancho y acabado, de acuerdo al proyecto y teniendo en cuenta las tolerancias indicadas en el libro 3, capítulo 3.01.01.003.

#### 5.4.4 Terraplenes.

Se construirán con materiales producto de cortes y de prestamos clasificados como "compactables". El equipo de construcción de los terraplenes será el conveniente de acuerdo al material existente, incluyendo el que se empleará para la compactación.

Antes de iniciar la construcción, se rellenarán los huecos producidos por el desenraice y se compactará el área de desplante en espesor de 0.20 metros hasta alcanzar el 90% del peso volumétrico seco máximo del material.

Se proseguirá la construcción de los terraplenes por capas sensiblemente horizontales en el ancho de la sección. Al ser el material que se utiliza clasificado como compactable, el espesor máximo de la capa será de 30 cm. Se aplicará el agua necesaria al material en la zona de construcción y a continuación se efectuará la compactación de los terraplenes en todo lo ancho de la sección, incluyendo las cunetas de sobrancho, hasta alcanzar el 90% del peso volumétrico seco máximo.

#### 5.4.5 Capa Subrasante.

Se empleará el material existente en las terracerías actuales, el cual presenta en la mayor parte del tramo, grado de compactación superior al especificado para esta capa, por lo que la construcción de ella se efectuara en la siguiente manera:

Km 0+000 al Km 1+060

Se abrirá caja retirando el material que exista entre el nivel del brocal de los pozos de visita de drenaje de aguas negras y 15 cm. abajo de él. Desde la superficie descubierta se escarificarán 15 cm. del material existente, se incorporará el agua necesaria y se homogenizará con el suelo, a continuación se perfilará la sección dando el bombeo del 2% y se compactará

el material: hasta alcanzar grado de compactación del 95%.  
Km 1+360 al Km 3+060

Se cortará el material que existe como revestimiento de la superficie de las terracerías. espesor promedio de 8 cm. acamellonándolo a un lado del camino o colocándolo en un lugar determinado. Este material se empleará en la construcción del pavimento.

Desde la superficie descubierta se escarificarán 15 cm. del material existente. se incorporará el agua necesaria y se homogenizará con el suelo. a continuación se perfilará la sección dando el bombeo de 2% y se compactará el material hasta alcanzar el 95% de su peso volumétrico seco máximo.

Para dar por terminada la construcción de un terraplén. es necesario se verifique el alineamiento, perfil y la sección en su forma, anchura y acabado. de acuerdo al proyecto y teniendo en cuenta las tolerancias indicadas en el libro 3, capítulo 3.01.01.005.

## CAPITULO VI

## CAPITULO VI

### CURVA MASA

#### 6.1 Generalidades.

Una parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, es el costo de construcción; el cual está gobernado por los movimientos de terracerías. La realización de una serie de estudios permiten ver que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que el tipo de camino fija.

La subrasante económica es la que considera los movimientos de terracerías más económicos, es la que ocasiona el menor costo de la obra.

#### 6.2 Proyecto de la subrasante.

Para el estudio de la subrasante, se analizan el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las obras de drenaje.

Para el proyecto de la subrasante económica hay que tomar en cuenta que:

- 1) Debe cumplir con las especificaciones de proyecto geométrico dadas.
- 2) En general, el alineamiento horizontal es definitivo.
- 3) La subrasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas y su elevación debe ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

#### 5.2.1 Elementos que definen el proyecto de la subrasante.

- A) Condiciones topográficas
- B) Condiciones geotécnicas
- C) Subrasante mínima
- D) Costo de las terracerías

A) Condiciones topográficas. De acuerdo con su configuración se considera el tipo de terreno como lomerío, por lo cual se combinan las pendientes especificadas, obteniendo un alineamiento vertical ondulado, que en general permite 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 representar problema dejar el espacio vertical necesario para alojar las alcantarillas, son características de este tipo de terreno.

B) Condiciones geotécnicas. La calidad de los materiales que se

encuentran en la zona en donde se localiza el camino, es factor importante para lograr el proyecto de la subrasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino.

Por la dificultad que ofrecen a su ataque, las especificaciones generales de construcción de la SCT, clasifican a los materiales de terracerías como A, B y C; por el tratamiento que van a tener en la formación de los terraplenes, los clasifican en materiales compactables y no compactables.

Un suelo se clasifica como material A, cuando puede ser atacado con facilidad mediante pico, pala de mano, escrepa o pala mecánica de cualquier capacidad; además se consideran como material A, a los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.5 cm.; como material B, el que requiere ser atacado mediante arado o explosivos ligeros, además también las piedras sueltas mayores de 7.5 cm. y menores de 75.0 cm. Finalmente el material C es el que solamente puede ser atacado mediante explosivos, requiriendo para su remoción el uso de pala mecánica de gran capacidad.

Un material se considera compactable cuando es posible controlar su compactación por alguna de las pruebas de laboratorio utilizados en la SCT, en caso contrario se considera no compactable, aun cuando se reconozca que estos materiales puedan ser sujetos a un proceso de compactación en el campo. Al material no compactable se le aplica el tratamiento de bandeado al emplearse en la formación de los terraplenes: tratamiento que tiene por objeto lograr un mejor acomodo de los fragmentos, reduciendo los vacíos u oquedades mediante el empleo del equipo de construcción adecuado. Dentro de este grupo quedan incluidos los materiales clasificados como C, y aquellos cuya clasificación B es debida a la presencia de fragmentos medianos y grandes.

En el proyecto de la subrasante se indican las propiedades de los materiales que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos relativos a su clasificación para fines de presupuesto y el tratamiento a darles.

C) Subrasante mínima. La elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, a los que el estudio de la subrasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la subrasante mínima.

Los elementos que fijan estas elevaciones en el proyecto en estudio son las obras menores, las cuales para lograr la economía deseada y no alterar el buen funcionamiento del drenaje, es necesario que el estudio de la subrasante respete la elevación mínima que requiere el proyecto de las alcantarillas, lo cual se cumple ya que el proyecto de la subrasante estará obligado por las condiciones que el terreno de lomerío impone y por lo tanto habrá espacio vertical suficiente para dar cabida a las obras menores.

D) Costo de las terracerías. La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

1) Costos unitarios:

Excavaciones en corte

Excavaciones en préstamo

Compactación en el terraplén del material de corte

Compactación en el terraplén del material de préstamo

Sobreacarreo del material de corte a desperdicio

Sobreacarreo del material de préstamo a terraplén

Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

2) Coeficientes de variabilidad volumétrica:

Del material de corte

Del material de préstamo

3) Relaciones:

Entre la variación de los volúmenes de corte y terraplén al mover la subrasante de su posición original.

Entre los costos unitarios de terraplén formado con material producto de corte y con material obtenido de préstamo.

Entre los costos que significa el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación en éste y el que significa la extracción del material de corte y el acarreo para desperdiciarlo.

4) Distancia económica de sobreacarreo:

El empleo del material producto de corte en la formación de terraplenes, esta condicionado tanto a la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su transporte. Esta distancia está dada por la expresión:

$$DME = \frac{(Pp + ad) - Pc}{Psa} + AL$$

donde:

DME = Distancia máxima de sobreacarreo económico

ad = Costo unitario de sobreacarreo del material de corte de desperdicio

Pc = Precio unitario de la compactación en el terraplén del material producto del corte

AL = Acarreo libre del material, cuyo costo esta incluido en el precio de excavación

Pp = Costo unitario de terraplén formado con material producto de préstamo

Psa = Precio unitario del sobreacarreo del material de corte

En estos elementos se basa fundamentalmente el estudio del diagrama de masas.

### 6.3 Cálculo de Volúmenes y Movimientos de Terracerías.

Para lograr la aproximación debida en el cálculo de los volúmenes de tierra, es necesario obtener la elevación de la subrasante tanto en las estaciones cerradas como en las intermedias en que se acusan cambios en la pendiente del terreno. Asimismo, es conveniente calcular la elevación de los puntos principales de las curvas horizontales, en los que la sección transversal sufre un cambio motivado por la sobreelevación y la ampliación.

Obtenida la elevación de la subrasante para cada una de las estaciones consideradas en el proyecto, se determina el espesor correspondiente dado por la diferencia que existe entre las elevaciones del terreno y de la subrasante. Este espesor se considera en la sección transversal del terreno previamente dibujada, precediéndose al proyecto de la sección de construcción.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las áreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante el diagrama de curva masa.

#### 6.3.1 Secciones de construcción.

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 formaran las terracerías ----- (Figs. No. 6.1 y 6.2).

Los conceptos y elementos que determinan el proyecto de una sección de construcción, se dividen en dos grupos bien definidos.

A) Los propios del diseño geométrico.

Con los siguientes elementos:

- 1) Espesor de corte o de terraplén
- 2) Ancho de corona
- 3) Ancho de calzada
- 4) Ancho de acotamiento
- 5) Pendiente transversal
- 6) Ampliación en curvas
- 7) Longitud de transición
- 8) Espesor de pavimento
- 9) Ancho de subcorona
- 10) Talud de corte o de terraplén
- 11) Dimensiones de las cunetas

B) Los impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse la construcción de las terracerías.

Formados con los elementos:

- 1) Despalme
- 2) Compactación del terreno natural
- 3) Escalón de liga
- 4) Cuerpo del terraplén
- 5) Capa subrasante

- 6) Cuña de afinamiento
- 7) Muro de retención
- 8) Berma
- 9) Estratos en corte
- 10) Caja en corte

### 6.3.2 Determinación de áreas.

Para fines de presupuesto y pago de la obra, es preciso determinar los volúmenes tanto de corte como de terraplén. Para lograr lo anterior es necesario calcular el área de las distintas porciones consideradas en el proyecto de la sección de construcción.

### 6.3.3 Cálculo de volúmenes.

Una vez que se han determinado las áreas de las secciones de construcción, se procede al cálculo de los volúmenes de tierras. Para ello es necesario suponer que el camino está formado por una serie de prismoides tanto en corte como en terraplén. Cada uno de estos prismoides está 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.

A) Fórmula del prismoide.

A la expresión conocida como fórmula del prismoide

$$V = \frac{L}{6} (A_1 + 4A_m + A_2)$$

se introduce la hipótesis de:

$$A_m = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

y sustituyendo:

$$V = \frac{L}{2} (A_1 + A_2)$$

que es la expresión conocida como fórmula de las áreas medias y que por su simplicidad es muy útil para el cálculo de volúmenes; este cálculo se realiza considerando secciones en las estaciones cerradas de 20 metros, en los puntos principales de las curvas del alineamiento horizontal y en donde ocurren notables en la pendiente longitudinal o transversal del terreno.

B) Coeficiente de variabilidad volumétrica. El material ya sea de corte o de préstamo empleado en la formación de los terraplenes, experimentan un cambio de volumen al pasar de su -

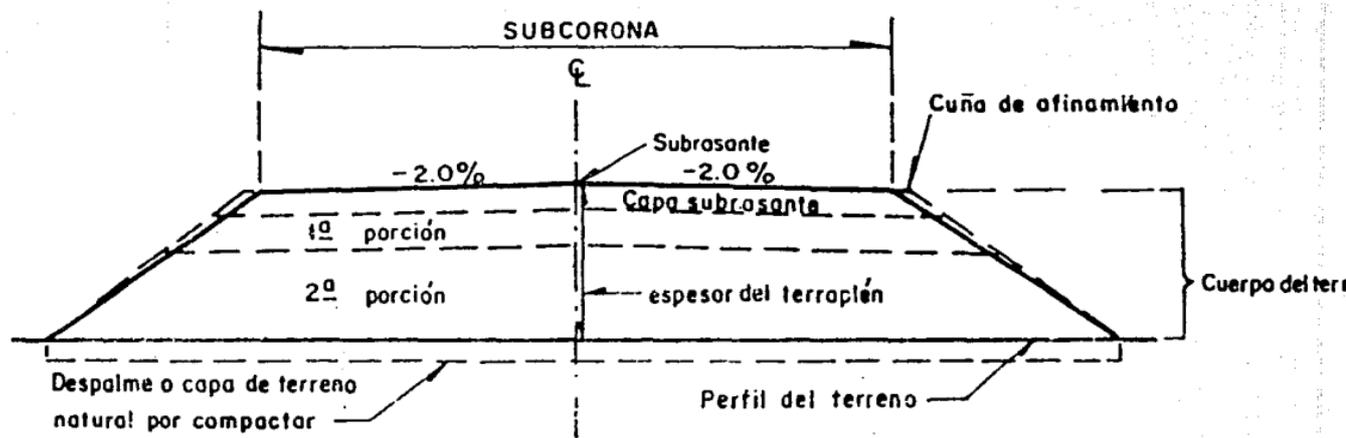


FIG. No. 6.1 . SECCION DE CONSTRUCCION DE UN TERRAPLEN EN TANGENTE

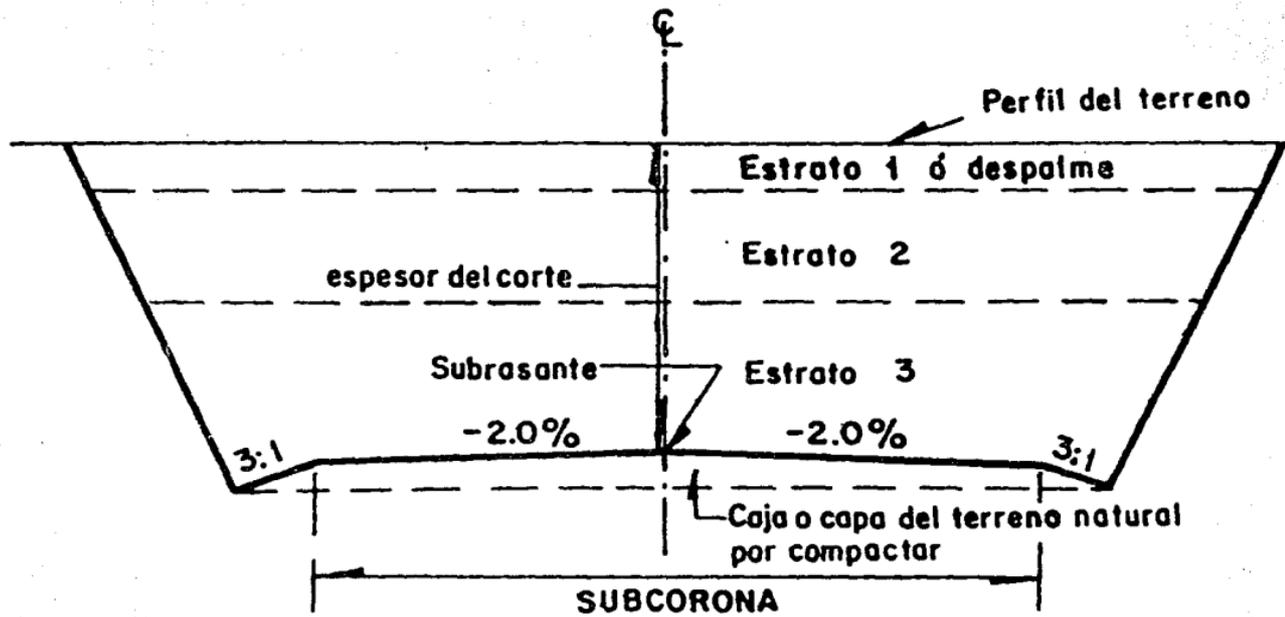


FIG. No. 6.2 SECCION DE CONSTRUCCION DE UN CORTE EN TANGENTE

estado natural a formar parte del terraplén, siendo esencial el conocimiento de este cambio para la correcta determinación de los volúmenes y de los movimientos de tierra correspondientes.

Se llama coeficiente de variabilidad volumétrica a la relación que existe entre el peso volumétrico del material en su estado natural y el peso volumétrico que ese mismo material tiene al formar parte del terraplén. Este coeficiente se aplica al volumen del material en su estado natural para obtener su volumen en el terraplén.

C) Ordenadas de curva masa. La ordenada de curva masa en una estación determinada es la suma algebraica de los volúmenes de terraplén y de corte, estos últimos afectados por su coeficiente de variabilidad volumétrica. Considerados los volúmenes desde un origen hasta esa estación: se establece que los volúmenes de corte son positivos y los de terraplén negativos.

Estas ordenadas servirán para dibujar el diagrama de masas en un sistema de coordenadas rectangulares.

D) Registro de cálculo. Se presentan los registros de cálculo de subrasante y curva masa empleado por la SCT, debidamente llenado.

#### 6.3.4 Movimientos de terracerías.

Los volúmenes ya sean de corte o de préstamo, deben ser transportados para formar los terraplenes: sin embargo en algunos casos, parte de los volúmenes de corte deben desperdiciarse, para lo cual se transportan a lugares convenientes fuera del camino.

Para determinar todos estos movimientos de terracerías y obtener su costo mínimo, se requiere del diagrama de masas, el cual es la curva resultante de unir todos los puntos dados por las ordenadas de curva masa, correspondiendo las abscisas al cadenamamiento del camino.

A) Propiedades del diagrama de masas. En la Fig. No. 6.3 se representa el diagrama de masas ABCDEFG correspondiente a los volúmenes de terracería a mover, al ubicar la subrasante apegada en el perfil abcdefg del terreno.

Las principales propiedades del diagrama de masas son las siguientes:

1) El diagrama es ascendente cuando predominan los volúmenes de corte sobre los de terraplén y descendente en caso contrario. En la Fig. No. 6.3 se tiene que las líneas ABC y EFG son ascendentes por derivarse de los volúmenes de los cortes abc y efg, en tanto que la línea CDE es descendente por referirse al terraplén cde.

2) Cuando después de un tramo ascendente en el que predominan -



los volúmenes de corte. se llega a un punto del diagrama en el cual empiezan a preponderar los volúmenes de terraplén. se dice que se forma un máximo; inversamente. cuando después de un tramo descendente en el cual han sido mayores los volúmenes de terraplén se llega a un punto en que comienzan a prevalecer los volúmenes de corte. se dice que se forma un mínimo.

En la Fig. No. 6.3 los puntos A y E del diagrama son mínimos y corresponden a los puntos a y e del terreno que son los extremos de tramos en terraplén. en tanto que los puntos C y G del diagrama son máximos y corresponden a los extremos de los cortes abc y efg.

3) La diferencia entre las ordenadas de la curva masa. en dos puntos cualesquiera P y T. expresa un volumen U que es igual a la suma algebraica de todos los volúmenes de corte. positivos. con todos los volúmenes de terraplén. negativos. comprendidos en el tramo limitado por esos dos puntos. En el diagrama citado. la diferencia de ordenadas entre P y T es U; por quedar T arriba de P. expresa que en el tramo hay un excedente U del volumen de corte sobre el terraplén; si los dos puntos son como el J y el K y éste queda abajo de aquel. la diferencia de ordenadas Q indica el volumen de terraplén en exceso del de corte en ese tramo.

4) Si en un diagrama de masas se dibuja una línea horizontal en tal forma que lo corte en dos puntos consecutivos. estos tendrán la misma ordenada y por consecuencia. en el tramo comprendido entre ella serán iguales los volúmenes de corte y los volúmenes de terraplén. o sea que estos dos puntos son los extremos de un tramo compensado.

Esta línea horizontal se llama compensadora. La distancia entre los dos puntos se llama abertura del diagrama y es la distancia máxima de acarreo al llevar el material del corte al terraplén.

En la Fig. No. 6.3 la horizontal BD es una compensadora pues la línea BC representa los volúmenes del corte bcb' que son iguales a los volúmenes del terraplén cdd' representada por la línea CD del diagrama. La abertura BD es la distancia máxima de acarreo al transportar el volumen del corte b'bc al terraplén cdd'.

5) Cuando en un tramo compensado el contorno cerrado que origina el diagrama de masas y la compensadora WW' queda arriba de ésta. el sentido del acarreo es hacia adelante; contrariamente. cuando el contorno cerrado queda abajo de la compensadora. el sentido del movimiento es hacia atrás. Así. en el diagrama. el contorno cerrado BCDB indica un movimiento hacia adelante por estar arriba de la compensadora WW'. pues el volumen BC del corte bcb' será llevado al terraplén cdd' que esta adelante. En cambio. el contorno cerrado DEFD que está abajo de la compensadora WW' indica que el volumen EF del corte eff' será llevado al terraplén ded' mediante un acarreo cuyo sentido es hacia atrás.

6) Las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan los acarreos. Si en el corte bcb' se toma un volumen elemental  $dV$ , que está representado en el diagrama de masas por el segmento MN, que será transportado a una distancia L, para ser colocado en el segmento RS del terraplén, el acarreo elemental será  $dV \times L$  que es precisamente el área del trapecio elemental MNSR; por lo tanto, la suma de todas las áreas de los trapecios elementales, representativos de acarreos elementales, será el área de contorno cerrado ECDB, que representara el monto del acarreo total. Así pues, si se tiene un contorno cerrado formado por el diagrama de masas y por una compensadora, bastará con determinar el área de él, para que, considerando las escalas respectivas, se encuentre el valor del acarreo total.

B) Precio unitario y forma de pago de los conceptos que integran los movimientos de terracerías.

El precio unitario es la remuneración monetaria que se cubre al contratista por unidad de obra realizada y que comprende el costo directo, el costo indirecto y la utilidad, en cada concepto para el que se establece.

En el caso de la determinación de la subrasante económica, es preciso conocer el precio unitario de cada uno de los conceptos que comprenden los movimientos de terracerías, para que al multiplicarlo por el volumen de obra respectivo, se obtenga la erogación correspondiente a cada uno de esos conceptos y se concluya si la subrasante así obtenida es realmente la más económica.

Como no es posible precisar los precios unitarios hasta que no se ha concluido la obra, se recurre para los proyectos, al empleo de precios unitarios determinados para casos semejantes.

Las bases de contratación para cada obra indican los conceptos que integran cada uno de los precios unitarios a determinar. La evolución de las técnicas y equipos de construcción origina cambios continuos en la integración de precios unitarios. Por lo tanto, puede decirse que la subrasante que se determine, se acercara a la económica, en la misma forma que los precios unitarios supuestos para el proyecto, se acerquen a los precios unitarios de la obra.

Los conceptos que a continuación se indican, se verán bajo el aspecto correspondiente a su pago.

1) Despalme. El pago se hace midiendo el volumen geométrico de excavación, en metros cúbicos, multiplicándolo por el precio unitario correspondiente.

2) Corte o excavación. El pago se hace midiendo el volumen geométrico de excavación en metros cúbicos, multiplicándolo por el precio unitario correspondiente. El precio unitario se fija de acuerdo con la dificultad que presenta el material al extraerse y cargarse.

3) Préstamos laterales. Son las excavaciones ejecutadas dentro de fajas ubicadas paralelamente al eje del camino a uno o ambos lados de él, con anchos determinados en el proyecto y cuyos materiales se utilizan exclusivamente en la formación de los terraplenes contiguos. El límite exterior de cada faja se fija actualmente a una distancia máxima de cien metros, contados a partir del eje del camino.

El pago se hace en la misma forma descrita en el punto anterior para corte o excavación.

4) Préstamos de banco. Son los ejecutados fuera del límite de cien metros de ancho indicado en el punto anterior y los ejecutados dentro de dicho límite, cuyos materiales se emplean en la construcción de terraplenes que no estén situados lateralmente a dichos préstamos.

El pago se hace en la misma forma descrita en el punto 2.

5) Compactación. Es la operación mecánica que se ejecuta para reducir el volumen de los vacíos existentes entre las partículas sólidas de un material, con el objeto de mejorar sus características de deformabilidad y resistencia, así como darle mayor durabilidad a la estructura formada por ese material.

El pago se hace con base al volumen geométrico en el terraplén en metros cúbicos multiplicado por el precio unitario correspondiente, el cual es función del grado de compactación requerido.

6) Bandeado. Es el tratamiento mecánico que se aplica con equipo pesado de construcción, al material que por las dimensiones de sus fragmentos no se le puede considerar susceptible de compactación normal, en el sentido de que los resultados del proceso de compactación de campo no pueden controlarse con las pruebas de laboratorio en vigor.

El pago se hace con base al volumen geométrico en el terraplén en metros cúbicos multiplicado por el precio unitario correspondiente, el cual es función del tipo y número de pasadas del equipo.

7) Agua para compactación. Es el volumen de agua que se requiere incorporar a las terracerías, a fin de lograr los grados de compactación especificados en el proyecto. Es igualmente aplicable para el caso del bandeado.

El pago se hace con base a los volúmenes de agua medida en las pipas en el lugar de aplicación, multiplicándolo por el precio unitario correspondiente.

8) Acarreos. Consisten en el transporte del material producto de cortes o préstamos, a lugares fijados para construir un terraplén o depositar un desperdicio. También se aplica al acarreo de agua para compactación.

La SCT clasifica los acarreos de acuerdo con la distancia que hay entre el centro de gravedad de la excavación y el centro de gravedad del terraplén a construir, o del sitio donde el desperdicio se va a depositar, en:

a) Acarreo libre. Es el que se efectúa dentro de una distancia de 20 metros.

3

b) Sobreacarreo en m -estación. Cuando la distancia entre los centros de gravedad está comprendida entre 20 y 120 metros.

3

c) Sobreancho en m -hectómetro. Cuando la distancia entre los centros de gravedad está comprendida entre 120 y 150 metros.

3

d) Sobreancho en m -kilómetro. Cuando la distancia entre los centros de gravedad excede de 520 metros.

A cada uno de estos tipos de acarreo corresponde un precio unitario, con excepción del acarreo libre cuyo costo se incluye en el de la excavación.

El pago de los sobreacarreos se hace multiplicando el monto de los mismos por el precio unitario correspondiente.

C) Determinación de los acarreos.

A continuación se presenta la determinación de los acarreos con base en el diagrama de masas.

1) Acarreo libre. Es la distancia máxima a la que puede ser transportado un material, estando el precio de esta operación incluido en el de la excavación. En consecuencia, para no encarecer el precio de la excavación, el acarreo libre debe ser a la mínima distancia requerida por el equipo que lleva a cabo la extracción, carga y descarga del material.

Por convención, la SCT ha adoptado una distancia de acarreo libre de 20 metros: ésta se representa por medio de una horizontal en la zona inmediata a los máximos o mínimos del diagrama de masas.

2) Distancia media de sobreacarreo. Para poder cuantificar los movimientos de terracerías, es necesario establecer la distancia de sobreacarreo y la porción del volumen que hay que transportar mas allá del límite establecido por el acarreo libre.

La distancia media de sobreacarreo se obtiene con base en la propiedad de la curva masa que dice que las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan el monto de los acarreos, es decir, un volumen por una distancia. Si el área de estas figuras se divide entre la ordenada de las mismas, que representa un volumen, se obtendrá como resultado una distancia, que restándole el acarreo libre, dará la distancia media de sobreacarreo (Fig. No. 6.4).

D) Posición económica de la compensadora.

En un tramo. la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de terracerías más económicos. recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud: sin embargo. la economía buscada obliga la mayor parte de las veces. a que la compensadora no sea una línea continua. sino que debe interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarla en otros situados arriba o abajo de la anterior. lo que origina tramos que no están compensados longitudinalmente y cuyos volúmenes son la diferencia de las ordenadas de las compensadoras (Fig. No. 6.5).

En el estudio de la compensación longitudinal se presentan cuatro casos. dependiendo de la ubicación de la compensadora general. utilizando la siguiente simbología para el desarrollo de las ecuaciones que a continuación se citan.

Pat. Es el costo total que resulta de construir un metro cúbico de terraplén con material producto de préstamo. en el punto anterior y contiguo al tramo compensado. Este costo incluye los correspondientes a excavación. acarreo. compactación. etc.

Pad. Es el costo total que resulta de construir un metro cúbico de terraplén con material producto de préstamo. en el punto posterior y contiguo al tramo compensado.

Dad y Dat. Es el costo unitario total del sobreacarreo y/o acomodo del desperdicio de adelante y de atrás. respectivamente.

Dcd y Dct. Son los precios unitarios por concepto de compactación del corte que se desperdicia adelante y atrás. respectivamente.

$A_1, A_2, A_3, \dots$  Son las áreas contenidas entre el diagrama y la compensadora general. que representan los montos del acarreo.

$C_1, C_3, C_5, \dots$  Son los coeficientes de variabilidad volumétrica de los materiales de corte que serán acarreados hacia atrás. En la ecuación general se representan por  $C_{non}$

$C_2, C_4, C_6, \dots$  Son los coeficientes de variabilidad de los materiales provenientes de corte que serán movidos hacia adelante. En la ecuación general se representa por  $C_{par}$

Cat. Es el coeficiente de variabilidad volumétrica del material del préstamo de atrás.

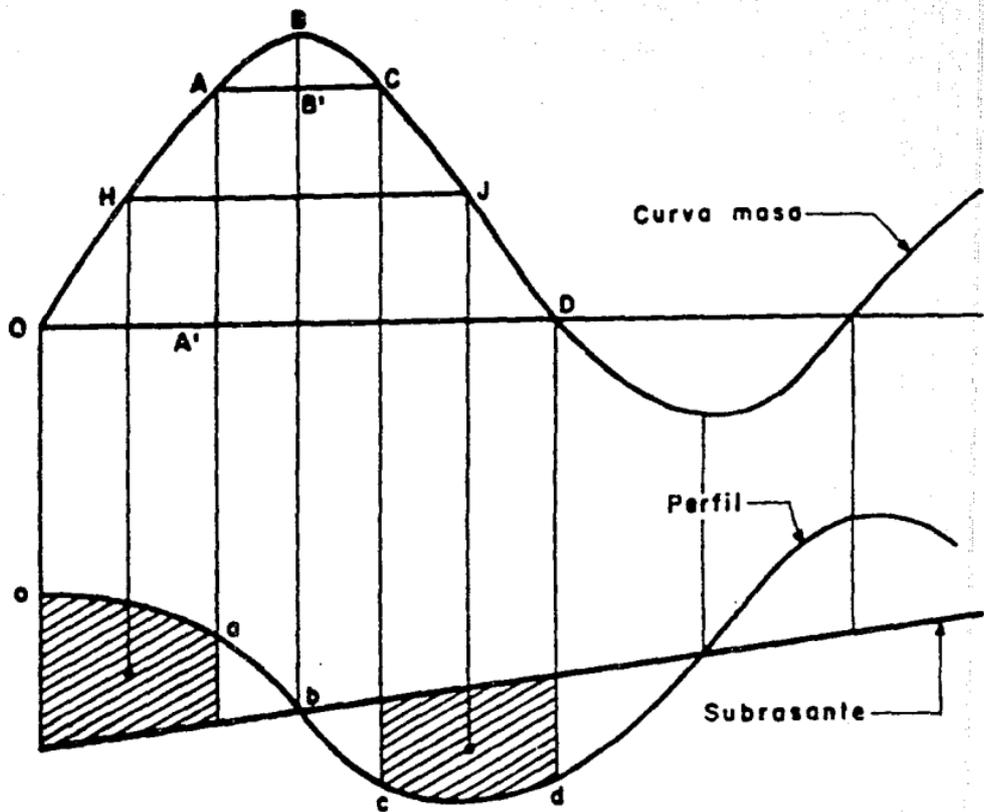


FIG. No. 6.4 DISTANCIA MEDIA DE SOBRECARGO

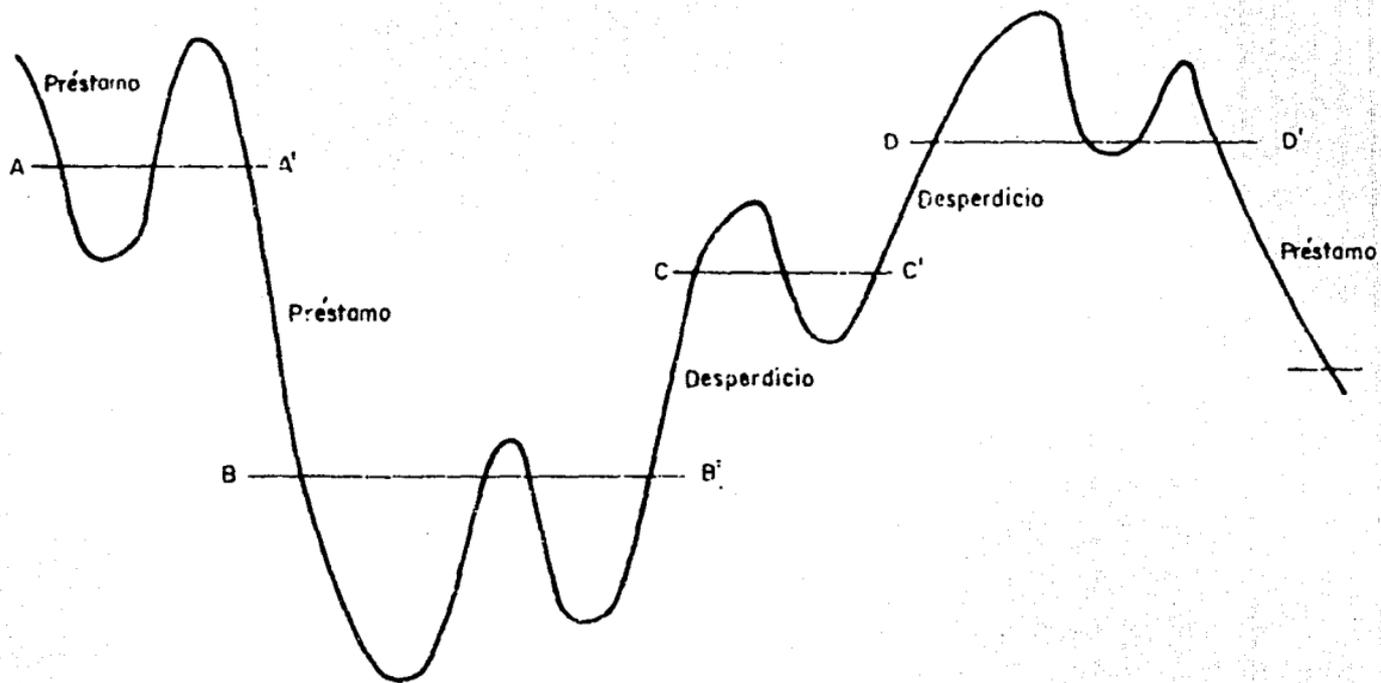


FIG. No. 6.5 . PRESTAMOS Y DESPERDICIOS

Cad. Es el coeficiente de variabilidad volumétrica del material del préstamo de adelante.

Cdd y Cdt. Son los coeficientes de variabilidad volumétrica de los materiales producto de los cortes que ocasionan los desperdicios de adelante y de atrás, respectivamente.

\$ A. Es el precio unitario de los acarrees medidos en m <sup>3</sup>  $\alpha$ , pues sus distancias se miden en unidades  $\alpha$ .

\$ B. Es el precio unitario de los acarrees medidos en m <sup>3</sup>  $\beta$ , pues sus distancias se miden en unidades  $\beta$ .

\$ C. Es el precio unitario de los acarrees medidos en m <sup>3</sup>  $\tau$ , pues sus distancias se miden en unidades  $\tau$ .

AL. Es el acarrec libre.

1) Compensadora en estudio comprendida entre dos préstamos. Que se calcula con la siguiente expresión:

$$\frac{Pat}{Cat} - \frac{Pad}{Cad} = \$ A \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\}$$

$$+ \$ B \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\}$$

$$+ \$ C \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\}$$

2) Compensadora en estudio comprendida entre préstamo y ----- desperdicio. Calculada con la expresión:

$$\frac{Pat + Dad - Dcd}{Cat} - \frac{Dcd}{Cdd} = \$ A \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\}$$

$$+ \$ B \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\}$$

$$+ \$ C \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\}$$

3) Compensadora en estudio comprendida entre un desperdicio y un préstamo. Donde se aplica la expresión:

$$\begin{aligned}
 -\frac{Dat}{Cdt} - \frac{Pad}{Cad} + \frac{Dct}{Cdt} &= \$ A \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\} \\
 &+ \$ B \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\} \\
 &+ \$ C \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\}
 \end{aligned}$$

4) Compensadora en estudio comprendida entre dos desperdicios. Donde se utiliza la expresión:

$$\begin{aligned}
 \frac{Dad - Dcd}{Cdd} - \frac{Dat - Dct}{Cdt} &= \$ A \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\} \\
 &+ \$ B \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\} \\
 &+ \$ C \left\{ Z \frac{Dnon - AL}{Cnon} - Z \frac{Dpar - AL}{Cpar} \right\}
 \end{aligned}$$

La aplicación práctica de estas cuatro expresiones es sencilla: basta medir las aberturas en la unidad correspondiente al sobreacarreo en cada movimiento, restarle el acarreo libre y multiplicarlas por el precio unitario; los productos así obtenidos serán de signo positivo o negativo según correspondan a movimientos hacia atrás o hacia adelante y se efectúa la suma algebraica de estos productos. Esta suma debe ser igual al primer miembro; si no lo es se mueve la compensadora hasta encontrar esa igualdad (Fig. No. 6.6).

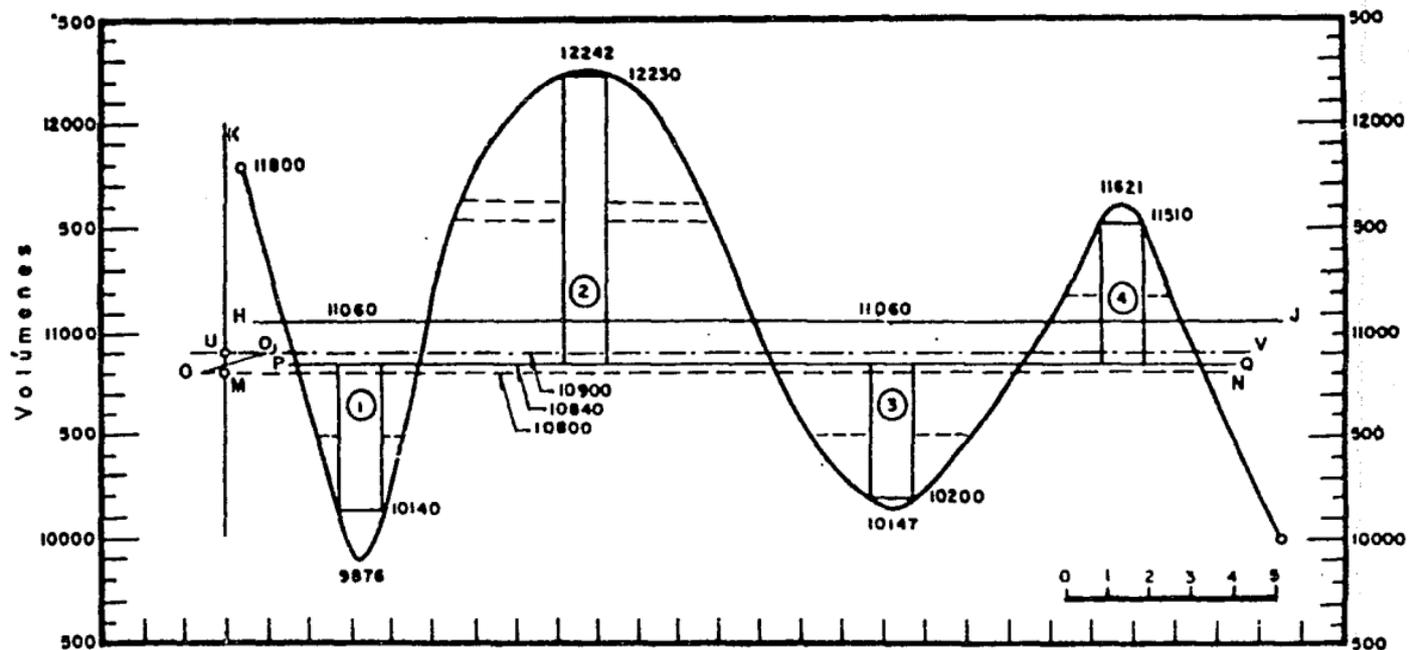


FIG. No. 6.6 UBICACION DE LA COMPENSADORA ECONOMICA

U - N - A - M -  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL IESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA - IXTACUIXTLA TRAMO: KM 0+200 - KM 0+000  
SUB TRAMO: KM. 3+300 - KM. 3+820 ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

S U B R A S A N T E

CADENAMIENTO ( M )	ELEVACION TERRENO NAT. ( M )	ELEVACION SUBRASANTE ( M )	CORTE ( M )	ESPESOR TERRAPLEN ( M )	OBSERVACIONES
3300.00	912.34	912.50		0.16	
3320.00	912.38	912.26	0.18		
3337.50	912.29	912.09	0.20		
3340.00	912.28	912.06	0.22		
3360.00	911.14	911.34	0.20		
3380.00	911.94	911.62	0.32		
3382.50	911.88	911.59	0.29		
3400.00	911.44	911.29	0.15		
3402.11	911.38	911.24	0.14		
3420.00	910.87	910.72	0.15		
3440.00	910.09	909.92	0.17		
3460.00	909.07	908.90	0.17		
3470.70	908.43	908.26	0.17		
3480.00	907.78	907.65	0.14		
3500.00	906.15	906.16		0.01	
3520.00	904.22	904.56		0.34	
3540.00	903.62	902.96	0.66		
3550.00	902.11	902.16		0.05	
3560.00	901.52	901.36	0.16		
3570.00	900.73	900.56	0.17		
3580.00	899.69	899.76	0.13		
3600.00	898.17	898.13	0.04		
3606.64	897.59	897.58	0.01		
3620.00	896.42	896.44		0.02	
3640.00	894.77	894.72	0.05		
3660.00	893.22	893.00	0.22		
3680.00	891.77	891.28	0.49		
3700.00	890.08	889.56	0.52		
3720.00	888.41	887.97	0.44		
3740.00	886.86	886.65	0.21		
3755.77	885.38	885.76	0.10		
3760.00	885.62	885.58	0.04		
3780.00	884.60	884.78		0.18	
3799.77	884.08	884.25		0.17	
3800.00	884.06	884.24		0.16	
3820.00	883.91	883.96		0.05	

U - N - A - M -  
E.M.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA -IMTACUINTLA TRAMO:KM 0+000-KM 8+000  
SUB TRAMO: KM.3+840 - KM.4+360 ORIGEN: ESPANITA,TLAXCALA

S U B R A S A N T E

CADENAMIENTO ( M )	ELEVACION TERRENO NAT. ( M )	ELEVACION SUBRASANTE ( M )	CORTE ( M )	ESPESOR TERRAPLEN ( M )	OBSERVACIONES
3840.00	884.14	883.95	0.19		
3845.24	884.26	883.99	0.27		
3860.00	884.51	884.20	0.31		
3880.00	884.68	884.58	0.10		
3874.54	884.88	884.71		0.03	
3900.00	884.75	885.05		0.10	
3920.00	885.26	885.72		0.46	
3940.00	885.76	886.57		0.21	
3949.34	886.00	887.04		1.04	
3960.00	886.08	887.62		1.54	
3950.20	890.81	888.85	1.16		
4000.20	891.19	890.28	0.30		
4020.20	892.77	891.80	0.37		
4040.00	892.59	893.32		0.73	
4060.00	894.44	894.84		0.40	
4080.00	896.21	896.36		0.15	
4091.07	897.15	897.20		0.05	
4100.00	897.87	897.66		0.01	
4120.00	899.48	899.39	0.01		
4139.07	900.79	900.74	0.05		
4140.00	900.86	900.81	0.05		
4160.00	902.18	902.13	0.05		
4165.76	902.55	902.49	0.06		
4180.00	903.45	903.36	0.09		
4200.00	904.66	904.58	0.08		
4200.76	904.70	904.63	0.07		
4220.00	905.80	905.77	0.03		
4240.00	906.76	906.77		0.01	
4255.54	907.25	907.40		0.15	
4260.00	907.39	907.55		0.16	
4260.20	908.81	908.14		0.13	
4270.64	908.37	908.44		0.07	
4300.00	908.67	908.70		0.03	
4320.00	909.77	909.33		0.20	
4340.00	910.13	910.18	0.03		
4360.00	910.98	910.34	0.04		

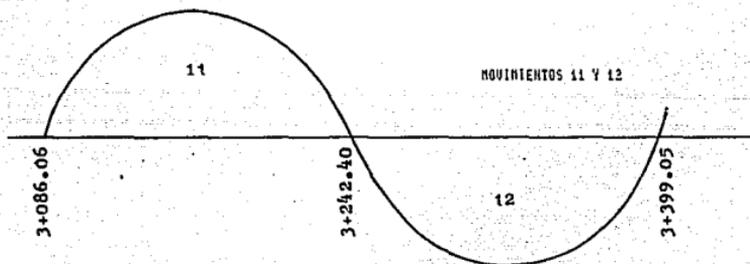


U - N - A - M -  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL · TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA-INTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 6+000  
SUB TRAMO: ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

DETERMINACION DE CADEMIENTOS DE INTERSECCION ENTRE COMPENSADORAS. N.O.C.M.



1) COMPENSADORA = 52909

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l}
 3+000 \quad 52899 \\
 3+180 \quad 52932
 \end{array} \right\} Y = 3+086.06 \\
 \left. \begin{array}{l}
 3+240 \quad 52918 \\
 3+260 \quad 52843
 \end{array} \right\} Y = 3+242.40 \\
 \left. \begin{array}{l}
 3+380 \quad 52869 \\
 3+400 \quad 52911
 \end{array} \right\} X = 3+399.05
 \end{array}$$

AREA 11

A = 13142.71  
d = 131.00  
D = 100.33  
D/20 = 5.00  
-1 = 4.00

AREA 12

A = 16236.00  
d = 170.00  
D = 95.51  
D/20 = 4.80  
-1 = 3.00

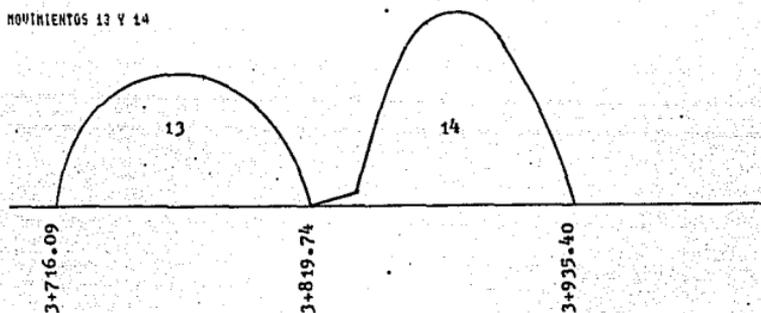
U . N . A . M .  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA-IXTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 0+000  
SUB TRAMO: ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

DETERMINACION DE CADENAMIENTOS DE INTERSECCION ENTRE COMPENSADORAS. M.O.C.M.

NOVIENTOS 13 Y 14



1) COMPENSADORA = 53511

$$\left. \begin{array}{l} 3+700 \quad 53437 \\ 3+720 \quad 53529 \end{array} \right\} X = 3+716.09$$

$$\left. \begin{array}{l} 3+600 \quad 5358E \\ 3+620 \quad 53518 \end{array} \right\} X = 3+819.74$$

$$\left. \begin{array}{l} 3+920 \quad 53588 \\ 3+940 \quad 53488 \end{array} \right\} X = 3+935.40$$

AREA 13

A = 7276.18  
d = 99.00  
D = 74.25  
D/20 = 3.70  
-1 = 2.70

AREA 14

A = 7761.98  
d = 116.00  
D = 66.91  
D/20 = 3.30  
-1 = 2.30

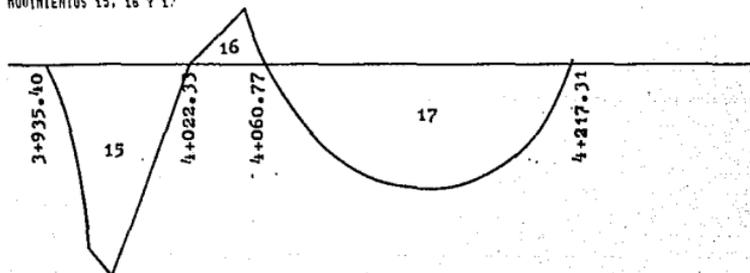
U. N. A. M.  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CANINO: ESPANITA-IXTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 0+000  
SUB TRAMO: ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

DETERMINACION DE CADENAMIENTOS DE INTERSECCION ENTRE COMPENSADORAS. N.O.C.M.

MOVIMIENTOS 15, 16 Y 17



1) COMPENSADORA = 53511

3+920	53508	} X = 3+819.74	4+030	53506	} X = 4+022.33	4+060	53513	} X = 4+060.77
3+940	53483		4+040	53549		4+080	53461	
4+200	53487	} X = 4+212.31						
4+220	53526							

AREA 15

A = 12250.18  
d = 244.00  
D = 50.24  
D/20 = 2.50  
-1 = 1.50

AREA 16

A = 556.64  
d = 19.00  
D = 29.38  
D/20 = 1.50  
-1 = 0.50

AREA 17

A = 8199.75  
d = 75.00  
D = 189.33  
D/20 = 5.50  
-1 = 4.50

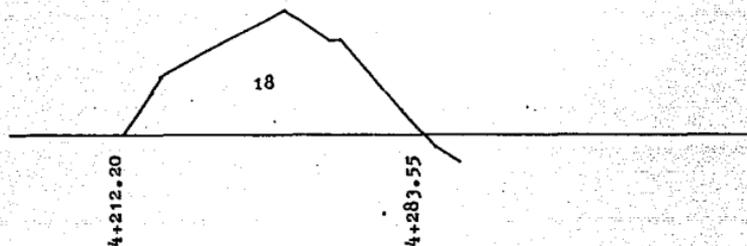
U . N . A . M .  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA-IXTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 8+000  
SUB TRAMO: ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

DETERMINACION DE CADENMIENTOS DE INTERSECCION ENTRE COMPENSADORAS. N.O.C.M.

NOVIEMBRE 18



AREA 18

$n = 1455.05$   
 $l = 31.00$   
 $s = 45.34$   
 $D/20 = 1.40$   
 $-l = 8.40$

U. N. A. M.  
E. N. E. P. ARAHON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPAÑITA-IXTACUICTEL TRAMO: KM 0+000 - KM 3+000  
SUB TRAMO: ORIGEN: ESPAÑITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

SOBREACARREOS

- 1)  $S/A = \frac{10}{1.95} = 10 \text{ m}^3 \times 0.9 \text{ Est.} = 9 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 2)  $S/A = \frac{11}{1.05} = 10 \text{ m}^3 \times 2.1 \text{ Est.} = 69 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 3)  $S/A = \frac{15}{1.05} = 10 \text{ m}^3 \times 2.3 \text{ Est.} = 67 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 4)  $S/A = \frac{16}{1.85} = 15 \text{ m}^3 \times 1.1 \text{ Est.} = 17 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 5)  $S/A = \frac{102}{1.85} = 97 \text{ m}^3 \times 4.9 \text{ Est.} = 475 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 6)  $S/A = \frac{16}{1.05} = 15 \text{ m}^3 \times 3.3 \text{ Est.} = 50 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 7)  $S/A = \frac{34}{1.05} = 32 \text{ m}^3 \times 5.0 \text{ Est.} = 160 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 8)  $S/A = \frac{72}{1.95} = 69 \text{ m}^3 \times 1.0 \text{ Km.} = 69 \text{ m}^3 \text{ er Km.}$
- 9)  $S/A = \frac{24}{1.05} = 23 \text{ m}^3 \times 2.9 \text{ Est.} = 67 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 10)  $S/A = \frac{49}{1.85} = 47 \text{ m}^3 \times 3.0 \text{ Est.} = 141 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 11)  $S/A = \frac{131}{0.99} = 132 \text{ m}^3 \times 4.0 \text{ Est.} = 528 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 12)  $S/A = \frac{170}{0.99} = 172 \text{ m}^3 \times 3.3 \text{ Est.} = 654 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 13)  $S/A = \frac{98}{1.80} = 98 \text{ m}^3 \times 2.7 \text{ Est.} = 265 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 14)  $S/A = \frac{116}{1.80} = 116 \text{ m}^3 \times 2.3 \text{ Est.} = 267 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 15)  $S/A = \frac{244}{0.99} = 246 \text{ m}^3 \times 1.5 \text{ Est.} = 369 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 16)  $S/A = \frac{19}{0.99} = 19 \text{ m}^3 \times 0.5 \text{ Est.} = 10 \text{ m}^3 \text{ Est.}$
- 17)  $S/A = \frac{75}{0.99} = 76 \text{ m}^3 \times 4.5 \text{ Est.} = 342 \text{ m}^3 \text{ Est.}$

U. N. A. M.  
 E. N. E. P. ARAGON  
 ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPAÑITA-IXTACUIVILA TRAMO: KM 0+000 - KM 3+000  
 SUB TRAMO: ORIGEN: ESPAÑITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

SOBREACARREOS

$$18) S/A = \frac{31}{0.74} = 41.89 \text{ m} \times 1.4 \text{ Est.} = 58.65 \text{ Est.}$$

$$19) S/A = \frac{1}{0.33} = 3.03 \text{ m} \times 0.5 \text{ Est.} = 1.51 \text{ Est.}$$

$$20) S/A = \frac{2}{0.39} = 5.13 \text{ m} \times 4.1 \text{ Est.} = 21.13 \text{ Est.}$$

$$21) S/A = \frac{3}{0.55} = 5.45 \text{ m} \times 0.5 \text{ Est.} = 2.73 \text{ Est.}$$

$$22) S/A = \frac{1}{0.59} = 1.69 \text{ m} \times 0.5 \text{ Est.} = 0.85 \text{ Est.}$$

$$23) S/A = \frac{3}{0.55} = 5.45 \text{ m} \times 0.5 \text{ Est.} = 2.73 \text{ Est.}$$

$$24) S/A = \frac{7}{0.59} = 11.88 \text{ m} \times 1.3 \text{ Est.} = 15.46 \text{ Est.}$$

$$25) S/A = \frac{75}{0.37} = 202.70 \text{ m} \times 4.5 \text{ Km.} = 912.15 \text{ Est.}$$

$$26) S/A = \frac{71}{0.37} = 191.89 \text{ m} \times 1.3 \text{ Est.} = 249.47 \text{ Est.}$$

TOTALES DE SOBREACARREOS

Unidad	Cantidad	
$\frac{3}{\text{m}}$ Est.	3892	-----> 3892 $\frac{3}{\text{m}}$ Est.
$\frac{1}{\text{m}}$ 1 <sup>er</sup> Km.	142	-----> 142 $\frac{1}{\text{m}}$ 1 <sup>er</sup> Km.

U - N - R - M -  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CANAL: ESPAÑOLA - INTACUENTLA  
TRAMO: 4 KM 0+000 KM 8+000  
SUSTANIO: KM 2+700 KM 3+300

DE ESTACION :  
ORIGEN: ESPAÑOLA, TLA.

CALCULO DE SUBRASA

ESTACION	A 1					A 2					B	U D L U N E N					SOMEROS				
	ESCARIF.		CORTE		TERRAPLEN	ESCARIF.		CORTE		TERRAPLEN		ESCARIF.		CORTE		TERRAPLEN					
	C1	C2	C1	C2		C1	C2	C1	C2			C1	C2	C1	C2						
1+200	0.2	0.0			0.6																
220	0.7	0.4			0.3																
240	1.0	0.6	0.7		1.7	1.4	1.1			1.1	10.0	13.0	11.0				11.0				
260	1.0	0.6	1.3		2.0	1.8	1.9			0.8	10.0	17.0	12.0	7.0			11.0	5.0			
280	1.0	0.6	2.0		2.0	1.8	2.2				10.0	20.0	18.0	32.0							
300	1.0	0.6	2.4		2.0	1.8	2.4				10.0	20.0	18.0	44.0							
320	1.0	0.6	2.7		2.0	1.8	2.1				10.0	20.0	12.0	51.0							
340	1.0	0.6	3.4		2.0	1.8	2.9				10.0	20.0	12.0	49.0							
360	1.0	0.6	3.8		2.0	1.8	3.4				10.0	20.0	12.0	34.0							
370																					
380	1.0	0.6	3.0		2.0	1.8	3.0				10.0	20.0	12.0	40.0							
390	1.0	0.7	3.1		2.0	1.8	3.1				10.0	20.0	12.0	31.0							
410	1.0	0.5	1.8		2.0	1.8	2.6				10.0	20.0	12.0	34.0							
421.14	1.0	0.3	1.3		2.0	2.0	2.0			0.50	1.0		1.0	2.0							
430																					
440	1.0	0.6	1.8		2.0	1.1	2.3				7.43	19.0	10.0	24.0							
451.14	1.0	0.3	1.0		2.1	1.1	2.0				3.39	12.0	6.0	17.0							
460	1.1	0.0	1.0		2.2	1.0	2.2				4.72	10.0	7.0	19.0							
2+920	1.1	0.0	1.7		2.2	1.0	2.2				10.0	20.0	10.0	32.0							
3+000	1.1	0.0	2.3		2.2	1.0	2.0				10.0	22.0	10.0	40.0							
310.03	1.1	0.0	2.7		2.2	1.0	2.0				2.425	19.0	8.0	34.0							
320	1.1	0.0	2.0		2.2	1.2	2.7				1.252	20.0	2.0	4.0							
340	1.0	0.0	1.3		2.1	1.0	2.3				10.0	21.0	10.0	33.0							
350.03	1.0	0.0	1.4		2.0	1.0	2.2				3.415	7.0	2.0	9.0							
360	1.0	0.0	1.3		2.0	1.0	2.4				4.183	13.0	7.0	17.0							
380	1.0	1.1			2.0	1.4	1.2				10.0	20.0	14.0	12.0							
400	1.0	2.2			2.0	2.2					10.0	20.0	20.0	32.0							
420	1.0	2.2			2.0	2.2					10.0	20.0	20.0	42.0							
440	1.1	2.1			2.1	2.4					10.0	21.0	16.0	34.0							
460	1.0	2.1			2.1	2.1					10.0	21.0	15.0	25.0							
480	1.0	0.4			2.0	2.0					10.0	21.0	12.0	17.0							
500	0.4				1.4	0.4				1.4	10.0	14.0	4.0					12.0			
520					1.1	2.1	0.4			1.1	7.0	10.0					11.0	7.0			
540					1.0	2.1				3.8	4.2	10.0					22.0	42.0			
560					1.0	2.1				3.3	4.2	10.0					22.0	41.0			
580					0.8	2.1				2.6	4.2	10.0					20.0	41.0			
600	1				0.0	1.0				0.8	0.8	10.0					0.0	27.0			
320	1.7		0.9		2.9		0.9				10.0	10.0		7.0				0			
327.00	1.0		1.0		2.0		2.7				8.79	18.0		24.0							
340	1.0		2.1		2.0		2.9				1.21	21.0		0.0							
340	1.1		2.7		2.1		4.8				10.0	21.0		40.0							
3+380	1.1		2.7		2.2		3.4				10.0	22.0		34.0							
SUMAS	38.1		31.1	34.6		0.2	10.0	70.3		50.0	69.2		10.4	20.2	220.0	374.0		310.0	370.0	104.0	222.0



U - M - R - M -  
 E.N.E.P. ARAGON  
 ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CANINO; ESPAÑITA -INTACUINITLA DE ESTACION  
 IRAMO: KM 0-000 KM 0-000 ORIGEN: ESPAÑITA, TLAX.  
 SUBITANO: KM 0-300 KM 4-000

CALCULO DE SUBRAS

ESTACION	A		R		E		A		B		A1		A2		D	U		O		L		U		H		E		N		88
	ESCARIF. CORTE	ESCARIF. CORTE	DESVALRE	TERRAPLEN	ESCARIF. CORTE		DESVALRE	TERRAPLEN	ESCARIF. CORTE	DESVALRE	TERRAPLEN																			
3-300	1.1																													
303.00	1.1																													
400	1.1																													
402.11	1.0																													
420	1.0																													
440	1.2																													
440	1.1																													
470.70	0.4																													
480	1.0																													
500	0.5																													
520	0.5																													
540	1.1																													
560	1.1																													
580	1.1																													
600	1.0																													
600.04	1.0																													
620	0.9																													
640	1.0																													
660	1.0																													
680	1.0																													
700	1.0																													
720	1.0																													
740	1.0																													
755.37	1.0																													
760	1.0																													
780	1.1																													
797.77	0.8																													
800	0.8																													
820	0.9																													
840	1.1																													
843.34	1.1																													
860	1.1																													
880	1.1																													
894.84	1.1																													
900	1.0																													
920																														
940																														
943.34																														
960																														
980																														
1-000																														
SUMAS	34.40	6.2	53.5	7.0	4.4	34.6	22.0	47.70	10.7	23.6	13.0	6.0	64.1	43.6	310.0	499.0	60.0	1297	114.0	30.0	431.0	239.0								

DE ESTACION  
ORIGEN: ESPAÑITA, TLAM.

CALCULO DE SUBRASANTE Y TERRACERIAS

AS		D		U G L U H E N								COEFICIENTE		VOLUMENES		TOTALES		SUMA		BARDENADA CUNHA HORA
CORTE	DESPALME	TERRAPLEN	D	ESCARIF.		CORTE		DESPALME		TERRAPLEN		COEFICIENTE	COEFICIENTE	VOLUMENES	VOLUMENES	TOTALES	TOTALES	ALGEBRAICA	ALGEBRAICA	
C <sub>B</sub>	D.C	D.T	VEN	VEN	C <sub>A</sub>	C <sub>B</sub>	D.C	D.T	VEN	VEN	C <sub>A</sub>	C <sub>B</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>B</sub>	C <sub>A</sub>	C <sub>B</sub>	CORTE	TERR.	CORTE	ICAN.
0.3					1.27	2.0			2.0						7.0		7.0		7.0	3884
0.1					6.71	10.0			10.0						34.0		34.0	1.0	35.0	3876
0.4					1.000	2.0			2.0						3.0		3.0		3.0	3872
0.4					8.943	15.0			15.0						35.0		35.0	4.0	39.0	3868
0.1					10.0	22.0			22.0						1.0		20.0	1.0	21.0	3861
0.2					10.0	22.0			21.0						2.0		21.0	2.0	19.0	3853
0.3					1.2	3.23			4.4						3.0		4.0		8.0	3847
0.3					4.57	9.0			9.0						1.0		8.0		9.0	3840
0.5					1.0	10.0			10.0						40.0		40.0	1.0	39.0	3833
1.2					2.0	10.0			11.0						21.0		21.0	20.0	13.0	3824
1.4					1.7	10.0			12.4						17.4		17.4	17.0	15.0	3816
2.1					3.0	11.0			13.0						02.0		12.0		12.0	3808
1.2					1.0	11.0			7.0						7.0		7.0		7.0	3800
0.1					10.0	21.0			24.0						24.0		24.0		24.0	3792
0.1					10.0	20.0			13.0						13.0		13.0		13.0	3784
0.3					3.22	17.0			1.0						1.0		1.0		1.0	3776
0.3					6.88	13.0			3.0						3.0		3.0	1.0	2.0	3768
0.1					10.0	19.0			14.0						14.0		14.0	1.0	13.0	3760
0.1					10.0	20.0			20.0						20.0		20.0		20.0	3752
0.1					10.0	20.0			10.0						10.0		10.0		10.0	3744
0.1					10.0	20.0			13.0						13.0		13.0		13.0	3736
1.0					10.0	30.0			22.0						22.0		22.0		22.0	3728
1.0					10.0	30.0			10.0						10.0		10.0		10.0	3720
1.0					7.489	19.0			20.0						20.0		20.0		20.0	3712
0.9					3.313	9.0			2.0						2.0		2.0		2.0	3704
1.0					10.0	21.0			4.0						4.0		4.0		4.0	3696
1.0					7.893	17.0			1.0						1.0		1.0		1.0	3688
0.1					0.113				1.0						1.0		1.0		1.0	3680
1.0					10.0	12.0			20.0						20.0		20.0		20.0	3672
1.0					10.0	14.0			20.0						24.0		24.0	7.0	17.0	3664
0.3					2.62	8.0			13.0						13.0		13.0		13.0	3656
1.7					7.28	14.0			42.0						42.0		42.0		42.0	3648
1.3					10.0	22.0			42.0						42.0		42.0		42.0	3640
0.1					7.42	14.0			11.0						11.0		11.0		10.0	3632
1.0					1.0	2.59			3.0						1.0		1.0		1.0	3624
1.4					1.4	10.0			14.0						14.0		14.0		14.0	3616
0.3					0.3	4.3			10.0						10.0		10.0		10.0	3608
3.2					13.7	4.6			1.67						1.67		1.67		1.67	3600
4.2					19.7	4.7			2.33						2.33		2.33		2.33	3592
2.7					10.1	4.7			10.0						10.0		10.0		10.0	3584
3.7					5.9	4.7			10.0						10.0		10.0		10.0	3576
1.0					19.0	0.0			44.1						44.1		44.1		44.1	3568
1.0					19.0	0.0			49.0						49.0		49.0		49.0	3560
1.0					19.0	0.0			50.0						50.0		50.0		50.0	3552
1.0					19.0	0.0			44.0						44.0		44.0		44.0	3544
1.0					19.0	0.0			43.0						43.0		43.0		43.0	3536
1.0					19.0	0.0			42.0						42.0		42.0		42.0	3528
1.0					19.0	0.0			41.0						41.0		41.0		41.0	3520
1.0					19.0	0.0			40.0						40.0		40.0		40.0	3512
1.0					19.0	0.0			39.0						39.0		39.0		39.0	3504
1.0					19.0	0.0			38.0						38.0		38.0		38.0	3496
1.0					19.0	0.0			37.0						37.0		37.0		37.0	3488
1.0					19.0	0.0			36.0						36.0		36.0		36.0	3480
1.0					19.0	0.0			35.0						35.0		35.0		35.0	3472
1.0					19.0	0.0			34.0						34.0		34.0		34.0	3464
1.0					19.0	0.0			33.0						33.0		33.0		33.0	3456
1.0					19.0	0.0			32.0						32.0		32.0		32.0	3448
1.0					19.0	0.0			31.0						31.0		31.0		31.0	3440
1.0					19.0	0.0			30.0						30.0		30.0		30.0	3432
1.0					19.0	0.0			29.0						29.0		29.0		29.0	3424
1.0					19.0	0.0			28.0						28.0		28.0		28.0	3416
1.0					19.0	0.0			27.0						27.0		27.0		27.0	3408
1.0					19.0	0.0			26.0						26.0		26.0		26.0	3400
1.0					19.0	0.0			25.0						25.0		25.0		25.0	3392
1.0					19.0	0.0			24.0						24.0		24.0		24.0	3384
1.0					19.0	0.0			23.0						23.0		23.0		23.0	3376
1.0					19.0	0.0			22.0						22.0		22.0		22.0	3368
1.0					19.0	0.0			21.0						21.0		21.0		21.0	3360
1.0					19.0	0.0			20.0						20.0		20.0		20.0	3352
1.0					19.0	0.0			19.0						19.0		19.0		19.0	3344
1.0					19.0	0.0			18.0						18.0		18.0		18.0	3336
1.0					19.0	0.0			17.0						17.0		17.0		17.0	3328
1.0					19.0	0.0			16.0						16.0		16.0		16.0	3320
1.0					19.0	0.0			15.0						15.0		15.0		15.0	3312
1.0					19.0	0.0			14.0						14.0		14.0		14.0	3304
1.0					19.0	0.0			13.0						13.0		13.0		13.0	3296
1.0					19.0	0.0			12.0						12.0		12.0		12.0	3288
1.0					19.0	0.0			11.0						11.0		11.0		11.0	3280
1.0					19.0	0.0			10.0						10.0		10.0		10.0	3272
1.0					19.0	0.0			9.0						9.0		9.0		9.0	3264
1.0					19.0	0.0			8.0						8.0		8.0		8.0	3256
1.0					19.0	0.0			7.0						7.0		7.0		7.0	3248
1.0					19.0	0.0			6.0						6.0		6.0		6.0	3240
1.0					19.0	0.0			5.0						5.0		5.0		5.0	3232
1.0					19.0	0.0			4.0						4.0		4.0		4.0	3224
1.0					19.0	0.0			3.0						3.0		3.0		3.0	3216
1.0					19.0	0.0			2.0						2.0		2.0		2.0	3208
1.0					19.0	0.0			1.0						1.0		1.0		1.0	3200
1.0					19.0	0.0			0.0						0.0		0.0		0.0	3192
1.0					19.0	0.0			0.0						0.0		0.0		0.0	3184
1.0					19.0	0.0			0.0						0.0		0.0		0.0	3176
1.0					19.0	0.0			0.0						0.0		0.0		0.0	3168
1.0					19.0	0.0			0.0						0.0		0.0		0.0	3160



DE ESTACION 1  
ORIGENI ESPANITA. TLAV.  
D. 43

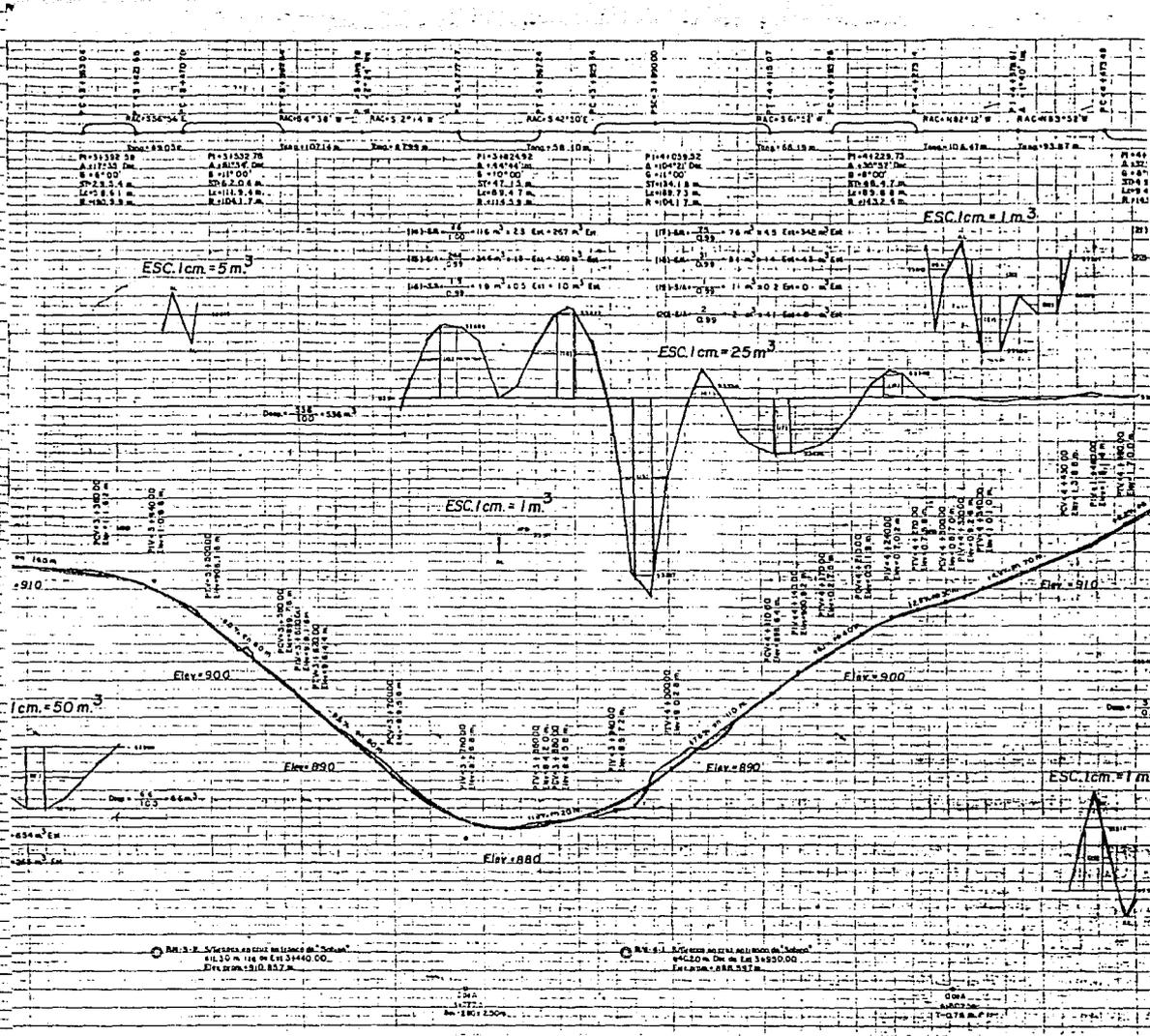
**CALCULO DE SUBRASANTE Y TERRACERIAS**

AS				U O L U H E N				COEFICIENTE DE				VOLUmenes		TOTALES		SUMA ALGEBRAICA		ORDENADA		
CORTE		DESPALHE		TERRAPLEN		CORTE		DESPALHE		TERRAPLEN		CORTE		DE		CORTE		TERR.		CURVA
C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	D.C	D.T	90M	93M	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	D.C	D.T	90M	93M	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	CORTE	TERR.	CORTE	TERR.	MASA
7.3	3.0	1.9	4.8	10.0	17.0	19.0	17.0	30.0	19.0	48.0	171.0	171.0	47.0	104.0	47.0	104.0	104.0	47.0	104.0	33402
7.3	3.1	1.9	4.8	10.0	17.0	19.0	17.0	31.0	19.0	48.0	110.0	110.0	47.0	104.0	47.0	104.0	104.0	47.0	104.0	33506
6.6	1.8	3.4	4.8	10.0	17.0	19.0	17.0	18.0	19.0	48.0	69.0	69.0	68.0	164.0	68.0	164.0	164.0	68.0	164.0	33517
6.8	0.7	3.7	3.7	10.0	17.0	19.0	17.0	7.0	19.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	33461
6.1		3.4	3.33	13.0	17.0	19.0	17.0		19.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	33469
		1.6	4.463	10.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33442
		0.2	10.0	31.0	17.0	19.0	17.0		19.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	33433
0.4		0.2	7.333	19.0	17.0	19.0	17.0	4.0	19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33437
0.8			0.463	1.0	17.0	19.0	17.0		19.0											33437
0.7			10.0	31.0	17.0	19.0	17.0		19.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	33444
0.9			3.880	6.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33442
1.3			7.130	15.0	17.0	19.0	17.0		19.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	33407
2.2		0.2	10.0	23.0	17.0	19.0	17.0		19.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	33487
4.4		0.4	0.380	1.0	17.0	19.0	17.0		19.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	33489
4.2		0.3	9.430	21.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33524
0.3		0.1	10.0	22.0	17.0	19.0	17.0		19.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33548
0.2		0.3	0.820	19.0	17.0	19.0	17.0		19.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	33542
		0.3	3.180	3.0	17.0	19.0	17.0		19.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33537
		0.1	10.0	17.0	17.0	19.0	17.0		19.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33512
0.1		1.1	3.330	11.0	17.0	19.0	17.0		19.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	33507
0.7			4.680	11.0	17.0	19.0	17.0		19.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	33510
0.4			10.0	18.0	17.0	19.0	17.0		19.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	33513
0.1		0.7	10.0	17.0	17.0	19.0	17.0		19.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33506
0.2		0.3	10.0	17.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33508
0.3			10.0	18.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33509
0.1		0.2	10.0	18.0	17.0	19.0	17.0		19.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33509
0.3		0.3	10.0	17.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33508
0.4		0.1	10.0	17.0	17.0	19.0	17.0		19.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33513
0.3		0.1	7.99	15.0	17.0	19.0	17.0		19.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33514
0.2		0.4	3.01	3.0	17.0	19.0	17.0		19.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33518
0.2		0.2	10.0	16.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33511
0.9		1.2	3.490	9.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33509
0.0		0.0	4.510	9.0	17.0	19.0	17.0		19.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	33510
1.2		0.1	10.0	23.0	17.0	19.0	17.0		19.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	33521
0.3		0.6	10.0	19.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33549
0.2		0.7	3.323	17.0	17.0	19.0	17.0		19.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	33572
7.6	0.0	13.7	34.0	375.323	480.0	19.0	618.0	88.0	135.0	207.0	613.0	613.0	613.0	444.0	340.0	167.0	167.0	167.0	167.0	

\*171.0







RECTIFICADA	ca (Ris) color café. Se obtendrá arcilla de baja plasticidad húmeda con 35% de arena fina consistencia firme con arena y grava mal graduada en la superficie CL Compacted a 90% = 102.95% = 0.97, 100% = 0.92. Cícar
ORDENADA CURVA VERTICAL	
FERRAPLEN	
ORDEN	
SUBRASANTE	
FERRADO	



## CAPITULO VII

## CAPITULO VII

### PROYECTO DE DRENAJE

Una vía de comunicación no solo exige una adecuada planeación económica y la selección mas conveniente de la ruta y materiales de construcción a emplear, sino también el diseño racional de las estructuras de drenaje que sean capaces de desalojar en todo momento y en forma eficiente, los volúmenes de escurrimiento aportados por las lluvias en cualquier tramo del camino en proyecto. La importancia de un adecuado sistema de drenaje es todavía más relevante si se analiza desde el punto de vista del costo total del camino, puesto que aproximadamente un 15% del presupuesto se utiliza en estas estructuras que deben justificar la inversión protegiendo la vía de comunicación de los ataques del agua.

El proyecto de drenaje de un camino se plantea atendiendo a tres pasos básicos en la solución: localización del cruce más adecuado, análisis hidrológico e hidráulico de las zonas por drenar y diseño hidráulico de las estructuras componentes del mismo.

La localización de los cruces para alcantarillas queda supeditada al alineamiento general del camino, o sea que se toma en cuenta la economía general de éste y se balancea en forma adecuada los problemas de alineamiento, movimiento de tierras, operación de la ruta y geología de la zona. El análisis hidrológico implica la predicción más o menos confiable de las magnitudes máximas de las intensidades de precipitación o de los picos de escurrimiento, para períodos de retorno especificados del evento o también de duración del mismo, según la finalidad e importancia del sistema.

Para conocer el gasto de las alcantarillas se deberán efectuar análisis hidrológicos detallados. Los trabajos hidráulicos de campo no serán tan completos, ya que se trata de corrientes efímeras de poco caudal, en las que generalmente se carece de datos de campo relativos a las elevaciones alcanzadas por el agua a las crecientes máximas extraordinarias.

El diseño hidráulico permite determinar las dimensiones necesarias de las estructuras componentes para desalojar los volúmenes aportados por las lluvias o producto de la infiltración en el subsuelo, atendiendo a la eficiencia que se requiera en la eliminación de las aguas. Para realizar este diseño, es necesario contar con la topografía de la zona del cruce, así como con secciones transversales y la pendiente media del cruce.

Los caminos se construyen con bombeo o pendiente transversal que permiten drenaje lateral u oblicuo hacia los lados del pavimento, y en el caso de curvas, flujo lateral u oblicuo ----

hacia un solo lado debido a la sobreelevación del pavimento y de los acotamientos. Al agua colectada en los lados del camino se le obliga a fluir en dirección longitudinal dentro de cunetas excavadas en forma de zanja longitudinal o bordillos en los acotamientos, de concreto o asfálticos.

La sección transversal de un camino en corte incluye normalmente contracunetas y zanjas de intercepción en la parte superior del talud y corren paralelas al camino o al corte. Sirven para interceptar el agua de escurrimiento e infiltración proveniente de los taludes y evitar erosiones y exceso de agua a las cunetas.

La eliminación del agua colectada en bordillos y cunetas, se efectúa mediante lavaderos o desfogues laterales hacia partes alejadas del terraplén del camino y hacia los cursos de drenaje natural.

El paso de los cauces de drenaje natural a través del camino se efectúa por medio de alcantarillas y una bóveda.

### 7.1 Funcionamiento hidráulico.

A continuación se enlistan las alcantarillas en donde después de hacer los estudios se propone:

ESTACION	TIPO DE OBRA	CRUCE	OBSERVACION
1) 1+431.43	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 0°29' Der.	construida
2) 3+234.17	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 1°56' Der.	construida
3) 3+777.11	bov. d/2.80x2.50	Esv. 0°30' Der.	construida
4) 4+302.56	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 1°00' Izq.	construida
5) 4+622.04	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 0°36' Der.	construida
6) 5+022.20	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 1°37' Der.	construida
7) 5+223.17	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 8°15' Izq.	construida
8) 5+525.97	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 3°02' Izq.	construida
9) 5+701.54	tubo de 0.30 m $\phi$	Esv. 36°40' Izq.	Nota 18
10) 5+816.48	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 3°05' Izq.	construida
11) 6+193.56	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 0°45' Der.	construida
12) 6+627.62	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 1°42' Der.	construida
13) 6+783.81	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 1°06' Izq.	construida
14) 7+398.52	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 46°00' Izq.	construida
15) 7+946.73	tubo de 0.76 m $\phi$	Esv. 2°12' Izq.	construida

con las siguientes notas:

- 1) existe un camino construido a nivel terracería que da servicio entre el poblado Españita y el poblado Ixtacuixtla, pasando por El Carmen, La Reforma, La Constancia y San Miguel, El Piñon, etc.
- 2) El camino se localiza sobre un lomerio con escurrimientos dominantes hacia la izquierda en sentido del camino.
- 3) El camino tiene construidas las obras de drenaje y todas están en buen estado de estabilidad y son suficientes hidráulicamente.
- 4) El diámetro mínimo se propone de 0.90 m  $\phi$  para tubos y de 1.00 metros para losas, pero como se trata de un camino construido se deberán aprovechar las obras existentes.
- 5) De estación 0+000.00 a estación 1+100.00 el camino va sobre zona urbana entre los pueblos Españita y El Carmen, estando construido el drenaje, el cual trabaja al parecer mixto o combinado.
- 6) De estación 0+000.00 a estación 0+380.00 aproximadamente, se encuentran construidas las guarniciones y banquetas por lo que el camino entre estas estaciones se proyectará hasta los límites de guarnición.
- 7) En la zona urbana no se trazarán curvas por lo que únicamente llevará un bombeo hacia ambos lados y el agua se drenara por su línea de máxima pendiente.
- 8) En la estación 1+431.43 existe un tubo de 0.76 m  $\phi$  construido en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico, se aprovecha integralmente aperaltando el cabezote de entrada en 0.30 metros y desasolvando el tubo y las cunetas o canales que convergen a la obra.
- 9) La obra de estación 1+431.43 drenara las cunetas o canales desde la zona urbana hasta la obra, así como desde estación 1+800.00 hacia la obra por canal o cunetas laterales.

- 10) De estación 1+800.00 hasta la estación 3+040.00 el camino va por un parteaguas por lo que no se requiere drenaje. sin embargo se puede construir una obra de alivio que sirva para drenar las cuentas o canales laterales.
- 11) En la estación 3+234.17 existe construido un tubo de ----- 0.76 m  $\phi$  en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. únicamente se aperaltará el muro de cabeza a la entrada para detener las nuevas terracerías.
- 12) En la estación 3+777.11 existe construida una bóveda de 2.80x2.50 m a la salida y 1.92 m a la entrada en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. se deberá aprovechar íntegramente reparando los aleros de la losa que se encuentran fracturados (existe construida una losa encima de la bóveda).
- 13) En la estación 4+302.56 existe construido un tubo de ----- 0.76 m  $\phi$  en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. por lo que se deberá aprovechar íntegramente.
- 14) En la estación 4+622.04 existe un tubo de 0.76 m  $\phi$  en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. el cual se aprovecha íntegramente.
- 15) En la estación 5+022.20 existe construido un tubo de ----- 0.76 m  $\phi$  de concreto en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. se encuentra asolvada totalmente por lo que es necesario desasolvarla y limpiar sus canales de entrada y salida así como su cuneta.
- 16) En la estación 5+223.17 existe construido un tubo de ----- 0.76 m  $\phi$  de concreto en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. la cual se aprovecha íntegramente.
- 17) En la estación 5+525.97 existe un tubo de 0.76 m  $\phi$  de concreto en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. es necesario aperaltar en 0.30 metros el cabezote de entrada para detener las nuevas terracerías.
- 18) En la estación 5+701.54 se cruza un tubo de 0.30 m  $\phi$  que sirve para drenar represa de agua para cultivo. se encuentra asolvada: se propone levantarla y en su lugar construir un tubo de 0.90 m  $\phi$  para cumplir con el diámetro mínimo.
- 19) En la estación 5+816.48 existe construido un tubo de ----- 0.76 m  $\phi$  en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. se aprovecha íntegramente y se deberá desasolver sus canales de entrada y salida para que drene.
- 20) En la estación 6+193.56 existe construido un tubo de ----- 0.76 m  $\phi$  en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. se aprovecha íntegramente.
- 21) En la estación 6+627.62 existe construido un tubo de ----- 0.76 m  $\phi$  en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. se aprovecha íntegramente.
- 22) En la estación 6+783.81 existe construido un tubo de ----- 0.76 m  $\phi$  en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico que se aprovecha aperaltando el cabezote a la salida en 0.30 metros.
- 23) En la estación 7+398.62 existe un tubo de 0.76 m  $\phi$  construido en buen estado de estabilidad y funcionamiento hidráulico. es necesario aperaltar el cabezote de entrada en 0.30 metros para detener las nuevas terracerías.
- 24) En la estación 7+946.73 existió construido un tubo de -----

0.76 m  $\phi$  en buenas condiciones de estabilidad y funcionamiento hidráulico. deberá aperlaltarse el cabezote a la salida en 0.30 metros para poder adaptarlo a las nuevas terracerías.

25) Se deberán desasolvar las cunetas existentes para un mejor funcionamiento.

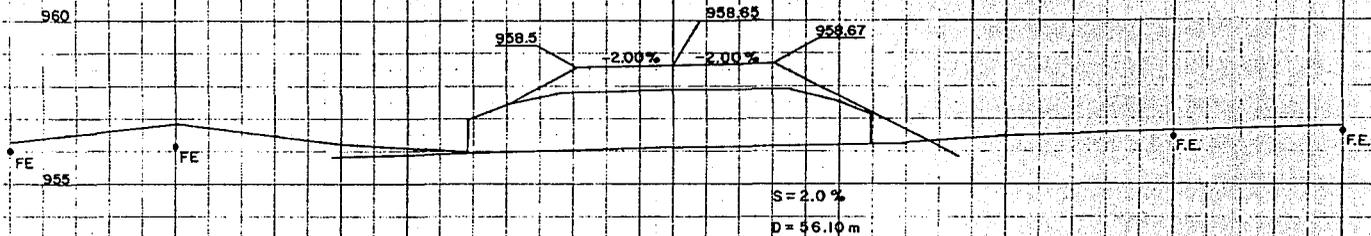
26) Se deberán hacer sus canales de entrada y salida de las obras.



Est: 5+701.54  
Elev: 957.88  
Esv: 36°40' Izq en tang

Camino: Españita Ixtacuixtla  
Tramo: Españita, Tlax.  
Origen: Españita, Tlax.

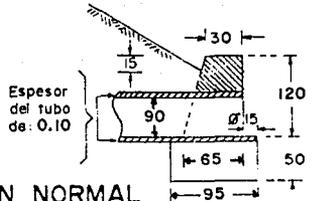
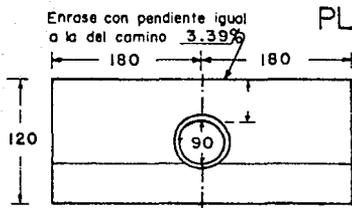
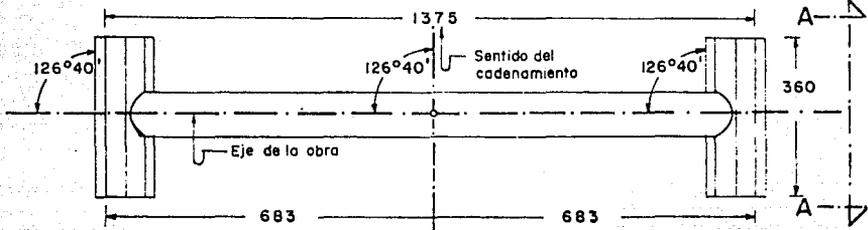
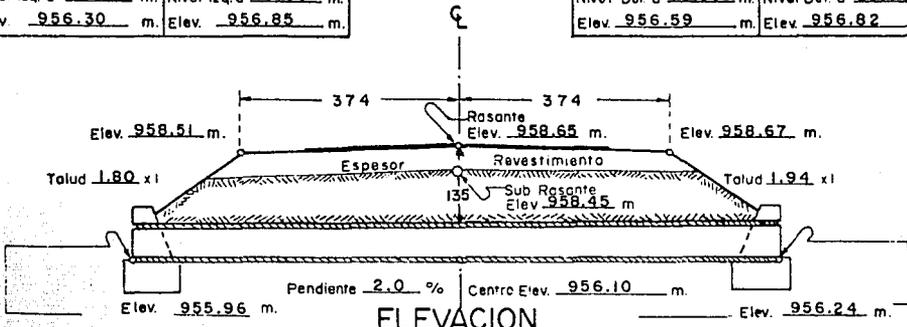
Nota: Proyector tubo de 0.90 m. #



CALCULO DE LONGITUD DE OBRA		U . N . A . M
CAMINO: ESPANITA - INTACUICUTLA	TRAMO: KM 3+000 - KM 3+000	E.N.E.P. ARAGON
SUB TRAMO:	ORIGEN: ESPANITA, TLAYCALA	ING. CIVIL TESTIS PROFESIONAL
ESTACION. 5+781.54 ALCANTARILLA. TUBO DE CONCRETO DE 0.90 m		LOCALIZACION
CALCULO.	FECHA REVISO FECHA	CRUCE. ESUNAJE 36° 40' 12G.
		SENTIDO DEL ESCURRIMIENTO ←
DATOS DE TERRACERIAS EN EL CRUCE		
SECCION NORMAL		
Subrasante Elev. 958.45 m.	Espesor del revestimiento. 0.20 m.	Espesor de carpeta m.
Presente se calculo 958.65 m	Presente del camino 958.65 m.	Pend. long. del camino 3.39 %
SENI COPONAS:	V1 (Izq) 3.00 m.	SOBRE ELEVACIONES:
	V2 (Der) 3.00 m.	M1 (Izq) -2.00 %
		M2 (Der) -2.00 %
SECCION DE LAS TERRACERIAS SEGUN EL EJE DE LA OBRA		
$V_1 = -2.23342$	Tang. $e = 0.74447$	$V_2 = 2.23342$
$C_1 = 3.74$	Cos. $e = 0.80252$	$C_2 = 3.74$
$F_1 = 958.57$	Sen. $e = 0.59746$	$F_2 = 958.73$
$H_1 = 355.51$		$H_2 = 358.67$
Cor. $e \cdot K = 0.33243$	Tn. = 1.50+1.00	Cos $e \cdot K = 0.77175$
$T_1 = 1.30+1.00$	$V = 2.31027$	$T_2 = 1.30+1.00$
LONGITUD DE OBRA		
PLANTILLA DEL CAUCE:	Pendiente $i = 1.00$ %	Espesor de la estructura = 0.10 m.
	Elevacion CL D= 956.10 m	Altura de la direccizab = 0.15 m.
$L_1 T_1 = 0.53556$	$M_1 = 1.05$	$Q = 0.34$
$L_1 T_1 = 0.53556$	$M_2 = 1.04$	$H_2 = 1.06$
$F_1 = 957.07$	$F_1' = 957.14$	$F_2' = 957.16$
$h_1 = 1.44$	$Q^2 = 0.42$	$Q^2 = 0.30240$
$d_1 = 1.67$	$L =$	$L =$
$L_1 = 5.85$	$L =$	$L =$
$e = 1.00020$		
$L_2 T_2 = 0.53546$		
$L_2 T_2 = 0.53546$		
$F_2 = 957.23$		
$h_2 = 1.44$		
$d_2 = 2.67$		
$L_2 = 5.85$		
$S = 0.02$		
11 Tramos de 1.25 m	LI= 13.75	N. Dif -0.03
		m. Correccion= Talud
AJUSTE A NUM. CERRADO DE TRAMOS DE TUBO		
$N_1 =$	ZK=	$N_2 =$
$S_1 =$	$I_1 + I_2 =$	$S_2 =$
$L_1 = 1.25$	$L^* = 13.75$	$L_2 = 5.86$
$L T_1 =$	LI= 13.75	$L T_2 =$
Salida Elev. 955.16 m	Centro Elev. = 956.10 m	Entrada Elev. 956.24 m.
DATOS COMPLEMENTARIOS		
Colchon en el CL 1.65 m	Clasificacion del terreno	Altura promedio m

Nivel Izq. a 20.00 m. Nivel Izq. a 15.00 m.  
 Elev. 956.30 m. Elev. 956.85 m.

Nivel Der. a 15.00 m. Nivel Der. a 20.00 m.  
 Elev. 956.59 m. Elev. 956.82 m.



**NOTAS:**  
 Localización: \_\_\_\_\_  
 Sobre trazo hecho en \_\_\_\_\_ por \_\_\_\_\_  
 Cargas: Carga viva tipo H20-S16  
 Tubos: Serán de concreto.  
 Muros: Serán de mampostería de 3a. El desplante se hará en ML capaz de una fatiga de trabajo de 1 Kg/cm<sup>2</sup> para ello se podrá variar su elevación a juicio de: Ing Residente hasta en  $\pm 20$  cm. modificando únicamente el espesor del cimiento. Los coronamientos llevarán un chapado de 3

**SECCION NORMAL**  
 3 de espesor con mortero de cemento 1:5  
 Dimensiones:  
 En centímetros, Elevaciones en metros referidos al B.N. 5-2 sobre Gen. Franco de Sabino a 38.90 m. Der. de Estación 5+640.00 elevación 959.475 m.  
 Especificaciones:  
 Rigen las de la S.O.P. de 1971.  
 Especiales: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**M A T E R I A L E S**

CONCEPTO	CANTIDAD	
Tubo de <u>0.90</u> m Diam.	<u>1375</u>	m.
Tramos de <u>1.25</u> m	<u>11</u>	
Excavación (Clasif. <u>60.40.00</u> )	<u>7</u>	m <sup>3</sup>
Mampostería de 3a clase con mortero de cemento 1:5	<u>6.6</u>	m <sup>3</sup>

**ALCANTARILLA DE TUBO DE CONCRETO DE 0.90 m. Ø**  
**ESV 36°40' Izq. en Tangente**

MODIFICACIONES AL PROYECTO	
MODIFICACIONES EN LA CONSTRUCCION	

<b>CAMINO:</b> ESPANITA - IXTACUIXTLA		Km. <u>5 + 701.54</u> Origen: Espanita, Tlax.
Propuso: _____	Jefe de Mesa: _____	Jefe del Depto: _____
Calculó: _____	Jefe de Sección: _____	
Revisó: _____		
Entinó: _____		
México D.F.	No de plano	N° C- _____

## CAPITULO VIII

## CAPITULO VIII

### ESTUDIO PARA PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO

#### 8.1 Generalidades.

##### 8.1.1 Objeto del estudio.

El estudio tiene como finalidad, proporcionar los datos geotécnicos necesarios, los bancos de préstamo de materiales, el espesor de pavimento y las normas generales para la construcción adecuada del pavimento.

##### 8.1.2 Socioeconomía.

Las zonas que atraviesa el camino, están dedicadas principalmente a la agricultura de temporal y secundariamente a la ganadería.

#### 8.2 Estudios.

##### 8.2.1 Campo.

a) Terracerías. Con el propósito de obtener los parámetros que definen el espesor de pavimento, se llevo a cabo el estudio geotécnico de las zonas que cruzan las líneas de los proyectos, además se localizaron los bancos de materiales para pavimento y concreto hidráulico.

b) Bancos. De acuerdo a la geología de la región el material para pavimento se obtendrá de los bancos de préstamo que se encuentran a un lado del camino Españita - Mixtepec, de los que se extrae arena y grava mal graduada.

##### 8.2.2 Laboratorio.

Los materiales que se tomaron de los sondeos, tanto en material del terreno natural, como en los bancos para capa subrasante, se sometieron en el laboratorio a las siguientes pruebas:

- 1) Granulometría
- 2) Límites de Atterberg
- 3) Peso Volumétrico Seco Máximo
- 4) Porter Estándar
- 5) Porter modificado al 95% de compactación

En los materiales tomados para el pavimento, se realizaron los siguientes ensayos:

- 1) Granulometría
- 2) Límites de Atterberg
- 3) Peso Volumétrico Seco Suelto
- 4) Peso Volumétrico Seco Máximo
- 5) Porter Estándar
- 6) Equivalente de arena
- 7) Desgaste Los Angeles

Pruebas y ensayos realizados para conocer su calidad y definir su tratamiento a que se someterán los materiales para que -----

cumplan con las especificaciones vigentes.

En el anexo 8.1 se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en los materiales del terreno natural y los que se proponen para formar la capa subrasante.

### 8.2.3 Tránsito.

En los datos viales de 1985, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, no se incluye el camino en estudio. Durante el trabajo de campo se observaron los vehículos que circulan, se cuantificó el número de ellos y el tipo al que pertenecen; esto se realizó en períodos de ocho horas.

### 8.2.4 Selección de bancos.

Para la localización de bancos de préstamo para el pavimento se considera el tipo de camino, el tránsito diario promedio anual y las características geológicas de la región. De acuerdo a esta se localizan dos bancos: "Torres" y "Magdalena" en donde se encuentra material ígneo piroclástico, color rojo, cementado (tezontle) de los cuales se obtiene arena y grava mal graduada que se empleara en la base hidráulica.

La ubicación de los bancos es en el camino (Santa Luisa - Española) - Mixtepec Km 0+400 y 1+000 con desviación derecha de 60 metros al origen del proyecto se tienen 3800 y 4400 metros respectivamente.

Para la carpeta de riego se considera que es conveniente emplear el material del banco conocido como "Derrumbadas" que se emplea en la región en los trabajos de conservación de caminos pavimentados. Este material se adquiere a la Empresa TRIOSA que explota el banco, el cual se encuentra en el Km 7+000 con desviación derecha de 2000 metros del camino: México - Veracruz, tramo: El Carmen - Zacatepec, al origen del proyecto se tienen 100 Kms..

Los reportes de laboratorio indican que cumplen totalmente con las normas de construcción, los materiales para base hidráulica y carpeta de riego.

En el anexo 8.2 se encuentra el croquis y la tabla, en las cuales se resumen las características de los bancos y los reportes de los ensayos de laboratorio efectuados en los materiales de estos.

El acceso a los bancos no tiene problema alguno, ya que las desviaciones serán sobre camino revestido.

## 8.3 Proyecto.

### 8.3.1 Criterio.

Para determinar el espesor necesario de pavimento se utilizaron los criterios del Instituto de Ingeniería de la UNAM y la gráfica para determinar espesor de la SCT.

ANEXO B.1

UBICACION		0+040	0+820	1+500	2+000	3+000	4+000	5+000	6+000	7+000	8+000
NUMERO DE SONDEO											
PROFUNDIDAD (m)											
DESPLAZE											
TAMANO MAXIMO		3/8"	3/4"	1"	3/8"	No 4	3/8"	1"	3/8"	1"	3/8"
% QUE PASA LA MALLA N-4		95.0	97.0	83.0	99.0	96.0	97.0	97.0	99.0	94.0	91.0
% QUE PASA LA MALLA N-40		88.0	87.0	58.0	95.0	91.0	81.0	92.0	90.0	79.0	87.0
% QUE PASA LA MALLA N-200		55.0	52.0	20.0	60.0	45.0	70.0	56.0	43.0	33.0	55.0
LIMITE LIQUIDO		29.0	27.0	31.0	32.0	23.0	41.0	30.0	40.0	31.0	32.0
LIMITE PLASTICO		15.0	15.0	20.0	10.0	17.0	23.0	18.0	19.0	19.0	19.0
INDICE PLASTICO		14.0	12.0	11.0	22.0	6.0	18.0	12.0	21.0	12.0	13.0
CONTRACCION LINEAL		4.2	3.9	3.9	6.5	1.9	6.0	3.9	7.0	4.2	4.5
CLASIFICACION		CL	CL	SC	CL	SC	CL	CL	SC	SC	CL
EQUIVALENTE DE ARENA											
PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO		1130	1110	1225	1140	1235	1130	1180	1065	1180	1200
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO, PORTER				1700							
HUMEDAD OPTIMA PORTER				19.3							
VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR		18.3	16.5	24.3	19.0	18.7	27.9	13.0	17.2	40.4	13.9
% DE EXPANSION		0.5	0.3	0.0	0.5	0.7	0.2	0.9	0.9	0.2	1.3
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO, PROCTOR		1600	1680		1610	1780	1590	1645	1480	1600	1660
HUMEDAD OPTIMA PROCTOR		19.2	18.0		20.5	15.5	22.5	19.0	26.0	20.5	19.0
PESO VOLUMETRICO SECO NATURAL											
HUMEDAD NATURAL		14.0	16.0		17.0	14.0	17.7	16.1	21.4	15.1	14.0
% DE COMPACTACION		97.0	98.0	99.0	99.0	93.0	92.0	99.0	97.0	99.0	97.0
U. R. S. MODIFICADO	90 %										
	95 %	17.8	15.4	22.3	21.5	19.8	25.0	11.0	16.1	27.9	20.5
	100 %										
RESUMEN DE DATOS DE LOS ENSAYES DE LABORATORIO							U - N - A - M -				
CAMINO: ESPANITA - IXTACUILTLA							E.N.E.P. ARAGON				
SUB TRAMO:							ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL				
TRAMO: KM 0+000 KM 3+000							ORIGEN: ESPANITA, IXTACUILTLA				



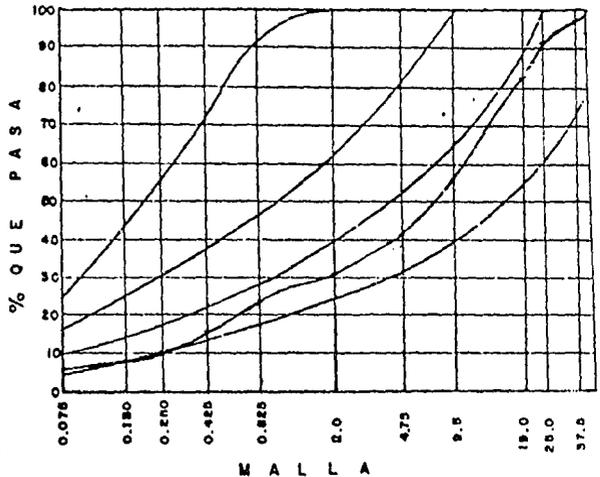
# INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB BASE Y BASE

CAMINO : <u>Españita - Mixtepec</u>	TRAMO : <u>Km 0+000 al Km 8+000</u>
SUBTRAMO : _____	ORIGEN : <u>Españita, Tlaxcala</u>

<b>DATOS DEL MUESTREO</b>	MATERIAL PARA CAPA DE : SUB BASE <input type="checkbox"/> BASE <input checked="" type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <u>Roca ignea Tezontle</u>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <u>Frente de banco</u>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO _____
	UBICACION DEL BANCO <u>Camino: Españita - Mixtepec Km 0+400 con desviación derecha de 60 m. Banco "Torres"</u>

P.E. SECO SUELTO Kg/m <sup>3</sup>	1225
P.E.S. MAXIMO Kg/m <sup>3</sup>	
HUMEDAD OPTIMA %	
P.F. DEL LUGAR Kg/m <sup>3</sup>	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

**GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA**



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA % RETENIDO	
	EN 50.0	
EN 37.5		
% QUE PASA		
50.0	100	
37.5	97	
25.0	91	
19.0	82	
9.5	57	
4.75	41	
2.00	31	
0.85	23	
0.425	15	
0.250	10	
0.150	8	
0.075	6	

V.R.S. (ESTANDAR) %	147.0
EXPANSION %	0.0
VALOR CEMENTANTE Kg/cm <sup>2</sup>	3.6
EQUIVALENTE DE ARENA %	

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NUM. 9.5	
ABSORCION %	13.7
DENSIDAD	1.9
PLASTICIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO PGP LA MALLA NUM. 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	41
LIMITE PLASTICO %	-
INDICE PLASTICO %	-
EQUIV. HUM. DE CAMPO %	
CONTRICCION LINEAL %	0.0
CLASIFICACION SCT	GP, GH

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

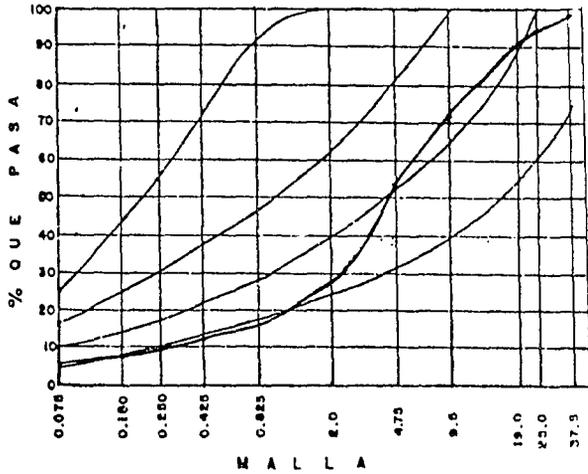
# INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB BASE Y BASE

CAMINO : <u>Espanita - Mixtepec</u>	TRAMO : <u>Km 0+000 a Km 8+000</u>
SUBTRAMO : _____	ORIGEN : <u>Espanita, Tlaxcala</u>

<b>DATOS DEL MUESTRO</b>	MATERIAL PARA CAPA DE.      SUB BASE <input type="checkbox"/> BASE <input checked="" type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <u>Roca ignea Tezontle</u>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <u>Frete de banco</u>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO _____
	UBICACION DEL BANCO <u>Camino: Espanita Mixtepec Km. 1+000 con desviación derecha de 1,000 m Banco " La Magdalena"</u>

P.E. SECO SUELTO Kg/m <sup>3</sup>	1150		
P.E.S MAXIMO Kg/m <sup>3</sup>	1535		
HUMEDAD OPTIMA %	17,6		
P.E. DEL LUGAR Kg/m <sup>3</sup>			
HUMEDAD DEL LUGAR %			

**GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA**



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA    % RETENIDO	
		EN 60.0
	EN 37.5	
	% QUE PASA	
	60.0	100
	37.5	99
	25.0	94
	19.0	90
	9.5	72
	4.75	53
	2.00	27
	0.85	16
	0.425	12
	0.250	10
	0.150	8
	0.075	5

V.W.S. (ESTANDAR) % <u>136</u>
EXPANSION % <u>0,0</u>
VALOR CEMENTANTE Kg/cm <sup>3</sup> <u>3,9</u>
EQUIVALENTE DE ARENA % _____

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NUM 9.5	
ABSORCION % <u>13,6</u>	DENSIDAD <u>1,81</u>
DURABILIDAD _____	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NUM. 0.425	
LIMITE LIQUIDO % <u>44</u>	EQUIV. NUM. DE CAMPO % _____
LIMITE PLASTICO % _____	CONTRACCION LINEAL % <u>1,0</u>
INDICE PLASTICO % _____	CLASIFICACION SCT <u>GP</u>

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

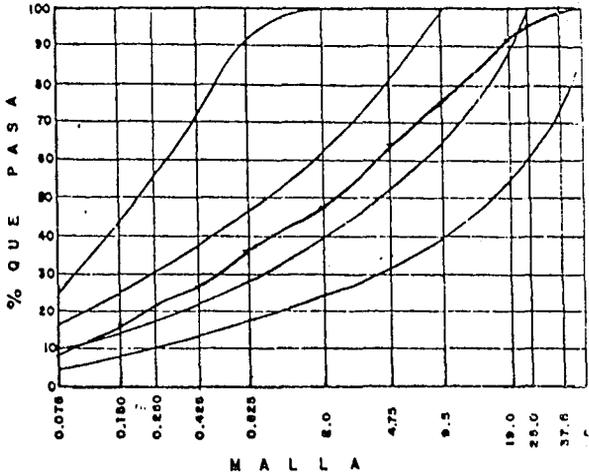
# INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB BASE Y BASE

CAMINO : Españita - Mixtepec TRAMO : Km. 0+000 al Km. 8+000  
 SUBTRAMO : \_\_\_\_\_ ORIGEN : Españita, Tlaxcal

**DATOS DEL MUESTREO**  
 MATERIAL PARA CAPA DE: SUB BASE  BASE   
 DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL Mezcla de Suelos  
 CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO \_\_\_\_\_  
 TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO \_\_\_\_\_  
 UBICACION DEL BANCO Banco Torres o Magdalena y Banco Sin Nombre Km. 4+060

P.E. SECO SUELTO kg/m <sup>3</sup>	1260		
P.E.S. MAXIMO kg/m <sup>3</sup>	1610		
HUMEDAD OPTIMA %	19.4		
P.E. DEL LUGAR kg/m <sup>3</sup>			
HUMEDAD DEL LUGAR %			

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA		% RETENIDO	
	EN 80.0	EN 37.5		
			% QUE PASA	
80.0	100			
37.5	99			
25.0	96			
19.0	91			
9.5	76			
4.75	63			
2.00	48			
0.85	37			
0.425	27			
0.250	21			
0.150	16			
0.075	4			

V.R.S. (ESTANDAR) % 150  
 EXPANSION % 0.0  
 VALOR CEMENTANTE kg/cm<sup>3</sup> 9.6  
 EQUIVALENTE DE ARCILLA % 3.4

PRUEBAS EN NAT MAYOR QUE LA MALLA NUM. 9.5  
 ABSORCION % 13.7  
 DENSIDAD 1.9  
 DURABILIDAD \_\_\_\_\_

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NUM. 0.425  
 LIMITE LIQUIDO % 32 EQUIV. HUM. DE CAMPO % \_\_\_\_\_  
 LIMITE PLASTICO % \_\_\_\_\_ CONTRACCION LINEAL % 0.7  
 INDICE PLASTICO % \_\_\_\_\_ CLASIFICACION SC7

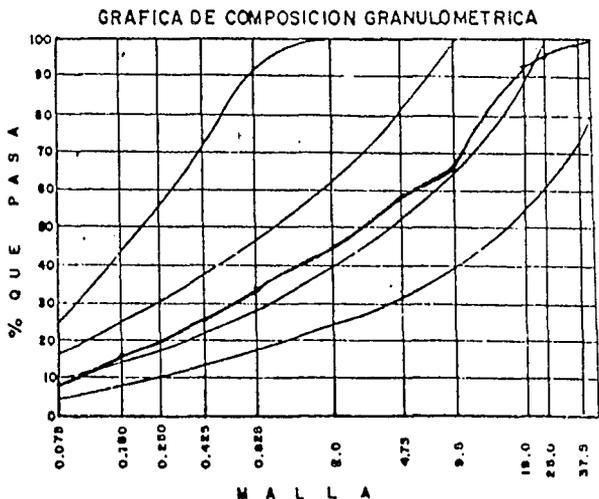
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :  
Mezclas de Suelos  
 Banco Torres 85%  
 Banco Km 4+060 15%

# INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB BASE Y BASE

CAMINO : <u>  Españita - Mixtepec  </u>	TRAMO : <u>  Km. 0+000 al Km. 8+000  </u>
SUBTRAMO : _____	ORIGEN : <u>  Españita, Tlaxcala  </u>

<b>DATOS DEL MUESTREO</b>	MATERIAL PARA CAPA DE :                      SUB BASE <input type="checkbox"/> BASE <input checked="" type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <u>  Mezcla de Suelos  </u>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO _____
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO _____
UBICACION DEL BANCO <u>  Banco Torres o Magdalena y Banco Sin Nombre Km. 4+060  </u>	

P.E. SECO SUELTO Kg/m <sup>3</sup>	<u>  1175  </u>		
P.E.S. MAXIMO Kg/m <sup>3</sup>	<u>  1610  </u>		
HUMEDAD OPTIMA %	<u>  19.4  </u>		
P.E. DEL LUGAR Kg/m <sup>3</sup>			
HUMEDAD DEL LUGAR %			



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA % RETENIDO	
	EN 50.0	
	EN 37.5	
		% QUE PASA
50.0	100	
37.5	99	
25.0	95	
19.0	92	
9.5	65	
4.75	59	
2.00	44	
0.85	33	
0.425	25	
0.250	20	
0.150	15	
0.075	9	

V.R.S. (ESTANDAR) %	<u>  139  </u>
EXPANSION %	<u>  0.0  </u>
VALOR CEMENTANTE Kg/cm <sup>2</sup>	<u>  9.1  </u>
EQUIVALENTE DE ARENA %	<u>  40  </u>

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NUM. 9.5	
ABSORCION %	<u>  13.7  </u>
DENSIDAD	<u>  1.9  </u>
CURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NUM. 0.425			
LIMITE LIQUIDO %	<u>  39  </u>	EQUIV. HUM. DE CAMPO %	
LIMITE PLASTICO %		CONTRACCION LINEAL %	<u>  0.7  </u>
INDICE PLASTICO %	<u>  -  </u>	CLASIFICACION	<u>  SCT  </u>

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**  
  Mezcla de Suelos  

Banco Torres    90 %  
 Banco Km. 4+060    10 %

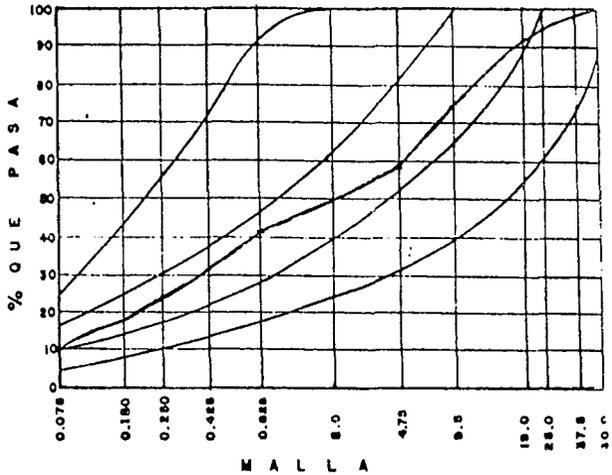
# INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB BASE Y BASE

CAMINO : <u>Españita - Mixtepec</u>	TRAMO : <u>Km. 0+000 al Km. 8+000</u>
SUBTRAMO : _____	ORIGEN : <u>Españita, Tlaxcala.</u>

<b>DATOS DEL MUESTREO</b>	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB BASE <input type="checkbox"/> BASE <input checked="" type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <u>Mezcla de Suelos</u>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO _____
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO _____
UBICACION DEL BANCO <u>Banco Torres o Magdalena y Banco Sin Nombre Km. 4+060</u>	

P.E. SECO SUELTO Kg/m <sup>3</sup>	1280
P.E.S. MAXIMO Kg/m <sup>3</sup>	1680
HUMEDAD OPTIMA %	15.9
P.E. DEL LUGAR Kg/m <sup>3</sup>	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

**GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA**



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA % RETENIDO	
	EN 80.0	EN 37.5
	% QUE PASA	
80.0	100	
37.5	99	
25.0	95	
15.0	91	
7.5	74	
4.75	59	
2.00	50	
0.85	41	
0.425	31	
0.250	24	
0.150	18	
0.075	10	

V.R.S. (ESTANDAR) %	160
EXPANSION %	0.0
VALOR CEMENTANTE Kg/cm <sup>2</sup>	10.0
EQUIVALENTE DE ARENA %	3.4

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NUM. 8.5	
ABSORCION %	13.7
DENSIDAD	1.9
DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NUM. 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	33
LIMITE PLASTICO %	-
INDICE PLASTICO %	-
EQUIV. HUM. DE CAMPO %	
CONTRACCION LINEAL %	0.7
CLASIFICACION SCT	

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

Mezcla de Suelos:

Banco Torres	80 %
Banco Km. 4+060	20 %

DEL MATERIAL PETREO  
ENCIA: Banco "Derrumbados"  
ACION: Km 7+000 d/Derecha 2,000 m Tramo: El Car-  
POR: mEn - Zacatepec.

EXPEDIENTE NUM.  
ENSAYE NUM.  
FECHA DE RECIBO:  
FECHA DEL INFORME:

## MATERIAL PETREO PARA RIEGO DE SELLO

### Granulometría

Malla	% que Pasa
1/2 "	96
1/4 "	79
No. 8	1
Absorción	3.8
Densidad	2.33
P.U.S.S.	1300
Desgaste	28 %

El material deberá cribarse adecuadamente

### 8.3.2 Parámetros.

a) Valor Relativo de Soporte. El valor relativo de soporte de diseño para la capa subrasante, se seleccionó a partir de los resultados de la prueba Porter modificada al 95% de compactación, variante II.

De acuerdo a los resultados de los ensayos realizados en los materiales para capa subrasante, se considera que los materiales son de buena calidad, ya que presentan resultados en prueba de U.R.S. estándar que varían de 15.5 a 26.0%.

Para el diseño se analizaron los valores obtenidos en la prueba modificada al 95% de compactación, que fluctúan entre 11 y 27.9%, se eligió el valor de 16% para diseño, por ser prácticamente el menor valor, ya que no se consideró el resultado de 11%, por tener gran intervalo con respecto al siguiente valor de 15.4%.

b) Tránsito. De acuerdo a lo observado en el estudio de campo, se considera que el tránsito diario promedio anual en este camino no es mayor a 100 vehículos, la tasa de crecimiento fluctuará de 5 a 7%, así también el período para diseño será para 10 años.

En caminos con estas características de tránsito al finalizar el lapso de 10 años, los vehículos que lo recorren no son más de 250 diarios y la acumulación de daños por acción de ejes equivalentes no rebasa los 500,000 ejes.

### 8.3.3 Sección Estructural.

De acuerdo a las consideraciones anteriores se usará la gráfica para nivel de confianza  $Q = 0.6$ , del Instituto de Ingeniería, la que define un índice de espesor mínimo de 15.5 cm., para V.R.S. de 16 y  $\Sigma L$  de 500,000 ejes. En el método de la gráfica SCT se emplea la curva IV con el mismo URS, lo que indica espesor mínimo de 17 cm.

Considerando las condiciones geológicas de los materiales, las climatológicas de la región, el comportamiento del camino en operación y de acuerdo con los espesores obtenidos, a continuación se indica la sección estructural que será necesario construir:

Carpeta Asfáltica del tipo de un riego.  
Base Hidráulica de 15 cm.

Estas estructuras se apoyaran en todos los casos sobre la capa subrasante, que tendrá 30 cm. de espesor.

Las secciones estructurales tipo se muestran en el anexo 8.3.

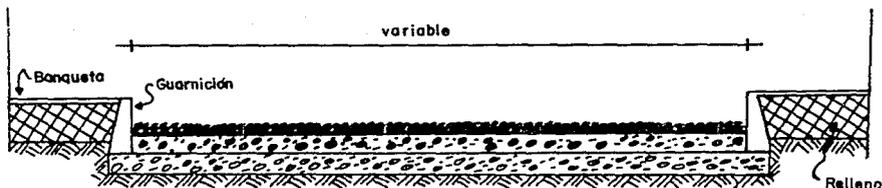
### 8.4 Normas Generales de Construcción.

Las normas de calidad de los materiales y la ejecución de las obras, están comprendidas en el libro 3. Normas para Construcción e Instalaciones y en el libro 4. Normas de Calidad

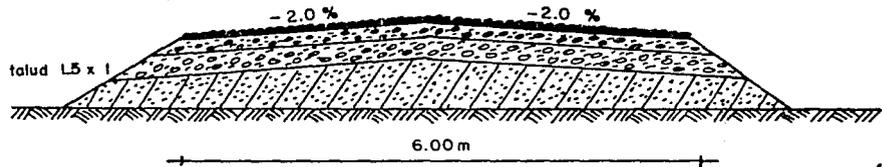


ZONA DE ESPAÑITA, TLAX.

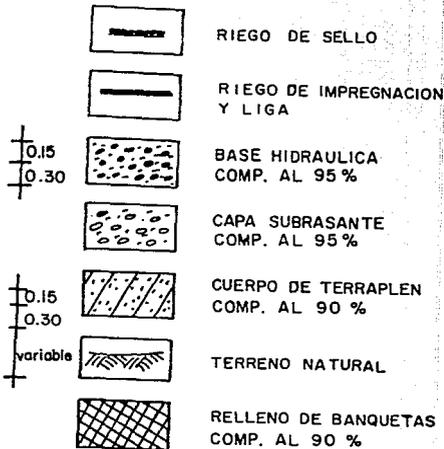
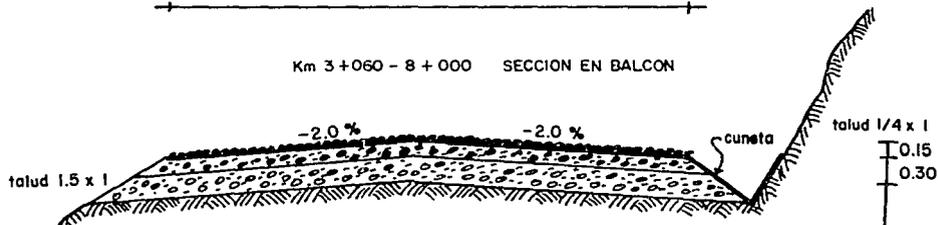
Km 0+000 a Km 0+360



Km 0+360-8+000 SECCION EN TERRAPLEN



Km 3+060-8+000 SECCION EN BALCON



CORTE ESQUEMATICO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

de los materiales, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

#### 8.4.1 Terracerías.

Los materiales empleados en la construcción de las terracerías, incluyendo la capa subrasante, se regirán por las normas de calidad especificadas en el libro 4, capítulo 4.01.01.002 y la ejecución de los trabajos con lo indicado en el libro 3.

#### 8.4.2 Pavimento.

a) Base hidráulica. Se construirá con materiales pétreos seleccionados por sus características físicas, los que provendrán de los bancos: "De Torres" o "Magdalena" y se mezclarán con suelos finos o estabilizador.

El material que se emplee como estabilizador provendrá de los bancos ubicados en los Kms. 4+060 y 6+000.

En el banco los materiales pétreos se atacarán con tractor procurando formar un pequeño almacén para homogenizarlos, el material resultante se llevará al tramo donde se acamellonara sobre la superficie de la capa subrasante; así como los materiales estabilizadores provenientes de los bancos para capa subrasante. La disposición de los materiales será tal que la mezcla de ambos corresponda al 85% del material grueso y el 15% al material estabilizador.

El mezclado se hará con motoconformadora, se extenderá parcialmente, se le incorporará agua por medio de riegos y mezclados sucesivos. A continuación se extenderá un volumen tal que garantice que, al compactarse el material como mínimo el 95% del peso específico seco máximo, se obtengan 15 cm. durante el tiempo que tarde la compactación se darán riegos superficiales de agua para compensar la pérdida de humedad por evaporación. En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas, de la parte interior de esta hacia el exterior.

Para dar por terminada la construcción de la base hidráulica, se verificará el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo a lo fijado en el proyecto y teniendo en cuenta las tolerancias indicadas en el libro 3, capítulo 3.01.03.074, además la mezcla de materiales cumplirá con las normas de calidad de los materiales indicados en el libro 4, capítulo 4.01.03.009, inciso 009-C.06.

b) Riego de impregnación. Se aplicará un asfalto rebajado del tipo FM-1 a la superficie terminada de la base hidráulica para impermeabilizarla. Si la base se ha deteriorado se deberá reacondicionar para que cumpla con el proyecto. Se barrera la superficie por tratar, para eliminar el material suelto, polvo y materias extrañas; terminado el barrido se dará el riego de material asfáltico utilizando petrolicadora, no debiendo estar mojada la superficie. El riego se efectuara preferentemente a la hora más calurosa del día, el material asfáltico tendrá una-

temperatura que variará de 30 a 60° C. y la cantidad que se ---

2

requiere será de 1.5 a 2.0 lt./m<sup>2</sup>, el aspecto de la superficie impregnada será uniforme y la penetración será mayor a 4 mm. No deberá permitirse el tránsito de vehículos en las 24 horas siguientes a la terminación del trabajo.

El material asfáltico cumplirá con las normas de calidad de los materiales indicados en el libro 4. capítulo 4.01.03.011. inciso 011-B.04.

c) Carpeta asfáltica. Se construirá con material pétreo proveniente del banco "Derrumbadas", el cual presentará granulometría tipo 3-A y material asfáltico tipo FR-3. Antes de iniciar la construcción de la carpeta asfáltica, la base debe estar impregnada, barrida la superficie y no tener material asfáltico encharcado. El material pétreo no contendrá humedad en cantidad superior a la absorción, si esto sucediera se creará el material para reducir la humedad.

Sobre la superficie seca de la base se dará un riego de material asfáltico tipo FR-3 en cantidad comprendida entre 0.8-

2

y 1.5 lt/cm<sup>2</sup>. Inmediatamente se cubrirá el material asfáltico con una capa de material pétreo tipo 3-A en cantidad -----

2

comprendida entre 8 y 12 lt/m<sup>2</sup>, y aplicado con espaciador mecánico. A continuación se pasará una rastra con cepillo de fibra o rafe para dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones para después acomodar las partículas con un rodillo liso ligero para proceder a plancharlas con compactador de llantas neumáticas con peso máximo de 4500 Kg. el que se moverá en las tangentes de la orilla hacia el centro y en las curvas del lado interior hacia el lado exterior. Se dejará transcurrir un tiempo no menor de tres días para recolectar y remover el material pétreo excedente que no se haya adherido al material asfáltico, depositándolo en el lugar que señale la Secretaría.

Para dar por terminada la carpeta asfáltica se verificarán las tolerancias indicadas en el libro 3. capítulo 3.01.03.079. inciso 079-F.19.

Los materiales pétreos, asfálticos y la carpeta construida cumplirán con las normas de calidad de los materiales indicados en el libro 4. capítulo 4.01.03.010. inciso 010-C.02; capítulo 4.01.03.011 incisos 011-B.04(h) y 011-D.06 respectivamente.

d) Aditivo. En general los materiales pétreos de la región presentan mala adherencia con el material asfáltico, por lo que será necesario usar un aditivo del tipo Adiflex-B o de F-10, en proporción volumétrica de 1% aproximadamente, con relación al volumen del material asfáltico FR-3.

e) Concreto hidráulico. El concreto hidráulico que se utilice -

en la construcción de las obras menores y complementarias de drenaje. tendrá la resistencia que se especifica para estas obras y en su formación se emplearan materiales de los bancos indicados para base hidráulica y concreto Portland tipo I. Para su elaboración se utilizará equipo mecánico y debe cuidarse que la relación agua-cemento, sea la que se proyecte.

Los materiales pétreos, el cemento Portland y el agua para la elaboración del concreto hidráulico, cumplirán con las normas de calidad establecidas en el libro 4, capítulo 4.01.02.004.

#### 8.4.3 Recomendaciones.

a) Laboratorio. En el laboratorio de campo se definen los pesos volumétricos, así como las cantidades reales de los materiales asfálticos y pétreos que se usarán en la impregnación de la base hidráulica y construcción de la carpeta asfáltica. También se determinan los consumos necesarios de cemento Portland, para el concreto hidráulico; así como el empleo, tipo y cantidad de aditivo para el material asfáltico.

#### 8.5 Cantidad de obra.

En el anexo 8.4 se encuentra la memoria descriptiva de la obtención de las cantidades de material que se requiere para construir el pavimento recomendado.

U - N - A - M -  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA-INTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 0+000  
SUB TRAMO: ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

CANTIDADES DE OBRA DE PAVIMENTACION DE KM 0+000 A KM 5+000

- VOLUMENES REQUERIDOS DE BANCO
  - \* VOL. CORTE EN BANCO
  - \* CLASIFICACION PRESUPUESTO
  - \* SOBRECARRILES
- CANTIDADES DE OBRA DE RIEGOS

CANTIDADES DE OBRA DE PAVIMENTACION DE KM 0+000 A KM 5+000

1. BASE HIFEMULICA

$$\text{Volumen Total} = 5000 \text{ m}^3$$

$$h = 1.0 \text{ m}^2$$

$$d = 5.00 \text{ Km.}$$

$$\text{Vol.} = 5000 \text{ m}^3$$

$$\text{MATERIAL PIREO} = 5000 \times 0.85 = 4250 \text{ m}^3$$

$$\text{MATERIAL ESTABILIZADOR} = 5000 \times 0.15 = 750 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN UTILIZABLE (C)}_1 \text{ DE PROYECTO PARA PAVIMENTACION DE KM 1+360 A KM 3+060} \text{ ----> VOL} = 935 \text{ m}^3$$

$$\text{MATERIAL A} = 935 \times 0.4 = 374 \text{ m}^3$$

$$\text{MATERIAL B} = 935 \times 0.6 = 561 \text{ m}^3$$

$$\text{MATERIAL PIREO REQUERIDO} = 4250 - 935 = 3315 \text{ m}^3 \text{ DE BANCO}$$

<b>U - N - A - M -</b> <b>E.N.E.P. ARAGON</b> <b>ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL</b>	<b>CAMINO: ESPANITA-ISTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 6+000</b> <b>SUB TRAMO: ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA</b>
	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>

BANCO 1 (TORRES)

Desv. Der. 3800 m

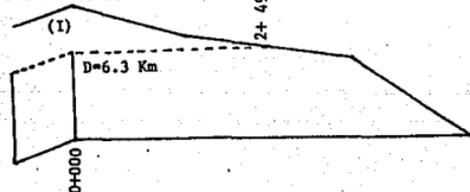


DIAGRAMA DE PRESTAMO DE BANCO PARA FORMAR BASE HIDRAULICA COMPACTADA A 95 % MATERIAL PETREO

A = 9316241.25

dif. ord. = 3703.00

$$D = \frac{h}{\text{dif. ord.}} = \frac{2515.86 \text{ m} - 20}{2495.86 \text{ m}}$$

distancia de C.G. del Banco a inicio de proyecto (0+000) = 3800 m

$$3495.86 + 3800 = 5295.86 \text{ m}$$

$$\frac{0}{1000} = 6.3 \text{ Km desde Banco 1 (TORRES)}$$

MACARRONS DE MATERIAL PETREO PARA BASE HIDRAULICA

$$\left[ \frac{3703}{0.35} = 3898 \text{ m}^3 \times 1.0 \text{ Km} = 3898 \text{ m}^3 \text{ Km} \right]$$

$$3898 \text{ m}^3 \times 6.0 \text{ Km} = 23388 \text{ m}^3 \text{ Km subs}$$

$$\text{VOL. CORTE} = 3898 \text{ m}^3$$

$$\text{MAT. A} = 0 \text{ m}^3$$

$$\text{MAT. B} = 3898 \text{ m}^3$$

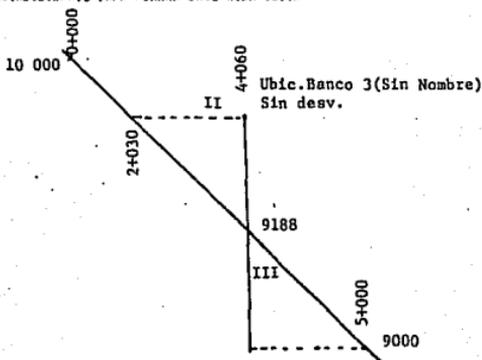
$$\text{MAT. C} = 0 \text{ m}^3$$

U - N - A - M -  
 E.N.E.P. ARAGON  
 ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA-INTACUICTELW TRAMO: KM 0+000 KM 8+000  
 SUB TRAMO: ORIGEN: ESPANITA, TLAYCALW

MEMORIA DESCRIPTIVA

INTERVAL ESTABILIZANTE PARA FORMAR BASE HIDRAULICA



00L. CORTE BANCO 3

$$355 + 198 = 1053 \text{ m}^3$$

$$\text{MAT. A} = 211 \text{ m}^3$$

$$\text{MAT. B} = 842 \text{ m}^3$$

II AREA = 1648360

$$\text{dif. ord.} = 812 \text{ m}^3$$

$$D = \frac{1648360}{812} = 2030 - 20 = \frac{2010}{1000} = 2.01 = 2 \text{ km} = \text{dms}$$

$$\text{III } S/A = \frac{812}{0.35} = 855 \text{ m}^3 \times 1.0 \text{ Km} = 855 \text{ m}^3 \text{ ar Km}$$

$$855 \text{ m}^3 \times 1.0 \text{ Km} = 855 \text{ m}^3 \text{ Km subtr.}$$

<b>U - N - A - M -</b> <b>E.N.E.P. ARAGON</b> <b>ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL</b>	<b>CAMINO: ESPANITA-IXTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 0+000</b> <b>SUB TRAMO: ORIGIN: ESPANITA, TLAXCALA</b>
	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>
<p>III APE4 = 88360          dif. ord. = 188  <math>D = \frac{88360}{188} = 470 - 20 = \frac{450}{1000} = 0.5 \text{ Km} \rightarrow 1 \text{ Km}</math></p> <p>III <math>\frac{188}{0.5} = 196 \text{ m}^3 \times 1.0 \text{ Km} = 196 \text{ m}^3 \times 1 \text{ Km}</math></p> <p><b>TOTALES DE CORTE DE LOS BANCOS</b></p> <p>Banco 1 TOPPE: 3698 m<sup>3</sup>          Banco 3 SIN HOMBRE 1053 m<sup>2</sup>          4951 m<sup>3</sup></p> <p>MAT. A = 251 m<sup>3</sup>          MAT. B = 4740 m<sup>3</sup>          MAT. C = 0 m<sup>2</sup></p> <p><b>TOTALES DE SOBRENCHUFES DE PRESTAMOS DE BANCO</b></p> <p><math>\frac{3}{1} \text{ m}^3 \times 1 \text{ Km} = 4951</math>  <math>\frac{3}{1} \text{ Km} \text{ cuts} = 2424</math></p> <p>Area Total = 30000 m<sup>2</sup>          PAVIMENTO + 2.0 % ampl. curvas = <math>\frac{600}{30600} \text{ m}^2</math></p> <p><b>RIEGO DE IMPRESIONACION</b></p> <p>Asfalto rebajado FM1 ---) 1.8 Lt/m<sup>2</sup> ---) 1.8 x 30600 = 55080 Lt.</p> <p><b>CARPETA ASFALTICA</b></p> <p>Asfalto FR-3 ---) 1.15 Lt/m<sup>2</sup> ---) 1.15 x 30600 = 35190 Lt.</p> <p>Mat. petreo = 30600 x 10 Lt/m<sup>2</sup> = 306000 Lt = 306 m<sup>3</sup> (del Banco DEGRUNDADAS)</p> <p><b>ADITIVO</b></p> <p>F-10 y Aditivo-B = 35190 x 0.01 = 352 Lt.</p>	

MEMORIA DESCRIPTIVA

CANTIDADES DE OBRA DE PAVIMENTACION DE KM 5+000 A KM 8+000

- + VOLUMENES REQUERIDOS DE BANCO
  - + VOL. CORTE EN BANCO
  - + CLASIFICACION PRESUPUESTO
  - + SOBRECARREROS
- + CANTIDADES DE OBRA DE RIEGOS

a) Base Hidraulica

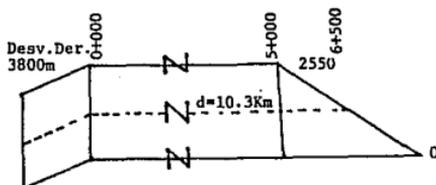
$$\text{Volumen} = 3000 \text{ m}^3$$

$$\text{Mat. Petreo} = 3000 \times 0.85 = 2550 \text{ m}^3$$

$$\text{Mat. Estabilizador} = 3000 \times 0.15 = 450 \text{ m}^3$$

b) Frestamos de Banco (material petreo)

$$\text{Volumen Extraido} = \frac{2550}{1.05} = 2429 \text{ m}^3$$



Banco utilizado = Banco I (TORRES) al inicio del proyecto se tienen 3800 m.

Volumen extraido = 2429 m<sup>3</sup> ; clasif. 00 - 100 - 00

$$\text{MAT. A} = 0 \text{ m}^3$$

$$\text{MAT. B} = 2429 \text{ m}^3$$

$$\text{MAT. C} = 0 \text{ m}^3$$

$$S/A = \left[ \frac{2550}{1.05} = 2429 \text{ m}^3 + 1.0 \text{ Km} = 2429 \text{ m}^3 \right] \text{ per Km}$$

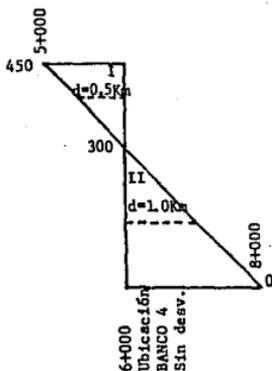
$$2429 \text{ m}^3 \times 10.0 \text{ Km} = 24290 \text{ m}^3 \text{ Km subs.}$$

U N A M  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA-INTACUXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 3+000  
SUB TRAMO: ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MATERIAL ESTABILIZANTE PARA FORMAR BASE HIDRAULICA



Banco utilizado = Banco 4 (SIN NOMBRE)

clasif. = 20 - 80 - 00

$$\text{Volumen estimado} = \frac{450}{1.05} = 429 \text{ m}^3$$

$$\text{MWT. A} = 86 \text{ m}^3$$

$$\text{MWT. B} = 343 \text{ m}^3$$

$$\text{I } S/A = \frac{150}{1.05} = 143 \text{ m}^3 \times 1.0 \text{ Km} = 143 \text{ m}^3 \text{ l}^{\text{er}} \text{ Km}$$

$$\text{II } S/A = \frac{300}{1.05} = 286 \text{ m}^3 \times 1.0 \text{ Km} = 286 \text{ m}^3 \text{ l}^{\text{er}} \text{ Km}$$

$$S/A \text{ TOTAL} = 429 \text{ m}^3 \text{ l}^{\text{er}} \text{ Km}$$

U - N - A - M -  
E.N.E.P. ARAGON  
ING. CIVIL TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPANITA-IXTACUIXTLA TRAMO: KM 0+000 KM 8+000  
SUB TRAMO: ORIGEN: ESPANITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

TOTALES DE LOS BANCOS

Banco 1 TORRES = 2429 m<sup>3</sup>  
Banco 4 SIN NOMBRE = 429 m<sup>3</sup>  
2858 m<sup>3</sup>

MAT. A = 86 m<sup>3</sup>

MAT. B = 2772 m<sup>3</sup>

MAT. C = 0 m<sup>3</sup>

TOTALES DE SOBRECARREROS

m<sup>3</sup> m<sup>3</sup> K<sub>1</sub> = 2258

m<sup>3</sup> m<sup>3</sup> K<sub>2</sub> subs = 24290

Pavimento Area Total = 18000 m<sup>2</sup>  
2.0% ampl. curvas = 360 m<sup>2</sup>  
18360 m<sup>2</sup>

RIEGO DE IMPREGNACION

Asfalto rebajado FMI ---) 1.8 Lt/m<sup>2</sup> ---) 1.8 Lt/m<sup>2</sup> x 18360 m<sup>2</sup> = 33048 Lt.

CARPETA ASFALTICA

Asfalto FF-3 ---) 1.15 Lt/m<sup>2</sup> x 18360 m<sup>2</sup> = 21114 Lt.

Material Pireo = 18360 m<sup>2</sup> x 10 Lt/m<sup>2</sup> = 183600 Lt = 184 m<sup>3</sup>

ADITIVO

F-10 o w/diflo B = 21114 x 0.01 = 211 Lt.

U - N - A - M -  
E.N.E.P. ARAGÓN  
ING. CIVIL. TESIS PROFESIONAL

CAMINO: ESPAÑITA-INTACUITLILM TRAMO: KM 0+000 - KM 8+000  
SUB TRAMO: ORIGIN: ESPAÑITA, TLAXCALA

MEMORIA DESCRIPTIVA

CONCENTRACION DE TOTALES (KM 0+000 - KM 8+000)

A) PRESTAMOS DE BANCO

VOL. TOTAL = 7809 m<sup>3</sup>

MAT. A = 297 m<sup>3</sup>

MAT. B = 7512 m<sup>3</sup>

MAT. C = 0 m<sup>3</sup>

DE BANCO 1 (TOPRES) = 6327 m<sup>3</sup>

DE BANCO 3 (SIN HOMBRE) = 1053 m<sup>3</sup>

DE BANCO 4 (SIN HOMBRE) = 429 m<sup>3</sup>

TOTALES DE SOBREA-CARREOS

m<sup>3</sup> 1<sup>er</sup> Km = 7809

m<sup>3</sup> Km subs = 46533

RIEGO DE IMPREGNACION

asfalto Pebajado FM1 = 88128 Lt.

CARPETA ASFALTICA

Asfalto FR-3 = 56304 Lt.

Material Petros = 498 m<sup>3</sup>

ADITIVO

F-10 o Aditie: E = 563 Lt.

CAPITULO IX

## CAPITULO IX

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto definitivo es la parte final de un proceso para obtener planos y datos constructivos de un camino.

La utilización de computadoras en el proyecto en general, ha constituido un gran avance en la optimización de los resultados y en un más rápido proceso de elaboración, que dadas las circunstancias, es de alto valor por la premura que la mayor parte de las veces existe en la entrega de datos.

Sin embargo, en algunas ocasiones no es posible aprovechar esas facilidades cuando se tienen secciones tipo especial, ampliaciones de caminos existentes, etc., en cuyo caso se procede a emplear el método tradicional.

Datos y planos requeridos.

El primer paso consiste en la obtención de los planos y datos requeridos para la elaboración del proyecto.

Para lo cual se requiere del levantamiento de campo (planimetría, altimetría, seccionamiento transversal del terreno, drenaje menor) y la información de suelos.

Es importante enfatizar sobre la recopilación completa de la información requerida, pues de otra manera no se puede hablar de un buen proyecto de terracerías.

Datos de campo.

Son los referentes a trazo, nivel, secciones, así como el cálculo de coordenadas y orientaciones astronómicas.

Datos geotécnicos.

Muestran el panorama geológico y geotécnico de los materiales que forman el lecho del camino a construir; clasificación geológica, clasificación de presupuesto, coeficientes de abundamiento o reducción; así como las recomendaciones pertinentes acerca del empleo de esos materiales, taludes de corte y terraplén, características y ubicación de bancos de préstamo, etc.

Datos de subrasante mínimas o necesarias.

Para el proyecto de la sección de alcantarillado, se requieren de elevaciones mínimas de subrasante para alojar las obras, por lo que es de suma importancia recabar esta información.

Especificaciones de proyecto.

Antes de iniciar cualquier trabajo en el que se definan subrasantes, etc., debe reunirse toda la información concerniente a tipo de caminos, ancho de corona, ancho de carpeta, velocidad de proyecto, pendiente máxima, curvatura ---

máxima, bombeo en tangentes y espesor de revestimiento (sub-base más base).

Liga con los tramos adyacentes.

Finalmente y como labor de equipo se habrá de poner de acuerdo con los proyectistas de los tramos adyacentes para que haya continuidad en el proyecto, tanto en alineamiento horizontal como vertical, así como la curva de masas con su correspondiente línea compensadora.

Proyecto.

En esta fase se pone en juego el buen juicio y razonamiento para sacar el mejor partido de las especificaciones que se proporcionen, sin caer en excesos, por mal entendidos ahorros, ni por la utilización reiterativa de especificaciones que en realidad no pertenezcan al proyecto.

El mayor beneficio que se obtendrá es el contar con un camino de mejores condiciones, al sustituirse el existente que se encuentra a nivel de terracerías por otro que contará con un mejor nivel de servicio al realizarse las modificaciones proyectadas.

Conclusión.

El éxito o beneficios que se obtengan, dependerán básicamente de la correcta aplicación de los planos constructivos al momento de llevarse a cabo el emjoramiento del camino.

## BIBLIOGRAFIA

ALBUM DE PROYECTOS TIPO ELEMENTOS PARA ALCANTARILLAS DE CAMINOS RURALES

Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT)  
Mexico. D.F. 1986

APLICACION DE LAS VIAS TERRESTRES A CAMINOS Y FERROCARRILES

Tesis Profesional IPN  
Ing. Cuauhtemoc Romero Arguello  
Mexico. D.F. 1989

APUNTES DE LA CLASE DE VIAS TERRESTRES 3 (CAMINOS)

Instituto Politecnico Nacional

ESTRUCTURACION DE VIAS TERRESTRES

M. en I. I.C. Fernando Olivera Bustamante  
Edit. Continental  
Mexico. D.F.

ESTUDIO Y PROYECTO DE CARRETERAS

Ing. Jacob Carciente  
Edit. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela  
Caracas. Venezuela 1985

LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES

Volumen 1 y 2  
Ings. Alfonso Rico R. y Hermilo del Castillo  
Edit. Limusa  
Mexico. D.F. 1987 (vol. 1)  
Mexico. D.F. 1984 (vol. 2)

MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS

Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT)

MECANICA DE SUELOS TOMOS I y II

Juarez Badillo. E. y Rico Rodriguez. A.  
Edit. Limusa  
Mexico. D.F. 1981 (vol. I)  
Mexico. D.F. 1982 (vol. II)

METODOLOGIA PARA EL ANTEPROYECTO DE CAMINOS

Orozco, J.  
Secretaria de Obras Publicas  
Mexico. D.F. 1973

NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS LIBRO 2

Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT)

NORMAS PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES LIBRO 3

Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT)

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES LIBRO 4  
Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT)

VIAS DE COMUNICACION  
Ing. Carlos Crespo Villalaz  
Edit. Limusa  
Mexico. D.F. 1979

TOPOGRAFIA  
Ing. Miguel Montes de Oca  
Representaciones y Servicios de Ingenieria. S.A.  
Mexico. D.F. 1978

VII REUNION DE INGENIERIA DE VIAS TERRESTRES  
Asociacion Mexicana de Ingenieria de Vias Terrestres. A.C.  
Queretaro. Gro. 1986